

ISSN 1517-2627

Dezembro, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 119

Participação da Embrapa Solos em Congressos - Ano 2009

**Artigos
Resumos**

Rio de Janeiro, RJ
2009

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024 - Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2179-4500

Fax: (21) 2274-5291

Home page: www.cnps.embrapa.br

E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Daniel Vidal Perez

Secretário-Executivo: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Membros: Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Humberto Gonçalves dos Santos, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro e Pedro de Sá Rodrigues da Silva.

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Normalização bibliográfica: *Ricardo Arcanjo de Lima*

Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

1ª edição

1ª impressão (2009): online

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Participação da Embrapa Solos em congressos : ano 2009 / Organizadores, Daniel Vidal Pérez, Jacqueline Silva Rezende Mattos, Ricardo Arcanjo de Lima. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2009. 738 p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 119)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: < <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html> > .

Título da página da Web (acesso em 21 dez. 2009).

1. Embrapa Solos. 2. Produção científica. 3. Congressos. IV. Título. V. Série.

CDD (21.ed.) 631.4

© Embrapa 2009

Apresentação

A participação dos Pesquisadores e Analistas da Embrapa Solos em eventos técnico-científicos nacionais e/ou internacionais, sejam eles Congressos, Reuniões ou Simpósios, representa uma ótima oportunidade de atualização, de intercâmbio e de construção de redes de relacionamentos, além de ter especial importância para a Embrapa Solos na luta contra o isolamento científico. No entanto, a maioria desses eventos só oportuniza a um público seletivo o debate de idéias e a apresentação de trabalhos científicos.

É nosso interesse, a partir da presente publicação, apresentar os trabalhos dos nossos Pesquisadores e Analistas em Eventos Técnico-científicos a fim de que a sociedade tenha acesso às palestras, artigos e relatos de experiências das atividades realizadas na Embrapa Solos. Com isso, o leitor poderá ler, comentar e tirar dúvidas com os próprios autores dos textos.

Daniel Vidal Pérez

Chefe Adjunto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

Sumário

Artigos

Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos
Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais
Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação
ESRI International User Conference
Foro Ibero-Americano da Comunicação e Divulgação Científica
I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo
II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Parai
Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso
Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto
IV Simpósio Internacional de Meio Ambiente - PAS para a PAZ
Tropentag 2009 Conference on International Research on Food Security
XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos

Resumos

23rd Annual Meeting & 2009 International Congress for
Conservation Biology
46a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia
Congresso Brasileiro de Agronomia
XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo
Congresso Brasileiro de Microbiologia
Congresso Brasileiro de Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

Congresso Iberoamericano de Química
Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais
II Congresso Nordestino de Engenharia Florestal
International Science Conference on the Human Dimensions of
Global Environmental Change
Latin American IALE Conference
Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química
V Congresso Brasileiro de Soja
VI Congresso Brasileiro de Agroecologia
VIII Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas
XX Congresso Brasileiro de Agronomia

Organizadores

Daniel Vidal Perez

*Pesquisador A Embrapa Solos
daniel@cnps.embrapa.br*

Jacqueline Silva Rezende Mattos

*Analista B Embrapa Solos
jacqueline@cnps.embrapa.br*

Ricardo Arcanjo de Lima

*Analista A Embrapa Solos
r.arcanjo@cnps.embrapa.br*

Artigos em Anais

Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos

DINÂMICA DE O₂, CO₂ E CH₄ EM LEIRAS ESTÁTICAS DE COMPOSTAGEM DURANTE A FASE TERMOFÍLICA

Caio de Teves Inácio; Aline Sarmento Procópio; Camilo Teixeira; Paul Richard Momsen Miller.

POTENCIAL DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE METANO VIA PROJETOS DE COMPOSTAGEM DE PEQUENA ESCALA

Caio de Teves Inácio; Daniel Beltrão Bettio; Paul Richard Momsen Miller

Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais

A PESQUISA PARTICIPATIVA ENQUANTO MÉTODO DE ESTUDO E INTERVENÇÃO NÃO-INVASIVA NA AGRICULTURA FAMILIAR

Julio Roberto Costa, José Ronaldo Macedo, Elizabeth Santos Brandão, Fabio Zamberlan

SISTEMA CONSERVACIONISTA DE PRODUÇÃO DE TOMATE EM SÃO JOSÉ DO UBÁ (RJ/ BRASIL) E A CONSEQUENTE REDUÇÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS E DE SAÚDE

José Ronaldo de Macedo; Elizabeth Santos Brandão; Júlio Roberto Pinto; Fábio Zamberlan; Lucia Helena Pinto Bastos; Armi Wanderley Nóbrega; Zefferson Silva, Silvio Barge Bhering

Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação

SUBSÍDIOS PARA UMA POLÍTICA DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO DA EMBRAPA SOLOS: à luz do regime de informação

Claudia Regina Delaia

ESRI International User Conference

SPATIAL REGIONAL FRAMEWORK TO SENSOR TTC: LA PLATA BASIN, MERCOSUR

Ana Paula Turetta, Gabriel Martins Sales Fonte, Luiz Iván Ortiz Valencia, Heitor Luiz da Costa Coutinho, Santiago Baeza, Mariano Oyarzaba, Karen Tscherning.

Foro Ibero-Americano da Comunicação e Divulgação Científica

O “GRUPO GESTOR” COMO FORMA DE PARTICIPAÇÃO DE PRODUTORES RURAIS NA IDENTIFICAÇÃO DE DEMANDAS DE INOVAÇÕES TECNICO-CIENTÍFICAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR

Julio Roberto Pinto Ferreira da Costa, José Ronaldo de Macedo, Elizabeth Santos Brandão, Fabio Zamberlan, Generosa Oliveira Silva

I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo

CICLAGEM DE CARBONO E DEGRADAÇÃO DE XEOBIÓTICOS EM SOLO RESIDUAL TROPICAL

Patricia Österreicher-Cunha, Eurípedes do Amaral Vargas Jr., Franklin dos Santos Antunes, Geórgia Peixoto Bechara Mothé, Priscilla Lopes da Silva Guimarães, Amanda Fabiana Baião Fernando, Jean Rémy Davée Guimarães, Heitor Luiz da Costa Coutinho

II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Pará

MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO DOMINGOS, RJ

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Marcelo Bueno de Abreu

Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DE TERRAS PRETAS DE ÍNDIOS UTILIZANDO RMN DE 13C (VACP/MAS) E ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

Etelvino Henrique Novotny, Marcia Helena Rodrigues Velloso, Sandro Menezes Ramos, Carolina Rodrigues Linhares

Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto

ANÁLISE DA INTENSIFICAÇÃO DA AGRICULTURA NO MATO GROSSO A PARTIR DE DADOS TRMM 3B42 E DE SÉRIES TEMPORAIS MODIS/EVI

Damien Arvor, Vincent Dubreuil, Margareth Simões Penello Meirelles

ANÁLISE DA QUALIDADE DO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO PARA REPRESENTAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAPI-MACACU, RJ

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Waldir de Carvalho Júnior, Mário Duarte Pinto Godoy

ANÁLISE DA CORREÇÃO ATMOSFÉRICA DE IMAGENS LANDSAT EM ESTUDO MULTITEMPORAL NA REGIÃO DE MATA ATLÂNTICA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Maria Julia do Amaral Fadul, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira, Rachel Bardy Prado

CLASSIFICAÇÃO SEMI-AUTOMÁTICA DE IMAGENS MULTITEMPORAIS LANDSAT-5 PARA ANÁLISE DO PADRÃO DE USO AGRÍCOLA DAS TERRAS DO SUDOESTE GOIANO

Carlos Eduardo Gonçalves Ferreira, Rachel Bardy Prado, Vinícius de Melo Benites, José Carlos Polidoro, Alexey Naumov

DINÂMICA DO DESFLORESTAMENTO E USO DAS TERRAS NA REGIÃO DOS FORMADORES DO RIO XINGU

Raul Rigoto Monteiro, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Margareth Simões Penello Meirelles, Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira, Marcelo Castanheira, Ladislau Skorupa

MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAPI-MACACU, RJ

Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Marcelo Bueno de Abreu

ORGANIZAÇÃO DA BASE DE DADOS DO PROJETO SENSOR TTC

Ana Paula Dias Turetta, Gabriel Fonte, Margareth Meirelles Simões, Heitor Luis da Costa Coutinho, Karen Tscherning

UTILIZAÇÃO DE DADOS MODIS E MODELO SEBAL PARA A ESTIMATIVA DA PERDA DE ÁGUA POR EVAPOTRANSPIRAÇÃO: UMA PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA PARA O MONITORAMENTO DO IMPACTO DA EXPANSÃO DA CULTURA CANAVIEIRA NA DINÂMICA HÍDRICA REGIONAL

Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz, Margareth Simões Penello Meirelles, Esteban Jobágy, Milton Jonathan, Heitor Luiz da Costa Coutinho

IV Simpósio Internacional de Meio Ambiente - PAS para a PAZ

APLICABILIDADE DE FENTON NA REMEDIAÇÃO DE LATOSSOLOS BRASILEIROS CONTAMINADOS COM ÓLEO DIESEL.

Mônica Regina Marques Palermo de Aguiar, Carolina Acioli Pereira, Daniel Vidal Pérez

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ARGILAS COMO CATALISADORES PARA REAÇÃO DE FENTON EM MEIO NEUTRO

Felipe Vieira Amorim Gomes, Ana Lucia da Conceição dos Santos, Aline Sol da Silva Valle, Silvio César Godinho Teixeira, Maria Cristina Canela, Luiz Claudio de Santa Maria, Daniel Vidal Pérez e Mônica Regina da Costa Marques

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE TÉCNICAS DE REMEDIAÇÃO VIA OXIDAÇÃO QUÍMICA NAS CARACTERÍSTICAS DE SOLOS BRASILEIROS.

Silvio César Godinho Teixeira, Leandro Alexandre da Silva, Renato Bastos Guimarães, Daniel Vidal Pérez, Mônica Regina da Costa Marques

EFEITO DA APLICAÇÃO CONTINUADA DE BIOSÓLIDO NA COMPARTIMENTALIZAÇÃO DE METAIS EM SOLO CULTIVADO COM BANANA (MUSA SPP).

Germana Breves Rona; Fernanda Ardilha; Fernanda Serrenho; Sarai de Alcantara; Daniel Vidal Perez; Luiz A.S. Melo

EFEITO RESIDUAL DA APLICAÇÃO DE BIOSÓLIDO NA CULTURA DO MILHO

Fernanda Ardilha dos Santos; Fernanda Gonçalves Serrenho; Germana Breves Rona; Sarai de Alcantara; Daniel Vidal Perez; Wagner Bettiol ; Waldemore Moriconi

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DO LODO DE CALEIRO E DE DECANTADOR EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DO ACRE.

Fernanda Gonçalves Serrenho, Fernanda Ardilha dos Santos, Germana Breves Rona, Daniel Vidal Pérez, Sarai de Alcantara, Paulo Guilherme S. Wadt

Tropentag 2009 Conference on International Research on Food Security

EROSIVE POTENTIAL OF RAINFALLS IN THE CLIMATE CHANGE SCENARIOS IN THE UPPER TAQUARI RIVER BASIN, MS, BRAZIL

Lucieta G. Martorano, Leila Lisboa, Margareth Simões Penello Meirelles, Azeneth Schuler

XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos

ANÁLISE DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS COMO INDICADORES DA CONDIÇÃO DE POTABILIDADE DAS ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DE UBÁ-RJ

Rúbia Bardy Prado, Rachel Bardy Prado, Flávia Cecílio Ribeiro Bregagnoli, Natália da Silva Tavares, Ronaldo De Poli

APLICAÇÃO DE ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NA MICROBACIA DO Córrego Pito Aceso-RJ: VIVÊNCIA EXPERIMENTAL EM CAMPO PARA ALUNOS DE GRADUAÇÃO DA PUC-RIO

José Marcus Godoy; Rachel Bardy Prado, Daniela Siveira Soluri

DEMANDA E OFERTA DE ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS GUAPI-MACACU E CACERIBU EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA - RJ

Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira; Elaine Cristina Cardoso Fidalgo; Rachel Bardy Prado; Rosângela Pezza Cintrão, Zina Cáceres Benavides

Resumos em Anais

23rd Annual Meeting & 2009 International Congress for Conservation Biology

METHODS: Land use planning for conservation

306063 CHALLENGES FOR CONSERVATION: ADDITIONAL ISSUES IN DEVELOPING STRATEGIES AND ACTIONS FOR CONSERVING BIODIVERSITY

Carlos Frederico Duarte Rocha, Helena Godoy Bergallo, Elaine C. C. Fidalgo, Maria Alice S. Alves, Marta B Costa, Monique Van Sluys, Mariella Camardelli Uzêda, Thomaz C.C. Costa, Marcos A Santos, Antonio C.R. Cozzolino

46a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E QUALIDADE NUTRICIONAL DO CAPIM- TANZÂNIA EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO, POTÁSSIO E MAGNÉSIO

Alberto C. de Campos Bernardi; José Carlos Polidoro; Vinícius Benites

Congresso Brasileiro de Agronomia

INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS À SUSTENTABILIDADE ASSOCIADOS À EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Joyce Maria Guimarães Monteiro, Heitor Luiz da Costa Coutinho, Lilian Bechara Elabras Veiga

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO PARA O MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DO SOLO NA MICROBACIA DO CÓRREGO PITO ACESO - REGIÃO DE MATA ATLÂNTICA - RJ

Rachel Bardy Prado, Thays Barbosa Campos Barcellos, Luiz Felipe Guanais Rego, Guilherme Kangussu Donagemma, Ana Paula Dias Turetta

MAPEAMENTO DOS SOLOS DO SUL DA FOLHA DE CAJAZEIRAS-CEARÁ UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO – PARTE II

Manoel Messias Saraiva Barreto, Francisco Ocian Bastos Mota, Raimunda Neuma da Costa Barreto, Francisco de Assis Bezerra Leite, Francisco Roberto Bezerra Leite, Sonia Barreto Perdigão de Oliveira, Elber Leite Braga, Sérvulo Fernandes Cunha, Margareth Sílvia Benício de Souza Carvalho.

ADEQUABILIDADE DO USO DAS TERRAS AGRÍCOLAS NO MUNICÍPIO DE ARARAS, SP

Lauro Charlet Pereira; Gustavo Souza Valladares; Sergio Gomes Tôsto

ADEQUAÇÃO DE USO DA TERRA E DETECÇÃO DE CONFLITOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUAPI-MACACU, RJ

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Waldir de Carvalho Júnior, Bernadete da Conceição C. G. Pedreira, César da Silva Chagas

ADIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM LATOSSOLO AMARELO E SEU REFLEXO NA ADSORÇÃO DE PIRENO

Silvio César Godinho Teixeira, Josino da Costa Moreira, Luis Filipe Vieira Ferreira, Anabela Sousa Oliveira, Daniel Vidal Pérez, Mônica Regina da Costa Marques

ANÁLISE DAS CLASSES DE RELEVO E USO DAS TERRAS NO MUNICÍPIO DE PETROLÂNDIA-PE, UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Rafael Rodrigues da Silva, Fabio Fernandes da Silva, Ana Lúcia Bezerra Candeias, José Coelho de Araújo Filho

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE AGREGADOS DE FRAGMENTOS DE MATA COM DIFERENTES USOS NO SEU ENTORNO

Renato Valadares de Sousa Moreira, Mariella Camardelli Uzêda, Guilherme Kangussú Donagema, Iuri Ribeiro, Mariana de Andrade Iguatemy

APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DO MUNICÍPIO DE TRACUNHAÉM, PERNAMBUCO

Antonio Raimundo de Sousa, Ademar Barros da Silva, Mauro C. dos Santos, Luciano J. O. Accioly, Hilton L. F. da Silveira, Luiz Gonzaga Bione Ferraz, José Nunes Filho, José Nildo Tabosa

APTIDÃO PEDOLÓGICA DA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO PARA A CULTURA DO CAJUEIRO, PARA USO DAS TERRAS COM MÉDIO NÍVEL TECNOLÓGICO (MANEJO B)

José Carlos Pereira dos Santos, Alexandre Hugo Cesar Barros, Rafael Rodrigues da Silva, Hilton Luís Ferraz da Silveira, Maria Sônia Lopes da Silva, Davi Ferreira da Silva

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO AGROFLORESTAL DAS TERRAS DO ENTORNO DA TERMELETRICA ENDESA FORTALEZA, CE PARA O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR

Ana Paula Turetta, Aluísio Granato de Andrade, João Bosco Calvalcante Araújo, José Coelho de Araújo Filho, Braz Calderano

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA QUADRÍCULA DE ARARAS, SP

Lauro Charlet Pereira, Sergio Gomes Tosto, Gustavo Souza Valladares

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES USOS NO SUDOESTE GOIANO

Deivide da Silva Castro, Vinicius de Melo Benites, Gilson Pereira Silva, Gustavo André Simon, Kátia Aparecida de Pinho Costa, Renato Lara de Assis, Antônio Joaquim Braga Pereira Braz, José Carlos Bento

AVALIAÇÃO DO TEOR PSEUDO-TOTAL DE CHUMBO EM DOIS LATOSSOLOS CONTAMINADOS ARTIFICIALMENTE E SUBMETIDOS A DIFERENTES TRATAMENTOS COM FOSFATOS

Shirlei Aparecida de Oliveira, Sílvio Roberto de Lucena Tavares, Daniel Vidal Pérez, Maria Luiza Félix Marques Kede, Luiz Carlos Bertolino

CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA EM AMOSTRAS DE DIFERENTES HORIZONTES DE SOLO NA BACIA DO RIO URUCU - AMAZONAS

Alana Karen da Costa da Silveira, Wenceslau Geraldes Teixeira, Gilvan Coimbra Martins, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Marcos Bacis Ceddia, Rodrigo Demonte Ferraz, Enio Fraga da Silva, Rodrigo Santana Macedo

CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS SOLOS DO MUNICÍPIO DE CORURUPE, ALAGOAS

Ademar Barros da Silva; Elmo Clarck Gomes; Luciano J. de O. Accioly; Hilton L. F. da Silveira, Davi F. da Silva

CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS DOS ASSENTAMENTOS AGRÍCOLAS SEBASTIÃO LAN I E II NO MUNICÍPIO DE CASIMIRO DE ABREU/RJ

José Ronaldo de Macedo; Enio Fraga da Silva, Claudio Lucas Capeche, Adoildo da Silva Melo, Khetlen Leitão, Isaias Fagundes Leal

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS DE CURTUME E SEU POTENCIAL AGRONÔMICO

Lucielio Manoel da Silva, Sandra Tereza Teixeira, Adriana Marlene Moreno Pires, Daniel Vidal Perez, Paulo Guilherme Salvador Wadt

CARBONO E NITROGÊNIO EM AGREGADOS INFLUENCIADOS POR DIFERENTES USOS EM UM CAMBISSOLO DE BOM JARDIM-RJ

Rodrigo Wagner Paixão Pinto; Juliana Martins Ferreira; Thamyres Lacerda Rocha; Yuri Xavier Gianerini; Fabiano de Carvalho Balieiro, Guilherme Kangussú Donagemma, Heitor Luiz da Costa Coutinho; Aluisio Granato de Andrade

CARBONO ORGÂNICO TOTAL E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EM LATOSSOLO SOB DIFERENTES MANEJOS

Paulo Cardoso de Lima, Egídio Bezerra Neto

CLASSIFICAÇÃO DA APTIDÃO PEDOLÓGICA PARA CULTURAS A PARTIR DO SISTEMA ESPECIALISTA SOLOS NE

Fábio Pereira Botelho, Lúcia Raquel Queiroz Pereira da Luz, José Carlos Pereira Dos Santos, Cynara Guerra Belém, Leonardo Florêncio Rodrigues da Silva, Hilton Luís Ferraz da Silveira

COMPARANDO MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMATIVA DA DENSIDADE DO SOLO EM SOLOS DO SUDOESTE GOIANO

Thamyres Lacerda Rocha, Maria Celeste Miretti; Fabiano de Carvalho Balieiro; Marconi Betta; Vinícius de Melo Benites; José Carlos Polidoro

COMPARISON OF METHODS FOR ORGANIC MATTER REMOVAL APPLIED IN BRAZILIAN FERRALSOLS

Alessandro Samuel Rosa, Marcos Gervasio Pereira, Lúcia Helena Cunha dos Anjos, Guilherme Kangussú Donagemma, Ricardo Simão Diniz Dalmolin

COMPORTAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO E DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS EM SOLOS SULFATOS ÁCIDOS NO MUNICÍPIO DE CASIMIRO DE ABREU/RJ

José Ronaldo de Macedo; Enio Fraga da Silva, Claudio Lucas Capeche, Adoildo da Silva Melo, Cloer Costa de Oliveira, Isaias Fagundes Leal

DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA FITOMASSA DE PLANTAS DE MILHETO E SORGO

Michelle Barbosa Teixeira, Arcângelo Loss, Celeste Queiroz Rossi, Marcos Gervasio Pereira, José Carlos Polidoro, Carlos Pimentel

DEGRADAÇÃO DO DIESEL EM SOLOS: APLICABILIDADE DE FENTON E TIPO-FENTON

Carolina Acioli Pereira, Mônica Regina da Costa Marques, Daniel Vidal Perez

DESEMPENHO COMPARATIVO DE NORMAS DRIS PARA CUPUAÇUEIROS NA AMAZÔNIA

Paulo Guilherme Salvador Wadt, Jairo Rafael Machado Dias, Daniel Vidal Perez, Lucielio Manoel da Silva, Cleigiane de Oliveira Lemos

DESENVOLVIMENTO DE FUNÇÕES DE PEDOTRANSFERÊNCIA PARA REGIÕES DO NORDESTE BRASILEIRO

Alexandre Hugo Cezar Barros, Quirijn de Jong Van Lier, Aline de Holanda Nunes Maia, Fábio Vale Scarpere

ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM UM LATOSSOLO VERMELHO EM ÁREA DE SOJA CULTIVADA SOBRE PALHADA DE BRAQUIÁRIA E SORGO

Celeste Queiroz Rossi, Marcos Gervasio Pereira, Simone Guimarães Giacomo, Marconi Betta, José Carlos Polidoro

ESTUDO DE CASO: IMPACTO DE BARRAGEM SUBTERRÂNEA NO AGROECOSSISTEMA RURAL E NA VIDA DO AGRICULTOR

Fabiano Neri Ribeiro, Vanessa Carine Chaves; Cláudio Evangelista Santos Mendonça; Maria Sonia Lopes da Silva; Tony Jarbas Ferreira Cunha; Márcia Moura Moreira; Manoel Batista de Oliveira Neto

ESTUDO DO LENÇOL FREÁTICO APÓS 10 ANOS SOB IRRIGAÇÃO LOCALIZADA: III. EM UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

Israel Venismare Cordeiro Gonçalves, Cláudio Evangelista Santos Mendonça, Maria Sonia Lopes da Silva, Mateus Rosas Ribeiro Filho, Jane Kelly Silva Araújo, Gizelia Barbosa Ferreira, Vanessa Carine Chaves

ESTUDO DO LENÇOL FREÁTICO APÓS 12 ANOS SOB IRRIGAÇÃO POR GRAVIDADE E LOCALIZADA: I. EM UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

Jane Kelly Silva Araújo, Cláudio Evangelista Santos Mendonça, Mateus Rosas Ribeiro Filho, Maria Sonia Lopes da Silva, Israel Venismare Cordeiro Gonçalves, Gizelia Barbosa Ferreira, Vanessa Carine Chaves

ESTUDO DO LENÇOL FREÁTICO APÓS 15 ANOS SOB IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO E LOCALIZADA: II. EM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO

Cláudio Evangelista Santos Mendonça, Edivan Uchôa Cavalcanti, Mateus Rosas Ribeiro Filho, Gizelia Barbosa Ferreira, Vanessa Carine Chaves, Israel Venismare Cordeiro Gonçalves, Maria Sonia Lopes da Silva

FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO: ABUNDÂNCIA NATURAL DE ^{15}N DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS NATIVAS PLANTADAS POR SEMEADURA DIRETA

Luciana Della Coletta, Pablo Guenther Soares, Gabriela Bielefeld Nardoto, Fabiano de Carvalho Balieiro, Ricardo Ribeiro Rodrigues, Luiz Antonio Martinelli

FRACIONAMENTO GRANULOMÉTRICO DA MATÉRIA ORGÂNICA COMO INDICADOR DE QUALIDADE DO SOLO EM ÁREA DE SOJA CULTIVADA SOBRE PALHADA DE BRAQUIÁRIA E SORGO

Celeste Queiroz Rossi, Marcos Gervasio Pereira, Simone Guimarães Giacomo, Marconi Betta, José Carlos Polidoro

FRACIONAMENTO DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO E AMBIENTE DE FORMAÇÃO DE ORGANOSSOLOS

Adierson Gilvani Ebeling, Francisco Wagner de Freitas Gomes, Ronier Rodrigues Vasconcelos, Lúcia Helena Cunha dos Anjos, Marcos Gervasio Pereira, Daniel Vidal Pérez

FRACIONAMENTO QUÍMICO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE ORGANOSSOLOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Francisco Wagner de Freitas Gomes, Adierson Gilvani Ebeling, Lúcia Helena Cunha dos Anjos, Marcos Gervasio Pereira, Daniel Vidal Pérez

IMPACTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR E DO SEU MANEJO SOBRE A DINÂMICA DO NITROGÊNIO E FLUXO DE GASES DE EFEITO ESTUFA PROVENIENTES DO SOLO

Caio Tavora Coelho da Costa Rachid, Marisa de Cássia Piccolo, Fabiano de Carvalho Balieiro, Heitor Luiz da Costa Coutinho, Eráclito Rodrigues de Sousa Neto

IMPORTÂNCIA DAS RELAÇÕES AMBIENTE, HOMEM E INSTITUIÇÕES NO ASSENTAMENTO SEBASTIÃO LAN EM CASIMIRO DE ABREU/RJ

Elizabeth Santos Brandão, Júlio Roberto Costa, José Ronaldo de Macedo, Enio Fraga da Silva, Adoildo da Silva Melo, Khetlen Leitão

INDICATIVO DE ÁREAS COM SOLOS APTOS AO CULTIVO DO CAJUEIRO NA MICRORREGIÃO DE GARANHUNS, PERNAMBUCO

José Carlos Pereira dos Santos, Alexandre Hugo Cezar Barros, Hilton Luís Ferraz da Silveira, Rafael Rodrigues da Silva, Manoel Batista de Oliveira Neto, Roberto da Boa Viagem Parahyba

INTERAÇÃO DO ALUMÍNIO COM AS FRAÇÕES ORGÂNICAS DE ORGANOSSOLOS EM AMBIENTES ALTIMONTANOS E DE VÁRZEA

Adierson Gilvani Ebeling, Daniel Vidal Pérez, Lúcia Helena Cunha dos Anjos, Marcos Gervasio Pereira, Gustavo Souza Valladares

LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DE BAIXA E MÉDIA INTENSIDADE DE SOLOS DO MUNICÍPIO DE GUARIBAS, PIAUÍ

Flávio Hugo B. Batista da Silva, Roberto da Boa Viagem Parahyba

LIMITAÇÕES E POTENCIALIDADES DE CLASSES DE SOLOS PARA LOCAÇÃO DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE

Maria Sonia Lopes da Silva; Gizelia Barbosa Ferreira; Andréa Maria Alves de Lucena; Manoel Batista de Oliveira Neto, Roberto Parahyba da Boa Viagem; José Carlos Pereira dos Santos; Tony Jarbas Ferreira Cunha

MAPA DE SOLOS DO BRASIL, LEGENDA ATUALIZADA

Waldir de Carvalho Júnior, Humberto Gonçalves dos Santos, Silvio Barge Bhering, César da Silva Chagas, Mário Luiz Diamante Áglio, Tamara Crisolia

MAPA DE SOLOS DO ESTADO DO PARANÁ, LEGENDA ATUALIZADA

Silvio Barge Bhering, Humberto Gonçalves dos Santos, Itamar Antonio Bognola, Gustavo Ribas Curcio, Waldir de Carvalho Júnior, César da Silva Chagas, Celso Vainer Manzatto, Mário Luiz Diamante Áglio, José de Souza Silva

MATÉRIA SECA E ÁREA FOLIAR DE PLANTAS DE SORGO SUBMETIDAS A DIFERENTES FONTES COMERCIAIS E ALTERNATIVAS DE MAGNÉSIO

Fabiano de Carvalho Balieiro; Rafael Braga de Oliveira; Erica Souto Abreu Lima; José Carlos Polidoro; Vinícius de Melo Benites; Talita de Santana Matos; Guilherme Kangussu Donagemma

MATÉRIA SECA E NUTRIENTES EM PLANTAS DE PINHÃO MANSO (JATROPHA CURCAS) EM ÁREAS DE CAMBISSOLO DE RIO DAS FLORES-RJ

Juliana Martins Ferreira; Rodrigo Wagner Paixão Pinto; Guilherme Kangussú Donagemma; Fabiano de Carvalho Balieiro; Luis Carlos Polidoro; Aluisio Granato de Andrade; Fabiano de Oliveira Araújo; Pedro Gasparello

METODOLOGIA DE ANÁLISE DO RISCO EROSIVO E SUA RELAÇÃO COM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE: APLICAÇÃO À MICROBACIA DO RIO SANTA MARIA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO

André Pereira Batista, Azeneth Eufrausino Schuler, Rachel Bardy Prado, Waldir de Carvalho Júnior, Alexandre Ortega Gonçalves, José Ronaldo de Macedo, Rodrigo Sá de Araújo

MINERALOGIA DE SOLOS DE VULCANISMO RECENTE NO BRASIL

Eliane de Paula Clemente, Carlos Ernesto Schaefer, Vander de Freitas Melo

OS SOLOS E A CULTURA DO ARROZ

Humberto Gonçalves dos Santos, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Maurício Rizzato Coelho, Mário Luiz Diamante Áglio, Alberto Baeta dos Santos

POTENCIAL DOS SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS E DA BAIXADA LITORÂNEA DO ESTADO DE SERGIPE, PARA O CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR, EMPREGANDO MÉDIO NÍVEL TECNOLÓGICO

José Carlos Pereira dos Santos; Ademar Barros da Silva; Hilton Luís Ferraz da Silveira; Fábio Ricardo Marin; Manoel Batista de Oliveira Neto; Maria Sonia Lopes da Silva, Diógenes Virginio do Nascimento

POTENCIAL DE RESPOSTA À ADUBAÇÃO PARA MICRONUTRIENTES SUBMETIDOS A DIFERENTES NORMAS DRIS NA CULTURA DO CUPUAÇU

Jairo Rafael Machado Dias, Jussie da Silva Solino, Daniel Vidal Perez, Cleigiane de Oliveira Lemos, Paulo Guilherme Salvador Wadt, Leonardo Barreto Tavella

POTENCIAL PEDOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CORURIBE – ALAGOAS PARA O CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Ademar Barros da Silva; Elmo Clarck Gomes; José Carlos Pereira dos Santos; Luciano J. de O. Accioly; Antonio Raimundo de Sousa; Hilton L. F. da Silveira, Davi F. da Silva

POTENCIAL DE RESPOSTA À ADUBAÇÃO PARA N, P, K, CA E MG EM CUPUAÇUEIROS AVALIADOS POR DIFERENTES NORMAS DRIS1.

Jairo Rafael Machado Dias, Renato de Mello Prado, Paulo Guilherme Salvador Wadt, Daniel Vidal Pérez, Cleigiane de Oliveira Lemos

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O MAPEAMENTO DA DEMANDA DE POTÁSSIO PARA O SUDOESTE GOIANO

Carlos Eduardo Gonçalves Ferreira, Rachel Bardy Prado, Vinícius de Melo Benites, José Carlos Polidoro

PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO INFLUENCIADAS POR DIFERENTES USOS EM UM CAMBISSOLO DE TRAJANO DE MORAIS – RJ

Guilherme Kangussú Donagemma; José Ronaldo de Macedo, Rachel Bardy Prado, Azeneth Eufrazino Schuler, Fernando Vieira Cesário, Fabiano Carvalho Balieiro

QUALIDADE DE SOLOS DA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS

José Francisco Lumbreras, Nelson Ferreira Fernandes, Uebi Jorge Naime, Paulo Emílio Ferreira da Motta, Amaury de Carvalho Filho, Alfredo Melhem Baruqui, Edgar Shinzato, Sebastião Barreiros Calderano, Francesco Palmieri, Ana Carolina Ferraz, Thais Sena Balter

QUALIDADE DE SOLOS DA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: ATRIBUTOS QUÍMICOS

José Francisco Lumbreras, Uebi Jorge Naime, Paulo Emílio Ferreira da Motta, Amaury de Carvalho Filho, Nelson Ferreira Fernandes, Alfredo Melhem Baruqui, Sebastião Barreiros Calderano, Edgar Shinzato, Francesco Palmieri

RELAÇÕES SOLO-PAISAGEM NA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Amaury de Carvalho Filho, José Francisco Lumbreras, Paulo Emilio Ferreira da Motta, Uebi Jorge Naime, Francesco Palmieri, Alfredo Melhem Baruqui, Sebastião Barreiros Calderano, Nelson Ferreira Fernandes, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Edgar Shinzato, Aroaldo Lopes Lemos

REPRODUÇÃO DE MINHOCAS E CRESCIMENTO DE MUDAS DE SABIÁ EM COMPOSTO DE APARAS DE GRAMA EM MISTURA COM CARVÃO VEGETAL E FOSFATO

João Paulo Moura Barata, Carolina Araújo de Queiroz Costa, Natália Evaristo Belo dos Santos; Fabiano de Carvalho Balieiro, Caio de Tevês Inácio, Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto, Vinicius de Melo Benites, Adriana Maria de Aquino.

RISCO DE SALINIZAÇÃO NO SOLO APÓS A APLICAÇÃO DO LODO DE CURTUME

Ana Lucia Farias da Silva, Sandra Tereza Teixeira, Paulo Guilherme Salvador Wadt, Daniel Vidal Perez

RISCOS DE SALINIZAÇÃO NOS SOLOS DO ENTORNO DO RESERVATÓRIO DE ITAPARICA, PETROLÂNDIA, PERNAMBUCO

José Coelho de Araújo Filho, Günter Gunkel, Maria do Carmo Martins Sobral, Martin Kaupenjohann, Helio Leandro Lopes

SEMENTES ENRIQUECIDAS COM FÓSFORO AUMENTAM A CONTRIBUIÇÃO DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO NO FEIJOEIRO

Eduardo Chagas, Adelson Paulo Araujo, Daniel Vidal Perez, Bruno Jose Rodrigues Alves, Marcelo Grandi Teixeira

SILICOFITÓLITOS COMO INDICADORES DE DESCONTINUIDADES LITOLÓGICAS EM TRÊS PEDONS DA REGIÃO DE BÚZIOS/CABO FRIO, RJ

Heloisa Helena Gomes Coe; Igo F. Lepsch; Cacilda Nascimento de Carvalho; Antônio Soares, Daniel Vidal Pérez

SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NO NOROESTE FLUMINENSE COMO SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO DA BACIA EXPERIMENTAL DO CÓRREGO SANTA MARIA

Eberval Marchioro, Nelson F. Fernandes, José Ronaldo de Macedo, Silvio B. Bhering, Alexandre Ortega Gonçalves.

SINOPSE DO LEVANTAMENTO DE SOLOS DA CARTA DELMIRO GOUVEIA, ESTADO DE ALAGOAS

Roberto da Boa Viagem Parahyba, José Carlos Pereira dos Santos, Maria Sonia Lopes da Silva, Aldo Pereira Leite

SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES EM SOLUÇÃO NUTRITIVA E PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DO PINHÃO MANSO (JATROPHA CURCAS L.)

Deborah Andrade, Karine Gonçalves, Guilherme Donagemma, Everaldo Zonta, Glaucio Genúncio, Cristiane Fogaça, Fabiano Balieiro

SOFTWARE DRIS PARA CUPUAÇUEIROS

Cleigiane de Oliveira Lemos, Jairo Rafael Machado Dias, Daniel Vidal Perez, Paulo Guilherme Salvador Wadt

SOLOS DA MICROBACIA NOSSA SENHORA DAS GRAÇAS, MUNICÍPIO DE ITAPERUNA, REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Sebastião Barreiros Calderano, José Francisco Lumbreras, Uebi Jorge Naime, Paulo Emílio Ferreira da Motta, Alfredo Melhem Baruqui, Amaury de Carvalho Filho, Francesco Palmieri, Aroaldo Lopes Lemos

TEORES TOTAIS E DISPONÍVEIS DE ELEMENTOS DE ALGUNS PERFIS DE SOLO DA PROVÍNCIA PETROLÍFERA DE URUCU, COARI - AM

Omar Cubas Encinas, Wenceslau Geraldes Teixeira, Gilvan Coimbra Martins, Rodrigo Santana Macedo, Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Enio Fraga da Silva, Adriana Costa Gil de Souza

TESTE DO CLASSIFICADOR “SUPPORT VECTOR MACHINE” (SVM) PARA A AVALIAÇÃO DA COBERTURA DAS TERRAS EM IMAGENS CAPTURADAS DO SOFTWARE GOOGLE EARTH®

Eduardo da Silva, Luciano Accioly, Alex Araújo, Ademar da Silva, Ramon Cantalice, Juliana da Silva

USO ATUAL E QUANTIFICAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NA MARGEM DO RIO SÃO FRANCISCO NO MUNICÍPIO PETROLINA-PE

Tony Jarbas Ferreira Cunha, Iêdo Bezerra de Sá, Vanderlise Giongo Petrere, Manoel Batista de Oliveira Neto, Tatiana Ayako Taura, José Coelho de Araujo Filho, Maria Sônia Lopes da Silva, Wagner da Silva Oliveira, Andrea Maria Alves De Lucena

USO DE DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE METAIS PESADOS EM SOLOS CONTAMINADOS PROVENIENTES DE ATIVIDADES DE GALVANOPLASTIA

Shirlei Aparecida de Oliveira, Sílvio Roberto de Lucena Tavares, Cláudio Fernando Mahler

USO DE NORMAS DRIS (LOG-TRANSFORMADAS) PARA A CULTURA DO CUPUAÇU

J.R.M. Dias, L. B. Tavella, P. G. S. Wadt, C. de O. Lemos, D. V. Pérez, L. M. da Silva, E. A. Delarmelinda, I. A. A. M. de Miranda, J. da S. Solino, A.A. Miotti, H. M. Leite

VALIDAÇÃO DE UM MÉTODO SPE-ESPECTROFOTOMETRIA PARA DETERMINAÇÃO DE PARAQUAT EM SOLOS

Raquel Andrade Donagemma, Tácio Mauro Pereira de Campos, Guilherme Kangussú Donagemma, Rachel Bardy Prado

VARIABILIDADE ESPACIAL DA DENSIDADE DO SOLO E DOS ESTOQUES DE CARBONO EM UM PLANOSSOLO SUBMETIDO A ARAÇÕES E GRADAGENS SUCESSIVAS

Felipe Martini Santos; Rogério Bastos da Silva; Rodrigo Mendes Cavalini; Ingrid Kelly Santana da Silva; Célia Regina Grego; Ana Paula Turetta; Fabiano de Carvalho Balieiro; Guilherme Montandon Chaer

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DA CANA-DE-AÇÚCAR: ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA INTEGRAÇÃO TEMÁTICA DE GRANDES ÁREAS TERRITORIAIS

Celso Vainer Manzatto, Jesus Fernando Mansilla Baca, Margareth Simões Penelo Meirelles, Sandro Eduardo Marschhausen Pereira, Eduardo Delgado Assad, Angel Filiberto Mansilla Baca

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO DENDEZEIRO PARA AS ÁREAS DESMATADAS DO ESTADO DE RONDÔNIA

Paulo Emilio Ferreira da Motta, Uebi Jorge Naime, Antônio Ramalho Filho, Alexandre Ortega Gonçalves, Jesus Mansilla Baca

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO DENDEZEIRO PARA AS ÁREAS DESMATADAS DO ESTADO DO ACRE

Antônio Ramalho Filho, Paulo Emilio Ferreira da Motta, Uebi Jorge Naime, Alexandre Ortega Gonçalves, Alexandre Hugo Barros

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO DENDEZEIRO PARA AS ÁREAS DESMATADAS DO ESTADO DO AMAZONAS

Antônio Ramalho Filho, Gilvan Coimbra Martins, Paulo Emilio Ferreira da Motta, Wenceslau Geraldes Teixeira, Uebi Jorge Naime, Alexandre Ortega Gonçalves, Alexandre Hugo Barros, Jesus Mansilla Baca

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO DENDEZEIRO PARA AS ÁREAS DESMATADAS DO ESTADO DO MATO GROSSO

Paulo Emilio Ferreira da Motta, Antônio Ramalho Filho, Alexandre Ortega Gonçalves, Uebi Jorge Naime, Jesus Mansilla Baca, Marie Elizabeth Christine Claessen

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL - MUNICÍPIO DE MIRANDA

Enio Fraga da Silva, Waldir de Carvalho Júnior, César da Silva Chagas, Silvio Barge Bhering, Fernando César Saraiva do Amaral, Nilson Rendeiro Pereira, Alexandre Ortega Gonçalves, Maria José Zaroni, Mário Diamante Aglio

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE BODOQUENA, ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL

Nilson Rendeiro Pereira, Silvio Barge Bhering, César da Silva Chagas, Waldir de Carvalho Júnior, Fernando César Saraiva do Amaral, Maria José Zaroni, Alexandre Ortega Gonçalves, Enio Fraga da Silva, Mário Luiz Diamante Áglio

ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO DENDÊ PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO: ALTERNATIVA PARA DIVERSIFICAÇÃO DA REGIÃO CANAVIEIRA DA ZONA DA MATA

Jesus Fernando Mansilla Baca, Celso Vainer Manzatto, Angel Filiberto Mansilla Baca, Sandro Eduardo Marschhausen Pereira

Congresso Brasileiro de Microbiologia

ESTRUTURA DA COMUNIDADE BACTERIANA E AGREGAÇÃO DO SOLO SOB CERRADO E CANA-DE-AÇÚCAR, EM GOIÁS

Caio Tavora Coelho da Costa Rachid; Deborah Catherine de Assis Leite; Rodrigo Mendes Cavalini; Raquel Silva Peixoto; Alexandre Soares Rosado; Fabiano Carvalho Balieiro; Marisa de Cassia Piccolo; Heitor Luis da Costa Coutinho

Congresso Brasileiro de Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

O AQUECIMENTO GLOBAL E A PRODUÇÃO DE OLEAGINOSAS NO NORDESTE BRASILEIRO

Joyce Monteiro

Congresso Iberoamericano de Química

EFFECTO USO DEL BIOSÓLIDO EN LA ACUMULACIÓN DE METALES TRAZAS EN SUELO CULTIVADO CON MAÍZ (Zea mays, L.)

Daniel V. Pérez, Sarai de Alcântara, Fernanda Ardilha dos Santos, Germana Breves Rona, Wagner Bettiol, Waldemore Mariconi.

Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIDA, COM FOCO EM RISCOS PARA A SAÚDE, DOS PRODUTORES DE TOMATE DE SÃO JOSÉ DE UBÁ, RIO DE JANEIRO, BRASIL.

Elisabeth Santos Brandão, Júlio Roberto Costa e José Ronaldo de Macedo

II Congresso Nordestino de Engenharia Florestal

DISTINÇÃO DE AMBIENTES: RELAÇÃO GEOLOGIA, SOLO E VEGETAÇÃO DA RESERVA BIOLÓGICA DE SERRA NEGRA - PE

Manoel Batista de Oliveira Neto, Roberto da Boa Viagem Parahyba, Andréa Maria Alves de Lucena, José Carlos Pereira dos Santos, Maria Sonia Lopes da Silva

International Science Conference on the Human Dimensions of
Global Environmental Change

LAND QUALITY MONITORING SYSTEMS THAT INTEGRATE LOCAL AND TECHNICAL KNOWLEDGE FACILITATE ADAPTATION TO GLOBAL CHANGE IN AGRICULTURAL LANDSCAPES

Edmundo Barrios, Heitor Coutinho, Osvaldo Kato

Latin American IALE Conference

LINKS BETWEEN AGROTOURISM INDICATORS AND ENVIRONMENTAL CONSERVATION IN DIFFERENT SPACIAL LANDSCAPE SCALES

Pedreira, B.C. C. G.; Payés, A.; Lins, D.B.S.; Santos, R.F.; A.C.L.M.; Gómez-Sal

Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química

TAXA DE GERMINAÇÃO E FITOACUMULAÇÃO DE METAIS EM SOLOS CONTAMINADOS COM ÓLEO LUBRIFICANTE USADO

Andressa M. de Souza, Sérgio M. Corrêa, Christiane R. C. Aguiar, Márcia M. Gomes, Daniel Vidal Perez

INTERAÇÃO DE PIRENO E FENANTRENO COM ARGILAS EM SUSPENSÃO.

Silvio César Godinho Teixeira, Josino da Costa Moreira, Luis Filipe Vieira Ferreira, Anabela Sousa Oliveira, Daniel Vidal Pérez, Mônica Regina da Costa Marques

COMPORTAMENTO DE UM POLUENTE ORGÂNICO PERSISTENTE (POP) EM ORGANOSSOLOS BRASILEIROS

Silvio César Godinho Teixeira, Josino da Costa Moreira, Luis Filipe Vieira Ferreira, Anabela Sousa Oliveira, Daniel Vidal Pérez, Mônica Regina da Costa Marques

V Congresso Brasileiro de Soja

APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO A TAXA VARIÁVEL E SEU EFEITO SOBRE O ESTADO NUTRICIONAL DA SOJA

CABRAL, W. C.; FERREIRA, C. E.G.; FERREIRA FILHO, S. M.1; SANTOS, D. C.; BENTO, J. C.; BENITES, V. M., PRADO, R. B.

CORRELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E A PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO SUDOESTE DO ESTADO DE GOIÁS

GOMES, G. V; FERREIRA FILHO, S. M.; CABRAL, W. C.; SANTOS, D. C.; BENITES, V. M.

CORRELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS DE FERTILIDADE DO SOLO E APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES SOBRE A PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA REGIÃO SUDOESTE DO ESTADO DE GOIÁS

GOMES, G. V; FERREIRA FILHO, S. M.; CABRAL, W. C.; SANTOS, D. C.; BENITES, V. M.

VI Congresso Brasileiro de Agroecologia

METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS: UMA ALTERNATIVA PARA O ESTUDO DE AGROECOSSISTEMAS COM BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NO SEMIÁRIDO

FERREIRA, Gizelia Barbosa; CHAVES, Vanessa Carine; MOREIRA, Márcia Moura; SILVA, Maria Sonia Lopes da; COSTA, Manoel Baltasar Baptista da; ALVES, Carmen de Almeida; MENDONÇA, Claudio Evangelista dos Santos.

A ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO EM AGROECOSSISTEMAS COM BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Ferreira, Gizelia Barbosa ; Moreira, Márcia Moura; Chaves, Vanessa Carine; Silva, Maria Sonia Lopes da; Costa, Manoel Baltasar Baptista da; Alves, Carmen de Almeida.; Meira, Romário Alves,

BARRAGEM SUBTERRÂNEA E SUA INFLUÊNCIA NO REDESENHO DE AGROECOSSISTEMAS NO AGRESTE PARAIBANO

Moreira, Márcia Moura; Ferreira, Gizélia Barbosa; Silva, Maria Sonia Lopes da; Cruz, Maria Herbênia Lima; Rocha, José Camelo da

CARACTERIZAÇÃO DO SOLO EM BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DA PARAÍBA

SILVA, Maria Sonia Lopes da; OLIVEIRA NETO, Manoel Batista de; FERREIRA, Gizelia Barbosa.; ROCHA, José Camelo; ANJOS, José Barbosa dos; PARAHYBA, Roberto da Boa Viagem; CHAVES, Vanessa Carine; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira.

VIII Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas

UTILIZAÇÃO DE BIOCHAR PARA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE ÓXIDO NITROSO DO SOLO

Carlos Francisco Brazão Vieira Alho, Abmael da Silva Cardoso, Bruno José Rodrigues Alves, Etelvino Henrique Novotny

FUNCIONALIZAÇÃO QUÍMICA DE CARVÕES E DE MATERIAIS PARCIALMENTE CARBONIZADOS PRODUZIDOS A PARTIR DE DIFERENTES BIOMASSAS COM VISTAS AO USO AGRÍCOLA COMO CONDICIONADORES DE SOLO

Carolina R. Linhares, Eduardo R. de Azevedo, Tito J. Bonagamba, André A. de Souza, Gilberto A. Romeiro, Etelvino H. Novotny

EXTRAÇÃO SELETIVA DA FRAÇÃO HÚMICA CARACTERÍSTICA DAS TERRAS PRETAS DE ÍNDIOS

Etelvino H. Novotny, Marcia H. R. Velloso, Eduardo R. de Azevedo, Tito J. Bonagamba, Guixue Song, Michael H.B. Hayes

**INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PARA AVALIAÇÃO
DE IMPACTOS À SUSTENTABILIDADE ASSOCIADOS À EXPANSÃO DA
CANA-DE-AÇÚCAR**

Joyce Maria Guimarães Monteiro; Heitor Luiz da Costa Coutinho; Lilian Bechara
Elabras Veiga



DINÂMICA DE O₂, CO₂ E CH₄ EM LEIRAS ESTÁTICAS DE COMPOSTAGEM DURANTE A FASE TERMOFÍLICA

Caio de Teves Inácio¹; Aline Sarmento Procópio²; Camilo Teixeira³; Paul Richard Momsen Miller⁴

¹Pesquisador da EMBRAPA SOLOS, M.Sc Eng. de Produção e Mestrando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, email: caio@cnps.embrapa.br; ²Professora Adjunta da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química; Doutora em Meteorologia; ³Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Santa Catarina; ⁴Professor Associado da Universidade Federal de Santa Catarina, Engenharia Rural; Doutor em Ecologia Aplicada

INTRODUÇÃO

Por ser um processo aeróbio, a compostagem gera baixas quantidades de metano por tonelada de resíduo orgânico em comparação com outras formas de tratamento e disposição de resíduos orgânicos (Amlinger et al., 2008), apesar de que certas condições inadequadas de operação podem levar a emissões mais altas de metano e óxido nitroso (Thompson et al. 2003).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a dinâmica de O₂, CO₂ e CH₄ e temperatura em uma leira estática com aeração passiva (método UFSC), um método de compostagem de baixo custo empregado por municípios, universidades e empresas públicas no Brasil (Inácio & Miller, 2009).



MATERIAL E MÉTODOS

A leira de compostagem foi montada com 16,0 m de comprimento, altura entre 0,8 e 0,9 m e largura de 1,2 m, com paredes laterais retas. Os resíduos utilizados foram restos de comida (de restaurantes), cama de cavalo (esterco), e aparas de grama, com relação aproximada de 1:1:1 em volume. No método empregado não há revolvimentos frequentes ou aeração forçada. Esta leira estática com aeração passiva recebe uma nova carga de resíduos semanalmente durante a fase termofílica.

O monitoramento de gases (CO_2 , O_2 e CH_4) e temperatura ocorreu no período de 4 de fevereiro a 19 de maio de 2009 (104 dias), com 9 dias de amostragem divididos em 3 campanhas. As medições foram efetuadas com um analisador de gases portátil para 3 gases simultâneos, O_2 , CO_2 e CH_4 , com resolução de 0,1% e faixa de 0 a 100% (*Columbus Instruments*, Ohio, EUA) e um termopar tipo K digital (0,1°C). As emissões na superfície da leira foram medidas com auxílio de um tubo (\square 150mm por 200mm) ligado à mangueira do medidor, com sucção de 1LPM, formando uma câmara dinâmica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperatura

O processo de compostagem encontrava-se na fase termofílica durante o monitoramento (média de 53,29°C, $s = \pm 7,54^\circ\text{C}$ e intervalo de confiança de 95% entre 52,30°C e 54,28°C). A Figura 1, gráfico a, mostra que os pontos mais próximos à parede lateral (distância da parede lateral (DLP) = 10cm) da leira sofrem a influência do meio externo apresentando temperaturas mais baixas que os pontos mais internos (DPL = 30 ou 60cm).



Oxigênio (O₂), Dióxido de carbono (CO₂) e Metano (CH₄)

As concentrações de O₂, CO₂ e CH₄ são regidas pela atividade biológica e pelo fluxo de ar. A atividade microbiana consome O₂ e libera CO₂, reduzindo a concentração de O₂ no meio. Quando o O₂ é reduzido a menos de 10% predomina a atividade microbiana anaeróbia com geração de CO₂ e produção de CH₄ por microrganismos metanogênicos. O CH₄ é consumido por microrganismo metanotróficos em presença de O₂ (Nazaroff & Alvarez-Cohen 2001; Cardoso et al., 1992). Nas leiras estáticas, a concentração de O₂ depende da intensidade do consumo pelos microrganismos e da reposição via aeração passiva, que sofre influência da porosidade da leira, do excesso de conteúdo de água nos micro e macroporos e influência do calor interno sobre o fluxo de ar (Randle & Flegg, 1978).

Para O₂, os valores de média (14,15%, s = 5,65) e mediana (15,60%), bem como os intervalos de confiança (95%) obtidos, para média de 13,19% a 14,90% e para mediana de 14,30% a 16,79%, demonstram que a leira estática monitorada é predominantemente aeróbia em sua fase termofílica, porém com um centro anaeróbio como demonstrado pelos dados quando separados em diferentes profundidades (Figura 1, gráficos b,c,d).

O gráfico “a” da Figura 2, mostra a correlação (inversa) obtida entre concentração de O₂ e CH₄, R² = 0,9447, resultando numa equação exponencial que reflete a produção acentuada de CH₄ a O₂ ≤ 10%, conforme esperado para a atividade microbiana (Miller, 1993).

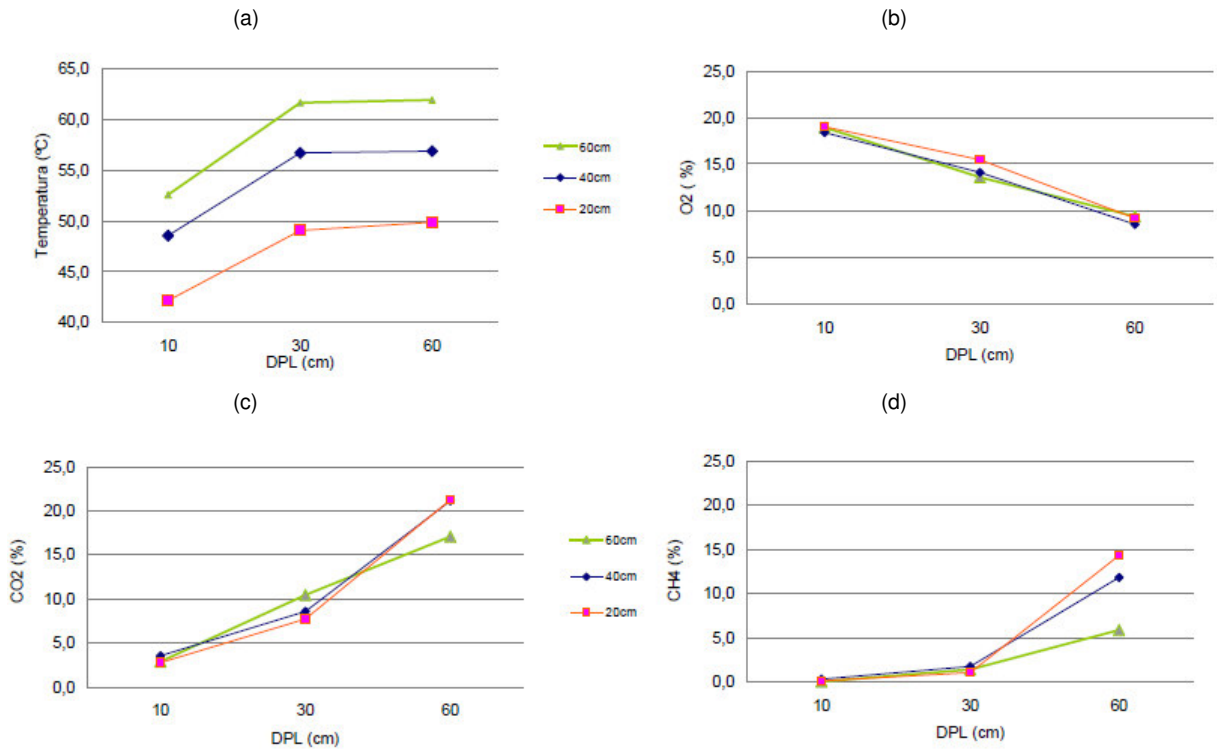


Figura 1- Gráficos das médias de temperatura (a) e concentração O₂ (b), CO₂ (c) e CH₄ (d) em três diferentes alturas e distâncias da parede lateral (DLP) dentro de leiras estáticas de compostagem em fase termofílica.

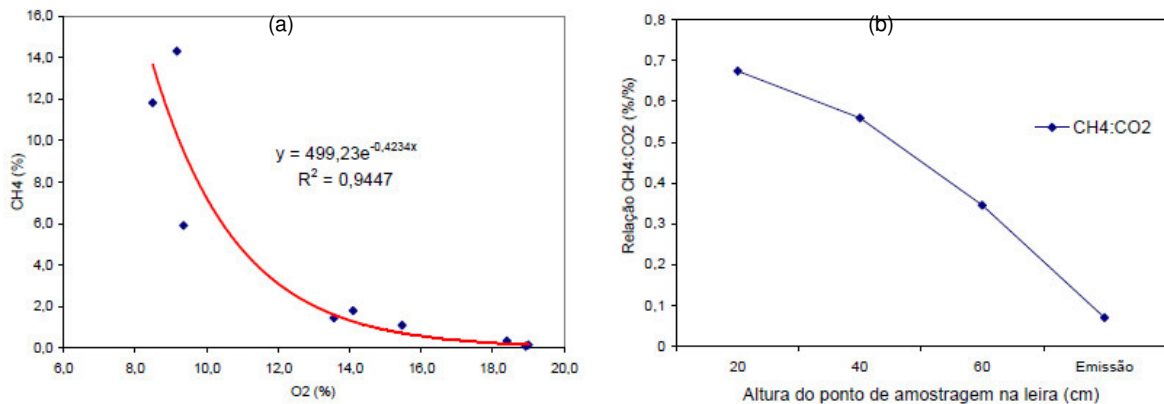


Figura 2- Gráficos das médias de temperatura e concentração de gases (O₂, CO₂ e CH₄) em três diferentes alturas e distâncias da parede lateral (DLP) dentro de leiras estáticas de compostagem em fase termofílica.



As altas correlações ($>0,9$) obtidas entre os diferentes gases neste monitoramento apontam para a adequação da metodologia utilizada. As médias das concentrações dos gases dentro da leira e nas emissões apontam para uma tendência de maiores emissões de CH_4 e CO_2 à DPL 60cm. A queda acentuada da concentração de CH_4 nas amostras quando do aumento de O_2 sugere que há significativa atividade de microrganismos metanotróficos. A diluição com o fluxo de ar atmosférico que entra na leira também é um fator de influência, porém, a análise da proporção entre $\text{CH}_4:\text{CO}_2$ (%:%) nas diferentes camadas da leiras, da base até o topo (emissão), mostra que essa proporção cai acentuadamente, de 0,7 até menos de 0,1, respectivamente, sugerindo que apesar dos dois efeitos influenciarem nos baixos valores de CH_4 , a atividade metanotrófica predomina na camada mais superficial (20cm) rica em O_2 ($>18\%$).

CONCLUSÕES

O estudo da dinâmica de O_2 , CO_2 e CH_4 comprovou a capacidade da aeração passiva suportar o processo de compostagem de uma leira estática preparada com resíduos de comida, cama de cavalo e aparas de grama, mantendo-a predominantemente aeróbia (mais de 3/2 do volume entre 10% e 15% de O_2) em sua fase termofílica, porém com um pequeno centro anaeróbio ($< 10\%$). Pode-se afirmar, com os dados obtidos, que de 89 a 98% do CH_4 gerado nas zonas anaeróbicas da leira estática são consumidos pela atividade metanotrófica da microbiota nas zonas aeróbias superficiais, o que mantém as emissões de CH_4 baixas. Uma melhoria na qualidade dos dados poderá ser obtida com o uso de analisadores de gases com resolução em 0,01% ou melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Meio Ambiente da INFRAERO por ter cedido a área para os trabalhos. Este estudo recebeu recursos da FINEP e da FAPERJ.



REFERÊNCIAS

AMLINGER, F.; Peyr, S. & C. Curls Green house gas emissions from composting and mechanical biological treatment. 26: 47-60. **Waste Management & Research**. 2008

CARDOSO, E. J. B .N; Tsai, S. M.; Neves, P. C. M. **Microbiologia do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1992

INÁCIO, C.T & Miller, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática aplicadas a gestão de resíduos**. EMBRAPA, 2009 (in press)

MILLER, F. C. Composting as a Process Base on the Control of Ecologically Selective Factors. In: **Soil Microbial Ecology: application in agricultural and environmental management**. F.B. Metting Jr. Ed. 1993. p.515-541.

NAZAROFF, W. W.; Alvarez-Cohen; L. **Environmental Engineering Science**. Wiley, 2001.

RANDLE, J; & FLEGG, M. Oxygen measurements in a Mushroom Compost Stack. **Scientia horticulæ**. 8 315-323 1978

THOMPSON, A.G; Wagner-Riddle, C., Fleming, R. Emissions of N₂O and CH₄ during the composting of liquid swine manure. **Environmental Monitoring and Assesment**, 91: 87-104,2004.



POTENCIAL DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE METANO VIA PROJETOS DE COMPOSTAGEM DE PEQUENA ESCALA

Caio de Teves Inácio¹; Daniel Beltrão Bettio²; Paul Richard Momsen Miller³

¹Pesquisador da EMBRAPA SOLOS, M.Sc Eng. de Produção e Mestrando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, email: caio@cnps.embrapa.br; ²Aluno de Agronomia - Universidade Federal de Santa Catarina; ³Professor Associado da Universidade Federal de Santa Catarina, Engenharia Rural; Doutor em Ecologia Aplicada

INTRODUÇÃO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial de contribuição para mitigação de emissões de metano de cinco projetos de compostagem de pequena escala baseados em um mesmo método de baixo custo. Estimativas das emissões globais de metano do IPCC apontam que 13% das emissões antropogênicas de metano provêm da disposição de resíduos (IPCC, 2007).

Como o processo de compostagem é aeróbico e gera baixas quantidades de metano por tonelada de resíduo orgânico (Amlinger et al, 2008), carrega grande potencial como forma de mitigação de emissões de metano no contexto de sistemas de gestão de resíduos orgânicos urbanos, agrícolas e agroindustriais (Barton et al., 2008; Adkhari et al., 2006;) incluindo dejetos de suínos (Vanotti et al, 2009).

Atualmente 25 projetos de compostagem estão registrados como Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), sob metodologias para pequena escala (AMS.III.F), gerando reduções certificadas de carbono (RCE) anuais de 58.7015 tCO₂e - toneladas métricas de CO₂ equivalente (UNFCCC / 2009)



MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar os cálculos da emissão de metano foram utilizados dados coletados referentes a pesagens de resíduos orgânicos que são destinados aos seguintes projetos de compostagem:

A) Projeto Piloto de Compostagem – Localizado em Florianópolis/SC, recicla 4 ton/dia de restos de alimentos;

B) Projeto de Reciclagem Orgânica da UFSC – Localizado em Florianópolis/SC, recicla 1,2 ton/dia, sendo 0,85 de restos de alimentos e 0,35 de cama animal do biotério UFSC;

C) Projeto de Reciclagem Orgânica do CEASA – Localizado no município de São José/SC, recicla 4,6 ton/dia de restos de frutas e vegetais;

D) Projeto de Reciclagem Orgânica do município de Garopaba/SC – recicla 1,5 ton/dia de resíduos orgânicos urbanos;

E) Projeto de Reciclagem Orgânica AIRJ – Localizado na cidade de Rio de Janeiro/RJ, recicla 0,8 ton/dia de restos de alimentos. A soma das médias anuais dos cinco projetos resulta em 4.190,6 toneladas/ano de resíduos orgânicos processados.

Entre os parâmetros utilizados na ferramenta metodológica (UNFCCC, (*Methodological tool*”, versão 04, EB41, Report Anexo 10), o valor daqueles que são variáveis foram definidos de acordo com as seguintes condições: GWP_{CH_4} (Potencial de Aquecimento Global) foi utilizado 21; OX (Fator de Oxidação de metano) = 0,1 utilizado para aterros bem manejados; MCF (Fator de Correção do metano) = 1 para aterros anaeróbicos; $W_{j,x}$ (Quantidade do resíduo orgânico tipo j não depositado no aterro no ano x) = 4190,6 toneladas (média anual de todos os projetos); DOC_j (Fração de carbono orgânico



degradável por peso no resíduo orgânico tipo j) = 0,15 (15%) para restos de comida de base úmida; K_j (Taxa de decomposição para o resíduo do tipo j) = 0,40 leva em conta o clima tropical (Média anual de temperatura >20°C) e o regime de chuvas que influenciam o aterro (Média anual de precipitação >1.000mm).

O fator de emissão da compostagem é 4 g de CH₄ / Kg de resíduo (massa fresca). As emissões evitadas de CO₂ com a redução do transporte dos resíduos não foram calculadas neste trabalho, nem as emissões relativas a uso de energia elétrica. No entanto esses itens constam da metodologia AMS.III.F para projetos MDL. Em relação aos projetos alternativos A, B e E o aterro sanitário dista aproximadamente 25,0 km, enquanto, que para o projeto D o aterro localiza-se a 70 km e para o projeto C essa distância é de 20 km.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados, o processo de compostagem apresentou significativa diferença em relação às emissões de metano, um dos principais gases de efeito estufa, emitindo uma quantidade aproximadamente 10 vezes menor quando comparado ao aterro sanitário. O processo de decomposição anaeróbica que ocorre nos aterros sanitários produz elevada emissão de metano para atmosfera. A Figura 1 compara as emissões de metano em ambas as condições, mostrando a linha de base (aterro) e a emissão dos projetos alternativos. Para este cálculo, considerou-se a condição de depósito de resíduos durante os 10 anos e o horizonte de emissão de até 20 anos para o aterro. A compostagem apresentou uma emissão de 3.520 tCO₂e, em 10 anos, enquanto o aterro sanitário emitiu 28.527 tCO₂e, e continuará emitindo metano por pelo menos 10 anos, chegando a 35.510 tCO₂e em 20 anos.

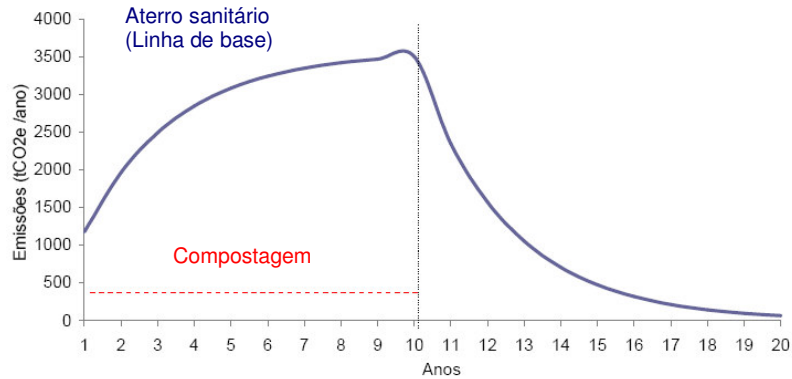


Figura 1 – Gráfico comparativo das emissões de metano pela Compostagem (MDL) e o Aterro Sanitário (linha de base), em tCO₂e, gerados por 4190,6 toneladas de resíduos orgânicos depositados anualmente, durante 10 anos. O valor 4190,6 ton é a soma das médias anuais de resíduos destinados a cinco projetos de compostagem de pequena escala. Metodologia de cálculo: AMS.III.F,UNFCCC.

As quantidades relativas a reduções de emissões de gases de efeito estufa atribuídas a uma atividade de projeto resultam em Reduções Certificadas de Emissões (RCE), medidas em tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e). Nos 10 primeiros anos as emissões evitadas pelos projetos alternativos chegam a 25.007 tCO₂e (Figura 2).

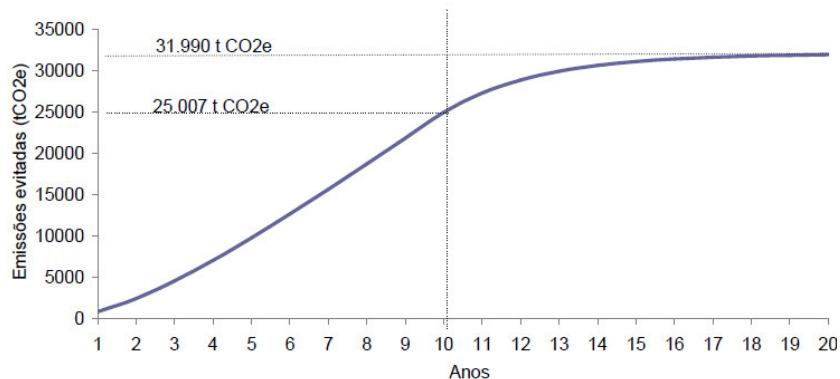


Figura 2 – Gráfico das emissões evitadas acumuladas de metano (CH₄), em tCO₂e, gerados por 4190,6 toneladas /ano de resíduos orgânicos processadas em cinco diferentes projetos de compostagem, por 10 anos, tendo como linha de base as emissões de metano em aterros sanitários. Metodologia de cálculo: AMS.III.F,UNFCCC.



As emissões acumuladas de metano geradas pelo aterro em 20 anos, atingiram o valor de 35.510,76 tCO₂e. Subtraindo este valor pela quantidade emitida dos projetos de MDL, obtemos 31.990,76 tCO₂e, que significa o quanto foi reduzido das emissão de metano, quando 4.190,6 toneladas de resíduos orgânicos foram destinadas aos projetos de MDL ao invés do aterro, durante 10 anos.

CONCLUSÃO

Apesar de projetos de pequena escala individualmente gerarem uma quantidade de RCE que podem não viabilizar o processo de registro de um MDL devido aos custos de transação, ficou demonstrado pelos cálculos que um conjunto de pequenos projetos poderia ter esse potencial viabilizado. A contribuição da compostagem de resíduos orgânicos para mitigação das emissões de metano em sistemas de tratamento e gerenciamento é evidente.

Em princípio, a compostagem é uma tecnologia de baixo investimento e custo de manutenção, o que poderia refletir em um custo de abatimento por tCO₂e menor quando comparado aos projetos de captura de metano em aterros ou biodigestores (dejetos).

A compostagem ainda gera um produto final para uso agrícola de alta qualidade e comercializável, o composto orgânico que recicla nutrientes e carbono orgânico para os solos e é utilizado como substrato para mudas de hortaliças, frutíferas e espécies florestais.



REFERÊNCIAS

ADKHARI, B.K., Barrington, S. & Martinez, J. Predicted growth of world urban food waste and methane production 24: 421-433. **Waste Management & Research**. 2006

AMLINGER, F.; Peyr, S. & C. Curls Green house gas emissions from composting and mechanical biological treatment. 26: 47-60. **Waste Management & Research**. 2008

BARTON, J.R.; Issaias, I., & Stentiford, E.I. Carbon – Making the right choice for waste management in developing countries. 28: 690-698. **Waste Management**. 2008

IPCC, **Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp. 2007

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. **Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site** - version 04, EB41, Report Anex 10. Disponível em: <<http://unfccc.int/2860.php>>. Acesso em: 2009.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. AMS-III.F.: **Avoidance of methane emissions through controlled biological treatment of biomass** - version 6. Disponível em <http://unfccc.int/2860.php>.

VANOTTI, M.B., Szogi, A.A., Vives, C.A. Greenhouse gas emission reduction and environmental quality improvement from implementation of aerobic waste treatment systems in swine farms. **Waste Management**. 28:759–766. 2008.

- Bursztyn, M (2004). Meio Ambiente e Interdisciplinaridade: Desafios ao Meio Acadêmico. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 10. Curitiba: UFPR.
- Buttel, F (1987). New directions in environmental sociology. *Annual review Sociology*, 13, (465-488).
- Catton, W. R. Jr. & Dunlap, R. E. (1978a). Environmental Sociology: a new paradigm. *The American Sociologist*, 13, 41 – 49.
- Catton, W. R. Jr. & Dunlap, R. E. (1978b). Paradigms, Theories and the Primacy of the HEP-NEO distinction. *The American Sociologist* 13, 256 – 259.
- Catton, W. R. Jr. & Dunlap, R. E. (1980). A New Ecological Paradigm for Post-exuberant Sociology. *American Behavioral Scientist*, 24, 15 – 47.
- Dunlap, R. E. & Catton Jr, W. R. (1994). Struggling with human exemptionalism: the rise, decline and revitalization of environmental sociology. *The American Sociologist- Spring*, 5 – 30.
- Ferreira, L. C. (2005). A centralidade da interdisciplinaridade nos estudos sobre ambiente e sociedade. *Política & Sociedade. Revista de Sociologia Política*, 4 (7). Florianópolis: Cidade Futura.
- Ferreira, L C (2006). *Idéias para uma sociologia da questão ambiental no Brasil*. São Paulo: Annablumme.
- Ferreira, L.; Barbosa, S. R. C. S & Höeffel, J. L. (2006). Environmental issues, interdisciplinarity, social theory and intellectual production in Latin America (preliminary analysis). Proceedings - *The International Sociological Association/ ISA World Congress - Durban*. Bethesda: CSA Sociological Abstracts, 1.
- Ferreira, L.; Barbosa, S. R. C. S & Höeffel, J. L. (2005). A Questão Ambiental, Interdisciplinaridade, Teoria Social e Produção Intelectual na América Latina. *Projeto Temático FAPESP* (processo n. 05/52317-1).
- Floriani, D. (2004). *Conhecimento, Meio Ambiente & Globalização*. Curitiba: Juruá.
- Gorz, A. (1980). *Ecology as politics*. Black Rose Books. Montreal.
- Guattari, F. (1990). *As Três Ecologias*. Campinas: Papyrus.
- Hannigan, J. (2006). *Environmental Sociology. Second edition*. New York: Routledge.
- Herculano, S (2000). Sociologia Ambiental: origens, enfoques metodológicos e objetos. *Revista Mundo e Vida: alternativas em estudos ambientais*, I (1). Niterói, Rio de Janeiro: UFF/PGCA-Riocor, 45 – 55.
- Inglehart, R. (1997). *Modernization and Postmodernization*. New Jersey: Princeton University Press.
- Leff, E. (2000). Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental. In: Philippi, A & Hogan, D. (org.). (2000). *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais*. Brasília: PADCT/ MCT.PNUMA e Signus.
- Mol, A. E.; Spaargaren, G & Buttel, F. (2000). *Environment and Global Modernity*. Sage Publications. London: Thousands Oaks.
- Morin, E. (2001). *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Novo, M. (2002) Higher environmental education in the XXI Century: towards a new interpretative paradigm. In: LEAL, W F°. *Teaching sustainability at universities*. Bern: Peter Lang, (pp. 429-458).
- O'Connor, J. (1994). Is sustainable capitalism possible? In: O'Connor, M. (ed.) (1994). *Is Capitalism sustainable?*. New York: Guilford, (pp 152 – 175).
- Philippi, A & Hogan, D. (org.). (2000). *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais*. Brasília: PADCT/ MCT. PNUMA e Signus.
- Schnaiberg, A. & Gould, K. A. (2000). *Environment and society*. New York: Blackburn.
- Yearley, S.(1996). *Sociology, Environmentalism and Globalization*. Sage. London.

A pesquisa participativa enquanto método de estudo e intervenção não-invasiva na agricultura familiar

Julio Roberto Costa
 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa
julio@cnps.embrapa.br

José Ronaldo Macedo
 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa
jrmacedo@cnps.embrapa.br

Elizabeth Santos Brandão
 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa
bethbrandao@cnps.embrapa.br

Fabio Zamberlan
 Universidade Federal do Rio de Janeiro
fabio@pep.ufrj.br

Resumo: Em um estudo envolvendo comunidades rurais de agricultura familiar no Estado do Rio de Janeiro, Brasil, denominado Gestão Participativa da Microbacia do Rio São Domingos (GEPAR – MBH), realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, utilizou-se a metodologia de Pesquisa Participativa no trabalho com cinco vilas do Município de São José de Ubá. Almejava-se o desenvolvimento social e ambiental de forma não-invasiva, respeitando-se as tradições locais. Os bons resultados comprovaram a eficácia da metodologia, e o contato entre os pesquisadores e agricultores possibilitou um aprofundamento teórico-metodológico respaldado por intenso trabalho de campo. Nesse processo, observou-se a pertinência da sociologia compreensiva de Max Weber, da sociologia do conhecimento de Peter Berger e Thomas Luckmann, dos conceitos de comunidade e sociedade de Ferdinand Tönnies, além de outros autores da sociologia. Somaram-se a esses fundamentos as idéias do educador brasileiro Paulo Freire, principalmente seu conceito de “ser mais”, que sumariza a busca do sujeito por uma melhor inserção social e qualidade de vida de forma conjunta com a busca de justiça social pela comunidade. No decorrer do trabalho nas vilas, buscou-se reforçar a sociabilidade cooperativa entre os diversos atores, criando-se estruturas organizacionais que propiciassem o associativismo e o empoderamento das comunidades, como o “Grupo Gestor”, formado por agricultores. Sem negar os conflitos existentes em quaisquer grupos sociais, a pesquisa participativa demonstrou ser uma ferramenta de gestão das divergências em prol da busca do bem comum e do desenvolvimento comunitário.

1. Introdução

Frequentemente, quando se trata de agricultura familiar, a ajuda aos agricultores é apenas entendida como ajuda para a produção ou ajuda para a comercialização. Esquece-se que o agricultor, na plenitude de sua condição de ser humano, possui também outras necessidades onde também precisa ser ouvido.

Durante e após a chamada Revolução Verde, a pesquisa e a extensão rural ofertavam pacotes tecnológicos que tinham de ser aceitos sem questionamento, de forma que podemos denominar de “invasiva”, pois traduziam a visão científico-tecnocrática aceita pelos detentores de uma razão que não era neutra, mas instrumentalizada pelos detentores do status quo político. Isso foi verdadeiro especialmente na América Latina, onde nas décadas de 60 e 70 se instalaram diversos regimes de natureza autoritária.

No contexto atual, valoriza-se a pesquisa participativa e o empoderamento das comunidades, que têm a importância de um resgate de valores relativos à pessoa do agricultor em sua vida comunitária, dentro da qual ele produz riquezas. Valoriza-se o exercício da sociabilidade cooperativa e os valores de seu pertencimento à comunidade, elementos que fornecem respaldo à percepção de seu valor intrínseco dentro do sempre renovado convívio social.

Em relação à ênfase na sociabilidade cooperativa, deve-se compreender que não se está fugindo da questão do dissenso, dos conflitos sociais ou das contradições de classe. Abordar a sociabilidade cooperativa significa colocar o foco no consenso possível, onde a paz pode ser entendida como a gestão não-violenta do conflito (Signates, 2008, p. 4), e onde se procura superar toda a coerção no convívio social em busca de uma ação comunicativa, em um cenário onde os atores possam aceitar a força do melhor argumento como a única relação de força legítima (Pinent, 2004, p. 4 e 5). Igualmente não se procura ocultar o dissenso, mas compreendê-lo dentro de um contexto amplo, admitindo-se que uma situação de consenso surge a partir de um dissenso anterior, ao mesmo tempo em que o consenso atingido será problematizado em uma etapa posterior, tornando-se dissenso.

Neste estudo sobre os fundamentos teórico-metodológicos da pesquisa participativa estarão presentes contribuições significativas do educador brasileiro Paulo Freire, e o termo por ele usado em diversos de seus livros, o “ser mais”. A sua compreensão profundamente humanista das necessidades do trabalhador será a base para a agregação de conceitos sociológicos que ajudam a fundamentar e ampliar a percepção sobre o que podemos chamar de “intervenção não-invasiva”, e o modo por meio do qual a pesquisa participativa apresenta maior efetividade principalmente no trabalho com os produtores de base familiar.

2. Compreendendo-se o agricultor no processo participativo

Um processo de pesquisa aplicada, envolvendo a construção participativa do conhecimento junto com os agricultores, possui em sua base o desenvolvimento experimental da inovação tecnológica junto às unidades produtivas. No âmbito da pesquisa participativa, é enfatizada a construção participativa do conhecimento dentro do mundo de vivência (lebenswelt) do agricultor. Aqui pode-se dizer que o conceito fenomenológico de mundo de vivência, também traduzido por mundo da vida, torna-se importante por ser uma categoria relacionada à vida cotidiana do agricultor, que permite a compreensão de que essa vida cotidiana possui uma racionalidade interna em seus próprios termos, que não pode ser desqualificada ou sofrer uma ação invasiva, pois isso seria um fator de destruição dos elementos culturais do agricultor. A construção coletiva do conhecimento, imprescindível na pesquisa participativa, almeja somar valores ao agricultor e sua coletividade, e não desqualificá-los ou destruí-los.

Está subjacente a esta visão o fato de que a pessoa do agricultor deve ser tomada em consideração para além do papel de um maximizador de utilidade que adota a inovação tecnológica. Em sua condição integral de pessoa, ele está para além de ser apenas um instrumento do processo de inovação. O agricultor deve ser considerado o beneficiário da inovação, notando-se que o processo “pesquisa básica – pesquisa aplicada – desenvolvimento experimental – inovação” apenas deve ser considerado completo quando impacta os seus beneficiários, e portanto a inovação tecnológica – com foco nos atores sociais – deve ser considerada como uma apropriação social do conhecimento (Ávila et al, 2006, p. 62).

Coloca-se então a ênfase da pesquisa na pessoa do agricultor, e como ele interiorizará esse conhecimento para seu mundo de vivência cotidiana. Faz-se necessário que se enfatize a importância do mundo de vivência, dos grupos primários e das relações face a face que aí se processam.

3. Contextualizando a interação social nos pequenos grupos

Na linha de se manter o foco na pessoa do agricultor, precisa-se entender e valorizar as interações cotidianas dos processos sociais onde ele está envolvido. O referencial teórico pertinente pode ser encontrado em diversos autores, onde pode-se citar os conceitos de grupos primários e secundários, as relações face a face colocadas pela sociologia do conhecimento de Peter Berger e Thomas Luckmann, o conceito de mundo de vivência, entre outras contribuições que serão explanadas adiante. Pode-se por meio dos conceitos que problematizam essas interações entender a fundamentação da compreensibilidade mútua, que reveste os acontecimentos sociais da vida cotidiana de uma importância básica.

Tais acontecimentos da vida cotidiana, considerados banais em uma visão acrítica, assumem um aspecto fundador para a interação social. Portanto, para se valorizar o que acontece na vida cotidiana, esta precisa ser problematizada:

“A realidade da vida cotidiana é admitida como sendo a realidade. Não requer maior verificação, que se estenda além de sua simples presença. Está simplesmente aí, como facticidade evidente por si mesma e compulsória. Sei que é real. Embora seja capaz de empenhar-me em dúvida a respeito da realidade dela, sou obrigado a suspender essa dúvida ao existir rotineiramente na vida cotidiana. Esta suspensão da dúvida é tão firme que para abandoná-la, como poderia desejar fazer, por exemplo, na contemplação teórica ou religiosa, tenho de realizar uma extrema transição.” (Berger e Luckmann, 1985, p. 41).

Pode-se considerar a relação face a face como típica dos grupos primários, em seu caráter de comunicação direta e não mediatizada entre indivíduos:

“Na situação face a face o outro é apreendido por mim num vívido presente partilhado por nós dois. Sei que no mesmo vívido presente sou apreendido por ele. Meu “aqui e agora” e o dele colidem continuamente um com o outro enquanto dura a situação face a face. Como resultado, há um intercâmbio contínuo entre a minha expressividade e a dele.” (Berger & Luckmann, 1985, p. 47).

O mundo de vivência, ou mundo da vida, compreende aquele mundo que é imediatamente familiar à pessoa, anterior a qualquer sistematização intelectual, onde o agricultor, enquanto pessoa, atua em relações cujo sentido lhe é bem conhecido; em outros termos, é “aquilo que se aceita, que se toma como dado, como pressuposto, constituindo nossa experiência cotidiana. Trata-se do real em seu sentido pré-teórico, pré-reflexivo.” (Japiassú & Marcondes, 2001, p. 190).

A abordagem participativa deve considerar essas construções sociais como legítimas e necessárias dentro da vivência do agricultor. O processo de pesquisa, como interação social consciente, deve somar valores à essa vida cotidiana, sem desqualificá-la ou desqualificar o saber tradicional do agricultor que está inserido nesse contexto.

4. Contextualizando o conceito de comunidade

O conceito de comunidade não apresenta um consenso dentro das ciências humanas. Normalmente os textos sobre o assunto seguem a dualidade proposta por Ferdinand Tönnies, entre a comunidade e a sociedade (respectivamente *Gemeinschaft* e *Gesellschaft*). O cerne dessa divisão é que a comunidade implica relações espontâneas e de sociabilidade cooperativa, enquanto a sociedade implica relações artificiais, calculistas e de competição entre os indivíduos. O próprio Tönnies teria se fundamentado no que observou em sua época (segunda metade do século XIX) do contraste rural/urbano:

“Como membro de uma sociedade rural tradicional, em Schleswig-Holstein, Tönnies descobre ao seu redor dois tipos de mundo: de um lado, um mundo agrário, enraizado em antigas tradições medievais, solidamente ligado à terra, e o outro, o mundo do comércio, dos centros urbanos, em constante mudança, um mundo cuja principal preocupação é o lucro.” (Buber, 1987, p. 15).

Considera-se que Tönnies, mesmo sendo fiel ao rigor científico em seu livro “Comunidade e Sociedade” (*Gemeinschaft und Gesellschaft*) de 1887, impôs uma conotação por demais idealizada à comunidade, considerando-a por excelência o lugar de vivência dos valores humanos de solidariedade, colaboração, união etc., enquanto que na “sociedade” ou “associação” existe a formalidade das relações impessoais, com pouca relação intersubjetiva e muita objetivação da pessoa como instrumento do “social”. Esse modelo de categorização é freqüente até os dias de hoje. Berger e Luckmann, por exemplo, fornecem dele um exemplo bastante empírico e simples, ao comentar os conceitos afins de grupos primários e secundários: “É preciso amar a mãe, mas não a professora” (Berger e Luckmann, 1985, p. 54).

Nos desenvolvimentos contemporâneos ou logo posteriores a Tönnies, ponderou-se que a “sociedade” não seria necessariamente um lugar de negação da individualidade. Émile Durkheim considerava que a formalização da sociedade contribuía para construir o indivíduo moderno, e o indivíduo seria tanto mais livre quanto mais fosse desenvolvido o Estado, porque, paradoxalmente, a impessoalidade da lei protegeria contra os constrangimentos comportamentais provenientes dos costumes da comunidade. Nessa visão, o indivíduo em sociedade pode fazer tudo o que a lei não proíbe, em oposição ao fato de que, na comunidade, é obrigado a fazer o que a tradição manda, sob pena de se tornar um pária daquela comunidade

(Durkheim, 1983, p. 51 e seguintes). Inicialmente, o indivíduo estaria em segundo plano frente à comunidade, e teria pouco valor:

“Absorvido pela sociedade [significando aqui comunidade], seguia-lhe docilmente os impulsos, e subordinava o destino próprio aos destinos do ser coletivo; e o sacrifício não lhe custava, pois seu destino não tinha, a seus olhos, o sentido e a alta importância que hoje lhe atribuímos” (Durkheim, op. cit., p. 52).

Durkheim enfatiza que o meio comunitário não favorecia o aparecimento de aspirações individuais:

“Menos ainda pretendo dizer que [esse controle] tenha o que quer que seja de insuportável: muito ao contrário, o indivíduo não o sente, tal como não sentimos a atmosfera que nos pesa sobre os ombros. Desde que o indivíduo foi criado, educado, pela coletividade, dessa forma, quer naturalmente o que ela quer, e aceita sem dificuldade o estado de sujeição ao qual está reduzido. Para ter consciência disso, e resistir, cumpre apareçam aspirações individuais, e essas aspirações não podem aparecer em semelhantes condições”. (Durkheim, idem, p. 56).

Em um estágio posterior, o Estado surge como uma coletividade mais abrangente que todas as outras coletividades, e sendo assim não possui compromisso específico com os costumes de nenhuma delas em particular – portanto, fornece suporte para o desenvolvimento independente do indivíduo:

“Foi ele [o Estado] que subtraiu a criança à dependência patriarcal, à tirania doméstica; foi ele que libertou o cidadão dos grupos feudais, mais tarde comunais; foi ele que libertou o operário e o patrão da tirania corporativa (...)”. (Durkheim, ibidem, p. 59).

Max Weber, em relação às questões levantadas por Tönnies, aprimorou os referenciais teóricos com suas categorias da sociologia compreensiva, pondo em destaque o sentido subjetivo da ação, a partir do qual ela pode ser compreendida e interpretada:

“Uma relação social denomina-se “relação comunitária” quando e na medida em que a atitude na ação social (...) repousa no sentimento subjetivo dos participantes de pertencer (afetiva ou tradicionalmente), ao mesmo grupo. (...) Uma relação social denomina-se “relação associativa” quando e na medida em que a atitude na ação social repousa num ajuste ou numa união de interesses racionalmente motivados (com referência a valores ou fins).” (Weber, 2004, p. 25).

5. O respeito aos valores no processo de pesquisa participativa

Ao se mencionar o respeito aos saberes tradicionais, e, portanto, aos valores culturais, deve estar claro que o exercício da ciência é alheio ao estabelecimento de juízos de valor, porém, o sociólogo Max Weber ressaltou que, embora os valores sejam uma escolha do sujeito fundamentada em seu foro íntimo, as relações com os valores são um fato social, e assim podem ser compreendidas a partir do que os diversos atores e grupos sociais consideram como importante, urgente, pertinente etc., dentro das relações sociais que estabelecem entre si.

Frente à questão do respeito pela pessoa do agricultor, que precisa ser levada em conta na abordagem participativa, tem-se a questão da subjetividade desses atores sociais. Muitas vezes a subjetividade é simplesmente considerada como não sendo do alcance da ciência, e o agir que leva em conta a subjetividade é descartado. Porém, a subjetividade se manifesta no comportamento observável em relação aos processos sociais; portanto, considerar a subjetividade dentro do escopo da pesquisa significa simplesmente aceitar como um dado da realidade as relações com os valores que os grupos e indivíduos manifestam na vida social. Pode-se abordá-la de modo muito produtivo no escopo das tomadas de posição dos atores.

A tomada de posição decorre da própria existência do ator, seja indivíduo ou grupo, e do fato de que ele precisa fazer considerações daquilo que é preferível em sua interação social, com base nas relações com os valores estabelecidas em sua comunidade. Em relação à tomada de posição, podemos citar a seguinte passagem de Weber:

“A premissa transcendental de qualquer ciência da cultura reside, não no fato de considerarmos valiosa uma “cultura” determinada ou qualquer, mas sim na circunstância de sermos homens de cultura, dotados da capacidade e da vontade de assumirmos uma posição consciente face ao mundo, e de lhe conferirmos um sentido. Qualquer que seja esse sentido, influirá para que, no decurso de nossa vida, extraiamos dele nossas avaliações de determinados fenômenos da convivência humana e assumamos perante eles, considerados significativos, uma posição (positiva ou negativa). Qualquer que seja o núcleo dessa tomada de posição, estes fenômenos possuem para nós uma significação cultural, que constitui a base única de seu interesse científico.” (Weber citado por Cohn, 1982, p. 97).

Deve-se compreender que Max Weber evitou adentrar o terreno da filosofia, onde ele teria de lidar com o problema do “ser” do fenômeno humano, construindo uma antropologia filosófica. De modo bastante operacional, o conceito de tomada de posição considera que o agente social assume uma posição consciente face ao mundo, e lhe confere um sentido com o qual orienta a sua ação. Essa abordagem valoriza a interação em seus aspectos de um convívio cotidiano com os outros e com a natureza, e onde o sujeito pode potencializar a sua interação em comunidade, rumo à sua construção contínua enquanto ator social.

O fato de o saber científico ser alheio ao juízo de valor não invalida a pesquisa das relações com os valores, as quais estão orientando as tomadas de posição dos atores sociais. Pode-se compreender o comportamento social, principalmente nos pequenos grupos, interpretando-os em sua correspondência com os valores a que os atores sociais atribuem maior significação. Estes valores normalmente estão associados à sua segurança em seu mundo de vivência, tanto em uma base individual como coletiva – manter a si, à sua família, e seus grupos de convívio com as necessidades satisfeitas, tanto a curto prazo quanto dentro de uma visão de futuro.

Deve-se entender que os valores aqui relacionados se fazem presentes por uma orientação bastante prática: aquilo que se considera como fator de melhora da qualidade de vida é valorizado, seja uma tecnologia, seja uma simbologia cultural expressa no saber tradicional.

A partir de todos esses elementos que, de um modo ou de outro, valorizam a sociabilidade cooperativa e as relações que lhe são correlatas, torna-se possível afirmar que o desenvolvimento do produtor, enquanto agente social plenamente viável na sua capacidade de interação humana, depende diretamente do respeito aos valores de sua cultura, de seu mundo de vivência, da percepção de seu próprio valor dentro da comunidade, e da permanência dos comportamentos compartilhados por sua família, seu grupo e sua tradição. Tais elementos serão respeitados na pesquisa participativa.

6. O “ser mais” da pessoa humana: a contribuição de Paulo Freire

As idéias de Paulo Freire são muito apropriadas para esta via de compreensão da pesquisa, com foco na pessoa do agricultor e de caráter participativo. Nele observamos a concepção instauradora de todo este processo, que é a valorização do sujeito.

Em uma situação de exclusão social, notadamente comum no cenário da América Latina, deve-se considerar o indivíduo como freqüentemente alienado em relação ao seu mundo de vivência, pois ele pensa e age segundo os padrões do mundo de vivência do dominador. Sua consciência está submetida a uma relação de violência, que é a violência da subjugação de sua consciência pela consciência do dominador. Porém, a própria relação violenta o impede de perceber esse fato. Nas ocasiões em que o sujeito oprimido é violento com seus iguais, revela-se a presença dessa situação inicial de violência, que o oprimido não sabe de onde vem, mas que está presente nele, e ele a expressa contra quem está mais perto de si, normalmente aqueles que, como ele, são oprimidos:

“Raros são os camponeses que, ao serem “promovidos” a capatazes, não se tornam mais duros opressores de seus antigos companheiros que o patrão mesmo. Poder-se-á dizer – e com razão – que isto se deve ao fato de que a situação concreta, vigente, de opressão, não foi transformada. E que, nesta hipótese, o capataz, para assegurar seu posto, tem de encarnar, com mais dureza ainda, a dureza do patrão. Tal afirmação não nega a nossa – a de que, nestas circunstâncias, os oprimidos têm no opressor o seu testemunho de “homem”.” (Freire, 2006, p. 36).

A alienação em relação ao mundo de vivência confunde-se com uma alienação em relação a si próprio e aos conteúdos que seriam os conteúdos legítimos de sua consciência, condizentes com a realidade de sua vida cotidiana.

O processo de libertação se inicia com a experiência profunda do diálogo. É no diálogo com o outro que a consciência verdadeira de cada um se descobre. Isso porque a consciência não se produz no isolamento, mas no contato intersubjetivo, ou seja, entre subjetividades.

Historicamente, o processo de humanização está vinculado à experiência do diálogo e do encontro. Nesse processo, o ser humano se distancia do mundo, torna-o objeto de sua consciência, e, por meio de sua prática – como ser que elabora sua experiência – oferece novos significados ao mundo e historiciza sua experiência nesse mundo, ou seja, em vez de apenas se adaptar ao mundo, humaniza o mundo. Fazer história é instaurar o significado humano nos acontecimentos do mundo.

Porém, esse ato de humanizar precisa ser feito em sintonia com outras consciências, que apreendem o mesmo mundo. Humanizando o mundo pelo ato de se conscientizar, e partilhando essa experiência, as diversas subjetividades humanizam-se mais e mais, e nesse processo vão construindo sua experiência histórica no mundo.

A expressão coletiva dessa tarefa se dá porque essa conscientização não pode se dar na exclusividade ou no isolamento. As subjetividades das diversas pessoas se relacionam a uma única realidade exterior a elas, em um esforço conjunto de compreensão, humanização e historicização do mesmo mundo. Trata-se então das subjetividades humanas intencionadas à compreensão da mesma realidade. Por se tratar da compreensão de uma única realidade por várias subjetividades, tanto essa compreensão quanto sua decorrente humanização necessitam do diálogo entre as subjetividades, e nesse processo os indivíduos se socializam. Assim, quanto mais existir diálogo, mais há apreensão do mundo, mais há humanização e historicização desse mundo e mais há socialização.

A história e a realidade social objetiva existem como produto da ação dos homens. Em relação à situação de opressão, o oprimido precisa saber atuar na história de uma forma crítica, o que implica “dizer a sua palavra”, recuperar para si o entendimento da realidade em seus próprios termos, o que o possibilita tornar-se construtor de sua história, bem como ser o próprio autor de sua socialização, no uso do diálogo livre, responsável e informado com os outros seres humanos.

Esse processo de libertação deve ser feito em comunidade e no diálogo, pois o isolamento implica em menor socialização, e conseqüentemente menor humanização. Nesse contexto Paulo Freire coloca que seguir o caminho do opressor, em sua busca do ter mais, é uma forma de ser menos. Buscar o diálogo com os oprimidos e nesse diálogo, socializar-se, humanizar-se, e se tornar sujeito de sua história (no oposto da alienação proposta pelos opressores), é o ser mais.

O conceito de “ser mais” traduz a “vocação humanizadora” do ser humano em seu ato de ser sujeito da história, em se perceber inconcluso e fazer de si uma questão para si próprio: “Ao se instalarem na quase, senão trágica, descoberta do seu pouco saber de si, se fazem problemas a eles mesmos. Indagam. Respondem, e suas respostas os levam a novas perguntas” (Freire, 2006, p.31). Porém, essa “vocação humanizadora” é contraditada pela desumanização, que deve ser reconhecida como realidade histórica imposta, e não um produto inelutável da natureza:

“Vocação negada na injustiça, na exploração, na opressão, na violência dos opressores. Mas afirmada no anseio de liberdade, de justiça, de luta dos oprimidos, pela recuperação de sua humanidade roubada.”

“A desumanização, que não se verifica apenas nos que têm sua humanidade roubada, mas também, ainda que de forma diferente, nos que a roubam, é distorção da vocação do ser mais. É distorção possível na história, mas não vocação histórica. Na verdade, se admitíssemos que a desumanização é vocação histórica dos homens, nada mais teríamos que fazer, a não ser adotar uma atitude cínica ou de total desespero. A luta pela humanização, pelo trabalho livre, pela desalienação, pela afirmação dos homens como pessoas, como seres para si, não teria significação. Esta somente é possível porque a desumanização, mesmo que um fato concreto na história, não é, porém, destino dado, mas resultado de uma “ordem” injusta que gera a violência dos opressores, e esta, o ser menos”. (Freire, 2006, p. 32).

Existe em Paulo Freire grande valorização dos processos subjetivos que são legítimos e necessários para a humanização, socialização e historicização, construindo a realidade social onde o indivíduo interage com seus semelhantes, o que se coaduna com a sociologia do conhecimento de Berger e Luckmann e com a sociologia compreensiva de Max Weber, não se confundindo, porém, com o subjetivismo ou o psicologismo:

“Não se pode pensar em objetividade sem subjetividade. Não há uma sem a outra, que não podem ser dicotomizadas.”

“A objetividade dicotomizada da subjetividade, a negação desta na análise da realidade ou na ação sobre ela, é objetivismo. Da mesma forma, a negação da objetividade, na análise como na ação, conduzindo ao subjetivismo que se alonga em posições solipsistas, nega a ação mesma, por negar a realidade objetiva, desde que esta passa a ser criação da consciência. Nem objetivismo, nem subjetivismo ou psicologismo, mas objetividade e subjetividade em permanente dialeticidade.” (Freire, 2006, p. 41).

7. O “ser mais” em contraposição aos cenários de dominação e exclusão social

Para se pensar a abordagem participativa, deve-se em conjunto pensar o desenvolvimento comunitário em sintonia com a inovação tecnológica, aonde a inovação se traduz em uma apropriação social do conhecimento. Torna-se necessário um tipo de intervenção que faça uma ruptura com processos de dominação patrimonialistas ou clientelistas, pois neles se pode afirmar que não há desenvolvimento: pelo contrário, historicamente os efeitos desses cenários se mostraram deletérios, tanto em termos sociais, quanto ambientais e econômicos.

O paradigma de desenvolvimento comunitário que se faz necessário, no que está relacionado à interação humana, depende diretamente da construção do ambiente cultural dos valores, visões de mundo e comportamentos compartilhados, procurando-se maior humanização e socialização, em prol da superação da fragilidade da pessoa isolada, e da ameaça das estruturas sociais excludentes. O “ser mais” se conjuga harmoniosamente com o objetivo da interação social consciente da pesquisa participativa:

“A educação, portanto, implica em uma busca realizada por um sujeito que é o homem. (...) Por outro lado, a busca deve ser algo e deve traduzir-se em ser mais: é uma busca permanente de “si-mesmo” (...) Sem dúvida, ninguém pode buscar na exclusividade, individualmente. Esta busca solitária poderia traduzir-se em um ter mais, que é uma forma de ser menos. Esta busca deve ser feita com outros seres que também procuram ser mais e em comunhão com outras consciências (...)” (Freire, 1984, p. 28).

Paulo Freire coloca com bastante precisão a questão do empoderamento e do “desempoderamento”, dentro de relações sociais de opressão:

“Por isto mesmo é que, qualquer que seja a situação em que alguns homens proibam aos outros que sejam sujeitos de sua busca, se instaura como situação violenta. Não importam os meios usados para esta proibição. Fazê-los objetos é aliená-los de suas decisões, que são transferidas a outro ou outros”.

“Este movimento de busca, porém, só se justifica na medida em que se dirige ao ser mais, à humanização dos homens. E esta (...) é sua vocação histórica, contra-ditada pela desumanização (...)”.

“Esta busca do ser mais, porém, não pode realizar-se no isolamento, no individualismo, mas na comunhão, na solidariedade dos existires, daí que seja impossível dar-se nas relações antagônicas entre opressores e oprimidos”. (Freire, 2006, p. 86).

Historicamente, o cenário mais típico no meio rural brasileiro tem se constituído de ações de exploração econômica com forte característica invasiva e opressora. A difusão da inovação freqüentemente foi feita de forma que não considerava como dignos de respeito e atenção os dados da cultura das populações locais, tendo forte efeito desestruturador:

“As gerações vitimadas por uma sociologia a serviço da difusão de inovações, cuja prioridade era a própria inovação, ainda estão aí, legando aos filhos que chegam à idade adulta os efeitos de uma demolição cultural que nem sempre foi substituída por valores sociais includentes, emancipadores e libertadores: ou legando aos filhos o débito social do desenraizamento e da migração para as cidades ou para as vilas pobres próximas das grandes fazendas de onde saíram, deslocados que foram para cenários de pouca oportunidade e nenhuma qualidade de vida”. (Martins, 2001, p. 31).

Em seu livro “Extensão ou Comunicação?” Paulo Freire aborda o que se pode considerar a “invisibilidade” das aspirações locais frente à urgência de projetos de desenvolvimento que se impunham unilateralmente a partir do exterior:

“Neste tipo de relações estruturais, rígidas e verticais, não há lugar realmente para o diálogo. E é nestas relações rígidas e verticais que se vem constituindo historicamente a consciência camponesa, como consciência oprimida. Nenhuma experiência dialógica. Nenhuma experiência de participação. Em grande parte inseguros de si mesmos. Sem o direito de dizer sua palavra, e apenas com o dever de escutar e obedecer.” (Freire, 2001, p. 48-49).

As posições da pesquisa participativa assumem um caráter humanista, justamente porque levando-se em conta o ser humano em relação, que procura cada vez mais se humanizar e se socializar, as interações concernentes às atividades de pesquisa e extensão assumem um aspecto de maior diálogo, e a construção participativa do conhecimento entre os técnicos e as populações rurais se torna mais produtiva. Paulo Freire instaurou esse humanismo como um ato pró-ativo de intervenção na realidade, que é científico pelo seu caráter crítico, chegando a denominá-lo de “um otimismo com esperança crítica”:

“Humanismo que, recusando tanto o desespero quanto o otimismo ingênuo, é, por isso, esperançosamente crítico. E sua esperança crítica repousa numa crença também crítica: a crença em que os homens podem fazer e refazer as coisas; podem transformar o mundo. Crença em que, fazendo e refazendo as coisas e transformando o mundo, os homens podem superar a situação em que estão sendo um quase não ser e passar a ser um estar sendo em busca do ser mais”. (Freire, 2001, p. 74).

O “ser mais” se relaciona com a questão do empoderamento das comunidades, que é visto como necessário para que a inovação tecnológica agropecuária seja incorporada ao mundo de vivência dos produtores. O empoderamento é conceituado como um maior controle do indivíduo ou da população sobre suas próprias vidas, principalmente em relação a situações de opressão social.

Rappaport e Zimmerman trabalham a questão do empoderamento como se caracterizando enquanto um conceito que relaciona capacidades e competências individuais em função de comportamentos pró-ativos concernentes a políticas sociais e mudança social. Segundo os autores, o empoderamento se constituiria em um processo pelo qual os indivíduos obtêm independência e controle sobre suas próprias vidas e uma maior participação democrática na vida de sua comunidade (Rappaport e Zimmerman, 1988, p. 725 – 749).

O empoderamento é um conceito que se apresenta em múltiplos níveis, de forma que pode ser aplicado tanto à formulação de políticas, a organizações com diversos graus de formalidade, a comunidades e indivíduos. No nível político, observa-se que para os que se destacam enquanto ativistas políticos, o empoderamento inclui especialmente atributos de auto-estima, eficácia socialmente percebida, e um sentido de importância causal. Em nível social, as ações de empoderamento trazem à tona questões de cidadania, de afirmação dos próprios valores, de sociabilidade cooperativa, e de auto-estima das comunidades. Todos esses fatores não decorrem de uma atitude voluntarista, pelo contrário, são vivenciados pelos pesquisadores e extensionistas como parte integrante da pesquisa dentro da interação participativa com as populações locais.

8. O agricultor como um ser cultural e relacional

A interação do agricultor com os pesquisadores e extensionistas é, antes de tudo, uma interação humana. Como uma das premissas da pesquisa participativa, essa interação deve ser respeitada em todos os aspectos que a tornam possível. Trata-se de um relacionamento sujeito-sujeito, e não sujeito-objeto. As características de sujeito do agricultor lhe propiciam, segundo Paulo Freire, o “direito de dizer a sua palavra”, que deve ser considerada como uma palavra tão válida quanto outra palavra de outro ator social.

Os aspectos “humanistas” da abordagem participativa não são colocados por um voluntarismo do pesquisador, nem por qualquer consideração moral que possa ser relativizada como uma escolha arbitrária. O respeito integral à pessoa do produtor possui bases que atestam sua necessidade. Essa necessidade está ligada à segurança que o ator social precisa auferir a partir da sociabilidade cooperativa, em relação à sua humanização, à sua socialização e à capacidade de ser o sujeito de sua história. É neste ponto que a pesquisa se diferencia, podendo optar pela integridade do ser humano na interação social ou considerá-lo apenas como um maximizador de utilidade no teste de uma nova tecnologia. Os processos de socialização ligados à cultura tradicional são muito importantes para a constituição do sujeito, não podendo ser minimizados:

“Uma sociedade, basicamente, é um sistema prático de interação ajustado de forma a explorar o meio ambiente de forma que seus membros possam sobreviver. (...) As instituições da sociedade são convenções às quais os membros seguem de forma que o trabalho necessário possa ser feito. (...) A sociedade precisa proteger suas pessoas em seu ponto mais vulnerável: a frágil auto-estima de todos e de cada um de seus componentes. No encontro social cada membro expõe para o julgamento público, e para o possível enfraquecimento intolerável, aquilo que ele mais necessita: a auto-valorização positiva que ele moldou laboriosamente. Com uma recompensa dessa magnitude não pode haver nada simplesmente banal acerca da vida social.” (Becker, 1962, p. 94).

A cultura comunitária se torna o grande manancial dos simbolismos de pertencimento, aceitação, reconhecimento, apoio, e tudo o que permita o “ser mais”. Esse projeto diz respeito a fortalecer a pessoa enquanto uma instância básica de valor inserida em um mundo preenchido por significados:

“Na cultura encontramos um tratamento destinado a conferir a tais fenômenos (...) um sentido e um valor, suscetíveis de satisfazer o desejo mais constitutivo do homem, isto é, o desejo de ser reconhecido, o que significa ser aceito, estimado, adotado ao longo da vida e além dela”. (Hernández, 1986, p. 49).

Com essa observação das necessidades da simbologia cultural para suprir a humanização, a socialização e a consequente historicização, pode-se dizer que o agricultor possui um patrimônio intangível no bojo de seu saber tradicional, com o qual deve-se saber lidar para a interação social consciente que é a própria pesquisa.

No ambiente das interações humanas, atua-se de forma a potencializar e incrementar as possibilidades de superação de todos os elementos que poderiam levar ao “ser menos”, em prol da superação da fragilidade da pessoa isolada, e

igualmente contra as estruturas sociais que a fragilizam e excluem. Frente a essas ameaças, o ser humano possui então a tomada de posição rumo ao ser mais em seu meio social, a partir de seu mundo de vivência.

Esse enriquecimento dos valores da pessoa e da interação humana construtiva se traduzirá em uma capitalização intangível de todos os seus atributos como ator social, que poderá interagir com os outros de forma cada vez mais participante, democrática e cidadã, em um projeto de ser mais coletivo que prossegue indefinidamente.

Essa capitalização intangível pode ser entendida como resultante de um direcionamento de ações práticas que fornece cidadania ao produtor, e conseqüentemente favorece sua auto-estima, sendo o contrário do “ser menos”, que é ligado à angústia das diversas formas de perda, que não são apenas perdas materiais, mas perdas de valores de socialização e convívio com outros seres humanos, relacionadas ao patrimônio intangível que faz parte dos aspectos culturais. O direcionamento de ser mais retira o receio de descapitalização subjetiva do produtor, ou seja, a perda de suas “riquezas interiores” que fazem parte de sua tradição, de sua humanização, de sua capacidade de socialização, de seus valores, de sua história e de sua capacidade de união e pertencimento, que sob esse ponto de vista afigura-se, sem dúvida, como um patrimônio.

Estes elementos, vistos como diversas formas de apoio à pessoa (ser mais), desde o retorno financeiro que ela recebe até as manifestações de amizade de seus pares, desde o material até o subjetivo, têm como lugar de expressão o símbolo, que é um fato social, convencionalizado socialmente, porém legítimo e eficaz para a pessoa:

“É na cultura que o homem pode apoiar-se e deste modo firmar-se para enfrentar a angústia que lhe causa sua finitude (...) O homem, engrenado em um ambiente simbólico, permanentemente respira através das histórias, canções, ritos e crenças que o seu meio cultural lhe provê”. (Hernández, 1986, p. 47-48).

9. A abordagem da racionalidade substantiva e os valores da subjetividade do ator

Como uma contribuição do sociólogo Alberto Guerreiro Ramos, inserida na tradição weberiana, têm-se os conceitos de racionalidade substantiva e racionalidade instrumental. Por meio desses conceitos pode-se entender melhor a problemática da pesquisa e extensão junto aos agricultores, e a proposta inovadora da abordagem participativa.

A visão de Guerreiro Ramos é altamente crítica. Ela questiona o que denomina de “instrumentalização” de toda a vida social. Essa instrumentalização ampla seria o equivalente a considerar toda a sociedade como uma extensão do mercado, ou derivada unicamente da existência e da lógica do mercado. Se fosse assim, a ciência não estaria levando em consideração diversas necessidades da vida humana que não se explicam pelo mercado.

Em relação a essas necessidades, Ernest Becker as coloca como referentes à socialização, ou seja, à capacidade do indivíduo de interagir em sociedade e de aprender suas normas. Tais normas deixam claro, por exemplo, o que se espera do indivíduo e o que ele pode esperar ou mesmo exigir dos outros. Se esse aprendizado não for eficaz, nada funcionará no convívio social. Por via da socialização, cada indivíduo aprende que sua condição de pessoa é uma instância básica de valor relacionada a um mundo preenchido por significados. Esse é o fundamento do valor da pessoa, da auto-estima, do respeito aos outros e dos saberes tradicionais que fazem parte da cultura de uma comunidade. É o fundamento de todo patrimônio intangível. Portanto, deve-se compreender que a pesquisa participativa, ao respeitar os elementos culturais de uma população, não faz isso por motivos voluntaristas, arbitrários ou não-científicos, como seria, por exemplo, se considerasse determinados valores como “moralmente nobres”, a partir do julgamento subjetivo dos técnicos. Pelo contrário, a manutenção dos padrões culturais responde a uma necessidade intrínseca da vida em sociedade, que Becker exemplifica na frase “vamos nos proteger uns aos outros de forma que possamos prosseguir com a tarefa de viver” (Becker, 1962, p. 99). Nessa “proteção de uns aos outros” está implícita a proteção da auto-estima individual, que tão facilmente pode ser destruída pelas abordagens invasivas de pesquisa.

Neste contexto, são pertinentes os conceitos elaborados por Guerreiro Ramos. Segundo ele, o ser humano atua de forma multidimensional de modo a atender diversas demandas que provêm do meio e de si próprio enquanto ser social. Pode-se dizer que ele atua na dimensão biológica, na dimensão social e na dimensão política. Nessas diversas instâncias são diferentes as demandas bem como são diferentes as gratificações decorrentes do comportamento em conformidade com cada uma delas. Quanto mais a gratificação se referir ao patrimônio intangível, na linha do ser mais, tal como a auto-estima, mais recompensadora será para o indivíduo. Aquelas demandas que exigem apenas a obediência a regras pré-estabelecidas, quanto menos exigem a criação de significados por parte do indivíduo, menos são gratificantes. Deve-se enfatizar que é como criador de significados que o indivíduo se capacita continuamente como sujeito, ou seja, se humaniza e se socializa, reforçando sua condição enquanto uma instância básica de valor relacionada a um mundo preenchido por significados. As atividades que podem ser denominadas como puramente “operativas” não são gratificantes porque pouco ou nada acrescentam ao patrimônio intangível do indivíduo.

Guerreiro Ramos denomina a razão humana em seu aspecto sadio e completo como razão lúcida. A razão lúcida é composta harmoniosamente de razão instrumental e razão substantiva. A razão instrumental, relativa a como se atingir determinados fins, tem afinidade com o aspecto operativo. A razão substantiva está relacionada à esfera das relações com os valores e com o patrimônio intangível. Em outras palavras, a razão instrumental lida com o “como”, e a razão substantiva lida com o “porquê”. Esses dois aspectos da razão são indispensáveis para a vida do indivíduo. Porém, Ramos coloca que, desde o começo da revolução industrial, a razão instrumental foi supervalorizada, e, conseqüentemente, a ação meramente operativa foi considerada como sendo o comportamento mais racional do indivíduo, tornando-se o comportamento desejável. Nisso,

empobreceu-se o domínio do patrimônio intangível e dos símbolos compartilhados pela cultura, resultando numa perda da auto-estima e numa redução das características singulares do indivíduo em direção à homogeneidade despersonalizante da massa trabalhadora. Enquanto massa, o indivíduo é alienado dos atributos de construção simbólica que o constituíam enquanto pessoa, perdendo seu aspecto como o lugar básico do valor, tendo de aceitar um papel menor enquanto maximizador de utilidade. Trata-se de uma situação de alienação. Segundo Maurício Custódio Serafim:

“O homem operacional se caracteriza por buscar apenas sua subsistência em termos de necessidades básicas, tanto as de natureza primária como as sociais mais elementares. Ele tem sido considerado um recurso organizacional a ser maximizado em termos de produto físico mensurável”. (Serafim, 2001, p. 8-9).

Karl Marx, em seu clássico conceito de alienação, deixou clara a situação do trabalhador frente ao seu trabalho, na medida em que, por meio do trabalho, ele fornece valor a objetos inanimados, ao mesmo tempo em que se exaure e empobrece sua vida interior:

“Todas estas conseqüências derivam do fato de que o trabalhador se relaciona com o produto do seu trabalho como a um objeto estranho. Com base neste pressuposto, é claro que quanto mais o trabalhador se esgota a si mesmo, mais poderoso se torna o mundo dos objetos, que ele cria diante de si próprio, mais pobre ele fica na sua vida interior, menos pertence a si próprio. (...) A alienação do trabalhador no seu produto significa não só que o trabalho se transforma em objeto, assume uma existência externa, mas que existe independentemente, fora dele e a ele estranho, e se torna um poder autônomo em oposição a ele; que a vida que deu ao objeto se torna uma força hostil e antagonista”. (Marx, 2003, p. 112).

Nesse momento, já se perdeu o balanceamento sadio da razão lúcida. O indivíduo passa a ser visto e avaliado em função de sua posição no mercado. Por seu lado, a sociedade aparenta ser nada mais que uma extensão da economia, e restringem-se os espaços de colaboração e sociabilidade cooperativa:

“Para que o ser humano possa assumir um estilo de vida solidário, é necessário que ele possa exercer e exercitar sua razão lúcida. Contudo, o espaço de produção, sob a égide da compulsão e do controle, permite predominantemente o exercício de apenas uma das dimensões da razão. Neste sentido, o ser humano se desintegra, se reduz a um maximizador da utilidade, ficando sob a égide de um espaço sobrepujado pela racionalidade funcional reducionista. Reducionista porque incompleto, sem abarcar todas as dimensões humanas. Impossibilitada de ser exercida nesse espaço, a dimensão substantiva da razão deve ser de alguma forma dominada ou anestesiada para que a pessoa se sinta menos violentada em sua humanidade. Destarte, a capacidade de ser solidário fica comprometida, pois a capacidade de elaboração e o julgamento de valores associados à vida – faculdade associada à racionalidade substantiva – se encontra em estado letárgico pelas características desse espaço.” (Serafim, 2001, p.11-12).

Em contraposição a esse cenário, que é tão bem retratado pela sociedade atual, Guerreiro Ramos propõe a noção de homem parentético, como o modelo do homem sadio. O homem parentético, frente aos constrangimentos e coações despersonalizantes, é capaz de se colocar “entre parênteses”, e a partir daí, com o uso de sua razão lúcida e capacidade crítica, é capaz de agir de modo livre, informado e responsável, em prol de sua construção como pessoa, buscando, dessa forma, o ser mais para si e para os grupos de que faz parte, contribuindo de forma ativa para o bem comum.

A questão que Guerreiro Ramos coloca para a pesquisa é justamente se o agricultor é considerado apenas como um maximizador de utilidade, em função da inovação tecnológica que se tenciona implantar. Sendo esse o caso, seria uma visão que reduziria o ser humano da condição de ser multidimensional à dimensão única da produção. Esse reducionismo, por empobrecer as características da pessoa, seria um fator de desagregação para as comunidades. Pode-se conceber que o caráter nefasto dessa redução é percebido intuitivamente, ou seja, não como um pensamento verbalmente elaborado, mas como o sentimento difuso de que alguma coisa está errada. Portanto, a abordagem participativa deve levar em conta a cultura comunitária e como se elabora o direcionamento de ser mais nessa cultura, dessa forma garantindo-se, de modo sistêmico, o respeito à pessoa do produtor.

10. A experiência empírica de pesquisa participativa no Município de São José de Ubá, Rio de Janeiro, Brasil

As noções de pesquisa participativa contempladas neste trabalho puderam ser avaliadas na prática, por meio do projeto Gestão Participativa da Sub-Bacia do Rio São Domingos – GEPAR – MBH, Edital CT-Hidro/GBH: FINEP 02/2002, por meio do Fundo Setorial de Recursos Hídricos, de caráter transdisciplinar e inter-institucional. As atividades reuniram técnicos e pesquisadores da Embrapa, de seu Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Embrapa Solos), Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio de Janeiro – EMATER – RJ, Superintendência de Microbacias Hidrográficas/Secretaria de Agricultura e Abastecimento – SMH – SEA, Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, e Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Pesca e Desenvolvimento do Interior – SEAAPI/MBH. Os recursos foram provenientes da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, sendo a instituição gestora a Fundação Arthur Bernardes – FUNARBE. A idéia de ser um projeto que estivesse fundamentado em metodologias participativas se fez refletir em seu próprio nome e sigla, tendo a Embrapa Solos como instituição coordenadora e principal instituição executora.

As ações de pesquisa, sendo centradas na vida cotidiana do agricultor, tiveram de se inserir plenamente em seu mundo de vivência e realidade socioambiental e econômica. No contexto local, o tomate é a principal cultura do município, que porém enfrenta dificuldades devido ao fato de que a região pode ser considerada como um novo semi-árido, com a

devastação da Mata Atlântica original pelos sucessivos ciclos de monocultura. No início de 2004 iniciou-se introdução de sistemas de produção conservacionistas de forma participativa junto aos produtores das comunidades. Com essa finalidade, foram estabelecidas “Unidades de Pesquisa Participativa e Demonstrativa – UPEPADEs”. Esse termo foi concebido em projetos anteriores desenvolvidos no Estado do Rio de Janeiro, onde foram realizados diversos trabalhos de pesquisa envolvendo atividades nas áreas dos produtores participantes. A UPEPADE corresponde a uma área física onde se desenvolvem os trabalhos técnico-científicos com a participação direta do produtor, seja agricultor ou pecuarista, que passa a ser um difusor das tecnologias adaptadas no processo de desenvolvimento e, finalmente, é onde são realizados os eventos de difusão tecnológica.

Foram feitos registros dos trabalhos realizados no ano de 2004 em uma UPEPADE instalada na vila de Barro Branco, em São José de Ubá, à luz dos mais atualizados conhecimentos agrônômicos, possibilitando um menor custo de produção e uma maior produtividade. Para a safra de 2005, foram implantadas novas UPEPADEs para comprovação dos resultados obtidos na primeira experiência. Devido a esses bons resultados, muitos produtores se apresentaram como interessados em participar com uma UPEPADE no projeto, e essa demonstração de interesse ofereceu maior credibilidade ao sistema de produção proposto, tendo portanto efeito multiplicador.

Foram realizadas diversas ações de educação ambiental em sintonia com dinâmicas de grupo que enfatizavam a necessidade de cooperação entre todos (enfocando-se a sociabilidade cooperativa), igualmente proporcionando que o produtor rural que se vinculasse ao sistema conservacionista de produção do tomate estivesse conscientizado quanto à preservação ambiental, reforçado nessa atitude pelo ganho na produtividade de sua lavoura. Os sistemas de manejo de solo e água, pesquisados como sendo os mais adequados em relação às condições de São José de Ubá, deveriam assegurar esse diferencial na produtividade. Em contrapartida, e também como exercício de sua cidadania, o produtor deveria se comprometer com as técnicas conservacionistas, engajando-se nas ações de reflorestamento na sub-bacia do rio São Domingos, que percorre São José de Ubá.

Foram realizadas reuniões periódicas para a sensibilização inicial das comunidades e seu engajamento. Foi o momento de se fazer diversas dinâmicas de grupo que traziam à tona o aspecto do protagonismo, significando o indivíduo assumir todos os atributos de sua condição de sujeito de sua história e, inevitavelmente, de sua condição de cidadão, e se sentir interiormente capaz de gerir a sua própria vida na interação com os outros e com as instituições sociais.

Como efeito das dinâmicas de grupo e das ações de sensibilização, conseguiu-se motivar as pessoas a comparecerem em reuniões posteriores, e tornou-se mais efetiva a percepção de um sentido de pertencimento à comunidade, que estava bastante precário.

Dentro do processo de incentivo do protagonismo social, formou-se o denominado “grupo de mobilização”, com vistas a dar origem ao Grupo Gestor, a ser formado por agricultores locais. Com a confiança dos agricultores no que estava se desenvolvendo, as lideranças consolidaram seu comparecimento às reuniões, e as comunidades decidiram sobre quais seriam os seus melhores representantes. A partir da formação inicial do Grupo Gestor, houve mudanças em seu quadro, porém o mais importante foi o fato de que a pesquisa participativa obteve o surgimento de um novo ator social – o Grupo Gestor – a partir dos trabalhos de sensibilização, conscientização e motivação do protagonismo.

Ao longo do andamento da pesquisa, observou-se o quanto os membros do Grupo Gestor, antes receosos de verbalizar suas necessidades nas reuniões, se sentiam encorajados a conversar com o prefeito e demais autoridades, expondo as demandas de suas comunidades, como agentes dos debates sobre o que era melhor para o município de São José de Ubá. Os produtores se interessavam e se tornavam agentes ativos para a viabilização do manejo conservacionista do tomate, em busca de um futuro melhor para si e suas famílias.

A partir do êxito dessas ações, é possível afirmar que a conscientização das comunidades pode ser potencializada, sem a desqualificação da cultura local. As atividades do Projeto GEPAR – MBH foram realizadas em comunhão com os atores sociais locais, e desse modo sua cultura, enquanto experiência simbólica compartilhada, foi acrescida de elementos que a enriqueciam, porém não a desqualificavam, caracterizando a intervenção não invasiva.

11. Conclusões

Existe na sociedade atual uma ânsia pelo ressurgir da pessoa humana em sua forma plena – uma urgência de emersão do sujeito, contra todas as forças despersonalizadoras que almejam transformar o sujeito em um objeto a ser utilizado e descartado. Esse ressurgir traz de volta à cena a verdadeira liberdade da pessoa em construir-se como um agente social em seus próprios termos, ou seja, em busca daquilo que legitimamente a constrói dentro de seu espaço social. Na linha do pensamento de Paulo Freire, pode-se dizer que o agricultor, enquanto sujeito, se constrói na interação, onde está sempre em processo de “ser mais”. Esse é um projeto de duração indefinida, mas sempre atuante. A pesquisa participativa deve ser considerada como uma das ferramentas de humanização, socialização e historicização, ao afirmar que o agricultor só se realiza enquanto sujeito na qualidade de um ser pessoal, em um ambiente de seres pessoais – com outros sujeitos, que se humanizam, se socializam e pelas suas ações constroem sua história.

Em um ambiente que possui um histórico de autoritarismo, como o meio rural brasileiro, onde a escravidão fincou profundos traços culturais de servidão, o “ser mais” do sujeito significa igualmente um resgate de sua dignidade. Ao aceitar intervenções invasivas, a pessoa tende a sentir-se diminuída em sua dignidade e auto-estima, o que é um passo para se desqualificar também a demanda por dignidade e auto-estima de seu semelhante, em favor de uma posição servil em relação

aos que estão no papel de “senhor”. A pesquisa, ao ser participativa, traz a esse cenário um caráter inovador, onde cada sujeito pode clamar para si atributos de respeitabilidade, empoderamento e cidadania.

Para que este marco fosse estabelecido, foi necessária uma revisão de vários tópicos que, dentro do saber sociológico, fornecem respaldo ao “ser mais” da pessoa, para além do próprio humanismo pedagógico de Paulo Freire. Admitindo-se que a questão da pesquisa da agricultura familiar vai mais além da produção e da comercialização, em busca da valorização do agricultor em todos os seus atributos de pessoa humana, tornou-se necessário percorrer o mundo de vivência, a situação face a face, a comunidade, o sentimento de pertencer, os valores que estão implícitos nesse pertencer, a cultura comunitária, a racionalidade substantiva e a condição de pessoa como instância básica do valor. Junto a populações tão historicamente exploradas, espera-se que a pesquisa participativa, ao valorizar todos esses atributos, seja um instrumento não apenas de ciência, mas de ciência aliada à democracia e à cidadania.

Referências

- Ávila, A. F. D. & Rodrigues, G. S. & Vedovoto, G. L. (2006). Avaliação dos Impactos de Tecnologias Geradas pela Embrapa: metodologia de referência. Brasília: Embrapa.
- Becker, E. (1962). The birth and death of meaning. New York: The Free Press of Glencoe.
- Berger, P. L. & Luckmann T. (1985). A construção social da realidade: tratado de sociologia do conhecimento. Petrópolis: Editora Vozes.
- Buber, M. (1987). Sobre Comunidade. São Paulo: Editora Perspectiva.
- Cohn, G. (1982). Weber. São Paulo: Editora Ática.
- Durkheim, E. (1975). A ciência social e a ação. Lisboa: Editora Bertrand.
- Freire, P. (1984). Educação e mudança. São Paulo: Editora Paz e Terra, 8ª edição.
- Freire, P. (2001). Extensão ou comunicação? São Paulo: Editora Paz e Terra, 11ª edição.
- Freire, P. (2006). Pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 44ª edição.
- Hernández, C. J. (1986). O lugar do sagrado na terapia. São Paulo: Nascente Livraria e Editora Ltda.
- Japiassú, M. & Marcondes, D. (2001). Dicionário básico de filosofia. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- Martins, J. S. (2001). O Futuro da sociologia rural e sua contribuição para a qualidade de vida rural. Estudos Avançados 43, 31-36.
- Marx, K. (2003) Manuscritos Econômico-Filosóficos. São Paulo: Editora Martin Claret.
- Pinet, C. E. C., Sobre os mundos de Habermas e sua ação comunicativa. (2004). <http://www.adpuers.com.br/informativo/Habermas.pdf> (consultado na Internet em 15 de abril de 2008).
- Serafim, M. C. Considerações acerca da solidariedade no espaço de produção para uma efetiva concretização de alternativas. <http://www.urutagua.uem.br/03serafim.htm> (consultado na Internet em 17 de abril de 2008).
- Signates, L. Comunicação e paz. (2000). <http://www.robertexto.com/archivo4/paz.htm> (consultado na Internet em 17 de abril de 2008).
- Weber, M. (2004). Economia e Sociedade. Brasília: Editora Universidade de Brasília; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2 vol.
- Zimmerman, M. A. & Rappaport, J. (1988). Citizen Participation, Perceived Control, and Psychological Empowerment. American Journal of Community Psychology, Vol. 16, Nº. 5, 725 – 749.

Comunicação e cooperação lusófonas: um caso.

Aníbal ALVES
Universidade do Minho
anibal@ics.uminho.pt

Resumo: Esta comunicação pretende realçar a relevância e função da comunicação entre as associações científicas dos povos luso-afro-brasileiros, particularmente, no campo específico das associações de ciências da comunicação. Para tanto, procede-se à evocação e análise de algumas fases históricas reveladoras de cooperação positiva e de bloqueamento, ao longo do período da década que ora se completa, da criação, desenvolvimento e actualidade da LUSOCOM, federação das Associações de Ciências da Comunicação dos Países Lusófonos.

Resumo: Esta comunicação pretende realçar a relevância e função da comunicação entre as associações científicas dos povos luso-afro-brasileiros, particularmente, no campo específico das associações de ciências da comunicação. Para tanto, procede-se à evocação e análise de algumas fases históricas reveladoras de cooperação positiva e de seu bloqueamento, ao longo do período da década que ora se completa, da criação, desenvolvimento e actualidade da LUSOCOM, federação das Associações de Ciências da Comunicação dos Países Lusófonos.

1. Introdução: Relevância do tópico no tema geral da Sessão temática.

Publicação	Anúncios	Anúncios Verde	Publicação	Anúncios	
17 Janeiro	6	0	17 Janeiro	12	1
21 Fevereiro	5	0	21 Fevereiro	13	1
6 Março	12	0	6 Março	6	0
17 Abril	13	0	17 Abril	4	0
1 Maio	14	1	1 Maio	7	0
5 Junho	19	1	5 Junho	7	0
Total	69	2	Total	49	2

Sistema conservacionista de produção de tomate em São José do Ubá (RJ/ Brasil) e a consequente redução dos riscos ambientais e de saúde

José Ronaldo de Macedo¹; Elizabeth Santos Brandão¹; Júlio Roberto Pinto⁴; Fábio Zamberlan⁶; Lucia Helena Pinto Bastos²; Armi Wanderley Nóbrega²; Zefferson Silva⁵, Silvio Barge Bhering¹

Resumo: A cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) é destaque na produção agrícola do Estado do Rio de Janeiro (RJ) atingindo, anualmente, valores de 200 mil toneladas de frutos para consumo in natura. Porém, a cultura está classificada como de alto risco para a saúde e o meio ambiente devido aos problemas de erosão do solo e ao uso indiscriminado de agrotóxicos.

A pesquisa participativa realizada pelo Projeto Gestão Participativa da Microbacia Hidrográfica do Rio São Domingos, financiado pela FINEP, confirmaram os problemas descritos acima. Para reverter este quadro, foi priorizado o desenvolvimento do sistema de produção conservacionista denominado "Tomate Ecologicamente Cultivado", que objetivou desenvolver um modelo sustentável de produção agrícola, preservando a saúde do agricultor e o meio ambiente.

O trabalho foi desenvolvido no município de São José de Ubá (RJ), aliando tecnologias de conservação do solo e água como o Sistema de Plantio Direto em nível na palha, terraceamento, fertirrigação por gotejamento, tutoramento vertical das plantas, manejo integrado de pragas e ensacamento das pencas. Os resultados demonstram que o envolvimento participativo dos produtores para o sucesso do sistema conservacionista foi eficiente na redução de problemas de erosão do solo, na conscientização dos produtores, na eliminação de resíduos nos frutos, que ficaram abaixo do nível de detecção e na redução das perdas de frutos. A adoção do sistema conservacionista mostrou-se viável para a produção de alimentos seguros, possibilitando uma vantagem competitiva e diminuindo a exclusão social por meio da inserção dos produtores em um mercado diferenciado.

Introdução

O sistema de produção TOMATEC parte de uma abordagem sistêmica, participativa, integrada e atual dos problemas sociais e ambientais das regiões produtoras de tomate, atendendo e promovendo a extensão, disponibilização e apropriação de conhecimentos e de tecnologias voltadas a inclusão social, do empoderamento dos conhecimentos e tecnologias já adaptadas à realidade local, pela geração de produtos diferenciados e certificados. Esse sistema visa promover a inclusão social dos produtores familiares no agronegócio, a melhoria da qualidade dos alimentos, atuando na segurança alimentar, melhorando a qualidade de vida dos produtores e dos consumidores e, finalmente, melhorando a saúde ambiental devido a redução e otimização do uso dos insumos agrícolas.

A área plantada no Estado do Rio de Janeiro gira em torno de 3.000 ha/ano, sendo os plantios distribuídos durante o ano todo, porém variando em função da região do Estado. Os principais municípios produtores estão distribuídos nas regiões Serrana, Noroeste e Médio Paraíba, destacando-se: Paty do Alferes, Cambuci, São José de Ubá, Vassouras, Sumidouro, São Fidélis, Nova Friburgo, entre outros.

O tomate é uma cultura extremamente exigente em: adubação, calagem, tutoramento, capina e em outros tratamentos culturais. Além disso, devido a elevada incidência de pragas e doenças, há um uso indiscriminado de agroquímicos, isto é, de adubos altamente solúveis e agrotóxicos (FRUTAS & LEGUMES, 2003 e SILVA et al., 2005), o que gera problemas de saúde pública como intoxicação de produtores e seus familiares (SILVA et al., 2005; OPAS, 1997), contaminação do meio ambiente (solo e água) e altas taxas residuais de agrotóxicos nos frutos (Freitas Leitão, 2006). A realização desordenada dessas atividades causa elevação dos custos de produção, tornando a lavoura de tomate uma cultura de alto risco por causa da oscilação dos preços na época da safra.

A realidade agro-socioeconômica e cultural da agricultura do Estado do Rio de Janeiro faz com que sistemas de uso e de manejo de baixo nível tecnológico estejam sendo adotados há muitos anos, implicando em perdas superficiais significativas de solo, matéria orgânica, nutrientes e, em especial, de água. Nesse contexto, situam-se os Municípios de Paty de Alferes e de São José do Ubá, ambos tendo passado pelos ciclos extrativistas de madeira, agropecuária, café e,

ultimamente, pelo ciclo da olericultura, tendo a cultura do tomate, como principal cultura de valor econômico. Esses municípios encontram-se entre os três maiores produtores de tomate do Estado do Rio de Janeiro, contribuindo em 60 % de toda a produção do Estado.

A tipologia dos produtores desses municípios consiste de pequenos agricultores familiares, sendo a grande maioria de arrendatários que se utilizam de financiamentos particulares, normalmente diretos dos fornecedores de insumos agrícolas.

Desenvolvimento Participativo do sistema TOMATEC

O Projeto Gestão Participativa da Sub-Bacia do Rio São Domingos – GEPAR –MBH introduziu a importância do enfoque multidisciplinar, cujas ações foram capazes de contribuir para a formação da consciência crítica dos trabalhadores rurais moradores de algumas comunidades do município de São José do Ubá e levá-los à construção de alternativas socioambientalmente justas e corretas.

Os grandes avanços tecnológicos decorrentes da revolução verde nos anos de 1960 serviram de suporte para a adoção dos pacotes agrícolas produtivistas, sem levar em conta o saber tradicional e popular, o conhecimento histórico e a organização das comunidades rurais. Porém, o fato de não se “ouvir a voz da experiência” implantando os chamados pacotes-padrão em algumas realidades culturais e ambientais diferenciadas, na maioria dos casos, resultou em fracassos para não se falar em desastres sociais, que em lugar de mudanças significativas levou ao aumento do empobrecimento (endividamento de alguns por créditos mal aplicados) e, principalmente, à descrença e perda da identidade de muitas comunidades rurais. Com o propósito de experimentar uma metodologia que respeitasse a realidade local, o referido Projeto se propôs a realizar um estudo socioeconômico amplo, tentando estudar, entender e analisar a realidade dos problemas de sustentabilidade ambiental, social e econômica enfrentados pelos pequenos e médios produtores de São José de Ubá.

Para desenvolver esse trabalho, elaborou-se de forma participativa (agricultores e técnicos) um levantamento censitário básico aplicado em cinco comunidades e um questionário de 117 perguntas, que foi aplicado a uma amostra de cerca de 30% da população de cinco vilas do município (Santa Maria, Cambiocó, Barro Branco, Brejo e Santo Antônio do Colosso). O conteúdo aplicado seguiu as diretrizes metodológicas da Pesquisa-Ação (THIOLLENT, 1986). O objetivo dessa pesquisa foi gerar informações que pudessem ser conhecidas e discutidas com os envolvidos de forma organizada, para, num segundo momento, gerar propostas de saídas para os problemas socioambientais que serão enfrentados pelas comunidades, dando início a um processo de gestão compartilhada da produção de conhecimento e da busca de soluções locais apropriadas socialmente a partir do conhecimento gerado.

Para tanto a organização e o desenvolvimento comunitário é entendido como um pilar fundamental para se alcançar a sustentabilidade (FREITAS LEITÃO, 2006), envolvendo os sujeitos sociais da microbacia do Rio São Domingos.

A organização comunitária foi fundamental para o desenvolvimento dos instrumentos de gestão sustentável do sistema de produção TOMATEC. A partir dos grupos de organização já existentes na microbacias pilotos, foram implantados o “Grupo Gestor de Desenvolvimento Rural Sustentável” (GGDRuS), metodologia adaptada pela Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE-UFRJ, para organização econômica das comunidades de baixa renda na zona rural do Rio de Janeiro. No GGDRuS foram desenvolvidas oficinas de apoio ao desenvolvimento organizacional comunitário, por meio dos princípios da metodologia da pesquisa-ação, para coleta de dados, discussão de propostas e avaliação dos resultados passo a passo.

A criação do Grupo Gestor foi visto como um espaço onde os agricultores assumiram lugar importante do processo de elaboração e implantação do trabalho a ser desenvolvido nas comunidades (figura 1). A confiança do agricultor é simultaneamente um indicador da sua mobilização. Fortalecendo a criação do Grupo Gestor foi desenvolvido uma logomarca para identificar todas as ações realizadas pelo Grupo. Com a formação da estrutura do Grupo Gestor foi possível desenvolver grande parte das atividades do projeto de forma participativa, onde se aglutinou representantes de cinco comunidades: Santa Maria, Cambiocó, Barro Branco, Colosso e Brejo/Brejinho do Município de São José de Ubá-RJ. O Sistema de produção TOMATEC foi amplamente discutido entre o corpo técnico do projeto e as comunidades participantes do Grupo Gestor visando a adequação às condições locais. Esse sistema se adequou a agricultura familiar tendo como eixo de



desenvolvimento a atuação participativa dos produtores, a substituição de atividades braçais por atividades técnicas, a demanda pela produção de um produto isento de resíduo de agrotóxico e a inserção no mercado diferenciado.

Figura 1 – Parte dos representantes do Grupo Gestor em 2003 e sua logomarca

Além da discussão entre os técnicos e os membros do Grupo Gestor, foram utilizadas para desenvolvimento da tecnologia as UPEPADEs, que são as Unidades de PESquisas PARTICIPATIVAS e DEMONSTRATIVAS, como forma de implantação do novo sistema de produção. Uma UPEPADE corresponde a uma área física, unidade que pode ser medida em m² ou hectares, onde se desenvolvem os trabalhos técnico-científicos com a participação direta do agricultor, que passa a ser um difusor nato das tecnologias adaptadas no processo de desenvolvimento e, também, onde são realizados os eventos de difusão tecnológica, como os “Dias de Campo”. Todo o desenvolvimento das UPEPADEs tem como fundamento a teoria da “Pesquisa-Ação”. As UPEPADEs possibilitaram introduzir diversas técnicas de manejo e conservação do solo e da água que reduzem os riscos de degradação ambiental.

Metodologia de Trabalho.

A metodologia de trabalho desenvolvida para gestão social e organização local da equipe social e econômica foram: i) mobilização da comunidade culminando com ii) a eleição de representantes comunitários para formação do Grupo Gestor e elaboração da sua logomarca; iii) realização de um censo sócio-econômico ambiental por meio da aplicação de questionários aplicados pelos representantes do Grupo Gestor; iv) identificação dos sistemas de produção existentes na área e definição de um novo sistema de produção; v) realização de eventos (dias de campo e seminários técnicos) com a participação das instituições do projeto e dos produtores e atores locais e cursos de capacitação (p.ex. manejo integrado de pragas); vi) identificação dos temas prioritários de intervenção do projeto: contaminação por agrotóxicos, transporte, saúde, estradas e vias de transporte, atendimento médico, comunicação, educação e lazer, ajustadas à necessidade de preservar o meio ambiente e vii) treinamento de técnicos das instituições locais para coleta de sangue para exame de intoxicação por agrotóxicos via análise da alteração da colinesterase. Este artigo abordará as ações dos temas prioritários: desenvolvimento do novo sistema de produção de tomate e quantificação de casos de intoxicação pelo uso de agrotóxicos na cultura do tomate.

Para o desenvolvimento do sistema de produção foi necessário avaliar as características físico-ambientais da área, que apresenta relevo bastante acidentado e, predominantemente montanhoso, cerca de 50%, e ainda, 20% do território é plano e 30% ondulado, como pode ser observado na figura 2. Além disso, a figura 2 também demonstra a erosão, comumente observada no município, devido a contínua exploração da terra sem nenhum tipo de cuidado em termos de preservação da capacidade produtiva do solo.

Pelo fato das UPEPADEs estarem localizadas em terrenos com relevo variando de ondulado a “forte ondulado”, o preparo do solo e os plantios foram feitos em nível com terraceamento, reduzindo, ou até mesmo, eliminando a perda de solo e, conseqüentemente, o carreamento para os mananciais hídricos dos agrotóxicos utilizados na lavoura (BRAGAGNOLO, 1997).



Figura 2 – Aspectos físicos-ambientais do relevo da região e do sistema de preparo do solo.

Além disso, o sistema atual de produção de tomate de mesa utiliza sistemas de irrigação ultrapassados denominado de mangueirão. Nesse sistema de irrigação, a adubação é feita toda semana com a aplicação do adubo na base da planta, o que demanda muito tempo para realização desta prática agrícola. Como alternativa para a irrigação normalmente feita através da molhação, isto é, por meio de mangueira de grande vazão e, portanto, gerando grande desperdício de água, optou-se pelo

sistema de irrigação por gotejamento, onde as plantas recebem a quantidade de água na medida e na hora certa de suas necessidades. O uso de fertilizantes altamente solúveis também foi feito de maneira otimizada, obedecendo-se às quantidades sugeridas pelos técnicos do Projeto e tendo como base a análise do solo, o que não costumava ser feito pelos produtores locais, que, devido ao receio de perder a lavoura, usavam quantidades excessivas. Os produtos foram aplicados junto com a irrigação, efetivando-se, portanto, a fertirrigação. O sistema proposto de fertirrigação por gotejamento associa duas práticas (adubação e irrigação) em apenas uma. Neste caso o adubo é aplicado junto com a água de irrigação, aumentando, assim, a eficácia da nutrição, principalmente, pelo parcelamento do fertilizante.

Uma das práticas fundamentais para a redução no uso de agrotóxicos e produção de tomate sem resíduo de agrotóxicos, envolve o controle de pragas e doenças foi feito por meio do Manejo Integrado de Pragas – MIP. O Manejo Integrado de Pragas engloba a utilização de técnicas de monitoramento de insetos, doenças e plantas daninhas visando o uso adequado dos defensivos agrícolas, associado ao controle cultural e biológico, resultado em uma produção mais lucrativa para o produtor e de melhor qualidade para o consumidor (Zander, et al. 2000). Segundo Zander et al., (2000) e Rodrigues et al. (2001), o MIP caracteriza-se por ser um sistema dinâmico que utiliza simultaneamente diversos métodos e tecnologias de controle, resultando em benefícios econômicos, ecológicos e sociais.

Para o cultivo de tomate de mesa, a amostragem das plantas, visando definir o nível de dano à cultura, deverá ser efetuada em 25 plantas para cada talhão de 4.000 plantas, ou seja, aproximadamente uma para cada 160 plantas. As plantas amostradas devem ser divididas em 5 pontos de coleta, com 5 plantas cada, escolhidos conforme o caminhamento aleatório das amostras em zigue-zague (Zander et al., 2000).

O experimento foi desenvolvido em áreas de produtores do município de São José de Ubá, RJ, em parcelas conduzidas com dois sistemas de produção. Os sistemas de produção foram denominados de: A) sistema conservacionista com MIP e sem ensacamento, B) sistema conservacionista com MIP e com ensacamento e C) sistema convencional (sem MIP e ensacamento). No sistema conservacionista utilizou-se o sistema de plantio em nível direto na palha, a fertirrigação por gotejamento, o tutoramento foi vertical com fitilho, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) e o ensacamento ou não das pencas dos frutos. O sistema convencional consistiu do plantio das plantas após o preparo do solo com aração e gradagem com tração animal, do tutoramento com espaldar de bambu em “V” invertido e não houve o monitoramento de pragas (MIP) e nem o ensacamento das pencas de tomate nas duas etapas do experimento.

Durante a primeira etapa do estudo, participaram do projeto um total de sete produtores de tomate de mesa: dois deles aplicaram o sistema A de produção (com MIP e sem o ensacamento das pencas de tomate e cinco utilizaram o sistema convencional sem qualquer orientação técnica. Na segunda etapa participaram quatro produtores, sendo que um utilizou o sistema convencional de plantio e os outros três, os mesmos da etapa anterior, ou seja, utilizaram o sistema B (sistema conservacionista com MIP e com ensacamento).

A amostragem das pragas é feita utilizando um recipiente plástico (bacia) branco opaco de 20 cm de diâmetro e com 8 a 10 cm de altura. O local da planta a ser monitorada é função do seu alvo de identificação, ou seja, do inseto-praga que se quer identificar. Na parte superior da planta (ponteiros) faz-se a batidura com a bacia para amostragem de Tripses, Pulgões, Mosca Branca e Traça. Nas folhas (terço médio da planta), faz-se a amostragem de Traça, Larva-Minadora e de Ácaros e nos frutos (até 2,0 cm de diâmetro) faz-se a amostragem de Broca Pequena, Traça e Broca Grande (Zander et al., 2000). O ensacamento das pencas de tomate é uma prática que complementa as ações do MIP e que no sistema TOMATEC, visa ainda a produção de um fruto onde os níveis de resíduos de agrotóxicos estivessem sempre abaixo do que a legislação permite e abaixo do nível de detecção (ND) dos equipamentos existentes no Brasil, assegurando, assim, praticamente a ausência dos resíduos dos agrotóxicos.

Em complemento ao MIP foi introduzida a técnica de ensacamento da penca de tomate com papel glassyne. Para obter esses resultados foi desenvolvido um saco com uma Empresa. Os sacos devem apresentar dimensões que possam manter os frutos de tomate ensacados durante todo o período da colheita. Este saco de papel Glassyne é o mesmo utilizado para ensacamento de outras frutas, como a goiaba e apresenta dimensões aproximadas de 24 cm de largura por 32 cm de comprimento.

O ensacamento deve ser feito quando ocorrer a abertura da terceira flor em cada inflorescência. Nesse estágio de crescimento da flor, não há a formação do fruto e, conseqüentemente, não há a possibilidade de ataque das brocas pequenas e grandes. Esta técnica envolveu a produção de 100 mil pencas de tomate ensacado, ou ensaculado, como dizem os produtores que aderiram a esta técnica.

Coleta das amostras para análise de resíduos nos frutos

Em ambas as fases, cada uma das áreas dos produtores, que participaram deste estudo, tiveram duas amostras coletadas. A coleta seguiu as normas recomendadas para análise de resíduos com o seguinte procedimento: i) cada amostra foi composta de cerca de 2 Kg de frutos coletados em zig-zag de diferentes plantas, excetuando-se a bordadura, de forma que a amostra fosse representativa da área considerada; ii) a coleta foi feita com uso de luvas de látex descartáveis pelos técnicos, evitando possíveis contaminações dos frutos e não permitindo, inclusive, o contato destes com o solo; iii) as amostras coletadas foram acondicionadas em embalagens de alumínio, adequadamente identificadas e armazenadas em caixas de isopor para serem transportadas em carroceria de caminhonete até o laboratório, onde foram armazenadas em freezer (-18°C) até o momento da análise. No caso da análise de ditiocarbamatos, as amostras foram prontamente processadas.

Tutoramento vertical do tomate

A condução da cultura do tomate foi feita com fitilho de poliuretano número 5 ou 10, em substituição das estacas de bambu para tutoramento do tomate, o que possibilitou maior aeração nas entrelinhas da cultura, maior facilidade no amarrar das plantas e na desbrota. Esses tratos culturais que consomem muito tempo do produtor. O tutoramento é realizado quando as plantas estiverem com 25 a 30 cm de altura. O tutoramento é efetivado fazendo um laço bem folgado com a fita plástica na base da planta, enrolando a planta ao redor do fitilho. A outra extremidade do fitilho é fixado no arame com outro laço, deixando uma folga de aproximadamente 20 cm. Com o crescimento da planta, o ponteiro vai sendo enrolado em torno do fitilho permitindo sua sustentação, ao mesmo tempo em que se fazem as podas necessárias (podas dos brotos, poda dos frutos da penca e poda do ápice – ponteiro).

Como resultado complementar a essa tecnologia, houve a diminuição do uso de agrotóxicos devido à melhor aplicação do produto, e uma maior consistência dos frutos devido à maior insolação na lavoura. Todos estes pontos citados possibilitaram uma economia nos fatores de produção.

Análise de sangue para determinação da Colinesterase

Estudos realizados em uma comunidade agrícola do Município de Nova Friburgo, localizado na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro grande produtora de hortaliças, identificou que 30% dos trabalhadores desta comunidade apresentavam um quadro de polineuropatia periférica e alterações comportamentais que remetem a distúrbios do sistema nervoso central. A análise estatística demonstrou que a média de atividade de acetilcolinesterase do grupo que apresentava fasciculação foi significativamente inferior (decorrente de sua inibição) em relação ao grupo que não apresentava este sinal, demonstrando a relação direta entre a exposição a este grupo de agentes agrotóxicos e o desenvolvimento de doenças do sistema nervoso central. Tais enzimas atuam no organismo como mediadores químicos e são inibidas na presença de agrotóxicos das classes dos organofosforados e carbamatos (PERES et al., 2005; OLIVEIRA-SILVA, et al., 2001). Esse estudo demonstra a importância do estudo de contaminação por agrotóxico.

Os estudos nesse Projeto envolveram a realização de duas coletas de sangue para análise de colinesterase em 60 pessoas, sendo 50 produtores rurais de tomate e 10 não produtores, considerados como testemunha padrão – amostragem denominada de “branco” da população. Após a coleta do sangue o material era imediatamente levado ao laboratório para a determinação da ação da colinesterase de acordo com o CODEX ALIMENTARIUS (2000).

Resultados e Discussão

A adoção da fertirrigação apresentou diversas vantagens em relação aos sistemas convencionais como: aumento da disponibilização da mão-de-obra no processo de irrigação pela substituição da irrigação por mangueirão para a da fertirrigação, pois possibilitou que duas atividades fossem realizadas ao mesmo tempo e com maior eficiência. maior aeração.

Já a adoção do tutoramento vertical com fitilho permitiu menor incidência de pragas e doenças devido a não utilização de material contaminado da lavoura anterior; maior incidência de luminosidade na cultura, melhorando a eficiência fotossintética das plantas; facilidade na aplicação de agrotóxicos, aumentando a eficiência na pulverização e proporcionando maior cobertura das folhas e frutos. Permitiu, ainda, otimizar duas operações em uma, ou seja, conduzir a planta e realizar a desbrota. A adoção dessas práticas agrícolas possibilitou os produtores transferirem seu tempo para o processo de ensacamento das pencas de tomate.

Os resultados obtidos com o ensacamento proporcionaram o aproveitamento de praticamente 99% dos frutos produzidos, devido a eliminação das perdas causadas pelas pragas dos frutos, principalmente, em função da eliminação dos danos causadas pela ação das brocas pequena e grande.

O resultado da pesquisa sobre os acidentes por uso de agrotóxico (tabela 1) demonstrou que 30,5% dos entrevistados já tiveram acidentes pessoais ou na família. Esse percentual em relação ao número de entrevistados é considerado alto. Esse resultado confirma que o tema agrotóxico foi a principal prioridade eleita pelas comunidades em unanimidade.

Tabela 1 - Levantamento do grau de acidentes por agrotóxicos nas comunidades estudadas

Comunidade	Quantificação*	SIM	NÃO	Total
Santa Maria	N	11	24	35
	%	31,4	68,6	100
Colosso	N	0	10	10
	%	0	100	100
Cambiocó	N	7	13	20
	%	35	65	100
Brejo	N	3	5	8
	%	37,5	62,5	100
Barro Branco	N	8	14	22

	%	36,4	63,6	100
Total	N	29	66	95
	%	30,5	69,5	100

* N = número de entrevistados; % = percentagem

Além disso, verifica-se, por meio da tabela 2, que os principais grupos populacionais que apresentam alguma situação de risco na região envolvem as crianças e adultos.

Tabela 2 - Grupos populacionais que apresentam alguma situação de risco.

Grupos em situação de risco	Fator de risco
Crianças*	Agrotóxico
Jovens*	Álcool/drogas/DST
Adultos	Álcool/ agrotóxicos
Portadores de deficiência	Falta de infra-estrutura adequada

* O período de safra do tomate registra o aumento da evasão escolar.

As campanhas de coleta de sangue foram utilizadas com duplo propósito. O primeiro de conscientizar a população dos riscos de uso aplicar agrotóxicos sem orientação técnica e sem o uso correto do equipamento de proteção individual (EPI). No momento que antecedia a coleta eram feitas palestras educativas-devolutivas junto as populações das cinco comunidades, pois foi um dos momentos em que os técnicos do projeto conseguiram agregar a população.

O segundo objetivo das campanhas de coleta de sangue foi o de avaliar o grau de contaminação da população exposta diretamente ao agrotóxico, que eram os próprios produtores e da população exposta indiretamente, devido a deriva do produto.



Foto 2 – Trabalho de conscientização sobre o uso e risco da aplicação de agrotóxico durante a coleta de sangue para análise de colinesterase.

Finalizando a análise participativa dos produtores no desenvolvimento do novo sistema de produção de tomate – TOMATEC – verificou-se que os resultados de análises de resíduos de agrotóxicos nos frutos, com a adoção do MIP e do ensacamento das pencas, apresentou resultados abaixo dos limites de detecção dos equipamentos utilizados. Os níveis de detecção são de até 0,067 mg/kg, ou seja, na faixa de partes por bilhão (ppb), indicando, assim, a excelente qualidade dos frutos obtidos com o sistema TOMATEC, no que se refere a contaminação por agrotóxicos. Esse resultado se refletiu nao

aumento da autoestima dos produtores envolvidos no trabalho por saberem que a junção dos conhecimentos locais e técnicos alcançou os objetivos traçados desde a priorização das ações do referido Projeto.

Conclusões

Esse trabalho teve como proposta, mostrar a importância da participação do público alvo (agricultor) na implantação e aplicação da pesquisa participativa objetivando a apropriação do saber acadêmico como instrumento importante para a emancipação do agricultor, que detêm o saber empírico/popular.

Para que aconteça o desenvolvimento local é necessário que este seja construído gradativamente com erros, acertos, criatividade técnica e científica, bom senso, respeito político-social, valorizando as experiências locais dos sujeitos a serem envolvidos na proposta.

O sistema de produção denominado de TOMATEC demonstrou ser eficiente nas suas proposições básicas, que foram de integrar o conhecimento agrícola local com o conhecimento agrônomo técnico, por meio da substituição do trabalho braçal pelo trabalho mais técnico; da redução do processo erosivo pela adoção do sistema de plantio direto na palha; da produção de um fruto sem resíduo de agrotóxicos por causa do MIP e do ensacamento das pencas de tomate e, finalmente, da conscientização do problema do uso de agrotóxicos pelas campanhas de coleta de sangue para análise de colinesterase.

Referências bibliográficas

- BRAGAGNOLO, N.; PAN, W.; THOMAS, J. C. Solo: uma experiência em manejo e conservação. Curitiba: N. Bragagnolo, 1997. 102p.
- CODEX ALIMENTARIUS. Pesticides residues in food. Methods of analysis and sampling. 2 ed., part 1, Roma: FAO, 2000. v. 2a.
- FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREITAS LEITÃO, M. F. de. Perigos em produtos agrícolas frescos. In: Elementos de apoio para as boas práticas agrícolas e o sistema APPCC/PAS Campo. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2006, cap. 2, p.35-92.
- FRUTAS E LEGUMES. Produção de tomate caminha para excelência com ajuda de novas tecnologias. Publicare Editora Ltda. p. 20-24. Maio-Junho, 2003. Ano III. No. 19.
- MIRANDA, Henrique. Diagnostico Participativo: a experiência de Iguarapé Mirim. Belém do Pará – UEPA, 2000.
- OLIVEIRA-SILVA, J.J.; ALVES, S.R.; MEYER, A.; PERES, F.; SARCINELLI P.N.; MATTOS, R.C.O. Influência de fatores socioeconômicos na contaminação por agrotóxicos, Brasil. Rev Saúde Pública 2001; 35:130-5.
- PERES, F.; ROZEMBERG, B.; LUCCA, S.R. Percepção de riscos no trabalho rural em uma região agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: agrotóxicos, saúde e ambiente. Cad Saúde Pública 2005; 21:1836-44.
- PERES, F.; ROZEMBERG, B.; LUCCA, S.R. Percepção de riscos no trabalho rural em uma região agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: agrotóxicos, saúde e ambiente. Caderno Saúde Pública 2005; 21:1836-44.
- RODRIGUES, C.M.; FERNANDES, F.R.; da SILVA, W.A.; CARVALHO, G.A.; MALUF, W.R. Manejo integrado de pragas do tomateiro. Boletim Técnico de Hortaliças, 68. 1ª Edição. 2001.
- SILVA. J. M.; NOVATO-SILVA, E.; FARIA, H. P. Agrotóxico e Trabalho: uma combinação perigosa para a saúde do trabalhador rural. Ciência Saúde Coletiva, v. 10, n. 4, p. 891-903, 2005.
- SOUZA SILVA, C.M.M de; FAY, E.F. Agrotóxicos e Ambiente. Brasília, DF.: Embrapa informação Tecnológica. 2004. 400p.
- THIOLLENT, M. Metodologia da Pesquisa-Ação. São Paulo: Cortez, 1986.

SUBSÍDIOS PARA UMA POLÍTICA DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO DA EMBRAPA SOLOS: à luz do regime de informação.

Claudia Regina Delaia *

RESUMO

Trata-se de pesquisa para subsidiar a discussão para formulação de uma Política de Gestão da Informação em Ciência e Tecnologia com base no conceito do regime de informação em uma instituição de pesquisa. Analisam a partir da aplicação da tecnologia intelectual “estudos de usuários”, os dados da pesquisa efetuada junto aos usuários da informação (pesquisadores), adotando como método a Técnica do Incidente Crítico, no que se refere ao uso de fontes de informação para a produção científica, a fim de obter dados que possam contribuir para a definição de normas e diretrizes no que tange à Gestão da Informação da Embrapa Solos. A partir desta pesquisa, foram obtidos e definidos esquemas e fluxogramas para subsidiar a formulação de uma Política de Gestão da Informação em Instituições de Pesquisa, segundo os conceitos do regime de informação.

Palavras-chave: Política de Informação. Gestão da Informação. Regime de Informação. Estudos de Usuários. Técnica do Incidente Crítico. Embrapa Solos.

1 INTRODUÇÃO

Na Sociedade da Informação, o fenômeno “Informação” assume dimensões e, em alguns casos, determina a forma como os segmentos da sociedade se organizam e se inter-relacionam. Deste modo é necessário que sejam estabelecidas regras, protocolos, expectativas, para que tais segmentos administrem seus recursos e suas tecnologias de forma harmônica, a fim de atender o público a que se destina. Portanto, o estabelecimento de Políticas de Informação, de Tecnologia da Informação é determinante para uma sociedade, principalmente quando se refere ao Governo (Federal, Estadual, Municipal), bem como às instituições de pesquisa científica e tecnológica.

Considerando o ambiente governamental, as empresas de pesquisa científica geram uma gama de informações que interferem no dia-a-dia da população, como por exemplo, aquelas que tratam da saúde, da tecnologia e da agricultura, entre outras. Nesse contexto, cabe às instituições, inseridas em um dado Regime de Informação, ou seja:

[em] um modo de produção informacional dominante em uma formação social, conforme o qual serão definidos sujeitos, instituições, regras e autoridades informacionais, os meios e os recursos preferenciais de informação, os padrões de excelência e os arranjos organizacionais de seu

* Embrapa Solos. Bibliotecária. Mestre em Ciência da Informação. crdelaia@cnp.embrapa.br

processamento seletivo, seus dispositivos de preservação e distribuição. (GONZÁLEZ DE GOMEZ, 2002, p. 34).

Em 1999, González de Gómez sugeriu uma intercessão entre Política e Gestão da Informação, onde esta última é apresentada como “uma mediação lógica e imprescindível do uso decisório e estratégico da informação no contexto das políticas governamentais” (GONZÁLEZ DE GÓMEZ, 1999a, p. 2). A intercessão entre Política e Gestão da Informação ratifica que os estudos da Ciência da Informação acerca da informação são interdisciplinares, relacionando diferentes abordagens e olhares disciplinares sobre este campo científico.

Nesse contexto, o objetivo da pesquisa foi contribuir para a discussão e formulação de uma Política de Gestão da Informação na Embrapa Solos, à luz do conceito de Regime de Informação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO.

Na busca da compreensão do termo Informação, Pinheiro (1997, p. 190) e Pinheiro; Loureiro (1995, p. 46) relataram que a sua origem é do latim, *formatio*, isto é, “dar forma”, “pôr em forma”, “expressa a idéia de dar forma a alguma coisa”. No entanto percebe-se que, apesar do significado, a informação, como um objeto de estudo da Ciência da Informação, não possui forma, se não for observada em um dado contexto. Sendo assim, a informação pode ser considerada como um fenômeno mutante, ubíquo, que, de acordo com a sua ambiência, adquire forma e assimila as características do seu propósito final em um dado contexto, podendo modificar o ambiente em que se insere. Portanto, a informação pode estar em qualquer lugar, representada de alguma forma: em sistemas (bits, algoritmos), na comunicação (sinais de fumaça dos índios, código Morse), em lugares (sítios arqueológicos), nos fenômenos da natureza, nas manifestações sociais, artísticas (tradições, costumes, obras de arte) e tecnológicas (invenções).

Esta afirmação se baseia na interpretação de Saracevic (1996) a respeito das várias conotações que a informação apresenta em diferentes campos científicos, bem como suas relações. Além disso, Pinheiro (1997, p. 182) comenta que,

Todos os campos do conhecimento alimentam-se de informação, mas poucos são aqueles que a tem como objeto de estudo e este é o caso da Ciência da Informação. Por outro lado, **esta informação de que trata a Ciência da Informação movimenta-se num território multifacetado**, tanto podendo ser informação numa determinada área, a Medicina, por exemplo, um setor como o industrial, ou servindo aos habitantes de uma determinada cidade, de um bairro ou participante de um determinado movimento social [grifo nosso].

Saracevic (1996) e Davenport (1998) comentam que é necessário ter uma visão holística sobre a informação, considerando que a informação é parte de um todo e esta parte contém o todo. Saracevic ressaltou ainda, que qualquer interferência tecnológica, econômica, social ou política, ou falta de sincronia, interferirá na parte e, conseqüentemente, no todo, denominando assim a Ecologia da Informação. Portanto, a pesquisa relacionada ao tema informação, objeto de estudo da Ciência da Informação, é árdua e complexa, pois a informação desempenha um importante papel no âmbito das instituições, das empresas, bem como em outros segmentos da sociedade.

3 UMA VISÃO DE GESTÃO E POLÍTICAS DE INFORMAÇÃO

Com a globalização, o avanço tecnológico e o crescente fluxo de informação, a forma de acompanhamento e absorção deste grande volume de informação e das tecnologias de informação e comunicação tem sido cada vez mais discutida entre os cientistas e instituições. Discussões estas, que têm provocado impacto em todas as esferas, econômicas, sociais, tecnológicas e informacionais, apontando problemas de relevância mundial sob o aspecto político, social e acadêmico. Percebe-se que no decorrer da história, a informação e as tecnologias de informação e comunicação (TICs) fizeram parte da sociedade num cenário de descobertas e de ideais, principalmente quando nos referimos à área científica.

Considerando a perspectiva deste trabalho, outros aspectos também são ressaltados, tais como o compartilhamento e acesso livre à informação gerada no âmbito das instituições públicas, o desenvolvimento de sistemas de informação a partir de softwares livres, a inclusão social e digital, sem, no entanto, “perder de vista” questões relacionadas à propriedade intelectual, governança, direito autoral, segurança da informação. Questões estas que, certamente, interferem na sustentabilidade das instituições nacionais frente ao mercado mundial.

Desta forma, a informação é um ponto central entre a Política e Gestão, principalmente no ambiente governamental e institucional ou no ambiente virtual, considerando as iniciativas em prol ao acesso livre à informação e ao uso de softwares livres.

Para González de Gómez (1999), os processos percorridos na Gestão da Informação são imprescindíveis no uso decisório e estratégico da informação no contexto das políticas governamentais bem como no das organizações econômico-empresariais e sociais. Tendo em vista que esta pesquisa foi realizada no âmbito de uma instituição de pesquisa vinculada ao Governo Federal, tivemos como base o conceito apresentado no documento “Contribuições

para uma Política de ICT”, que define Política de Informação em Ciência e Tecnologia (ICT) como:

Um conjunto de princípios e escolhas que definem o que seria desejável e realizável para um país como orientação de seus modos de geração, uso e absorção de ICT, através de diferentes procedimentos de promoção, regulação, coordenação e articulação, em interação com aquelas condições resultantes das políticas, práticas e contextos da produção de ciência, tecnologia e inovação (CTI) e das formas socialmente estabelecidas de sua apropriação. (GONZÁLEZ DE GÓMEZ; CANONGIA, 2001, p. 11).

A Política de Informação emerge num cenário pós-guerra, após 1950, onde se tem o Estado como responsável pela promoção da pesquisa, e a ciência e tecnologia como campo de aplicação para a sociedade. De acordo com o documento Weinberg Report, a abrangência e escopo de uma política se referem à “transferência de informação científica sob a responsabilidade do governo” (U.S. President’s Science and Advisory Committee, 1963 *apud* GONZÁLEZ DE GÓMEZ, 2002, p. 28).

Segundo Pinheiro e Loureiro (2004), vários foram os fatos e que vieram ao longo do tempo o que seria uma Política Nacional de Informação, como a criação de institutos e centros de pesquisa de programas governamentais para incentivo à organização, ao armazenamento e à divulgação de acervos documentais, o financiamento de projetos para o desenvolvimento científico e tecnológico.

As expectativas geradas no entorno da Sociedade da Informação impulsionaram vários segmentos da sociedade, em todas as instâncias, do público ao privado, pois o conjunto de propostas apresentado no conhecido Livro Verde abrange vários aspectos: “ampliação do acesso, meios de conectividade, formação de recursos humanos, iniciativa à pesquisa e desenvolvimento de nossas aplicações”. O que certamente resultaria em benefícios sociais (TAKAHASHI, 2000).

4 À LUZ DO REGIME DE INFORMAÇÃO

O conceito de Regime de Informação realça componentes que contribuem para a compreensão de uma Política de Informação, bem como as relações diretas e indiretas das e entre as comunidades, instituições, organismos do público ao privado, no que diz respeito às ações de informação. Segundo González de Gómez (1999b), o conceito de regime de informação recorta para as esferas governantes das Empresas (Públicas ou não) as ações e os recursos que deverão ser sintonizados e sincronizados para as Políticas de Informação, além trazer à tona toda complexidade que envolve a informação numa sociedade contemporânea.

O conceito de Regime de Informação foi desenvolvido por Frohmann (1995, p.4) e consiste em um conjunto de redes formais e informais onde as informações são transferidas de produtores de informação, por canais determinados com a mediação de estruturas organizacionais, às comunidades específicas ou aos consumidores.

Nesta pesquisa, entretanto, apoiamo-nos na definição de González de Gómez (2002) que, sob a concepção de “dispositivo”¹ de Michel Foucault, define regime de informação como:

Um modo de produção informacional dominante numa formação social, conforme o qual serão definidos sujeitos, instituições, regras e autoridades informacionais, os meios e os recursos preferenciais de informação, os padrões de excelência e os arranjos organizacionais de seu processamento seletivo, seus dispositivos de preservação e distribuição. (GONZALEZ DE GOMEZ, 2002, p. 34).

Sob este prisma, um Regime de Informação pode ser visto como:

Um conjunto mais ou menos estável de redes sociocomunicacionais formais e informais nas quais informações podem ser geradas, organizadas e transferidas de diferentes produtores, através de muitos e diversos meios, canais e organizações, a diferentes destinatários ou receptores, sejam estes usuários específicos ou públicos amplos. [...] assim, está configurado, em cada caso, por plexos de relações plurais e diversas: intermediáticas; interorganizacionais e intersociais. [Sendo constituído assim,] pela figura combinatória de uma relação de forças, definindo uma direção e arranjo de mediações comunicacionais e informacionais dentro de um domínio funcional (saúde, educação, previdência, etc.), territorial (município, região, grupo de países) ou de sua combinação. (GONZALEZ DE GOMEZ, 1999b, p. 24; 2002, p.34).

Destaca-se que também são constituintes de um regime de informação os:

- a. Dispositivos de informação que podem ser considerados um mecanismo operacional, ou um conjunto de meios composto de regras de formação e de transformação desde o seu início, ou como González de Gómez (1996, p. 63) exemplifica, como “um conjunto de produtos e serviços de informação e das ações de transferência de informação”.
- b. Atores sociais – “são aqueles que podem ser reconhecidos por suas formas de vidas e constroem suas identidades através de ações formativas existindo algum grau de institucionalização e estruturação das ações de informação”. (COLLINS; KUSH, 1999 *apud* GONZÁLEZ DE GÓMEZ, 2003a, p. 35).

¹ Segundo Foucault (1995 *apud* WILKE; JARDIM, 2006), o dispositivo de informação abrange um conjunto variado de discursos, instituições, organizações arquitetônicas, decisões regulamentares, leis, medidas administrativas, enunciados científicos, filosóficos, morais, filantrópicos, produções artísticas.

- c. Artefatos de informação são os modos tecnológicos e materiais de armazenagem, processamento e de transmissão de dados, mensagem, informação; poderiam ser, nos dias de hoje, as bibliotecas digitais e os portais da web. (GONZÁLEZ DE GÓMEZ, 2002, 2003a).

O Quadro 1, a seguir, demonstra a constituição de uma ação de informação no Regime de Informação, bem como as relações entre os meios e os fins, conforme apresentado por González de Gómez.

Ações de Informação	Atores	Atividades	Para
Ação de Mediação	Sujeitos Sociais Funcionais (<i>práxis</i>)	Atividades Sociais Múltiplas	Transformar o mundo social ou natural
Ação Formativa ou Finalista	Sujeitos Sociais Experimentadores (<i>poiesis</i>)	Atividades Heurísticas e de Inovação	Transformar o conhecimento para transformar o mundo
Ação Relacional Inter-Meta-Pós-mediática	Sujeitos Sociais Articuladores e Reflexivos (<i>legein</i>)	Atividades Sociais de Monitoramento, Controle e Coordenação.	Transformar a informação e a comunicação que orientam o agir coletivo

Quadro 1 – Modalidades, sujeitos e teleologia das ações de informação.

Fonte: Adaptação aos Quadros de González de Gómez (2003a, p. 37).

González de Gómez, (2003a, p. 37) sintetiza: “Toda ação de informação tem uma orientação afim, mas só num caso essa finalidade é a geração de informação como potência e competência de transformação – nela mesma”.

Tendo como base as categorias de Collins (1999) citadas por González de Gómez (2003a, p. 36), considerando-se um contexto, entende-se por ação de informação:

- a. De mediação - quando [...] fica atrelada aos fins e orientação de uma outra ação;
- b. Formativa – aquela que é orientada à informação não como meio, mas como sua finalização;
- c. Relacional – quando tem por finalidade intervir numa outra ação de informação, de modo que – ainda quando de autonomia relativa – dela obtém a direção e fins.

Ainda são poucos os estudos que tratam de uma visão do todo no campo da Ciência da Informação, isto é, aqueles que incluem aspectos conceituais, organizacionais, tecnológicos e, principalmente, os recursos humanos (agentes propulsores) bem como a sua competência para um ambiente informacional. Portanto, a mediação apontada por González de Gómez (1999b, p. 78) no artigo que trata “Da Política de informação ao papel da informação na política contemporânea” reforça o estudo sobre Política de Informação e Gestão da Informação de um

Regime de Informação. O objetivo da pesquisa foi contribuir para discussão e formulação de uma Política de Gestão da Informação na Embrapa Solos, à luz do conceito de Regime de Informação, identificando os elementos do Regime de Informação sob a perspectiva de uma Política de Gestão da Informação em C&T. A pesquisa foi desenvolvida em uma instituição de pesquisa científica no segmento da agricultura e pecuária vinculada ao Governo Federal do Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa.

5 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizado um estudo sobre Política de Informação no Brasil, Gestão da Informação bem como sua relação para a formulação de uma política sob a perspectiva do Regime de Informação. O conhecimento obtido após a revisão de literatura permitiu uma análise das informações da instituição pesquisada sob o enfoque do Regime de Informação, bem como o mapeamento das iniciativas, normas ou diretrizes para uma Política de Gestão da Informação.

Desta forma, realizou-se um estudo em uma unidade de pesquisa da Embrapa, a Embrapa Solos no Município do Rio de Janeiro, como campo empírico, a fim de identificar os elementos do regime de informação.

A Embrapa é uma instituição brasileira de P&D, vinculada ao governo federal, constituída por pesquisadores, bibliotecários, cientistas da informação e profissionais no entorno da informação que, sob o mandato de políticas nacionais e internacionais, tem a responsabilidade social no atendimento das necessidades da sociedade e respectivo benefício. A Embrapa Solos é uma das Unidades temáticas da Embrapa e referência internacional em solos tropicais, localizada no Bairro do Jardim Botânico, Município do Rio de Janeiro e uma Unidade de Execução de Pesquisa em Recife (Pernambuco), onde atende às demandas regionais de levantamentos de solos, zoneamentos e planejamento municipal (EMBRAPA SOLOS, 2006).

Ao observar esta instituição, teve-se como horizonte a identificação dos componentes do regime de informação. Portanto, quando descrevermos a formação e atuação dos pesquisadores, dos gestores, das gerências, retratamos os atores sociais; já quando comentamos sobre as normas, diretrizes e políticas, configuram-se ali os dispositivos de informação; com relação às tecnologias de informação e comunicação, os bancos de dados, as bibliotecas, configuram-se os artefatos de informação. E, por último, ao comentar o processo de busca de informação, acesso à informação, configura-se o componente “ação de informação”, revelando-se assim, o Regime de Informação da Embrapa. Percebemos que os

componentes dos regimes de informação nas instituições se pulverizam por todos os departamentos, setores, diretorias etc., o que é natural, pois em cada formação social é instituído um Regime de Informação. No entanto, a forma com que se estabelecem as ligações e inter-relações entre os atores sociais, os artefatos de informação, os dispositivos de informação e as ações de informação é que caracteriza a identidade de uma instituição, empresa ou universidade.

Cabe ressaltar que o regime de informação representado (Figura 1) é refletido nas demais Unidades de Pesquisa, onde cada uma, apesar de ser a mesma empresa, pode apresentar características, comportamentos, liderança e atuação conforme o ambiente em que está inserida. E, desta forma, as relações no Regime de Informação, aqui apontadas, podem ser estabelecidas ou configuradas de formas diferentes no caso das Unidades desta empresa.

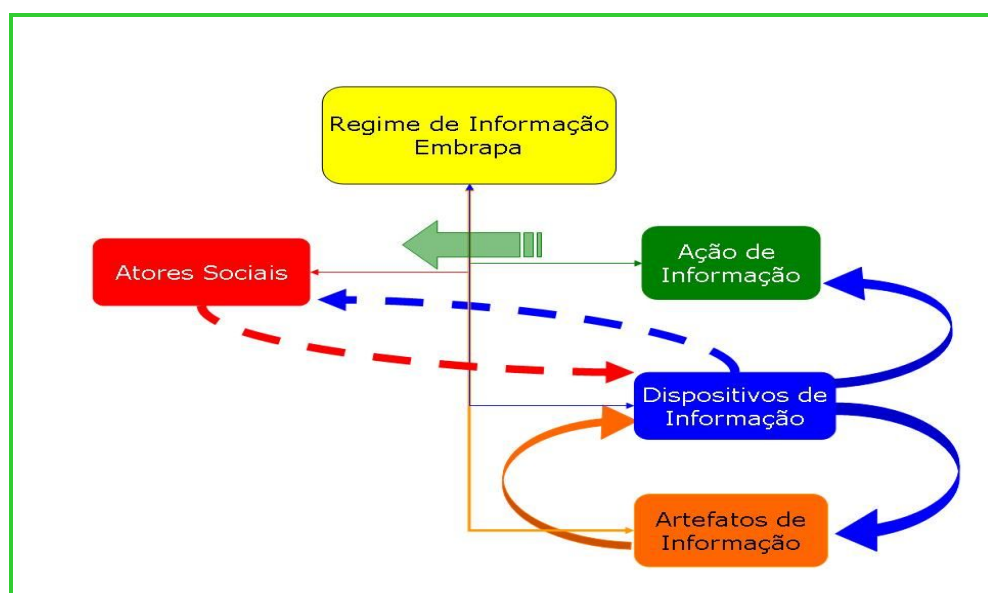
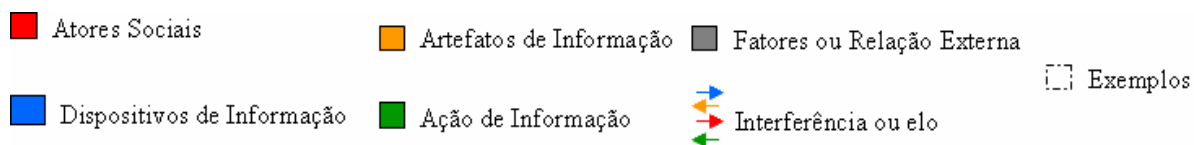


Figura 1 – Representação Gráfica do Regime de Informação da Embrapa.

Desta forma, imbuídas do conceito de regime de informação, dos seus componentes sob o ponto de vista de uma Política de Gestão da Informação em C&T, realizamos uma leitura transversal das políticas, normas, diretrizes e iniciativas a respeito do tema na instituição e respectiva Unidade pesquisada e, mapeamos cada um dos componentes do Regime da Informação, representados pelas Figuras 2, 3, 4, 5, configurando assim a “Identidade do Regime de Informação da Embrapa” e a forma como é refletida na Embrapa Solos.

Para uma melhor compreensão, utilizamos cores, objetos, setas e linhas na representação dos componentes do Regime de Informação e suas relações, de acordo com a legenda a seguir:



Legenda de representação do Regime de Informação e componentes.

- Atores Sociais:

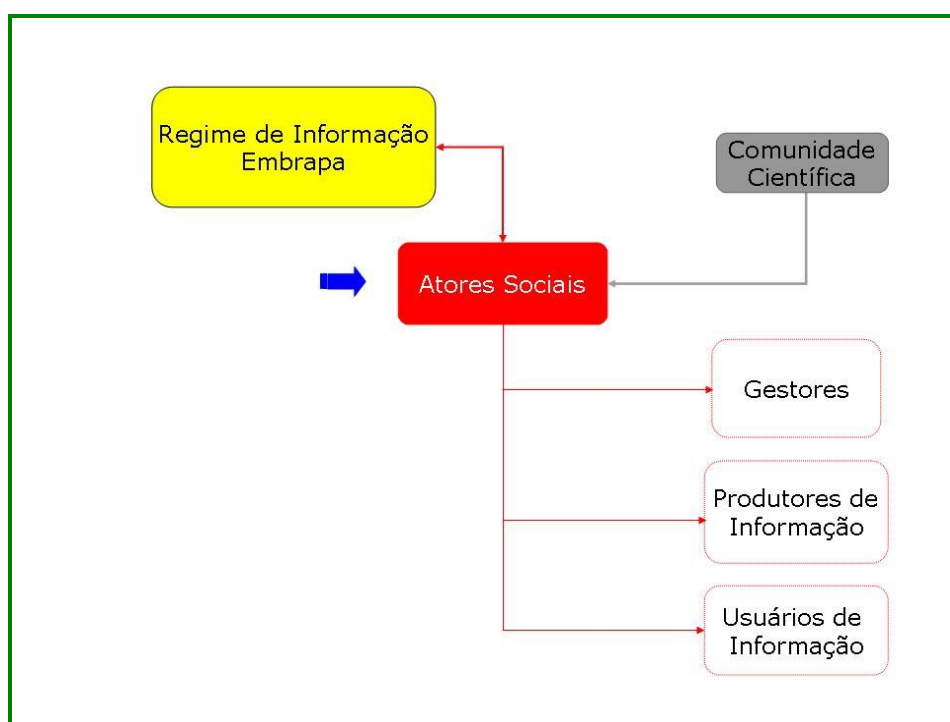


Figura 2 – Atores Sociais do Regime de Informação da Embrapa

Esclarecemos que estes foram os atores sociais identificados sob a perspectiva de uma Política de Gestão da Informação interna. Isto é, alterando a abrangência desta pesquisa, haveria uma nova configuração dos atores sociais.

- Dispositivos de Informação:

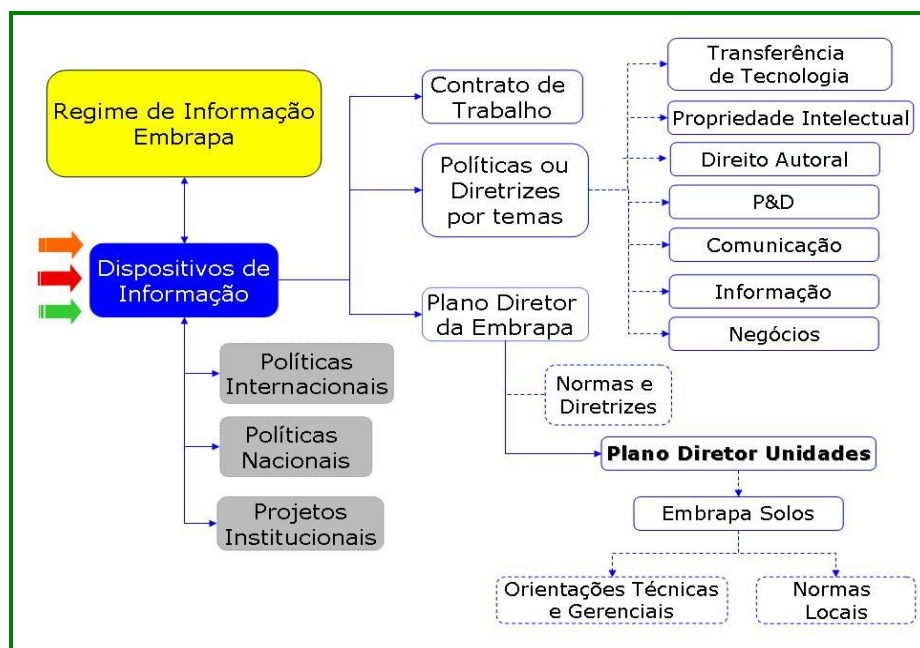


Figura 3 – Dispositivos de Informação na Empresa.

Assim como comentado a respeito dos atores sociais, nos dispositivos de informação podem ocorrer alterações ou relações desde que modificadas o ambiente ou o tema analisado.

- Artefatos de Informação:

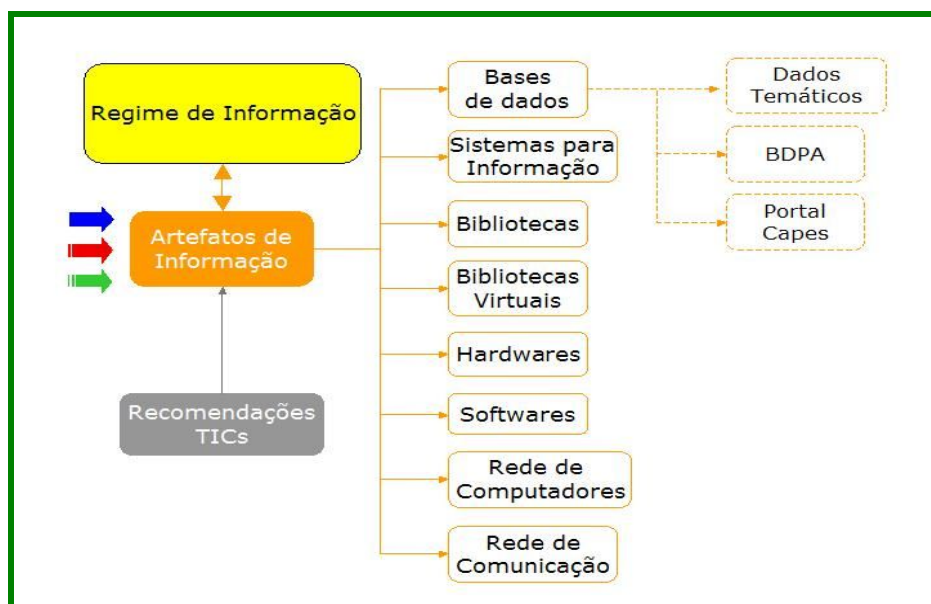


Figura 4 – Artefatos de Informação da Empresa.

Com relação aos artefatos de informação foram identificadas normas, diretrizes e políticas externas, como uso de software livre, protocolos, redes, sistemas etc., que

denominamos como “Recomendações TICs”, as quais, certamente, têm sido adotadas por esta instituição.

- Ação de Informação

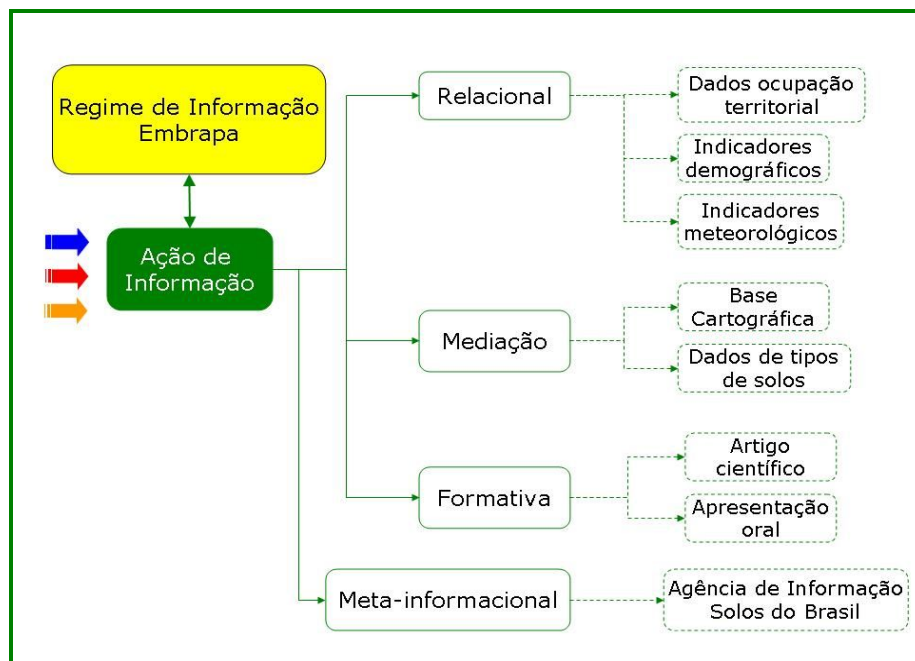


Figura 5 – Ação de Informação da Embrapa.

Acreditamos que o componente “Ação de Informação” é o ponto “nevrálgico” da eficiência de uma Política de Gestão da Informação, pois no momento em que os usuários buscam a informação, serão percebidas questões relacionadas à compatibilidade das TICs, normas, acessibilidade, etc. Portanto, enfatizamos que no processo de Gestão da Informação propriamente dito se mantenha o foco nas necessidades e expectativas dos Atores Sociais, neste caso são os gestores, produtores (geradores) de informação e usuários da informação. Com base nas informações sobre a Embrapa e a unidade pesquisada nesta pesquisa, percebemos que esta instituição apresenta todos os componentes de um Regime de Informação e que este se retrata conforme exposto na Figura 9, a seguir.

Destacamos, ainda, que não se trata de uma análise sob o posto de vista da divulgação científica, isto é, informação para sociedade, e sim da disseminação da informação, em ambiente interno. Pois, segundo Pinheiro (2003), a comunicação científica, que trata da comunicação entre cientistas, ou a divulgação científica (termo adotado no Brasil) que se refere à comunicação de cientistas para a sociedade em geral, estas devem ser analisadas e estudadas segundo as especificidades e padrões dos produtores da informação, canais e o público ou segmento a que se destinam.

Sendo assim, o Regime de Informação da Embrapa Solos é configurado nesta pesquisa conforme a figura, a seguir.



Figura 6 - Regime de Informação da Embrapa Solos.

A partir da Figura 6, percebe-se que a Gestão da Informação poder ser um ponto de mediação sob o ponto de vista do Regime de Informação para uma Política de Gestão da Informação, em que estão presentes, em um mesmo ambiente, os atores sociais (geradores de informação e usuários da informação), representados nesta pesquisa pelos pesquisadores da Embrapa Solos.

A fim de investigar o uso de fontes de informação no processo de produção científica dos pesquisadores da Embrapa Solos, realizou-se uma coleta de dados nesta Unidade, e para isto nos baseamos em uma tecnologia intelectual (estudos de usuários) para uma amostra de 10 pesquisadores, buscando subsidiar a discussão e formulação de uma Política de Gestão da Informação.

Foram realizadas entrevistas gravadas considerando os procedimentos da Técnica do Incidente Crítico (TIC) e adotados critérios e procedimentos desde a seleção da amostra, uso de termos no roteiro da entrevista até à análise dos dados apurados durante as entrevistas (FLANAGAN, 1973).

A importância dos estudos de usuários para a compreensão do fenômeno Informação no contexto de uma instituição de pesquisa ratificou a realização do estudo sobre o uso dos recursos de informação para a produção científica (DELAIA, 2008). Na pesquisa empírica, realizada no ano de 2006, utilizamos a Técnica do Incidente Crítico que:

Consiste em um conjunto de procedimentos para a coleta de observações diretas do comportamento humano, de modo a facilitar sua utilização potencial na solução de problemas práticos e no desenvolvimento de amplos princípios psicológicos, delineando também procedimentos para a coleta de incidentes observados que apresentem significação especial e para o encontro de critérios sistematicamente definidos. (FLANAGAN, 1973, p.99).

O objetivo da pesquisa foi obter relatos (incidentes) positivos e negativos ocorridos nos procedimentos ou na rotina adotados pelos pesquisadores da Embrapa Solos no uso de fontes e recursos de informação para produção científica.

Destaca-se que na execução do referido estudo de usuários, este também foi baseado no conceito do Regime de Informação, alicerce para o desenvolvimento e investigação da dissertação (DELAIA, 2008), onde possibilitou destacar os componentes do regime e identificar suas interfaces e interseções na instituição de pesquisa.

Por último, foi feita uma análise dos resultados obtidos, sob a perspectiva de uma Política de Gestão da Informação no contexto do Regime de Informação da Embrapa Solos, obtendo várias contribuições para as futuras políticas das unidades da Embrapa, dentre elas um esquema para compreensão de uma política de gestão da informação e as suas interfaces com as demais políticas da instituição.

7 RESULTADOS: SUBSÍDIOS PARA UMA POLÍTICA DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO

Retomamos a questão motivadora desta pesquisa – De que forma a Embrapa deve gerenciar a informação, a fim de atender seus usuários, os pesquisadores?

Para responder tal questão, foram analisados fundamentos teóricos, citações, reflexões e indagações, que muitas vezes apontavam caminhos ainda maiores do que os percorridos. A estratégia escolhida para contribuir numa discussão e formulação de uma Política de Gestão da Informação na Embrapa Solos, à luz do conceito de Regime de Informação, foi única.

O mapa teórico da Ciência da Informação, os métodos, as orientações esclarecedoras e primordiais, possibilitaram identificar elementos do Regime de Informação da Embrapa e da Embrapa Solos, já instituídos, mas, até então, não revelados; investigar o uso de fontes de

informação no processo de produção científica dos pesquisadores e, finalmente, apresentar os resultados como subsídio para uma Política de Gestão da Informação.

Desta forma, ao se pesquisar uma Política de Gestão da Informação no âmbito das instituições de pesquisa vinculadas ao Governo Federal, algumas questões e tendências devem ser ressaltadas, como as demandas e expectativas da sociedade, mercado nacional e internacional e políticas de governo; no âmbito das empresas, as demandas das políticas internas de informação, comunicação, propriedade intelectual, negócios, transferência de tecnologia, responsabilidade social, diretrizes, normas e regulamentos específicos para o funcionamento propriamente dito da instituição.

Considerando a Informação, objeto de estudo da Ciência da Informação, os componentes de uma Política de Gestão da Informação e a estrutura formal ou não que a circunda devem ser articulados e harmonizados no contexto da pesquisa e de seu ambiente de estudo, sem se desvincularem do ambiente em que estão inseridos e do fator humano que a direciona e movimenta.

Deste modo, sob o ponto de vista do Regime de Informação e estando presentes em um mesmo ambiente os atores sociais (geradores de informação e usuários da informação), representados nesta pesquisa pelos pesquisadores da Embrapa Solos, uma Política de Gestão da Informação permite que se identifiquem os pontos de relação e interseção com as demais políticas ou diretrizes da Embrapa, tais como a Política de Tecnologia de Informação, a Política de Comunicação, o Plano Diretor da Embrapa e da Unidade, as Diretrizes quanto ao Direito Autoral, Propriedade Intelectual e, por último, as normas ou a política de acesso e disponibilização das informações geradas no âmbito dos projetos e pesquisas, resguardando os direitos autorais do autor.

Considerando a formulação de Política de Gestão da Informação à luz do Regime de Informação, concordamos com a proposição feita por Unger (2006), quando revelou que existe a perspectiva do regime de informação traduz-se como oportunidade e desafio aos gestores da informação, bibliotecários, cientistas da informação. Ao que acrescentamos: também será necessária, na discussão e formulação de uma política, a participação de analistas de sistemas, comunicólogos, arquivistas, administradores, pesquisadores etc., no que concerne à integração e gerenciamento dos componentes do Regime de Informação para atendimento das necessidades informacionais dos usuários.

Os fundamentos e métodos adotados, tanto para a realização da pesquisa na Embrapa Solos, assim como para a reflexão no desenvolvimento da dissertação, isto é, fundamentado no Regime de informação, trouxeram à tona questões que estão ligadas e interligadas no

processo de Gestão da Informação Científica, quando os seus geradores e usuários da informação (atores sociais) são analisados sob o mesmo contexto, como foi o caso desta pesquisa. Isto é, no momento em que se analisa o processo que os pesquisadores percorrem no uso de fontes de informação, sejam estas internas ou externas, para produção científica, percebeu-se que se houvessem diretrizes quanto ao acesso, ferramentas de pesquisa, recursos tecnológicos, normativos, contratuais e de comunicação efetivas, possivelmente os relatos negativos desta pesquisa não iriam ocorrer ou seriam minimizados.

Acredita-se que, resguardadas a natureza e características culturais e regionais das demais Unidades, este estudo poderá contribuir nas ações do Sistema Embrapa de Informação, Sistema Embrapa de Bibliotecas, e subsidiar às diretrizes e objetivos da Gestão da Informação e Políticas relacionadas ao tema, sob o ponto de vista estratégico da empresa.

Tendo em vista que a Embrapa é uma instituição brasileira de P&D, vinculada ao Governo Federal, composta por pesquisadores, bibliotecários, cientistas da informação e profissionais no entorno da Informação que, sob o mandato de Políticas Nacionais e Internacionais, teria a responsabilidade de estabelecer políticas com o propósito de alinhar ou aperfeiçoar processos que tratam da informação propriamente dita, com vistas ao atendimento dos seus usuários ou público em geral, a fim de que possa cumprir o seu mandato social no atendimento das necessidades da sociedade e em respectivo benefício. Assim, observamos que na perspectiva do Regime de informação e dos seus componentes, é possível obter uma visão dos recursos informacionais, tecnológicos, humanos e normativos em uma empresa de P&D, no que se refere à Gestão da Informação. E os fluxogramas dos componentes deste regime, suas mútuas relações no regime de informação na Embrapa Solos, possivelmente fornecerão subsídios para a discussão de uma Política de Gestão da Informação em Ciência e Tecnologia na respectiva Unidade de Pesquisa.

Percebemos ainda, a necessidade de uma avaliação por parte dos gestores da Embrapa em relação aos instrumentos organizacionais, normativos e orientadores da Embrapa, tendo como horizonte a informação em ciência e tecnologia, em face das tendências mundiais de acesso livre à informação, o mandato social da Embrapa em relação às expectativas e benefícios à Sociedade Brasileira. O conceito de Regime de Informação e seus componentes possibilitaram uma leitura transversal da instituição, que sob o enfoque dos dispositivos de informação que a regem, estabeleceu-se um pensamento sócio-sistêmico dos outros componentes do seu regime em relação aos seus respectivos usuários e suas necessidades. É importante ressaltar que o enfoque desta pesquisa é interno, isto é, se tratarmos das

necessidades dos usuários externos (público), seria configurado um Regime de Informação em outra ambiência.

A Figura 7, a seguir, exemplifica o processo pelo qual a informação gerada no âmbito dos projetos de pesquisa deverá percorrer no contexto de uma Política de Gestão da Informação com base no Regime de Informação. Ainda com base nesta figura, os itens descritos contemplam os componentes do Regime de Informação da Embrapa Solos, percorrendo suas relações e inter-relações até o usuário da informação.

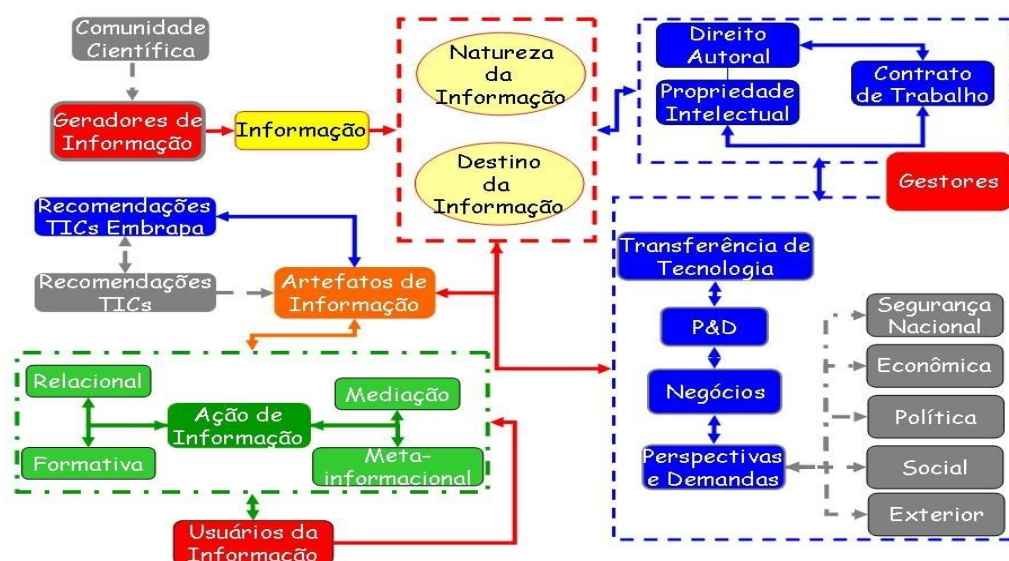


Figura 7 – Ação de uma Política de Gestão da Informação à luz do Regime de Informação na Embrapa.

Destacamos que as cores utilizadas no diagrama foram baseadas na Legenda de representação do Regime de Informação e componentes apresentadas anteriormente.

Na Figura 7, são demonstradas a ambiência, as relações e inter-relações dos componentes do regime de informação, desde que os geradores de informação e usuários da informação estejam no mesmo regime de informação e estes participem do processo, com a perspectiva de garantir uma harmonia entre as informações geradas e que serão disponibilizadas frente às necessidades dos usuários da informação.

Portanto, a partir da informação gerada no âmbito dos projetos de pesquisa pelos pesquisadores (atores sociais pertencentes à comunidade científica), é necessário que se tenha uma perspectiva inicial da natureza da informação a ser gerada bem como o seu destino (propósito). Estabelecidos a natureza e o destino da informação em consonância com as Políticas de P&D, Transferência de Tecnologia, Negócios bem como as perspectivas e demandas de e para a instituição (dispositivos de Informação), faz-se necessário uma releitura

das orientações e normas referente à Propriedade Intelectual, ao Direito Autoral bem como suas relações e inter-relações com o contrato de trabalho dos geradores da informação (pesquisadores).

Nesta fase do processo, percebe-se a atuação dos Gestores da Instituição face aos interesses não só dos geradores da informação e da instituição assim como do Governo Brasileiro. Principalmente, se a informação gerada tiver algum impacto em questões econômicas, sociais, políticas, internacionais ou de segurança nacional.

Definidas as questões quanto à natureza da informação, os dispositivos que a cerca e a orienta, a etapa seguinte refere-se à definição dos modos tecnológicos e materiais de armazenagem, processamento e de transmissão da informação (artefatos de informação). Contudo, ressalta-se que nesta etapa existem normas, ou como denominado na figura, Recomendações, tanto internas quanto externas, referente às Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), que devem ser atendidas. Certamente, estas recomendações propiciarão de forma favorável à etapa seguinte, isto é, a Ação de Informação.

Percorridas as etapas anteriores, é na Ação de Informação que a Informação em C&T atinge o seu propósito de interação com os Usuários da Informação, tanto na ação de informação relacional, mediação, formativa ou meta-informacional. Destaca-se que o conjunto das decisões iniciais, quanto aos demais componentes do Regime de Informação e de suas regras, interferirá positivamente no destino (propósito) da informação gerada no início do processo bem como na interação com o usuário.

Esclarecemos que as mútuas relações numa Política de Gestão da Informação, representadas pelas setas coloridas e bidirecionais, refletem a necessidade de uma sintonia e sincronia entre todos os seus componentes, ou seja, geradores de informação, gestores, usuários da informação (atores sociais); políticas internas e externas, normas, diretrizes, contrato de trabalho, demandas e perspectivas (dispositivos); softwares, hardwares, redes de comunicação, bibliotecas, portais (artefatos de informação).

E, por último, a ação de informação, que ao final da etapa, deverá estar em sintonia com as necessidades dos usuários da Informação, representados nesta pesquisa pelos pesquisadores da Embrapa Solos que, por fim, poderá retroalimentar toda a ação da Política de Gestão da Informação na Embrapa Solos. E, no momento em que os atores sociais participam e atuam da ação de informação (relacional, de mediação ou formativa), sejam como geradores de informação e/ou usuário desta, no Regime de Informação da Embrapa Solos, emergem entre os seus dispositivos (culturais, comportamentais, acadêmicos e legais), barreiras submersas em toda sua história. Contudo, estas barreiras interferem na atuação e no

direcionamento de uma Política de Gestão da Informação e, possivelmente, interferirá no processo de disseminação da informação e na transferência de informações para a sociedade.

Finalizando esta pesquisa, percebe-se, a partir dos dados empíricos, a importância de uma Política de Gestão da Informação em Ciência e Tecnologia para os pesquisadores da Embrapa Solos, onde estes reconhecem, implicitamente, sua atuação nas ações de uma política, mas, entretanto, ressaltam que ainda existe a necessidade de definições no cenário tecnológico, organizacional, de comunicação e das competências informacionais para que de fato esta Política de Gestão da Informação seja efetiva frente às expectativas atuais do corpo científico da Embrapa e das expectativas futuras da Sociedade.

Sendo a Embrapa Solos uma Unidade de Pesquisa geradora de CONHECIMENTO, ressaltamos que a Gestão da INFORMAÇÃO gerada no seu âmbito é essencial para o cumprimento de sua missão e que, assim como Freire (1991) comenta, é a oportunidade dos mediadores atuarem, identificando e superando as barreiras reveladas, transformando-as em oportunidades de comunicação, pois, como pontua Freire (2004), “[é necessário] transportar, nas asas da informação, o conhecimento para todos aqueles que dele necessitam”.

SUBSIDIES TO A POLICY INFORMATION MANAGEMENT OF EMBRAPA SOIL: based on regime of information.

ABSTRACT

Research subsidizing the discussion for the formulation of a policy information management in science and technology, based on the concept of the regime of information at a research institution from the intellectual technology - users studies -by the researchers, adopting Critical Incident Technique as a method, regarding the use of information sources for the scientific production in order to obtain data to contribute for the definition of standards and guidelines in information management of Embrapa Solos. FROM This point on, schemes and fluxograms were defined to support a political information management for research institutions.

Keywords: Information Policy. Information Management. Regime of Information. Critical Incident Technique. Users Studies. Embrapa Solos.

REFERÊNCIAS

BELKIN, N. J.; ROBERTSON, S. E. Information Science and the phenomenon of information. **Journal of the American Society for Information Science**, Washington, DC, v. 27, n. 4 , p. 197-204, Jul./Aug. 1976.

CIANCONI, R. **Gestão da informação na sociedade do conhecimento**. Brasília, DF: SENAI/DN, 1999. 120 p.

CNPq. **Informação em Ciência e Tecnologia**. Brasília, DF: CNPq, 1984. 69 p. (Ação Programada em Ciência e Tecnologia; 29).

DAVENPORT, T. H. **Ecologia da informação**: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na Era da Informação. São Paulo: Futura, 1998. 316 p.

DELAIA, C. R. **Subsídios para uma política de gestão da informação da Embrapa Solos**: à luz do regime de informação. 2008. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade Federal Fluminense, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro. Orientadora: Profa. Dra. Isa Maria Freire.

EMBRAPA SOLOS. **II Plano diretor da Embrapa Solos, 2004-2007**. Rio de Janeiro, 2005. 36 p. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br>>. Acesso em: 5 de out. de 2006.

FERREIRA, A. B. de H. **Minidicionário da língua portuguesa**. 3.ed. rev. amp. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993. 1 v.

FLANAGAN, J. C. A técnica do incidente crítico. **Arquivos Brasileiros de Psicologia Aplicada**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 99-141, abr./jun.1973.

FREIRE, I. M. Barreiras na comunicação da informação tecnológica. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v.20 n.1, p.41-54, jan/jun 1991

FREIRE, I. M. A teia da informação. **DataGramZero – Revista de Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 4, Ago. 2004. Disponível em: http://www.datagramazero.org.br/ago04/F_I_art.htm. Acesso em: 26 Fev. 2008.

FROHMANN, B. Taking information policy beyond Information Science: applying the actor network theory for connectedness: information, systems, people, organizations. In: ANNUAL CONFERENCE FOR INFORMATION SCIENCE, 23. Alberta, 7-10 Jun. 1995. Alberta: Canadian Association for Information Science, 1995. Disponível em: <<http://www.fims.uwo.ca/people/faculty/frohmann/actor.htm>> Acesso em: 10.out.2006.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Da organização do conhecimento às Políticas de Informação. **Informare – Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 58-66, jul./dez. 1996.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Política e gestão da informação: novos rumos [editorial]. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 28, n. 2, 1 p., maio/ago. 1999a.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Da política de informação ao papel da informação na política contemporânea. **Revista Internacional de Estudos Políticos**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 57-93, abr. 1999b.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. O caráter seletivo das ações de informação. **Informare – Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 7-30, jul./dez. 1999b.

GONZÁLEZ DE GOMEZ, M. N. Metodologia de pesquisa no Campo da Ciência da Informação. **Datagramazero – Revista de Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 6, dez. 2000.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N.; CANONGIA, C. (Org.). **Contribuição para políticas de ICT**. Brasília, DF: IBICT, 2001. 39 p.

GONZÁLEZ DE GOMEZ, M. N. Novos cenários políticos para a informação. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 27-40, jan./abr. 2002.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. As relações entre ciência, Estado e sociedade: um domínio de visibilidade para as questões da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 32, n. 1, p. 60-76, jan./abr. 2003.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Escopo e abrangência da Ciência da Informação e a Pós-Graduação na área: anotações para uma reflexão. **Transinformação**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 31-43, jan./abr. 2003a.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Novas fronteiras tecnológicas das ações de informação: questões e abordagens. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 33, n. 1, p. 55-67, jan./abr. 2004.

MARCHIORI, P. Z. A ciência e a gestão da informação: compatibilidades no espaço profissional. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 31, n. 2, maio/ago. 2002. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 24 mar. 2007.

PINHEIRO, L. V. R. **A ciência da informação entre sombra e luz: domínio epistemológico e campo interdisciplinar**. 1997. Tese (Doutorado em Comunicação e Cultura) – UFRJ/ECO, Rio de Janeiro, 1997. Orientadora: Gilda Maria Braga.

PINHEIRO, L. V. R. Comunidades científicas e infra-estrutura tecnológica no Brasil para uso de recursos eletrônicos de comunicação e informação na pesquisa. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 32, n. 3, p. 62-73, set./dez. 2003.

PINHEIRO, L. V. R.; LOUREIRO, J. M. M. Traçados e limites da ciência da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 24, n. 1, p. 42-53, 1995.

PINHEIRO, L. V. R., LOUREIRO, J. M. M. Políticas públicas de C&T, ICT e de pós-graduação e o surgimento da ciência da informação no Brasil. CINFORM – ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 5., 2004, Salvador. **Anais eletrônicos...** 21 p. Disponível em: http://www.cinform.ufba.br/v_anais/frames.html. Acesso em: 14 nov. 2006.

SARACEVIC, T. Ciência da informação: origem, evolução e relações. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 41-62, jan./jun. 1996.

SILVA, L. A. G. da. Políticas e programas de Informação e Documentação da UNESCO e fontes para seu estudo. **Informação & Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 4, n. 1, p. 68-84, jan./dez. 1994.

TAKAHASHI, T (org.). **Sociedade da Informação no Brasil**: Livro Verde. Brasília, DF: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 231 p. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 18 out. de 2006.

UNGER, R. J. G. **Regimes de informação na Sociedade da Informação: uma contribuição para a gestão da informação**, 2006. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro.

ZIMAN, J. **Conhecimento público**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. 164 p. (Coleção o Homem e a Ciência, v. 8).

Spatial Regional Framework to Sensor TTC: La Plata Basin, MERCOSUR.

Ana Paula Turetta, Gabriel Martins Sales Fonte, Luis Iván Ortiz Valencia, Heitor Luis da Costa Coutinho, Santiago Baeza, Mariano Oyarzaba, Karen Tscherning.

Abstract

Sustainability of land use in European regions (SENSOR) is a project that has as technical objective: to build, validate and implement sustainability impact assessment tools, including databases and spatial reference frameworks for the analysis of land and human resources in the context of agricultural, regional and environmental policies.

SENSOR TTC is an extension of SENSOR EU and aims to adapt the European approach to extra European conditions in Targeted Third Countries (TTC).

The framework is an adaptation of the ecosystem function approach in that it assesses the direct impact of LUC on the three pillars of sustainability. The challenge to define the spatial framework for MERCOSUR is to harmonize the regionalization among Brazil, Argentina and Uruguay, because the countries have different administration regions, with different levels on sustainability indicators data and policies. ArcGIS 9.3 shows to be a very useful tool for this application.

Introduction

The Mercosur (South Common Market) was implemented in 1991, and includes Brazil, Argentina and Uruguay, partners in the Sensor TTC project (*Sustainability Impact Assessment: Tools for Environmental Social and Economic Effects of Multifunctional Land Use in European Regions*). Despite being close to completing 20 years of its creation this agreement is still very strongly connected to economic issues. Social and environmental issues addressed by this group of countries are rare, resulting in a lack of institutions dealing with common policies for the block, and limited data available that considers the Mercosur as an integrated region. Therefore, the first approximation for the creation of cluster regions in the La Plata River Basin, the project case study region in the Mercosur, considered as spatial units the countries' administrative areas that contain a reasonable amount of indicator data. These included the Argentinian Departments, Uruguayan Censitary Units, and Brazilian micro-regions.

This initial approach for a Mercosur Spatial Regional Reference Framework (SRRF) is being used for the implementation of the SIAT prototype. SIAT – Sustainability Impact Assessment Tools – that is the main end product of SENSOR. The aim of SIAT is to enable policymakers to design their own policy scenarios and immediately assess the impact of these scenarios on sustainability. The prototype developed by South America Group was based on the policy case "sugarcane expansion in Mato Grosso do Sul – Brazil".

The second effort aimed at creating cluster regions from areas with similar socio-economic and environmental features, more like the procedure adopted by the European Sensor team. This resulted in an improved SRRF that will be used for the implementation of the second SIAT prototype, related to the policy case "expansion of afforestation in the La Plata River Basin". It

still needs improvement, but the results are very promising and show that the Sensor methodology is useful for creating cluster regions in the Mercosur area.

Methodology and Results

The Sensor TTC project adopted a spatial focus on the total area of MERCOSUR that corresponds to the La Plata river Basin as the area of study. The countries that are participating in this project are: Brazil, Argentina and Uruguay (Figure 1).



Figure 1: La Plata Basin.

The La Plata Basin has approximately 3.1 million km² and represents a very dynamic area that expresses very well the current reality in terms of changes in land use in developing countries. Both in Europe and South America the pressure on natural resources is increasing, nevertheless, the continents differ in their intervention priorities and the intensities of the processes, including decision-making and policy formulation and implementation. Part of these differences are due to diverse institutional capability to produce and share data to enable a regional spatial framework that can be the basis for territorial ordinance planning and land use policy making.

The SRRF formulation process for the La Plata Basin can be divided into two phases: the first was based on the administrative regions existing in the area and the second on the global database available for the area.

Phase 1:

It was decided that the spatial units for MERCOSUR would be the combination of the Brazilian micro-regions, Argentinean departments and Uruguay's census units (Figure 1). This option considered the most detailed information level for each country. In Brazil it was decided to use the micro-regions since it is possible to obtain quality information for this administrative level and also because they result from a clustering process. The micro-regions, which are groups of municipalities, the lowest administrative level in Brazil, have been used by IBGE (Brazil Institution of Geographic and Statistics) since the 1970's. The criterion to create a micro-region is based on the unity of natural, social and economic characteristics (IBGE, 1970). In the 1990's the micro-region concept was enhanced and began to consider some of the peculiarities regarding the organization of space (IBGE, 1997), including the relationship between micro-regions in numerous aspects of production structure, agriculture, industry, extractive minerals, and fishing. The concept stresses that micro-regions are not individual, self-sufficient areas but are interdependent.

For the characterization of the administrative units the same variables as used in the characterization of cluster regions in Europe were used. Table 1 shows these variables and their availability in the different countries.

Table 1: Data available for areas characterization in MERCOSUR based on SENSOR EU criteria.

Variables EU	Brazil	Argentina	Uruguay
Environmental zones	-	-	-
Temperature	X	X	X
Precipitation	X	X	X
Soils	X	X	X
Land Cover	X	X	X
Forest cover	X	X	X
Population Density	X	X	-
GDP	X	X	X
Unemployment rate	X	X	X
Livestock	X	X	X
Land use	X	X	-
Agricultural limitations	X	X	-
Functional Urban Areas	X	X	-
Amount of beds per local inhabitants	-	-	-
Road Density	X*	X	-

The information with the greatest level of detail for the countries involved. Despite this, it was not satisfactory for the definition of a SRRF for the La Prata basin, which led the group to look for new alternatives for the definition of the work. This fact can be attributed to three principal factors:

Heterogeneity among countries: the countries are very different in many aspects. For example: Uruguay measures 176,000 km² while the area of Brazil is 8,500,000 km². This fact defines a series of different organization levels in the countries;

- Based on administrative boundaries: as the administrative boundaries reflect the differences among the organization level of the countries, it is not a good approach for the objective of this work;
- Number of regions: in total there are 1,218 administrative units in Brazil, Argentina and Uruguay.
- One question that has to be emphasized is that the methodological concept used in this phase differs completely from that adopted in Europe, since the characterization of administrative regions do not allow a new regionalization proposal to be generated based on the natural and socio-economic similarities within the La Plata Basin.

A further reason for the development of Phase 2 SRRF is that the initial approach did not enable a test of the transferability of the European SRRF framework, based on the clustering of regions considering social, economic, and environmental characteristics. Please note that phase 1 SRRF will be used in the first SIAT prototype, under development, targeted towards the policy case of sugarcane expansion in the State of Mato Grosso do Sul. Ex-ante impact evaluation at the State level in Brazil will have best results if carried out using micro-regions as the basic spatial planning unit.

Phase 2

Phase 2 of the project proposes the creation of similar regions in the La Plata basin based on the collection of information available in global databases and made available by international

reference institutions (FAO, USGS, etc...). The list of data used, as well as the sources, can be seen in Table 2.

Table 2: List and references of dataset used in Phase 2.

MERCOSUR	Number of variables	Data source
Soils	1	FAO Geonetwork Portal
Ecological Zones	2	FAO Geonetwork Portal
Elevation	1	FAO Geonetwork Portal
Climate	1	FAO Climpag
Temperature	1	World Clim
Land Use	1	FAO Geonetwork Portal
Roads (Infrastructure)	1	The Pennsylvania State University
Population Density	1	United Nations Environment Programme

The ArcGis 9.3 software (ESRI, Inc., Redlands, CA) was used as the spatial focus for the micro-regional information plans for Brazil and the 'departments' for Argentina and Uruguay.

After this process, the TwoStep cluster method¹ statistical analysis was run in SPSS version 15 which groups similar areas according to the variables used.

The Two-Step cluster method is an exploratory tool designed to reveal natural groupings (or clusters) within a dataset which can handle very large data sets. It is implemented in the statistical software SPSS. It requires only two steps: first, pre-clustering the cases into many small sub-clusters, and then clustering the sub-clusters resulting from pre-cluster step into the final number of clusters. The pre-cluster step uses a sequential clustering approach. It scans the data records one by one and decides if the current record should be merged with the previously formed clusters or if it starts a new cluster based on the distance criterion. The procedure is implemented by constructing a modified cluster feature (CF) tree.

The algorithm employed by this procedure has several desirable features:

- Handling of categorical and continuous variables. By assuming variables to be independent, a joint multinomial-normal distribution can be placed on categorical and continuous variables.
- Automatic selection of the number of clusters. By comparing the values of a model-choice criterion across different clustering solutions, the procedure can automatically determine the optimal number of clusters.
- Scalability. By constructing a cluster features (CF) tree that summarizes the records, the Two-Step algorithm allows large data files to be analyzed.

Two types of distance measures are considered: the Euclidean distance and the likelihood distance. The former is available when no categorical variables are specified. The latter is especially useful when categorical variables are used. The likelihood function is computed using the normal density for continuous variables and the multinomial probability mass function is used for categorical variables. All variables are treated as independent.

¹ Greater details can be found at: www.rrz.uni-hamburg.de/RRZ/Software/SPSS/Algorith.120/twostepcluster.pdf

Importance measures are plotted using a Pearson chi-square statistic as the importance of a categorical variable and a t-statistic as the importance of a continuous variable. Significance reports one minus the p value for the test of equality of means for a continuous variable and the expected frequency with the overall dataset for a categorical variable. For this study 5 categorical variables – soil, environmental zones (2 variables), land use and climate - and 4 continuous variables – roads, population density, elevation and temperature – were considered.

597 units were considered, corresponding to all the micro-regions of Brazil and the departments of Argentina and Uruguay, which are part of the La Plata Basin. Of these units, 551, or 92.3%, were considered valid for the system analysis.

20 MLPC (Mercosur-La Plata cluster) were identified (Figure 2). The mean size of the MLPC was 139,471 km². The smallest MLPC was the 13th with 9,661 km² and the biggest was the 14th with 435,562 km².

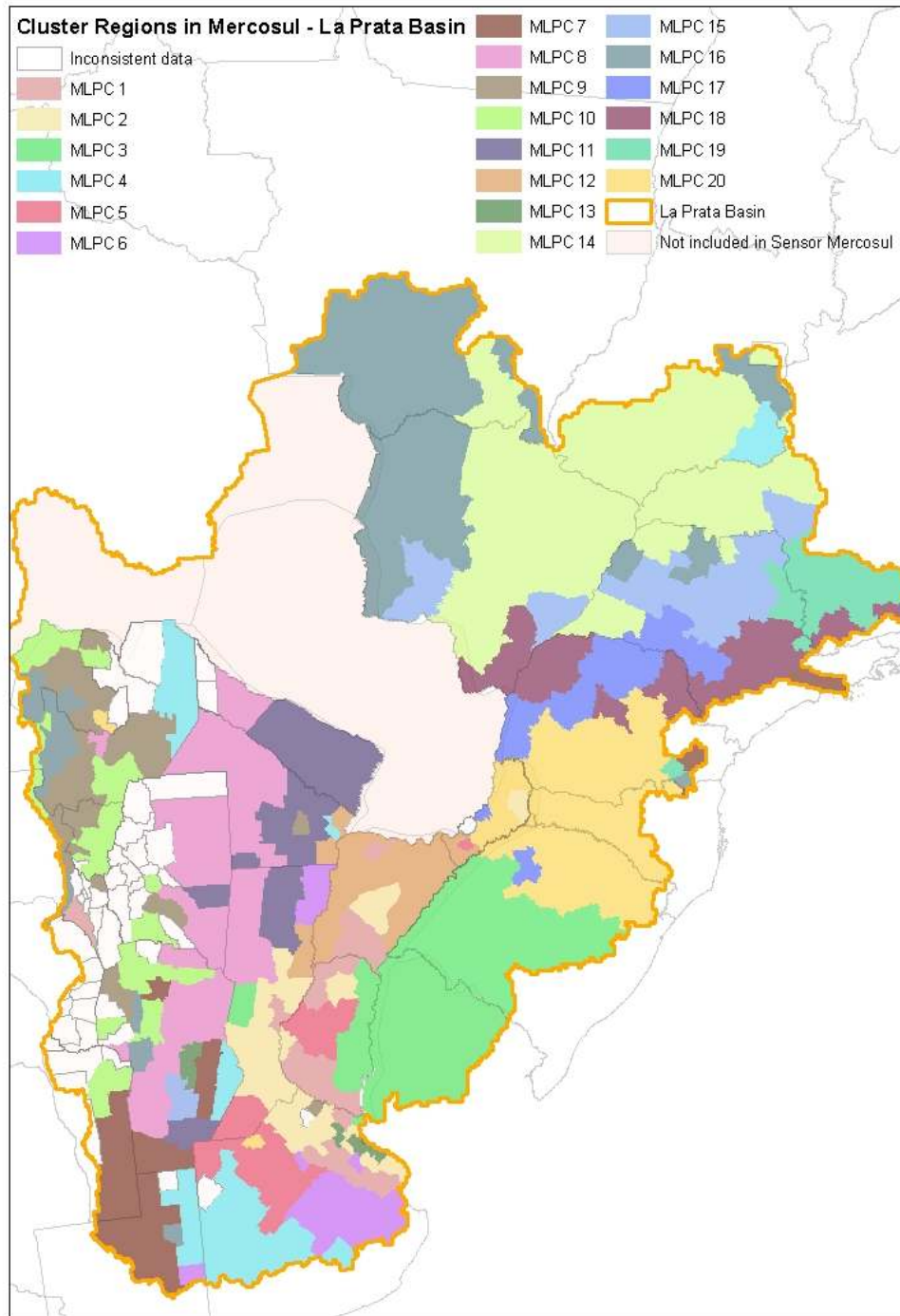


Figure 2: Mercosul-La Plata cluster (MLPC) of Mercosul.

Conclusions

The methodological approach was helpful to work with a large amount of data. GIS and modelling techniques allowed the integration of data and information to better characterize the differences among areas at La Prata basin.

The world datasets were important to generate a first approximation of a MERCOSUR – La Plata basin regionalization proposal where it was possible to identify general domains in the area. However, it is important to refine and improve the dataset, selecting the most relevant variables and adding socio-economics data. The methodology was shown to be useful and robust to work with very large datasets.

Nevertheless, it is worth emphasizing, for the purposes of the SIAT MERCOSUR prototype, that the division into micro-regions in Mato Grosso do Sul State (Phase 1) will be maintained, defined as a project study area.

The Phase 2 SRRF can be further enhanced by the entry of data from Bolivia and Paraguay, leading to the consolidation of a full La Plata River basin SRRF. The SIAT Mercosur second prototype will be based on the Phase 2 SRRF, since the case study of forestry expansion is relevant to at least 3 countries of the basin: Brazil, Argentina, and Uruguay. Simulations of sustainability impact analysis of potential Mercosur land use policies will greatly benefit from the proposed SRRF.

References

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1970. Divisão do Brasil em Microregiões Homogêneas. Rio de Janeiro, Brazil.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1997. Divisão territorial do Brasil. Rio de Janeiro, Brazil.



Foro ibero-americano
de comunicação
e divulgação científica

Foro iberoamericano
de comunicación
y divulgación científica

TÍTULO / TÍTULO: O “GRUPO GESTOR” COMO FORMA DE PARTICIPAÇÃO DE PRODUTORES RURAIS NA IDENTIFICAÇÃO DE DEMANDAS DE INOVAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR.

AUTOR / AUTOR: Julio Roberto Pinto Ferreira da Costa, José Ronaldo de Macedo, Elizabeth Santos Brandão, Fabio Zamberlan, Generosa Oliveira Silva

INSTITUIÇÃO / INSTITUCIÓN: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos – Embrapa Solos; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia de Produção (COPPE/UFRJ)

CORREIO ELETRÔNICO / CORREO ELECTRÓNICO: julio@cnps.embrapa.br
jrmacedo@cnps.embrapa.br bethbrandao@cnps.embrapa.br fabio@pep.ufrj.br
generosaos@ig.com.br

EIXO / EJE: Participación pública en Ciencia y Tecnología

PALAVRAS-CHAVE / PALABRAS CLAVE: inovação tecnológica, agricultura familiar, Grupo Gestor

RESUMO / RESUMEN

Em uma pesquisa participativa em agricultura familiar, realizada no município de São José de Ubá, noroeste do Estado do Rio de Janeiro, formou-se um grupo de agricultores locais que veio a ser o Grupo Gestor, como o principal ator coletivo para a incorporação de inovações técnico-científicas relativas à resolução de problemas ambientais com aumento de renda. O Grupo Gestor se tornou um ator ativo na identificação de demandas da comunidade, possibilitando melhor diálogo dos agricultores com a pesquisa, propiciando que a inovação técnico-científica estivesse integrada aos anseios comunitários. Nessa linha de atuação, pesquisou-se, junto com a comunidade, diversos problemas sociais locais, e a pesquisa se tornou um fator de conscientização, empoderamento e desenvolvimento. Como resultado das atividades, chegou-se a um sistema diferenciado de produção de tomate, com preservação do meio ambiente e aumento da renda da produção familiar.



1. Introdução

Nas ações de pesquisa participativa no meio rural procura-se unir o saber do agricultor com o saber técnico-científico, de modo a haver uma construção participativa de conhecimentos que seja duradoura. Nesse processo, o pessoal técnico-científico, de certa forma, orienta a comunidade a conhecer melhor os seus problemas, ao mesmo tempo em que, pela via da construção da confiança mútua, a comunidade se torna receptiva à inovação tecnológica que se viabiliza no trabalho conjunto e que vem ao encontro de suas necessidades. No projeto de pesquisa Gestão Participativa da Sub-Bacia do Rio São Domingos (GEPAR/MBH – CT-HIDRO), realizado pela Embrapa Solos, COPPE/UFRJ e instituições parceiras, realizou-se uma abordagem multidisciplinar onde se procurou mobilizar os atores locais frente ao cenário de degradação do meio natural. Foi preciso questionar os atores em um cenário de baixo protagonismo social, na tentativa de mudança desse cenário rumo a posicionamentos pró-ativos em relação à conservação ambiental que estivessem em sintonia com o aumento da renda e da qualidade de vida.

2. Divulgação técnico-científica no meio rural enquanto prática de cidadania

Não se pode dissociar a ciência do esclarecimento. Dessa forma, práticas de divulgação de inovações técnico-científicas não existem isoladas de suas repercussões em um contexto historicamente vitimado pela exclusão social. Espera-se que um verdadeiro trabalho científico, portanto de esclarecimento, traduza-se em um aumento do *protagonismo social* das populações, para além dos antigos arranjos clientelistas, onde a posição dos produtores era de subserviência a quaisquer que fossem as elites dominantes, locais ou regionais. A modernização tecnológica verdadeira anda *pari passo* com a modernização social, que se traduz em um senso maior de cidadania nas relações entre os atores. Como nos mostra a questão emergente da responsabilidade socioambiental frente, por exemplo, às mudanças climáticas, pode-se afirmar que o avanço tecnológico não pode estar desassociado da ética, pelas próprias características da noção sistêmica de sustentabilidade. Isso traz a responsabilidade social para todas as esferas do trabalho científico.

No cenário rural brasileiro, por motivos de ordem histórica, costuma haver pouca noção de cidadania, e, em seu lugar, favorecimento do clientelismo e do patrimonialismo. Nessa situação, em lugar da conscientização cidadã, a população é incentivada a procurar o favor dos poderosos, que, seguindo seus interesses, oferecem soluções individualizadas, respaldando o caráter personalista de qualquer intervenção – ou seja, a melhora da qualidade de vida seria um assunto particular, que depende do relacionamento social subserviente, e implica a dívida em termos de favores. Nesses termos, a vida social permanece inalterada, e a sociedade civil se apresenta como desarticulada, visto que os interesses coletivos são colocados em segundo



plano, frente à relação personalista – e dessa forma *clientelista* (a pessoa é cliente de favores) – com um “senhor”.

A divulgação técnico-científica, em sua qualidade de esclarecimento, só pode ser legitimamente entendida como estando comprometida com o desenvolvimento sustentável, e este necessita de uma sociedade civil que saiba coordenar seus esforços coletivamente, dando valor ao ser humano, à sua dignidade e liberdade de escolha, que são características do cidadão. Apenas o cidadão esclarecido pode fazer tomadas de posição, junto com outros cidadãos também livres e esclarecidos, em prol do bem comum de todos, e assim em prol da sustentabilidade.

Nesse contexto, a inovação técnico-científica deve ser considerada como tendo um caráter emancipador, e só pode ser considerada completa quando alcança o usuário final, melhorando de alguma forma sua qualidade de vida. Tal inovação deve contemplar o bem-estar das populações rurais e urbanas, promover a sustentabilidade em todos os seus aspectos, e ser adotada pelos atores sociais locais ou regionais. A adoção efetiva das inovações pelas comunidades permite a continuidade de seus benefícios após a saída do pessoal técnico-científico que trabalhou em dado projeto.

As abordagens participativas têm sido as mais eficazes para a conquista da confiança dos atores sociais, tanto no meio urbano quanto rural. Em um trabalho participativo, a partir de que as novas tecnologias apresentem seus resultados positivos, pode-se esperar um efeito multiplicador espontâneo.

3. O trabalho nas comunidades: elaboração de mecanismos de gestão participativa e protagonismo social

O projeto GEPAR/MBH – CT-HIDRO foi realizado no município de São José de Ubá, no noroeste do Estado do Rio de Janeiro, cortado pelo Rio São Domingos. Como a equipe não poderia abarcar todas as comunidades da área rural do município, preferiu-se concentrar os esforços nas vilas de Santa Maria e Cambiocó, onde o meio físico se adequava melhor às demandas da pesquisa ambiental relativa ao solo e aos recursos hídricos. Porém, estudou-se também as vilas de Santo Antônio do Colosso, Barro Branco e Brejo. Santa Maria e Cambiocó se tornaram as “comunidades-piloto”, e as demais ficaram na qualidade de “comunidades participantes”. O acesso inicial da equipe de pesquisadores às vilas, no início da pesquisa social e econômica, provocou reações de retração. O contato com o pessoal técnico local, como por exemplo da Emater – RJ, no Escritório Local de São José de Ubá, facilitou o



encontro com pessoas em quem os produtores já tinham convivência e confiança, e que viriam a ser interlocutores importantes para os primeiros contatos.

Tendo-se entrado em consenso de que o trabalho com um grupo participativo de agricultores seria o mais favorável para o incremento dos valores de sociabilidade cooperativa dentro das comunidades e entre elas, foram realizadas reuniões periódicas para a sensibilização inicial das comunidades e seu engajamento. Foi o momento de se fazer diversas dinâmicas de grupo que traziam à tona o aspecto do *protagonismo*, significando o indivíduo assumir todos os atributos de sua condição de *sujeito* e, inevitavelmente, de sua condição de *cidadão*, e se sentir interiormente capaz de gerir a sua própria vida na interação com os outros e com as instituições.

Como efeito das dinâmicas de grupo e das ações de sensibilização, conseguiu-se motivar as pessoas a comparecerem nas reuniões seguintes, e sentir mais próxima a realização de um sentido de pertencimento que estava bastante precário. Pode-se dizer que, quando se fragiliza a comunidade, fragiliza-se a pessoa, pois esta fortalece os valores de sua subjetividade com a produção simbólica que se realiza na comunidade afetiva. Um ataque à cultura dessa comunidade é um ataque à pessoa. Daí que a conscientização deve ser feita *com* a pessoa, onde o pesquisador descobre o espaço de repensar sua atitude frente às comunidades, e assim, no espelho social do *outro*, descobre as ideologias que podiam estar implícitas em seu relacionamento em sociedade (Freire, 2001, pág. 46 e seguintes).

Dentro do processo de incentivo do protagonismo social em São José de Ubá, formou-se o denominado “grupo de mobilização”. Com a confiança dos agricultores no que estava se desenvolvendo, as lideranças informais das comunidades, e pessoas que se sentiam motivadas a participar, consolidaram seu comparecimento às reuniões, e as comunidades decidiram sobre quais seriam seus melhores representantes.

A concepção do Grupo Gestor se inseriu no quadro de uma rede de relações sociais locais onde os produtores estivessem inseridos de forma participativa. O Grupo Gestor seria o principal ator coletivo para motivar o desenvolvimento comunitário em seu aspecto organizacional, favorecendo o associativismo, o intercâmbio de idéias e experiências entre as comunidades, com a difusão das informações pelas redes de conhecimento informais locais, favorecendo de modo geral a interação entre os diversos atores sociais, e assim trazendo maior integração. Em sua concepção foram propostas algumas considerações básicas:

- a. Os instrumentos utilizados deveriam ser, na medida do possível, ao mesmo tempo formadores, mobilizadores e capacitadores;
- b. As especificidades de cada grupo impunham adaptação e variações dos instrumentos apropriados a cada realidade;



- c. Haveria uma contribuição para a superação de “vícios” que impediam o dinamismo dos atores locais, em particular a tendência à imobilização;
- d. Se propiciaria o aparecimento e fortalecimento de novos atores sociais e lideranças locais;
- e. Se permitiria a identificação dos interesses maiores da comunidade em contraposição aos conflitos pessoais imediatos;
- f. Haveria contribuição para a formação de consciência crítica capaz de levá-los à construção dos novos projetos a médio e longo prazos.

Essa estrutura organizacional nasceu, portanto, de uma concepção de sociabilidade cooperativa indispensável para a gestão de uma bacia hidrográfica de modo sistêmico, fundamentada tanto nos conhecimentos técnicos, quanto na busca pelo bem comum. Procurou-se, por meio do Grupo Gestor, a autêntica representatividade das comunidades, incluindo-se o encaminhamento de ações efetivas de melhoria da qualidade de vida, interiorização das noções de cidadania, e conseqüente participação ativa na busca de soluções para seus problemas sociais, econômicos e ambientais.

À dimensão organizacional foi acrescida a formação técnica e cidadã dos membros do Grupo Gestor por meio de diversas ações: acompanhamento de reuniões ordinárias, seminários, cursos de capacitação, acompanhamento da implantação das inovações tecnológicas na lavoura, realização de “Dias de Campo”, excursões técnicas e práticas de engajamento nas comunidades interessadas.

Nesse processo, a criação do Grupo Gestor também foi importante como:

- a. Um espaço onde os agricultores são parte importante do processo de elaboração e implantação do trabalho a ser desenvolvido na comunidade. A confiança do agricultor é simultaneamente um indicador da sua mobilização;
- b. Confiança em si próprio (autoconfiança) como condição fundamental para a aquisição de autonomia; a autoconfiança é ao mesmo tempo um indicador dessa autonomia;
- c. Confiança nos outros, sem a qual a formação de cooperação e sinergias é impossível; igualmente pode ser vista como um indicador de autonomia.

A partir da formação do Grupo Gestor em São José de Ubá, houve mudanças em seu quadro, mas deve-se notar que a pesquisa participativa obteve o surgimento de um novo ator social – o Grupo Gestor – a partir dos trabalhos de sensibilização, conscientização e motivação do protagonismo.

Sendo uma pesquisa multidisciplinar, o Projeto GEPAR/MBH – CT-HIDRO igualmente possuía frentes de atuação na cadeia produtiva dos produtos agrícolas das comunidades, com ações



de preservação e recuperação do meio ambiente, e em educação ambiental. Pesquisadores da Embrapa e da COPPE/UFRJ estiveram presentes em eventos, tais como a Festa do Tomate em São José de Ubá, com um estande onde se demonstrava um simulador de erosão e se explicava, com o auxílio de painéis impressos para a ocasião, as ações desenvolvidas.

Como mais um elemento congregador das comunidades em prol do desenvolvimento comunitário, cidadania e protagonismo social, foi elaborado, impresso e distribuído um “Boletim Informativo”, que teve cinco edições, onde se reportava o que estava sendo realizado em linguagem acessível para os produtores.

Observou-se o quanto os membros do Grupo Gestor, antes receosos de verbalizar suas necessidades nas reuniões com dinâmicas de grupo, começaram a conversar com o prefeito e demais autoridades, expondo as demandas de suas comunidades, como agentes plenos dos debates sobre o que seria melhor para o município de São José de Ubá. Ao mesmo tempo, os produtores se interessavam e se tornavam agentes ativos para a viabilização de um sistema de produção de tomate mais efetivo, visando à criação de condições para a melhora de sua remuneração e qualidade de vida.

4. Resultados alcançados no sistema de produção por meio da inovação tecnológica

Por meio da mobilização propiciada pelo Grupo Gestor, chegou-se ao sistema de produção do Tomate Ecologicamente Cultivado – Tomatec – que preconiza a utilização de técnicas adequadas de conservação de solo e água, cultivo por meio da otimização da mão-de-obra, da aplicação correta de insumos agrícolas e agrotóxicos (Manejo Integrado de Pragas – MIP e ensacamento dos frutos), e padronização do produto em função das exigências do mercado. A sinergia dessas ações possibilitou a produção sustentável, com aumento na produtividade e redução dos custos de produção. Consolidando-se o Tomatec, foi desenvolvido um protocolo que tem como objetivo estabelecer um programa de qualidade e de certificação de origem, utilizando-se diversas tecnologias para se obter um produto diferenciado, reduzindo-se o impacto ambiental devido ao uso de agrotóxicos e promovendo-se a recuperação dos mananciais hídricos.

Com essas ações, pretende-se que os produtores recebam um valor diferenciado pela produção do tomate. É necessário esclarecer que o Tomatec não é um tomate orgânico, pois o mesmo é produzido com a utilização de adubos minerais, mesmo que associados a adubos orgânicos.

Almeja-se que o produtor rural que utilize ou venha a utilizar o sistema de produção do Tomatec esteja conscientizado quanto à preservação ambiental, e que o ganho na produtividade de sua lavoura reforce e estimule essa atitude. Os sistemas de manejo de solo e água, pesquisados como sendo os mais adequados em relação às condições do município de



São José de Ubá, deverão assegurar esse diferencial na produtividade e conseqüentemente na renda. Em contrapartida, e também como exercício de uma nova atitude em relação à sua própria qualidade de vida, o produtor, com o Tomatec, colabora na preservação ambiental.

5. Conclusões

Pode-se dizer que a pesquisa participativa por meio do Grupo Gestor demonstrou sua efetividade para uma comunicação mais abrangente com os agricultores em torno de uma inovação tecnológica. A partir das ações realizadas, pode-se afirmar que a conscientização das comunidades é capaz de ser potencializada por meio da inovação técnico-científica, uma vez que seja respeitada a cultura local. Deve-se enfatizar que, no enfoque participativo adotado, a cultura do ator local dentro das comunidades não deve ser considerada como a cultura da pobreza, que deveria ser eliminada. Em sua cultura estão os símbolos do seu pertencimento, que o permitem ter uma identidade frente a um sistema social concentrador, excludente e discriminatório. A manutenção de sua identidade, como o lugar do valor irredutível de sua dignidade de pessoa e cidadão, é um fator de empoderamento. Cumpre observar que esse não será o direcionamento dos diversos arranjos político-institucionais opressores da individualidade, que se sucederam concomitantemente com a cultura do clientelismo e do patrimonialismo.

No *trabalhar junto*, implícito na pesquisa participativa, o pesquisador oferece o seu saber de forma complementar à vontade do produtor de ter uma vida mais digna. Desse modo, foi possível o aprendizado de melhores práticas de manejo e uso dos recursos solo e água. No caso do sistema de produção do tomate, diminuiu-se os custos de produção e ao mesmo tempo aumentou-se a produtividade. A potencialização da organização social, onde se incluiu o Grupo Gestor, forneceu suporte para a nova figura do produtor, que de forma pró-ativa exerce sua cidadania em prol da melhoria de suas condições de vida. Para esse ator social é básico haver integração e diálogo com os outros produtores, havendo o conseqüente fomento do associativismo rural.

O Grupo Gestor e demais aspectos trabalhados na pesquisa participativa em São José de Ubá, portanto, foram eficazes na inserção social da inovação técnico-científica como um fator de cidadania e empoderamento comunitário, em sintonia com o trabalho ambiental. Para o futuro, espera-se a multiplicação dos bons resultados obtidos para outros municípios que sofram de necessidades semelhantes.

BIBLIOGRAFIA

- Buber, M. (1987). "Sobre Comunidade". Perspectiva. São Paulo. 136 p.



Foro ibero-americano
de comunicação
e divulgação científica

Foro iberoamericano
de comunicación
y divulgación científica

- Freire, P. (1982). "Ação Cultural para a Liberdade". Paz e Terra. São Paulo. 149 p.
- Freire, P. (1984). "Educação e Mudança". Paz e Terra. São Paulo. 79 p.
- Freire, P. (2001). "Extensão ou Comunicação?" Paz e Terra. São Paulo. 93 p.
- Freire, P. (2006). "Pedagogia do Oprimido". Paz e Terra. São Paulo. 213 p.
- Guimarães Filho, C. (2000). "Metodologias de Experimentação com os Agricultores". Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília. 141 p.
- Moreira, R., Costa, L. (org.). (2002). "Mundo Rural e Cultura". Mauad Editora Ltda. Rio de Janeiro. 313 p.
- Petersen, P. & Romano, J. (org.) (1999). "Abordagens Participativas para o Desenvolvimento Local". AS-PTA/Actionaid-Brasil. Rio de Janeiro. 144 p.
- Thiollent, M. (2002). "Metodologia da Pesquisa-Ação". Cortez. São Paulo. 112 p.
- Weber, M. (1993). "Metodologia das Ciências Sociais". Cortez. São Paulo. Editora da Unicamp. Campinas. 660 p. 2 vol.

CICLAGEM DE CARBONO E DEGRADAÇÃO DE XENOBIÓTICOS EM SOLO RESIDUAL TROPICAL

Patricia Österreicher-Cunha*¹, Eurípedes do Amaral Vargas Jr.¹, Franklin dos Santos Antunes¹, Geórgia Peixoto Bechara Mothé¹, Priscilla Lopes da Silva Guimarães^{1,3}, Amanda Fabiana Baião Fernando¹, Jean Rémy Davée Guimarães² & Heitor Luiz da Costa Coutinho³

RESUMO

Processos microbianos em solos superficiais são extensamente estudados, visto seu papel na manutenção da fertilidade e da vida no planeta. Processos da zona vadosa de solos tropicais são menos conhecidos, e solos residuais brasileiros, que preservam a estrutura heterogênea da rocha-mãe, são diferentes dos solos sedimentares do hemisfério Norte, origem de grande parte da pesquisa nessa área. A heterogeneidade solo residual jovem do estudo gera uma diferenciação na microbiota, relevante na ciclagem de nutrientes e na degradação do carbono natural e xenobiótico. O estado metabólico da microbiota, responsável pela ciclagem de carbono, permite monitorar a biodegradação; porém, ambiente e solo são determinantes na distribuição, composição e atividade microbianas, evidenciando a necessidade de avaliar o solo como suporte para a microbiota. Diferentes capacidades degradadoras microbianas dependem da disponibilidade de nutrientes, água e oxigênio necessários para sua sobrevivência. O estudo relaciona as características das feições de solo às da microbiota, ligando biomassa e atividade microbianas com teor, disponibilidade e utilização do C, e com as características físico-químicas do solo. A feição arenosa, com menor atividade, menos C e água, suporta uma microbiota mais eficiente na assimilação do C, apresentando também melhor potencial degradador de óleo e gasolina.

ABSTRACT

Microbial processes in superficial soils are extensively studied given their role in soil fertility and life on our planet. Processes in the vadose zone of tropical soils are less understood; moreover, Brazilian residual soils preserve the structure of the mother rock, being different from sedimentary soils of the North hemisphere, where most of research is conducted. The heterogeneity of the young residual soil of this study causes a differentiation in the microbiota, an important property for nutrient cycling of natural and xenobiotic carbon. Microbial metabolic state informs on biodegradation processes, microbial populations being responsible for most of carbon cycling; however, environment and soil rule microbial distribution, composition and activity, hence the need to evaluate soil as a support for microbial growth. Degrading capacities differ with populations, which depend on nutrient, water and oxygen availability for their survival. This research relates the characteristics of soil facies to those of the microbiota, linking biomass and activity to carbon amounts, availability and use, as well as microbial distribution to soil physical-chemical characteristics. The sandy facies, bearing less activity, carbon and water content, supports a more efficient microbiota concerning carbon assimilation, also presenting a better potential for crude oil and gasoline degradation.

PALAVRAS-CHAVE solo residual, ciclagem de carbono, hidrocarbonetos de petróleo

1 Departamento de Engenharia Civil – PUC-Rio. Rua Marquês de São Vicente 225-301L, 22451-900 Rio de Janeiro, Brasil. osterr@esp.puc-rio.br

2 Inst. de Biofísica Carlos Chagas Filho, UFRJ. Bloco G, CCS, Ilha do Fundão, 21941-902 Rio de Janeiro. jeanrdg@biof.ufrj.br

3 Centro Nacional de Pesquisa de Solos, EMBRAPA-Solos, R. Jardim Botânico 1024, 22460-000 Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

heitor@cnpes.embrapa.br

1 - INTRODUÇÃO

Bactérias e fungos do solo têm um papel primordial nos ciclos bio-geo-químicos e são os responsáveis pela ciclagem dos compostos orgânicos no ambiente. Microrganismos do solo também influenciam os ecossistemas na superfície pela sua contribuição para a manutenção da fertilidade do solo, a nutrição e a saúde dos vegetais, assim como na estrutura do solo. Devido a este cenário, solos superficiais são tradicionalmente mais estudados por diversas disciplinas, apesar da quantidade significativa de biomassa encontrada na sub-superfície. Assim sendo, a zona que se estende da rizosfera até o aquífero, ou zona vadosa, tem sido pouco estudada e os processos são ainda pouco conhecidos, em todos os aspectos [1] [2], e em particular no que diz respeito a solos tropicais. A necessidade de elucidar alguns fenômenos importantes na área de geotecnia levou ao estudo do papel da química e da mineralogia nas propriedades e no comportamento de solos; no entanto, poucos estudos avaliaram a extensão, a importância e a utilidade dos processos biológicos na geo-engenharia. Considerando os avanços recentes da microbiologia ambiental, torna-se relevante avaliar a importância de estudos nas interfaces entre geotecnia e biologia que podem ser úteis na pesquisa e na prática da engenharia ambiental [3][4].

Solos residuais jovens apresentam frequentemente vestígios da estrutura da rocha-mãe que lhes deu origem. Segundo seu grau de intemperismo, sua heterogeneidade pode ter grande importância no que diz respeito à distribuição de ar e água, o que influencia diretamente a distribuição de oxigênio e nutrientes disponíveis para as populações microbianas autóctones. A relação da distribuição espacial de populações e atividade microbianas com a composição mineralógica e a estrutura de solos tropicais ainda é pouco investigada até o momento [5][6]. Outrossim, solos residuais brasileiros têm características diferentes dos solos sedimentares do hemisfério Norte, onde se faz grande parte da pesquisa nessa área.

Outro aspecto é crucial em uma das mais importantes questões presentes e futuras do mundo industrializado: o papel dos sistemas biológicos, e em particular dos microrganismos, na solução dos problemas de contaminação ambiental. De fato, devido a sua função de ciclagem da matéria orgânica natural, a microbiota ambiental tem a capacidade de seqüestrar e degradar compostos xenobióticos, usando-os como substrato para seu metabolismo. Em particular, a atenuação natural vem sendo muito utilizada na remediação de áreas contaminadas, dando considerável importância aos processos envolvidos na biodegradação de contaminantes. Assim sendo, avaliar o estado metabólico da microbiota permite monitorar processos de biodegradação [7][5]. No entanto, as condições ambientais, assim como a composição e estrutura do solo, são determinantes na distribuição, composição e atividade da microbiota, evidenciando a necessidade de avaliar o solo como suporte para seu crescimento [8][9][10][11][12].

2 - OBJETIVOS

O estudo descreve as principais feições de um solo residual jovem do Rio de Janeiro sob enfoque mineralógico, químico e geotécnico, relacionando essas características às da população microbiana, com o objetivo de avaliar os efeitos das condições climáticas sobre as propriedades do solo e como eventuais modificações neste podem afetar os parâmetros microbianos e, conseqüentemente, a ciclagem do carbono. O potencial de degradação de alguns hidrocarbonetos de petróleo (HCPs) foi avaliado em ambas as feições estudadas.

3 - METODOLOGIA

3.1 - Solo

Trata-se de um solo residual jovem de rocha metamórfica de gnaiss, coletado em um perfil de intemperismo da região metropolitana do Rio de Janeiro. As estruturas e características da rocha mãe são encontradas no solo, o qual apresenta grande heterogeneidade na profundidade do estudo (3 m). Duas principais feições, uma siltosa (S) e outra arenosa (A), são encontradas, conforme descrito anteriormente [13]. As feições estão dispostas em áreas extensas, cobrindo vários metros, onde foram feitas as coletas e medidas.

3.2 - Coletas

Aconteceram ao longo de dois anos, em um talude da rodovia Washington Luís, Duque de Caxias. Os solos foram retirados na profundidade de aproximadamente 3m, em diferentes épocas do ano, contemplando situações climáticas diversas. Foram coletadas duas amostras de solo siltoso e duas de arenoso, sempre retiradas dos mesmos locais.

3.3 - Caracterização

A caracterização geotécnica (granulometria, limites de liquidez e porosidade) seguiu as normas da ABMS. A mineralogia dos solos foi feita no CNPS, Embrapa-Solos. Medidas de carbono disponível (Cdisp) foram determinadas segundo o método de oxidação com permanganato de potássio [14][15].

A permeabilidade e as curvas características foram determinadas no campo, nas duas feições, com tensiômetro e permeâmetro de Guelph (Soil Moisture).

O potencial microbiano de degradação foi avaliado por medidas de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) [16][17], enquanto a atividade de incorporação de leucina tritiada [18] forneceu informações sobre a capacidade de síntese protéica da microbiota. Medidas de biomassa bacteriana (Cmic) foram feitas pelo método de fumigação-extração [19][20].

3.4 - Degradação de xenobióticos

O potencial degradador de cada feição foi avaliado para dois hidrocarbonetos de petróleo (HCPs) de grande importância ambiental: óleo cru (MF380) e gasolina, sem e com etanol (20% v/v de etanol, conforme utilizada no Brasil).

A biodegradabilidade dos compostos foi determinada mediante adaptação da metodologia do teste CEC L-33-A-93 [21][22]. A população cultivável autóctone sofreu bioaugmentação no laboratório, mediante incubação por 48 horas em meio de cultura, resultando em uma suspensão de 10^8 células/mL de meio. Amostras de cada feição de solo foram incubadas na presença dos contaminantes após a inoculação da suspensão microbiana e o ajuste da umidade para 50% da capacidade de campo. A degradação intrínseca e a final foram determinadas nos 10º e 30º dias de incubação, respectivamente. Foram feitos 4 testes no total.

As análises de óleo foram feitas por gravimetria, após extração com solução de clorofórmio-metanol 1:1, segunda adaptação de Diaz-Ramirez et al [23].

Foi determinado igualmente o Número Mais Provável (NMP) de bactérias degradadoras desses compostos em cada feição, o que permite quantificar as estirpes cultiváveis com capacidade de utilizar os xenobióticos como fonte de carbono e energia, promovendo dessa forma sua degradação. A metodologia utilizada foi descrita por Braddock & Catterall [24]: amostras de solo foram incubadas em microplacas com meio mineral mínimo, na presença de óleo cru, de gasolina e de gasolina com etanol.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados mostram a relação da biomassa e atividade microbianas com teor, disponibilidade e utilização do C, assim como a relação entre sua distribuição nas duas feições e as características físico-químicas do solo.

Amostras moldadas e indeformadas coletadas para análises mostram a presença de duas feições principais, uma siltosa e outra arenosa, a primeira sendo predominante na profundidade da coleta. Ambas as feições apresentam baixos teores de argilas e de carbono orgânico. O solo apresenta camadas alternadas com porosidade e permeabilidade diferenciadas, provenientes da rocha-mãe, rica em biotita e feldspato.

Na tabela 1 são apresentados os índices físico-químicos de cada uma das feições, evidenciando as granulometrias diferenciadas que caracterizam as classificações de arenosa e siltosa. Na feição arenosa, de coloração mais clara, alguns pontos pretos indicam a presença de óxido de manganês. Além do quartzo, é constituída de feldspato potássio e biotita em várias fases de alteração. A feição siltosa, mais homogênea, tem coloração avermelhada com resíduos da rocha

original, componentes esbranquiçados e esverdeados. A figura 1 mostra as curvas granulométricas diferenciando as duas feições: um solo siltoso, com um teor médio de 72% de finos, o outro arenoso, contendo em média 57% de areia. Uma observação importante é o índice de vazios um pouco maior no solo siltoso, sendo este um solo mal graduado, como observado na curva granulométrica (Fig. 1). Observa-se em geral uma diferença na umidade, a qual varia segundo a época de coleta, oscilando entre 5 e 12 pontos percentuais, sendo o índice de plasticidade o que mais se diferencia.

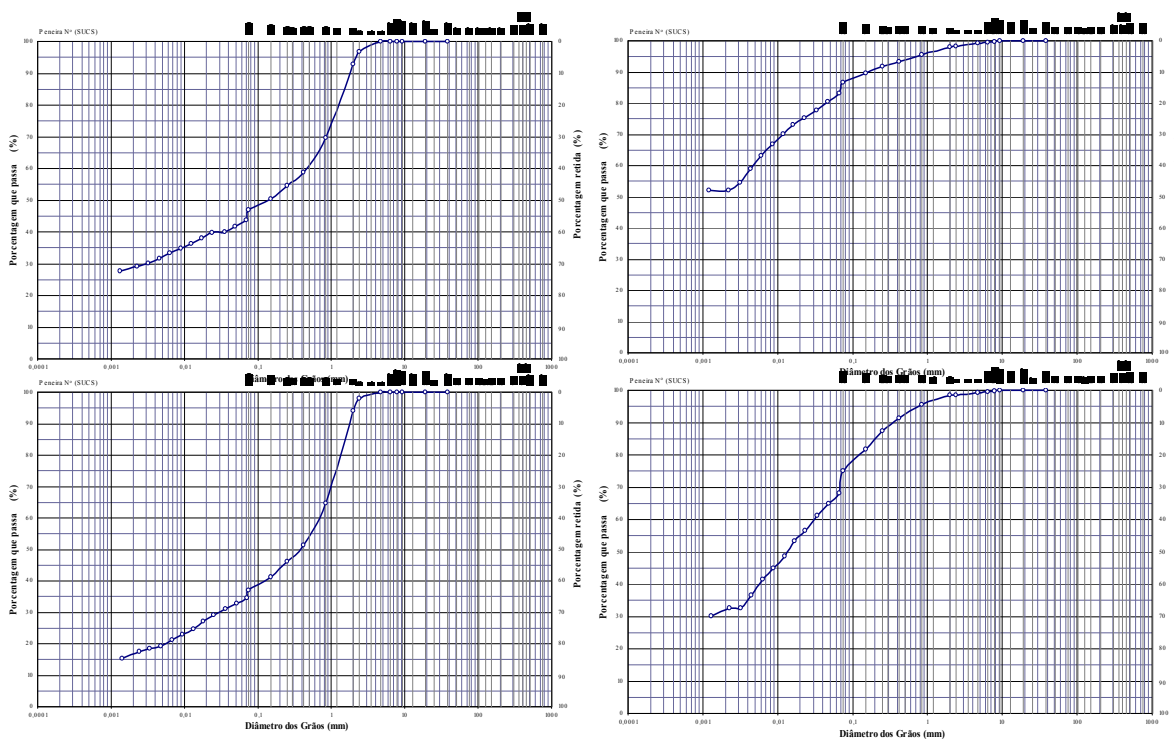


Figura 1 – Curvas granulométricas das duas feições (arenosas à esquerda, siltosas à direita)

As diferenças observadas na mineralogia não se apresentam significativas em geral, com exceção do ferro. Já o C_{disp} mais importante na feição siltosa é relevante.

As variações climáticas ao longo dos dois anos, essencialmente, variações na pluviosidade e na temperatura externa, não parecem gerar modificações importantes nas características físico-químicas do solo, evidenciando a proteção do ambiente subterrâneo às variações das condições climáticas. As coletas que sucederam a épocas de muita chuva foram as de janeiro de 2007 e de

As curvas características das duas feições (Fig. 3) mostram a maior permeabilidade do solo arenoso; a retenção maior da água no solo siltoso leva a velocidades menores no campo nessa feição [25] quando o solo está saturado. Os efeitos da velocidade da água e da permeabilidade do solo têm um papel crucial no transporte de nutrientes e de microrganismos, assim como na sobrevivência destes últimos, seja quando em suspensão na fase líquida ou quando fixos na superfície do meio poroso. No entanto, em condições não saturadas, observa-se uma inversão nessa propriedade, o solo

siltoso apresentando maior permeabilidade quando não saturado do que o arenoso (Fig. 3; tabela 2). Essa característica, freqüente em solos residuais, pode levar a uma alteração no ambiente do solo em função da intensidade das precipitações: enquanto as condições forem não saturadas, o solo arenoso tenderá a reter mais a água que entra no solo, propiciando condições diferentes para a microbiota em relação à feição siltosa.

Tabela 1 – Características físicas e mineralogia das duas principais feições do solo.

arenosas A		siltosas S		
média	dv pad	média	dv pad	
0,000	0,000	0,000	0,000	Pedregulho Grosso
0,014	0,024	1,144	1,387	Pedregulho Médio
5,765	0,639	1,693	0,978	Pedregulho Fino
33,73	1,593	4,357	0,750	Areia Grossa
12,69	1,414	5,327	2,710	Areia Média
10,20	3,064	14,17	5,853	Areia Fina
16,83	6,083	31,38	7,067	Silte
20,78	6,174	40,92	13,04	Argila
53,75	3,754	69,98	8,636	Limite de Liquidez
32,91	1,665	44,07	0,086	Limite de Plasticidade
20,85	2,089	25,91	8,722	Índice de Plasticidade
44,93		48,03		Porosidade *
0,82		0,93		Índice de vazios *
2,638	0,003	2,769	0,001	densidade média dos grãos: Gs
2,642	0,003	2,774	0,001	dens. relativa média dos grãos: Gds
4,9		4,6		pH
0	0	0	0	Ca ²⁺
2,83	0,408	2,5	0,548	Mg ²⁺
0,02	0,009	0,01	0,000	K ⁺
0,05	0,035	0,073	0,111	Na ²⁺
0,333	0,052	0,267	0,052	soma: S
0,967	0,441	0,85	0,345	Al ³⁺
1,433	0,509	2,467	0,441	H ⁺
3,133	1,359	3,583	0,496	soma: T
0,925	0,236	1,25	0,173	Corg
0,15	0,058	0,2	0,000	N
7	3,651	6	1,155	C / N
1,5	0,548	1,167	0,408	P assimilável
164	43,3	259,8	27,79	SiO ₂
226,5	28,75	238,8	8,539	Al ₂ O ₃
39,5	12,91	120	8,679	Fe ₂ O ₃
2,1	1,182	14,33	4,13	TiO ₂
0,233	0,059	0,7	0	K ₂ O ₅
0,05	0,071	0,2	0	MnO
1,218	0,198	1,845	0,159	Ki = SiO ₂ /Al ₂ O ₃
1,098	0,188	1,395	0,101	Kr = SiO ₂ /R ₂ O ₃
9,688	2,685	3,13	0,2	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃
0,158	0,036	0,334	0,178	Cdisp

Épocas de precipitações intensas (novembro/06 e janeiro/07) acarretam mudanças no teor de água dos solos (fig. 4), mais acentuadas e persistentes no siltoso. Solos arenosos apresentam, em

geral, menor teor de umidade do que solos mais orgânicos e/ou mais finos. As duas feições estudadas apresentam essa propriedade quando em condições saturadas, conforme mencionado: o solo deste estudo apresenta uma inversão dessa propriedade quando não saturado (fig.3), conforme determinado nas medidas de campo, e a feição arenosa tende a reter mais a água, diminuindo sua velocidade na matriz do solo, o oposto ocorrendo na feição siltosa.

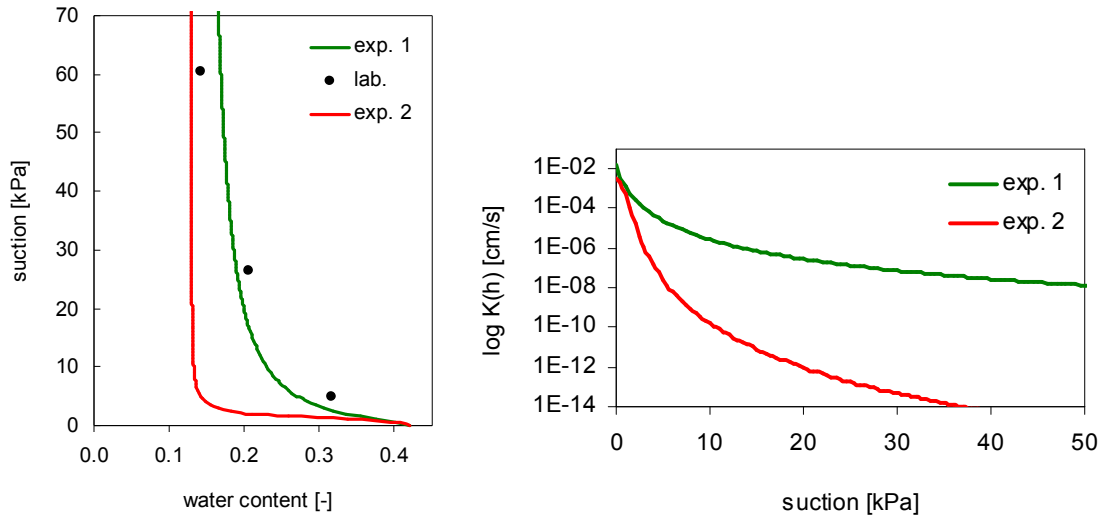


Figura 3 - Curvas características: solos saturados (esquerda) e não saturados (direita) - exp 1 = solo siltoso; exp2 = solo arenoso.

Tabela 2. Parâmetros do modelo de Van Genuchten estimados (Velloso, 2006)

Parâmetros	Solo siltoso	Solo arenoso
qr [-]*	0,13	0,13
qs [-]*	0,42	0,42
a [cm-1]	0,086	0,071
n [-]	3,17	1,53
ks [cm/s]	$3,04 \times 10^{-3}$	$1,67 \times 10^{-2}$

*parâmetros fixos

No estudo conduzido no talude, as condições não saturadas prevaleceram; em épocas de grande pluviosidade, no entanto, enquanto o solo arenoso permaneceu não saturado, o solo siltoso atingiu praticamente a condição de saturado (janeiro/07, fig. 4), passando a apresentar maior retenção da água. Com o aumento do aporte de água da superfície, ambos os solos tiveram sua umidade aumentada (fig.4), sendo esse aumento mais acentuado proporcionalmente no solo arenoso. O solo arenoso apresenta então, nesse caso, melhores condições de umidade assim como de retenção de nutrientes carregados da superfície; enquanto o solo siltoso passa igualmente a reter

mais água devido a estar perto da saturação. No entanto, não há aumento na disponibilidade do carbono no solo arenoso (fig.5), enquanto o C_{disp} aumenta consideravelmente no solo siltoso, provavelmente por este ter maior quantidade de C total. O aumento da umidade se traduz por um aumento da atividade degradadora em ambos os solos (fig. 6), mais acentuado no arenoso. No entanto, a atividade de síntese protéica aparece menor após o período de chuva (fig. 7), assim como a biomassa (fig. 8), sugerindo uma queda na eficiência da microbiota na assimilação do carbono.

Seria possível também que o carbono disponibilizado com o aumento de umidade e de atividade degradadora tenha sido utilizado ou imobilizado na matriz do solo pela microbiota [26], o que poderia se traduzir por uma atividade de síntese protéica e/ou uma biomassa aumentadas [8][11][27][28], o que não foi observado. Esse resultado vai ao encontro dos resultados anteriores, sugerindo que a retenção maior de água no solo arenoso estimula a microbiota, porém poderia de alguma forma impactar a assimilação do C, talvez pela circulação de água, logo, de nutrientes, diminuída. A atividade aumentada sem aumento de síntese protéica nem de biomassa sugere uma alocação do C no solo, a qual ocorreria em épocas de maior umidade. Estudos mais focados podem vir a esclarecer essa questão.

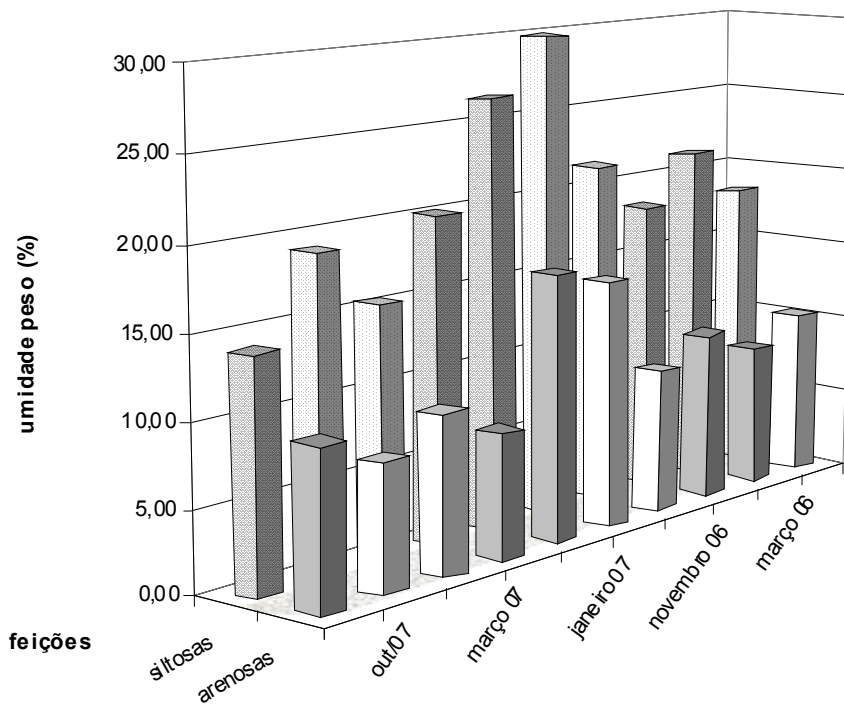


Figura 4 – Umidade em peso nas feições de solo.

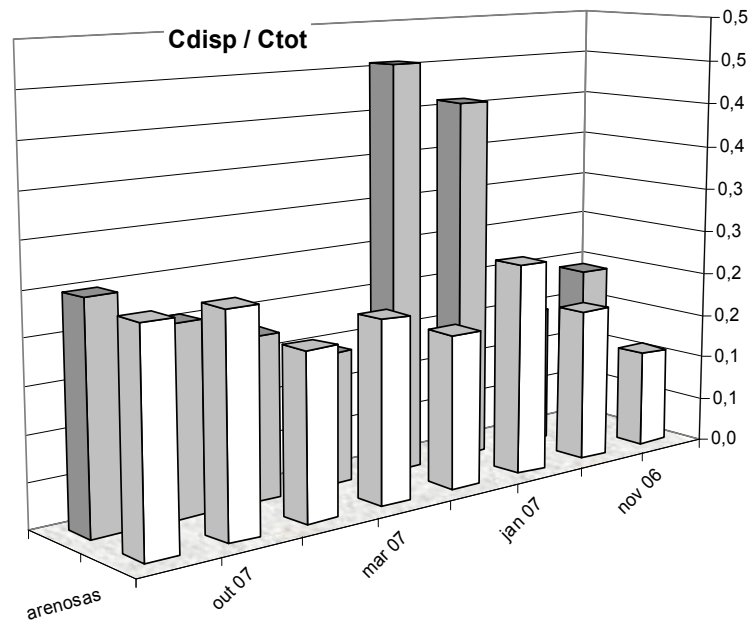


Figura 5 – Relação C disponível / C total nos solos

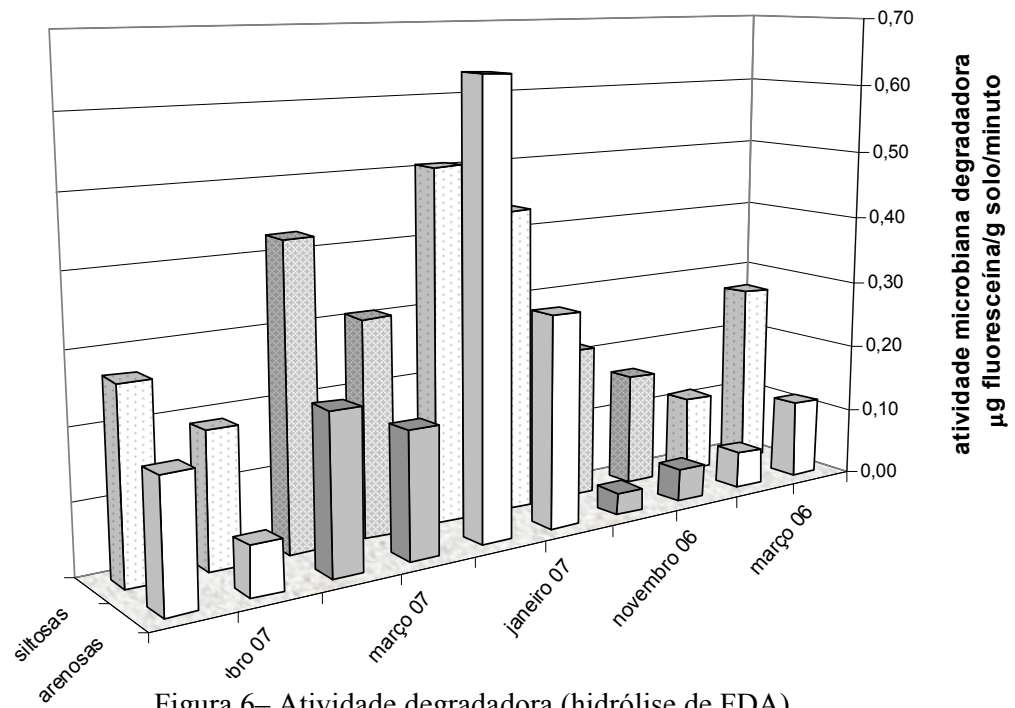


Figura 6– Atividade degradadora (hidrólise de FDA)

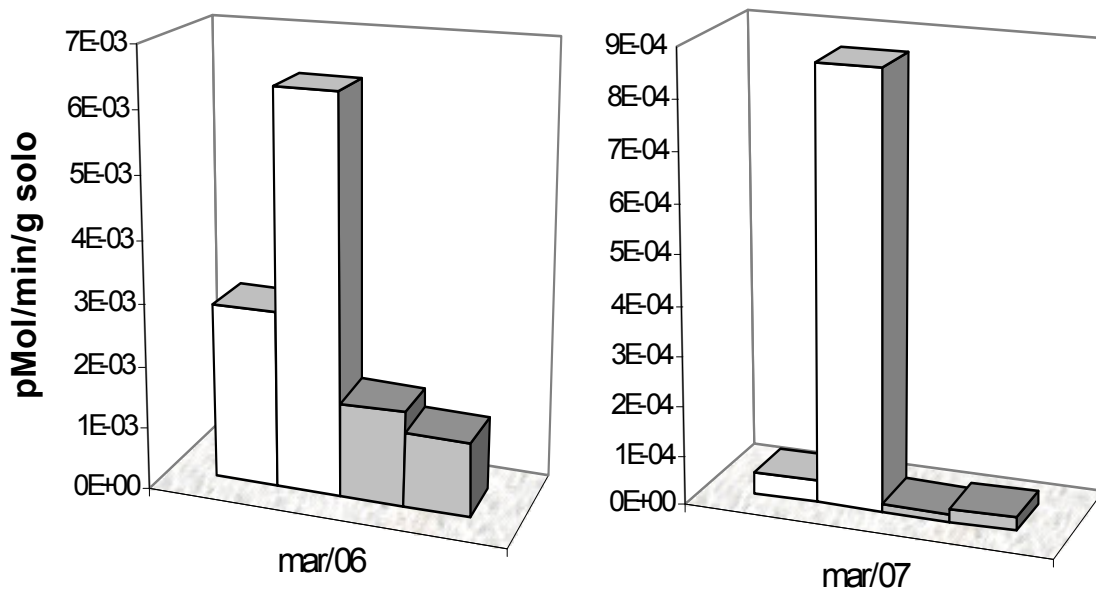


Figura 7 – Atividade de síntese protéica (incorporação de leucina)

As medidas de biomassa (fig. 6), em geral mais elevadas na feição siltosa, mostram o efeito da umidade mas não apresentam correlação com o C_{disp} . A biomassa cai em ambos os solos após épocas de maior umidade do solo (março/07), apresentando igualmente uma inversão em relação a épocas de menos chuva, com maior biomassa na feição siltosa. A feição arenosa, apesar de sua menor atividade degradadora, menor teor de C orgânico e de água, suporta uma microbiota mais eficiente na assimilação do C, o qual está proporcionalmente mais disponível e mais alocado na biomassa em épocas de menor pluviosidade (março/06), conforme mostra o quociente microbiano (Q_{mic} – tab. 3), fatores possivelmente ligados à melhor distribuição de ar e às velocidades menores de água e, conseqüentemente, de nutrientes. Em épocas de maior umidade do solo, após períodos de chuva intensa (março e outubro/07) o quociente microbiano mostra maior quantidade de C alocado na biomassa do solo siltoso.

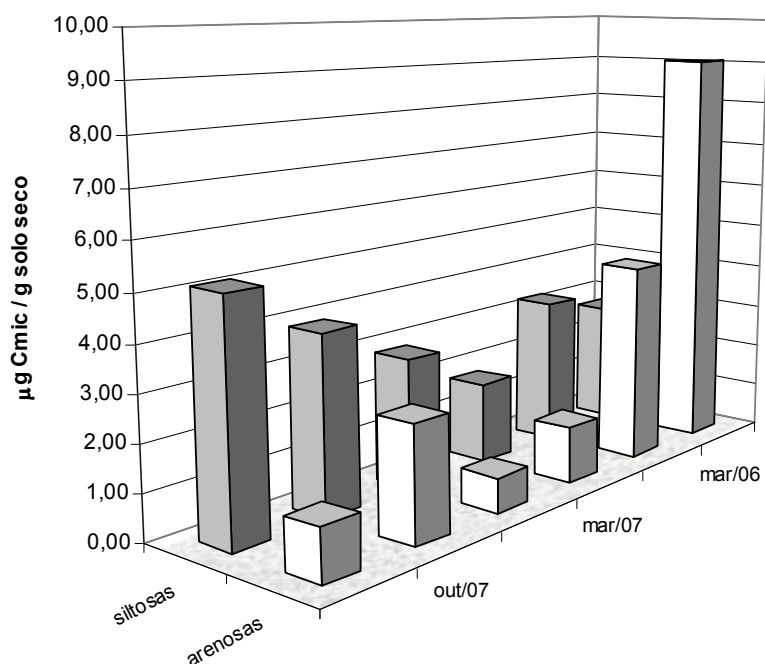


Figura 8 – Biomassa microbiana

Tabela 3 – Quociente microbiano

	arenosas	siltosas
março 06	11,10	2,00
março 07	5,44	2,399
outubro 07	1,55	1,31
	0,928	2,098
	1,577	2,829
	1,187	3,710

A determinação do NMP (tab. 4) apresenta populações cultiváveis degradadoras em ambas as feições para os HCPs estudados (óleo cru, gasolina e gasolina-etanol). Observa-se a população heterotrófica cultivável três ordens de grandeza mais elevadas do que as degradadoras de gasolina (sem e com etanol), e quatro ordens de grandeza maior do que as cultiváveis degradadoras de óleo, mostrando o impacto da contaminação sobre a população, maior no caso do óleo, assim como a seleção de populações especializadas. Em todos os casos de contaminação, as feições arenosas apresentaram populações cultiváveis mais elevadas, sugerindo maior número de estirpes menos especializadas. Foram observadas também populações menores nos solos contaminados com gasolina-etanol em relação aos com gasolina. Este resultado poderia ser devido à degradação constitutiva do etanol; de fato, esta ocorre de imediato e não requer a ativação nem síntese de enzimas específicas, enquanto a degradação dos BTEX apresenta uma fase de adaptação da

microbiota [29][30]. Devido a esse atraso na iniciação da degradação da gasolina o etanol está presente, no período de incubação da análise (5 dias), seria possível não haver tempo para o desenvolvimento total da população degradadora de BTEX quando. A população mais baixa de degradadores de óleo cru desenvolvida na análise pode ser devido à natureza mais pesada e mais tóxica desse contaminante, demandando mais tempo para a adaptação da microbiota, que, no entanto, é degradável pelas populações autóctones do solo estudado [31].

Tabela 4 – Número Mais Provável de populações degradadoras cultiváveis em solo não contaminado e em amostras contaminadas com HCPs (UFC x g⁻¹ de solo)

Heterotróficos totais		Degradadores BTEX		Degradadores BTEX-etOH		Degradadores óleo MF 380	
			média		média		média
S1	1,6 x 10 ⁵	412,5	700	287,5	350	25	30
S2		987,5		412,5		35	
A1		1750	1162,5	412,5	800	160	99
A2		575		1187,5		38	

Os ensaios de biodegradação do óleo MF 380 mostraram que ambas as feições têm populações com um bom potencial para a degradação, sendo, no entanto, a feição arenosa a que suporta uma população mais eficiente, conforme já observado para a utilização do C natural.

A tabela 5 mostra a biodegradabilidade intrínseca, primária e final de óleo cru de cada feição, com a degradação mais rápida na feição arenosa. O óleo apresenta rápida biodegradabilidade na feição arenosa somente (>40% de degradação em 10 dias), enquanto nenhuma das duas feições apresentou biodegradabilidade final satisfatória para esse composto (< 80% de degradação em 30 dias). Ambas as feições têm capacidade intrínseca para a degradação do óleo (entre 20 e 70% de degradação em 30 dias)

Tabela 5 – Teores de óleo cru (MF380) nos ensaios de biodegradabilidade (média ± 1 desvio padrão)

	início	10 dias	30 dias	% degradação	
				10 dias	30 dias
A1	6330 ± 685,8	3727,3 ± 1962	2997 ± 2001	41,12	52,65
A2	6156 ± 198,0	3375,3 ± 1747	2823 ± 1469	45,17	54,14
S1	5973 ± 861,4	6091 ± 1009	3582 ± 1835	0,00	40,03
S2	6283 ± 1851	5528 ± 800	3856 ± 2060	12,02	38,63

5 - CONCLUSÕES

O estudo mostra que a granulometria do solo parece ser, na área estudada, um fator determinante na influência sobre a distribuição e a intensidade da atividade microbiana, devido ao seu papel na retenção e circulação de água assim como na aeração das diferentes feições do solo. Assim sendo, a feição de solo mais arenosa, mesmo com menor quantidade de C orgânico, abriga uma população microbiana mais eficiente na utilização do carbono e sua incorporação na biomassa microbiana, em épocas de menos chuva, o contrário acontecendo quando o solo recebe mais água.

Ambas as feições apresentam potencial para degradar gasolina e gasolina com etanol, assim como para degradar óleo cru. A determinação de populações cultiváveis, heterotróficas e degradadoras, apesar de suas reconhecidas limitações, fornecem informações que podem ser relevantes em uma avaliação preliminar de uma situação de contaminação, em função, inclusive, do tipo de solo envolvido.

A integração inovadora de áreas que contemplam o meio ambiente, geotecnia, microbiologia de solo, geologia, química e agronomia, mostra a importância dessas interfaces, enquanto estudos multi-disciplinares fornecem ângulos diversos para uma melhor compreensão dos processos ambientais.

6 - AGRADECIMENTOS

A Marcio Miranda e Branca Delmonte pela ajuda com as análises de incorporação de leucina e de biomassa, respectivamente; Amaury Fraga pelo apoio no campo e nos ensaios; às agências financiadoras: CNPq, Faperj e PRONEX.

7 - BIBLIOGRAFIA

- [1] Fredrickson, J. K., Li, S. W., Brockman, F. J., Haldeman, D. L., Amy, P. S. & Balkwill, D. L. 1995. Time-dependent changes in viable numbers and activities of aerobic heterotrophic bacteria in subsurface samples. *J. Microbiol. Meth.* 21, 253-265.
- [2] Krumholz, L.R. (2000) Microbial communities in the deep subsurface. *Hydrogeol. J.* 8:4-10.
- [3] Holden, P.A. & Fierer, N. (2005) Microbial processes in the vadose zone. *Vadose Zone J.* 4, 1-21.
- [4] Mitchell, J.K. & Santamarina, J.C. (2005) Biological considerations in geotechnical engineering. *J. Geotechn. Geoenviron. Eng.* ASCE 31(10) 1222-1233.
- [5] Ladd, C.N., Foster, R.C., Nannipieri, P. & Oades, J.M. (1996) Soil structure and biological activity. In: G. Stotzky & J.-M. Bollag, eds., *Soil Biochemistry* vol. 9. Marcel Dekker, New

York, pp23-78.

- [6] Murphy, E. M. & Ginn, T. R. (2000) Modeling microbial processes in porous media. *Hydrogeol. J.* 8:142-158.
- [7] Anderson, T.-H. (2003) Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agric. Ecosyst. Environ.* 98, 285-293.
- [8] Blume, E., Bischoff, M., Reichert, J. M., Moorman, T., Konopka, A. & Turco, R. F. (2002) Surface and subsurface microbial biomass, community structure and metabolic activity as a function of soil depth and season. *Appl. Soil Ecol.* 20, 171-181.
- [9] Brockman, F.J. & Murray, C.J. (1997) Subsurface microbiological heterogeneity: current knowledge, descriptive approaches and applications. *FEMS Microbiol Rev* 20, 231-247.
- [10] Fierer, N., Schimel, J.P. & Holden, P. A. (2003) Variations in microbial community composition through two soil depths profiles. *Soil Biol. Biochem.* 35, 167-176.
- [11] Ranjard, L. & Richaume, A. (2001) Quantitative and qualitative microscale distribution of bacteria in soil. *Res. Microbiol.* 152, 707-716.
- [12] Waldrop, M. P., Balser, T. C. & Firestone M.K. (2000) Linking microbial community composition to function in a tropical soil. *Soil Biol. Biochem.* 32, 1837-1846.
- [13] Österreicher-Cunha, P., Vargas Jr., E. A., Guimarães, J. R. D., de Campos, T. M. P., Nunes, C. M. F., Costa, A., Antunes, F. S., Pais da Silva, M. I. & Mano, D. M. (2004) Bioventing of a gasoline-ethanol contaminated undisturbed soil. *Journal of Hazardous Materials* 110, 63-76.
- [14] Blair, G.J., Lefroy, R.D.B. & Lisle, L. (1995) Soil carbon fractions based on their degree of oxidation and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Aust. J. Agric. Res.* 46, 1459-1466.
- [15] Tirol-Padre A & Ladha, JK. (2004) Assessing the Reliability of Permanganate-Oxidizable Carbon as an Index of Soil Labile Carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:969-978.
- [16] Adam, G. & Duncan, H. (2001) Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbial activity using fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils. *Soil Biol. Biochem.* 33:943-951.
- [17] Green V.S., Stott D.E., Diack M. (2006) Assay for fluorescein diacetate hydrolytic activity: Optimization for soil samples. *Soil Biology & Biochemistry* 38 (2006) 693-701.
- [18] Miranda, MR, Guimarães JRD, Coelho-Souza AS. (2007) [³H]leucine incorporation method as a tool to measure secondary production by periphytic bacteria associated to the roots of floating aquatic macrophytes. *Journal of Microbiological Methods* 71(1) 23-31.
- [19] Grace, C., Hart, M. & Brookes P.C. (2003) *Laboratory Manual of the Soil Microbial Biomass Group*. Rothamsted Research.
- [20] Jörgensen, R. G. & Brooks, R. G. (1990) Ninhidrin-reactive nitrogen measurements of

- microbial biomass in 0,5 M K₂SO₄ soil extracts. *Soil Biol. Biochem.* 22,1023-1027.
- [21] Battersby, N.S. & Morgan, P. (1997) A note on the use of the CEC L-33-A-93 test to predict the potential biodegradation of mineral oil based lubricants in soil. *Chemosphere* 35(8) 1773-1779.
- [22] Haus, F., German, J., & Junter, G.-A. (2001) Primary biodegradability of mineral base oils in relation to their chemical and physical characteristics. *Chemosphere* 45, 983-990.
- [23] Diaz-Ramirez, I.J.; Ramirez-Saad, H.; Gutierrez-Rojas, M. & Favela-Torres, E. (2003) Biodegradation of Maya crude oil fractions by bacterial strains and a defined mixed culture isolated from *Cyperus laxus* rhizosphere soil in a contaminated site. *Canadian Journal of Microbiology* 49 (12) 755-761.
- [24] Braddock J.F. & Catterall, P.H. (1999) A Simple Method for Enumerating Gasoline- and Diesel-Degrading Microorganisms CRC Press LLC.
- [25] Velloso, R., Vargas Jr., E.A. & Barros fo., G.C. (2006) Desenvolvimento de procedimentos de campo para a determinação de propriedades hidráulicas de solos saturados/não saturados. XIII Cobramseg, Curitiba.
- [26] Jardine, P.M., Mayes, M.A., Mulholland, P.J., Hanson, P.J., Tarver, J.R., Luxmoore, R.J., McCarthy, J.F. & Wilson, G.V. (2006) Vadose zone flow and transport of dissolved organic carbon at multiple scales in humid regimes. *Vadose Zone J.* 5, 140-152.
- [27] Wang, WJ, Dalal, RC, Moody, PW & Smith, CJ. (2003) Relationships of soil respiration to microbial biomass, substrate availability and clay content. *Soil Biol Biochem* 35, 273-284.
- [28] Yang, C., Yang, L. & Ouyang, Z. (2005) Organic carbon and its fractions in paddy soil as affected by different nutrient and water regimes. *Geoderma* 124, 133-142.
- [29] Corseuil, H., Hunt, C., Ferreira dos Santos, R. C. & Alvarez, P. J. J. (1998) The influence of the gasoline oxygenate ethanol on aerobic and anaerobic BTX degradation. *Water Res.* 32(7) 2065-2072.
- [30] Österreicher-Cunha, P., Guimarães, J. R. D., Vargas Jr., E. A. & Pais da Silva, M. I. (2006) Studies of biodegradation processes of BTEX-ethanol mixture in tropical soil. *Water Air and Soil Pollution*, 181 (1-4), 303-317.
- [31] Tapajós, P.A. & Österreicher-Cunha, P., Guimarães, Miranda, M. R., J. R. D., Pais da Silva, M. I. & de Campos, T. M. P. (2005) Aspectos microbiológicos da biodegradação de óleo cru em solo tropical. 23 a Conferência de Engenharia Sanitária e Ambiental, VI 241.

Mapeamento do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio São Domingos, RJ

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo¹
Marcelo Bueno de Abreu²

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico, 1024 – 22460-000 – Rio de Janeiro- RJ, Brasil
efidalgo@cnpq.embrapa.br

²Universidade Federal do Rio de Janeiro- UFRJ- Instituto de Geociências
Avenida Brigadeiro Trompovsky, s.n.- Rio de Janeiro- RJ, Brasil
buenodeabreu@yahoo.com.br

Abstract. The São Domingos River watershed, part of the Paraíba do Sul River watershed, has insufficient water supply during periods of low rainfall, a result of the disorderly process of land occupation. This study aimed to survey land use and land cover in the São Domingos River watershed. The main classes of land use and land cover was mapped, in addition the main cultivated areas were georeferenced for the summer and winter in the agricultural year 2004/2005, and the areas of permanent preservation (APP) were bounded. Pasture predominates in the watershed, it covers 88.30% of its area, and Natural Vegetation covers 9.24% of the watershed area. The results showed the lack of protection of most of the APP which lost the most of its forest cover and is partly occupied by intensive agricultural.

Palavras-chave: land use/land cover, remote sensing, protected areas, uso e cobertura da terra, sensoriamento remoto, áreas de preservação permanente.

1. Introdução

O presente estudo está inserido no projeto PRODETAB-Aquíferos, coordenado pela Embrapa Solos, que visa desenvolver um modelo preditivo da oferta hídrica em uma bacia hidrográfica e que inclui estudos para a elaboração do diagnóstico ambiental, destacando a vulnerabilidade do ambiente às intervenções antrópicas, e o monitoramento da dinâmica do sistema hídrico sob diferentes práticas de manejo das terras.

O uso e manejo inadequados das terras e a falta de ações conservacionistas implicam em perdas significativas de solo, matéria orgânica, nutrientes, biodiversidade e, em especial, de água, prejudicando o equilíbrio dos sistemas hídricos em bacias hidrográficas. O levantamento do uso e cobertura da terra como parte de um diagnóstico ambiental é a primeira etapa para o planejamento conservacionista como estratégia para a reversão desse quadro.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo geral de realizar o levantamento do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio São Domingos, RJ. Complementarmente, como objetivos específicos têm-se o mapeamento das principais classes de uso e cobertura da terra na escala 1:50.000; o levantamento das principais áreas cultivadas no período de verão e inverno no ano agrícola 2004/2005; e a delimitação das áreas de preservação permanente e análise de sua cobertura atual.

2. Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado na bacia hidrográfica do rio São Domingos (afluente do rio Muriaé, complexo hidrográfico do rio Paraíba do Sul) na região Noroeste do estado do Rio de Janeiro, abrangendo parte dos municípios de São José de Ubá e Itaperuna e totalizando 28 000 ha (**Figura 1**).



Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio São Domingos no estado do Rio de Janeiro.

A região da bacia hidrográfica do rio São Domingos apresenta insuficiência de oferta hídrica nos períodos de baixa precipitação, resultado do processo desordenado de ocupação das terras, caracterizado pela retirada da cobertura vegetal original e sua substituição por sucessivos ciclos de monocultivos, os quais desencadearam processos erosivos na região e deram origem a mudanças significativas da oferta hídrica (Xavier et al., 2000; Martorano et al., 2003; Gonçalves et al., 2006; Lima, 2009). Atualmente, a cobertura vegetal encontra-se bastante reduzida, sendo a maior parte das terras ocupadas por pastagens. A principal atividade agrícola é a cultura do tomate, que ocupa pequenas parcelas de área nos meses de março a outubro.

O mapeamento do uso e cobertura da terra na área de estudo foi realizado utilizando-se imagens das bandas 1, 2 e 3N (VNIR) e 4 a 9 (SWIR) do sensor ASTER de 21/02/2002. A metodologia empregada é descrita em Fidalgo e Abreu (2004), e envolveu as seguintes etapas: a) análise de principais componentes, b) seleção das três primeiras componentes para segmentação por crescimento de regiões, c) classificação de regiões baseada na distância de Battacharya, e d) edição matricial por um fotointérprete visando a correção dos erros de classificação conforme dados levantados em campo.

Devido à pequena extensão das lavouras na área de estudo, foi necessário o levantamento em campo para localizar e identificar os principais cultivos. Os levantamentos foram realizados durante o ano agrícola 2004/2005, de forma a identificar as culturas de verão e inverno na região. O trabalho em campo envolveu o percurso em toda a área de estudo, a identificação do local de cultivo através de coleta de coordenadas do local utilizando GPS (Global Position System) e a coleta de informações junto aos produtores com a aplicação de questionários. As informações coletadas referem-se à cultura agrícola, área cultivada, data de semeadura ou plantio, e informações complementares referentes às práticas de manejo adotadas.

As áreas de preservação permanente (APPs) foram delimitadas seguindo o que estabelece o Art. 2º do Código Florestal (Lei no 4771 de 15 de setembro de 1965, alterada pela Lei 7803 de 1989) e a Resolução CONAMA 303 de 2002. Com base nesses critérios, delimitou-se como APP: uma faixa de 30 metros ao longo de todos os cursos d'água da bacia e de 200 metros ao longo do rio Muriaé, um círculo de raio igual a 50 metros ao redor das nascentes dos cursos d'água, todas as áreas com declividade acima de 45° e o terço superior de morros e montanhas. A delimitação foi realizada considerando os elementos planialtimétricos em escala 1:50 000 (IBGE, 1968 e 1976).

A situação atual das áreas de preservação permanente foi analisada integrando-se o mapeamento das APPs ao mapeamento do uso e cobertura das terras da bacia.

3. Resultados e Discussão

O mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio São Domingos, elaborado originalmente em escala 1:50 000, é representado na **Figura 2**.

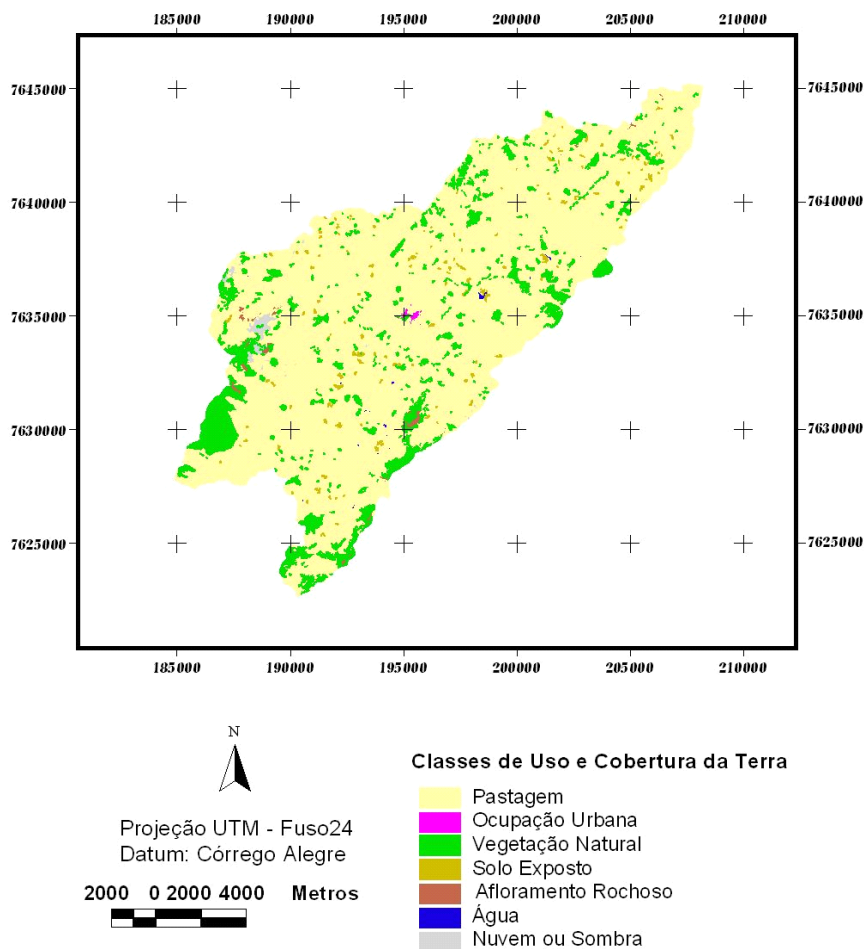


Figura 2. Mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio São Domingos.

A classe *Pastagem* corresponde às áreas cobertas por pastagem sob diferentes manejos, incluindo pasto sujo. É a classe predominante na bacia, ocupando 88,30% de sua área.

A *Ocupação Urbana* corresponde à área de maior densidade populacional na bacia hidrográfica, onde se localiza a sede do município de São José de Ubá. Abrange 0,14% da área da bacia.

A *Vegetação Natural* é constituída por áreas cobertas por remanescentes da vegetação natural, sendo, em sua maioria, pequenos fragmentos, com exceção de uma área a oeste da bacia, que apresenta a maior área contínua de vegetação natural (480 hectares). Essa classe ocupa 9,24% da área da bacia.

A classe *Solo Exposto* compreende as áreas sem cobertura vegetal, incluindo aquelas preparadas para cultivo, ou ainda, áreas erodidas e áreas sob atividade de mineração. Totalizam 0,73% da área da bacia.

As áreas de *Afloramento Rochoso* ocorrem na proximidade dos divisores da bacia, em local de relevo montanhoso e de declividade acentuada, abrangendo 0,65% da área.

Foram ainda delimitadas as classes: *Água*, que corresponde aos lagos e represas distribuídos por toda a bacia, abrangendo 0,20% de sua área; e *Nuvem e Sombra*, que totalizaram 0,74% da área da bacia.

No inverno de 2004 foram cultivados 132,27 hectares de tomate, 18,6 ha de pimentão, 9,59 ha de pepino e 1,27 ha de abobrinha. No verão de 2004/2005 foram cultivados 130,07 ha de milho e 66,48 ha de arroz. Essas áreas compõem-se de pequenas parcelas de cultivo e apresentam distribuição não uniforme ao longo da bacia (**Figura 3**).

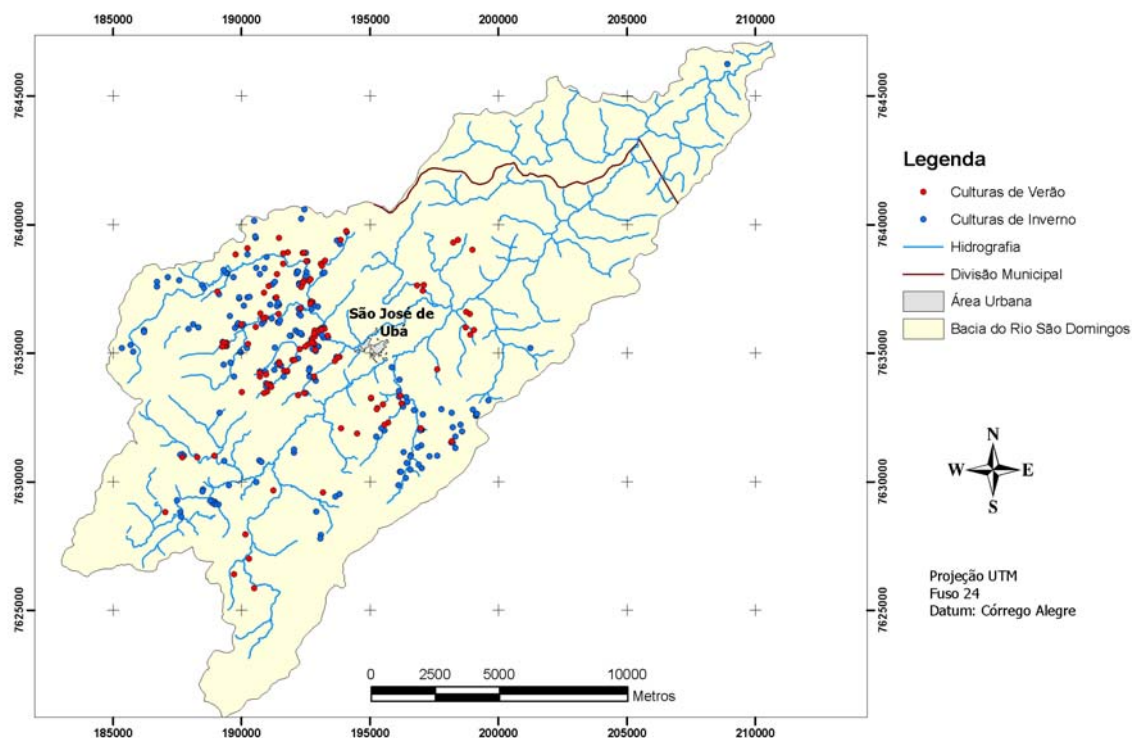


Figura 3. Distribuição das culturas de inverno e verão na bacia hidrográfica do rio São Domingos.

As APPs estão distribuídas por toda a bacia do rio São Domingos (**Figura 4**) e representam 38% da área total da bacia. A maior parte das APPs encontra-se ocupada por pastagens. Apenas 17,8% encontram-se cobertas por vegetação natural. 10% das lavouras no período de inverno encontravam-se localizadas em APPs. No caso das culturas de verão, 17% das lavouras encontravam-se em APPs.

A ocupação das áreas de preservação com culturas anuais, favorecem os processos de erosão e assoreamento dos rios da bacia. Observa-se muitos rios assoreados na área da bacia, que atualmente não apresentam fluxo de água durante grande período do ano. Além disso, muitas culturas anuais, especialmente as cultivadas no inverno nesta região, demandam uso intensivo de insumos. Sua proximidade dos cursos d'água aumentam a possibilidade de resíduos atingirem esse recurso. Resultados de estudos da qualidade da água na bacia, desenvolvidos no âmbito do projeto citado indicam a presença de agrotóxicos e a ocorrência de diversos parâmetros em desconformidade com os limites estabelecidos pela legislação (Fernandes et al. 2005; Menezes, 2005; Prado et al., 2005).

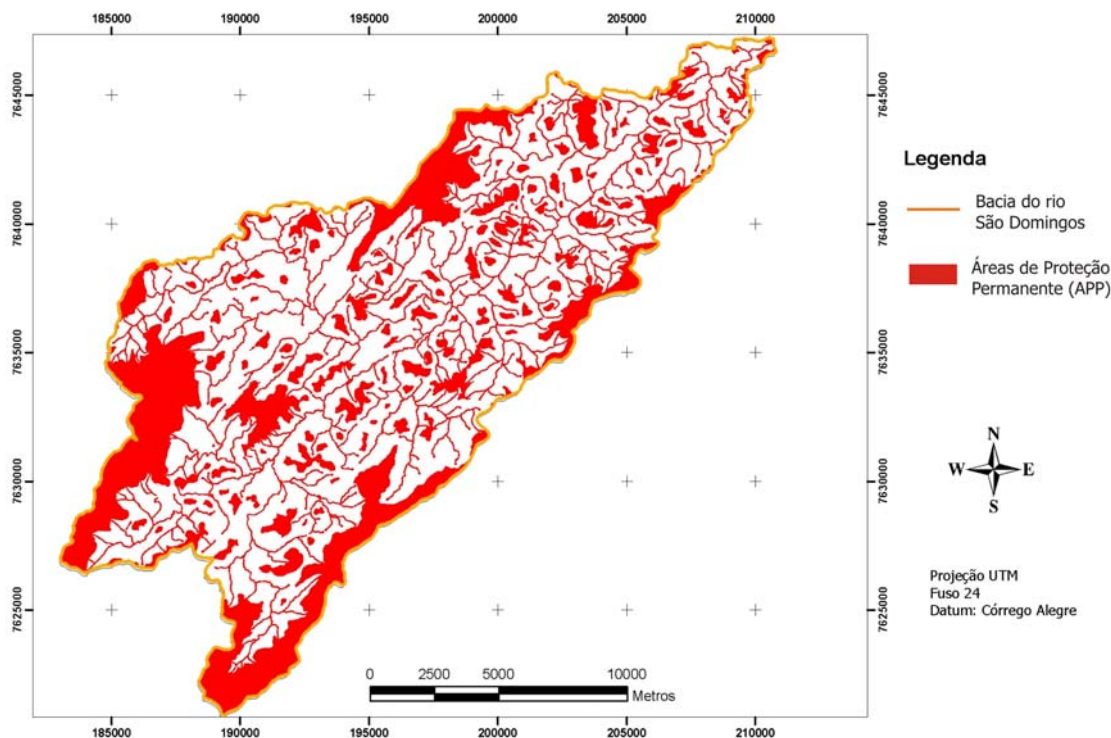


Figura 4. Mapeamento das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio São Domingos.

4. Conclusão

O levantamento realizado permitiu identificar que a classe de uso e cobertura da terra predominante na bacia hidrográfica do rio São Domingos é a pastagem, ocupando quase 90% da área. A falta de proteção de suas áreas de preservação permanente é verificada pela cobertura vegetal reduzida e pela ocupação de algumas dessas áreas por atividades agrícolas intensivas, que envolvem o cultivo de culturas anuais.

Referências

- Brasil. Lei no 4771, de 15 de setembro de 1965. Código Florestal. **Diário Oficial da União**, Brasil, 16 set. 1965. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/legisla.htm>>. Acesso em: 02 jun. 2003.
- Brasil. Lei nº 7803, de 18 de julho de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasil, 20 jul. 1989. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/legisla.htm>>. Acesso em: 02 jun. 2003.
- CONAMA. Resolução 303, de 20 de março de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasil, 13 mai. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>>. Acesso em: 25 jun. 2006.
- Fernandes, D. R.; Menezes, J. M.; Silva, G. C. da; Prado, R. B.; Lucas, S. N. F. P.; Oliveira, E. S. Determinação de Agrotóxicos organoclorados (OCs) e organofosforados (OPs) em águas da bacia hidrográfica do rio São Domingos, RJ. In: Encontro Nacional de Química Analítica/I Congresso Ibero-Americano de Química Analítica, 13., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2005. CD-ROM.

- Fidalgo, E. C. C.; Abreu, M. B. Uso de imagens ASTER para o mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio São Domingos, RJ. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 3747-3753. CD ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://martem.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2005/02.12.16.31/doc/@sumario.htm>>. Acesso em: 07 ago. 2006.
- Gonçalves, A. O.; Fidalgo, E. C. C.; Bastos, C. L. **Caracterização climática do município de São José de Ubá, Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 95). Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>>. Acesso em: 30 out. 2009.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **São João do Paraíso**: folha SF-24-G-I-3. Rio de Janeiro, 1968. Escala 1:50.000. Carta topográfica.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Miracema**: folha SF-23-X-D-III-4. Rio de Janeiro, 1976. Escala 1:50.000. Carta topográfica.
- Lima, L. A. de. **Vulnerabilidade geral de aquíferos fraturados: bacia hidrográfica do rio São Domingos, São José de Ubá, RJ**. 2009. 102p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009.
- Martorano, L. G.; Rossiello, R. O. P.; Meneguelli, N. A.; Lumberras, J. F.; Valle, L. S. S.; Motta, P. E. F. da; Rebello, E. R. G.; Said, U. P.; Martins, G.S. **Aspectos climáticos do noroeste fluminense, RJ**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. (Embrapa Solos. Documentos, n. 43). Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>>. Acesso em: 30 out. 2009.
- Menezes, J. M. **Hidrogeoquímica de aquíferos fraturados no noroeste fluminense: bacia hidrográfica do rio São Domingos, RJ**. 2005. 181 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2005.
- Prado, R. B.; Menezes, J. M.; Mansur, K. L.; Martins, A. M.; Freitas, P. L. de; Silva Junior, G. C. da; Carvalho, L. G.; Pimenta, T. S. Parâmetros de qualidade da água e sua relação com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do rio São Domingos, São José de Ubá, RJ. In: simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 16., 2005, João Pessoa. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005.
- Xavier, M. C. A.; Paiva, C. M.; Alves, G. S.: Classificação e índice de mudança climática em Itaperuna, RJ. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000. CD-ROM.

A. Ciências Exatas e da Terra - 4. Química - 2. Química Ambiental

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DE TERRAS PRETAS DE ÍNDIOS UTILIZANDO RMN DE ^{13}C (VACP/MAS) E ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

Etelvino Henrique Novotny ¹

Marcia Helena Rodrigues Velloso ²

Sandro Menezes Ramos ³

Carolina Rodrigues Linhares ⁴

1. Embrapa Solos, Dr. Orientador

2. Embrapa Solos, Dra. Co-orientadora

3. Univ. Federal Fluminense, Dep. Eng. Agríc. e do Meio Ambiente, Graduando

4. Univ. Federal Fluminense, Dep. de Química, Graduanda

INTRODUÇÃO:

Muitos solos Amazônicos são ácidos, com baixa CTC, baixa fertilidade e conseqüentemente com baixo potencial produtivo. Nesse ambiente, onde a fertilidade do solo é o fator limitante para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, há as Terras Pretas de Índios que contrastam com os demais solos principalmente no que se refere à sua fertilidade e resiliência desta. Essas características excepcionais são atribuídas à quantidade e composição da matéria orgânica desses solos, principalmente das frações húmicas (ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina), que apresentam importante contribuição de carbono pirogênico de origem antrópica pré-colombiana. Das frações húmicas, a humina, que representa mais de 50% da matéria orgânica dos solos, é a menos estudada devido às dificuldades no seu isolamento e purificação. Tendo isso em vista, extraiu-se e caracterizou-se por espectroscopia de ressonância magnética nuclear de ^{13}C (^{13}C -RMN) as frações húmicas de amostras representativas de Terras Pretas de Índios. Este estudo é importante, tanto metodologicamente na validação de um novo método de extração da humina, como para se compreender as características especiais desses solos.

METODOLOGIA:

As substâncias húmicas de três amostras de Terras Pretas de Índios foram seqüencialmente extraídas utilizando: NaOH 0,1M (ácidos húmicos – AH); NaOH 0,1M após dispersão do solo por vibração ultrasônica (ácidos húmicos após dispersão - AHD); NaOH 0,1M + Uréia 6 M (Humina uréia – HuU); uma mistura (94:6, v/v) de DMSO e H_2SO_4 (Humina DMSO - HuDMSO); e finalmente o resíduo foi tratado com HF 10% (Humina - Hu). Adicionalmente as partículas grosseiras de carvão foram cuidadosamente recuperadas dos solos por peneiramento (peneira 63mm) e sedimentação. As amostras obtidas foram analisadas por ^{13}C -RMN no estado sólido utilizando-se a Polarização Cruzada com Amplitude Variável e Rotação em torno do Ângulo Mágico (VACP/MAS), experimentos adicionais utilizando-se filtros de defasagem dipolar (DD) e de anisotropia de deslocamento químico (CSA) também foram realizados. Os espectros foram submetidos à análise de componentes principais (PCA).

RESULTADOS:

As amostras AHD apresentaram um maior conteúdo de compostos alifáticos, principalmente estruturas polimetilênicas cristalinas (33ppm); carboidratos (102 e 73ppm) e resíduos de lignina (~150 e 56ppm). Isso indica que a ruptura dos agregados libera a matéria orgânica relativamente não alterada (protegida fisicamente) e também compostos agregantes, como ácidos graxos de cadeia longa, provavelmente cutina e suberina. A primeira componente principal (PC1) explicou 78% da variância total e é caracterizada por loadings positivos para grupos polimetilênicos cristalinos; metila terminal (15ppm) e carboxila alifática (175ppm) e loadings negativos para carbono pirogênico (arila – 129ppm e carboxila aromática – 168ppm) e resíduos ligno-celulósicos (153, 105, 73 e 55ppm). Os scores da PC1 foram maiores para as amostras extraídas com solventes hábeis em romper ligações de hidrogênio assim como aquelas obtidas após a dispersão do solo. Os scores baixos da PC1 para Hu, HA e carvão grosseiro indicam que a humina residual é similar ao carvão grosseiro (ricas em carbono pirogênico e material ligno-celulósico). A segunda PC explicou 13% da variância e somente diferenciou as amostras dos diferentes solos.

CONCLUSÃO:

O uso de sistemas de extração que promovem a ruptura de ligações de hidrogênio facilita a extração de substâncias húmicas adicionais que são huminas pela definição clássica. Esse material é mais hidrofóbico que as frações obtidas pelo método clássico de solução alcalina e contem quantidades significativas de ácidos graxos de cadeia longa, principalmente estruturas de polimetileno cristalino, resultado similar ao obtido para outros solos, indicando que esses compostos são importantes para a agregação do solo. A humina residual insolúvel, obtida pela remoção da fração mineral (HF) é provavelmente carvão coloidal e derivados de restos vegetais (lignina e celulose). A principal

característica da matéria orgânica desses férteis solos antropogênicos é a presença de estruturas aromáticas policondensadas ricas em grupos funcionais reativos (carboxilas ligadas diretamente à estrutura aromática). Essa característica pode explicar a elevada fertilidade desses solos assim como a resiliência dessa fertilidade.

Instituição de Fomento: CNPq

Palavras-chave: Terras Pretas de Índios, Carbono Pirogênico, Ressonância Magnética Nuclear.

Analise da intensificação da agricultura no Mato Grosso à partir de dados TRMM 3B42 e de series temporais MODIS/EVI

Damien Arvor¹
Vincent Dubreuil¹
Margareth Simões Penello Meirelles^{2,3}

¹ Universidade de Rennes 2, laboratorio COSTEL-LETG UMR 6554 CNRS
Place du Recteur H. Le Moal 35043 RENNES CEDEX - França
{damien.arvor, vincent.dubreuil}@univ-rennes2.fr

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
Departamento de Engenharia de Sistemas e Computação – Pos Graduação em Geomatica

³ Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico, 1024 – Rio de Janeiro, RJ
maggie.meirelles@gmail.com

Abstract. The Brazilian state of Mato Grosso (southern Amazonia) is one of the main national producer of agricultural products such as soybean, cotton and corn. After having based its development on the expansion of arable lands through deforestation for thirty years, the agricultural sector is now increasing its productive potential through the adoption of new agricultural management practices such as double cropping systems. Remote sensing techniques such as classification of MODIS/TERRA EVI times series are efficient tools for monitoring this phenomena. It appears that double cropping systems with wo commercial crops (soybean and corn or soybean and cotton) improved from 6% to 26% of the total cultivated area in Mato Grosso between 2000-2001 and 2006-2007 harvests. However, when studying at a county level, those rates vary from 1 to more than 50%, attesting that it exists a strong spatial variability concerning the application of this agricultural management practice. It is argued that this rate is in part drove by the importance of total agricultural areas in a place and by pluviometric conditions. This hypothesis is confirmed by crossing MODIS data with rainfall data. These data are issue from the TRMM 3B42 products, which are computed into parameters such as duration, onset, end of the rain season and total annual rainfalls. Those parameters are found to explain 42% of the spatial variability of the application of double cropping systems in Mato Grosso.

Palavras-chave: MODIS, TRMM, agricultural intensification, Mato Grosso, soja.

1. introduction

A intensificação da agricultura é definida como “*higher levels of inputs and increased outputs (in quantity or value) of cultivated or reared products per unit area and time*”, Lambin et al. (2001). Dois tipos de intensificação devem ser diferenciados: (i) a intensificação horizontal é “*change in total production on recently deforested land*”, e (ii) a intensificação vertical é “*change in total production in areas were society is generally not concerned about effects of agricultural expansion: non-forest areas*”, Brown et al. (2007).

No caso do Mato Grosso, a intensificação horizontal predominou durante muitos anos. A expansão das areas agricolas foi reconhecida como sendo uma causa importante de desmatamento, Morton et al. (2006). Mas, apos um periodo de abertura da floresta e do cerrado, a ultima decada foi marcada pela adoção de novas praticas culturais que traduzem uma forte mudança no processo de intensificação da agricultura. Uma dessas novas praticas tem como objetivo de aumentar e diversificar a produção baseando-se nas culturas de soja, milho e algodão cultivadas em sistema de duas safras sucessivas (safra-safrinha).

Hoje em dia, espera-se que essa transição na forma de intensificação agricola pode levar a um modelo de desenvolvimento agropecuario mais sustentavel. A diversificação da produção deveria trazer mais estabilidade na economia local. Porém, cultivando duas safras por ano tambem significa um incremento na aplicação de produtos fitosanitarios poluentes. Tambem

deve ser considerado o impacto do aumento da produção (e da rentabilidade) no desmatamento.

Antes de analisar seus impactos positivos ou negativos, é importante monitorar e entender a evolução espaço-temporal da adoção de um tal processo de intensificação vertical. O objetivo deste artigo é de mapear as áreas cultivadas com duas safras e de estimar se o grau de intensificação encontrado em uma área pode ser relacionado às condições pluviométricas.

As técnicas de sensoriamento remoto representam uma ferramenta adequada para cumprir este papel. De um lado, as imagens fornecidas pelo sensor MODIS/TERRA (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) permitem um acompanhamento dos ciclos vegetativos, Galford et al. (2008). Do outro lado, as imagens de estimativa de chuva fornecidas pelo sensor TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) representam uma boa alternativa aos dados de campo, as quais estão incluídas numa rede de observação pouco densa.

2. Área de estudo

O estado de Mato Grosso (906 000 km²) é localizado na parte sul da Amazônia brasileira (Figura 1). A região foi colonizada a partir da década de 1970 por agricultores vindos do sul do país através projetos de colonização privados, Jepson (2005). Essas pessoas desenvolveram o setor agropecuario em cima da atividade pecuarista extensiva e da agricultura mecanizada. Assim, em 2006, o Mato Grosso já era reconhecido como um dos principais estados agrícolas do Brasil, sendo ele o maior produtor de soja (5,075 milhões de hectares) e de algodão (560 milhares de hectares), e o segundo maior produtor de milho (1,65 milhão de hectares), IBGE (2008). Essas três principais culturas podem ser cultivadas em sistema de safra simple ou de safra-safrinha.

No caso de uma safra simple, a soja é plantada em outubro e colhida em fevereiro ou março. Após a colheita, o talhão é deixado numa situação de pousio ou com cobertura no solo (geralmente milho ou sorgo) a fim de proteger o solo das últimas chuvas. O algodão é cultivado de janeiro a julho já que ele precisa ser colhido na estação seca. No caso de um sistema safra-safrinha, a cultura de soja é plantada a partir de setembro e colhida em janeiro e fevereiro. Após a colheita, o plantio de milho ou de algodão é realizado para ser colhido em junho e julho.

Este calendário agrícola é definido pelos regimes pluviométricos que se encontram no estado de Mato Grosso. O clima é caracterizado por uma estação seca e uma estação úmida bem definidas. Na estação úmida, acumula-se entre 1000 mm ao sul e 2000 mm ao norte. Essa variação é ligada a um gradiente norte-sul que determina a duração da estação chuvosa (entre 7 meses ao sul e 9 meses ao norte). Assim, no centro do estado, a estação chuvosa começa em setembro-outubro e acaba em abril-maio, meses que correspondem às épocas de plantio e colheita das culturas. Além, as chuvas do Mato Grosso estão ligadas à presença de sistemas convectivos de meso escala que explicam mais de 50% das precipitações. Assim, existe uma grande variabilidade espaço-temporal das precipitações no Mato Grosso.

3. Dados utilizados

3.1. Dados de campo e estatísticas oficiais

Dois missões de campo foram realizadas em 2006 e 2007 com o objetivo de coletar dados referentes às principais classes de uso do solo na agricultura mato-grossense. Cinquenta fazendas foram visitadas nas regiões da chapada dos Parecis e da BR163 e mapeadas a partir de imagens CBERS. Através entrevistas realizadas com fazendeiros, 93424 ha e 151621 ha foram mapeados para as safras 2005-2006 e 2006-2007 respectivamente. O mapeamento foi feito a partir de cinco classes de uso do solo: três classes representando um sistema com uma única cultura comercial (classes soja, algodão e soja+cobertura) e duas classes representando um sistema safra-safrinha com duas culturas comerciais (classes soja+milho e soja+algodão).

Tambem, estatísticas sobre a area media dos estabelecimentos agropecuarios foram obtidos na escala municipal a partir do Censo 2006, IBGE (2008).

3.2. Dados de sensoriamento remoto para mapeamento das areas agricolas

Os produtos MOD13Q1 fornecidos pelo sensor MODIS/TERRA foram selecionados para o periodo de julho 2000 ate julho 2007. Esse produto apresenta os indices de vegetação EVI com uma resolução espacial de 250 m e uma resolução temporal de 16 dias (ou seja 23 imagens por ano). A repetição das imagens permite acompanhar os ciclos vegetativos das culturas a serem mapeadas. O EVI é definido pela Equação 1, Huete (2002) :

$$EVI = G \frac{NIR - R}{(L + NIR + C1.R - C2.B)} \quad (1)$$

onde R , NIR e B correspondem as bandas do vermelho, infravermelho proximo e azul. $G=2.5$ é um fator de ganho. $L=1$, $C1=6$ e $C2=7.5$ são parametros de ajuste utilizados para minimizar os efeitos dos aerossóis.

Esses dados estão integrados em um processo de classificação supervisionada cujo objetivo é de detectar as cinco classes de agricultura predefinidas. A classificação é realizada em duas etapas : (i) mapeamento das areas agricolas e (ii) mapeamento das classes agricolas. As duas etapas correspondem a duas classificações baseadas nas series temporais anuais de EVI (julho-julho). Cada classificação contem cinco etapas.

O mapeamento das areas agricolas é feito atraves (1) a suavização das series temporais por uma função polinomial, (2) a extração de 6 atributos das series temporais (media, desvio padrão, amplitude, data de maximo de EVI, minimo e “mean slope”), (3) a aplicação de um classificador Maximo Verossimilhança para detectar quatro classes de vegetação (floresta, cerrado, pastagem e area agricola), (4) a criação de uma mascara com as areas agricolas e (5) a aplicação de um tratamento de pos-classificação. Este tratamento é baseado na eliminação das areas agricolas isoladas menores que 25 hectares e a eliminação dos pixels cuja classe muda duas vezes em três anos (por exemplo, um pixel detectado como area agricola é eliminado se ele é detectado numa outra classe o ano precedente e o ano seguinte). O resultado deste metodo é avaliado com os dados coletados no campo em 2005-2006. 94.91% das areas agricolas mapeadas foram detectadas pela metodologia.

Apos a criação desta etapa, a classificação das classes culturais é tambem baseada em cinco etapas : (1) as series temporais de EVI são suavizadas com um filtro de Savitzky-Golay, (2) treze imagens compoendo a serie anual de EVI são selecionadas porque elas trazem mais separabilidade entre as classes : dias julianos (mês/dia) 001 (01/01), 017 (01/17), 033 (02/02), 081 (03/22), 097 (04/07), 113 (04/23), 129 (05/09), 145 (05/25), 161 (06/10), 305 (11/01), 321 (11/17), 337 (12/03), 353 (12/19), (3) o classificador de Maximo Verossimilhança é aplicado para separar as cinco classes agricolas, (4) o melhoramento da classificação é realizado por uma segmentação. As classes estão atribuidas a cada segmento segundo a probabilidade dos pixels de pertencer a cada classe. Finalmente, (5) as classes soja, algodão e soja+cobertura são reagrupadas na classe “uma cultura comercial” e as classes soja+milho e soja+algodão são reagrupadas na classe “duas culturas comerciais”. A metodologia foi avaliada com os dados de campo do ano 2005-2006 (precisão = 84.64%).

Essas duas etapas de classificação foram aplicadas aos dados de MODIS/EVI de cada ano entre 2000-2001 e 2006-2007 (Figura 1). Elas permitem distinguir as quatro principais regiões de produção no Mato Grosso (sudeste, leste, centor-norte e oeste) e estudar a evolução da intensificação da agricultura.

3.3. Dados de sensoriamento remoto para estudo dos regimes pluviometricos

Os dados fornecidos pelos sensores da plataforma TRMM trazem estimativas das precipitações nas latitudes tropicais com uma resolução espacial de $0,25^\circ$ e uma resolução temporal de 3 horas (produto TRMM 3B42). A principal vantagem destes dados consiste no fato que elas combinam diferentes fontes de informações já que varios sensores (micro ondas, radar, visível/infravermelho) estão a bordo da plataforma, Simpson et al. (1996).

Os dados estão reamostrados numa resolução temporal de cinco dias. A qualidade dos dados nessa resolução foi avaliada a partir de dados de 116 estações de campo, Arvor et al., (2008). Esses dados estão então tratados para determinar quatro parametros que caracterizam a estação chuvosa no Mato Grosso : inicio, fim, duração da estação chuvosa e total de precipitações anuais. Estes parametros foram calculados anualmente de agosto 1998 a julho 2006 através a aplicação da metodologia de “Anomalous Accumulation”, Liebmann et al. (2007). Finalmente, as medias dos oito anos são calculadas (Figura. 2).

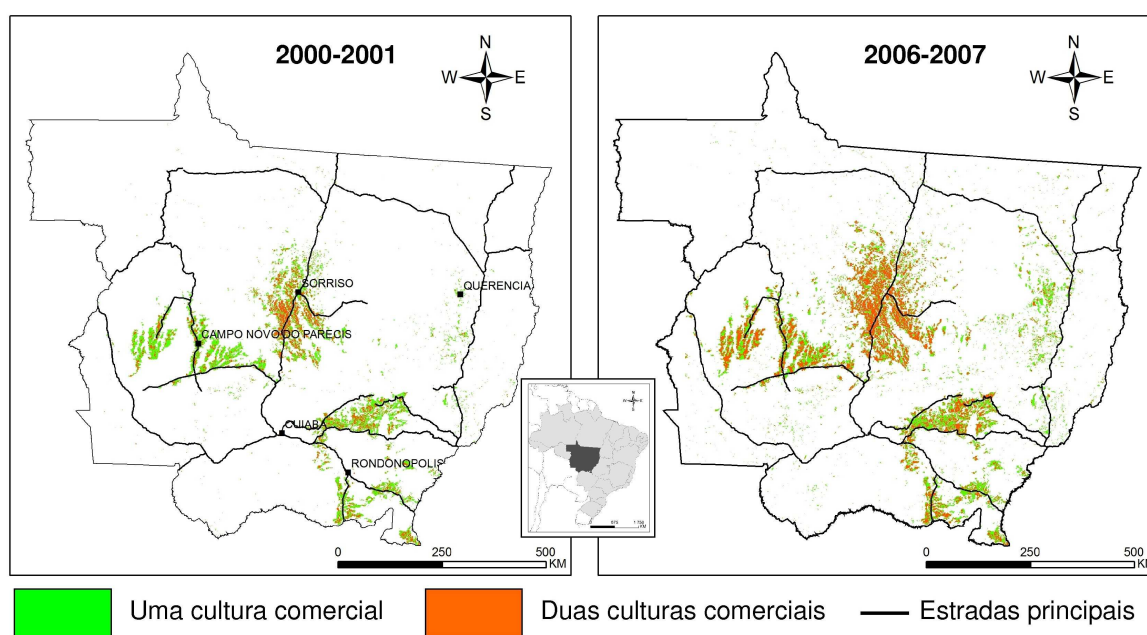


Figura 1. Mapas das áreas agrícolas cultivadas com uma ou duas culturas comerciais em 2000-2001 e 2006-2007 no Mato Grosso.

4. Metodologia

Uma breve análise da evolução espaço-temporal da intensificação vertical é realizada na escala regional através o estudo de quatro municípios espalhados nas quatro principais regiões agrícolas do Mato Grosso : Sorriso, Campo Novo do Parecis, Rondonópolis e Querencia (Figura 1). Essa parte permite definir melhor as regiões mais adequadas para a adoção dessas novas práticas culturais.

Afim de analisar se o grau de intensificação vertical da agricultura (ou seja a adoção de um sistema safrinha) pode ser ligado as condições pluviométricas, as mapas de uso do solo fornecidas pela classificação das imagens MODIS são reamostradas na mesma resolução que as imagens MODIS. Duas informações são então atribuídas a cada pixel : (i) a percentagem da área do pixel que se encontra em uma classe agrícola, a qual é ligada ao grau de intensificação agrícola horizontal naquele espaço, e (ii) a percentagem da área agrícola de um pixel que se encontra cultivada com duas culturas comerciais, a qual é ligada ao grau de intensificação agrícola vertical naquele espaço (Figura 3).

A variável correspondendo a percentagem de intensificação agrícola vertical é recortada em quatro classes (<25%, 25 – 50%, 50-75% e >75%). Para cada classe, a media das outras variáveis é calculada afim de definir se existe alguma dependência qualitativa entre as

variáveis. Em seguinte, uma regressão linear multipla é efetuada afim de entender qual parte da variabilidade da intensificação vertical pode ser explicada por essas variáveis. Essa regressão também permite detectar quais são as variáveis mais significativas para explicar essa variabilidade. Finalmente, essas variáveis mais significativas são correlacionadas separadamente com a presença de duas culturas comerciais para entender melhor suas interrelações.

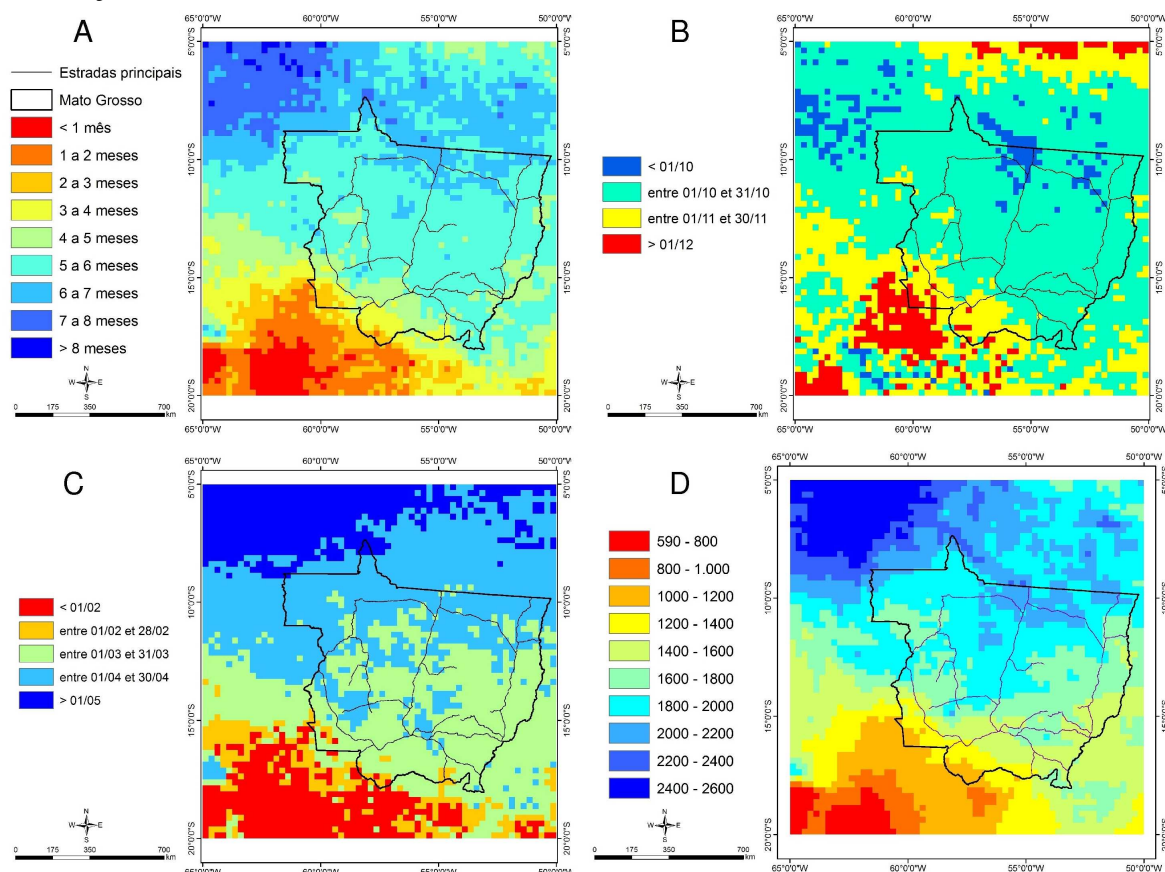


Figura 2. Parâmetros característicos (medias de agosto 1998 a julho 2006) da estação chuvosa no Mato Grosso : (A) duração, (B) início, (C) fim e (D) totais anuais.

5. Resultados

Os resultados obtidos a partir da classificação das imagens MODIS/EVI demonstram uma expansão de 70% da área cultivada entre as safras 2000-2001 (3 917 963 ha) e 2006-2007 (6 683 956 ha) (Tabela 1). Neste mesmo período, as mudanças de práticas culturais foram radicais. O sistema safrinha com duas culturas comerciais (soja+milho ou soja+algodão) passou a representar 26% das áreas cultivadas em 2006-2007 (contra 6% em 2000-2001). Essa expansão se deu de maneira desigual no território Mato Grossense. Em 2000-2001, dos quatro municípios escolhidos como exemplos, nenhum apresentava um nível de adoção do sistema safrinha superior a 10% da área agrícola. Esse tipo de prática ainda era considerado como marginal. Na safra 2006-2007, os municípios das regiões oeste (Campo Novo do Parecis) e centro-norte (Sorriso) apresentam um forte aumento do uso do modelo safrinha, o qual representa 50% das áreas cultivadas em Sorriso e 29% em Campo Novo do Parecis. Ao contrário, os municípios das regiões Leste (Querência) e Sudeste (Rondonópolis) não desenvolveram muito este sistema safrinha (menos de 10% da área agrícola).

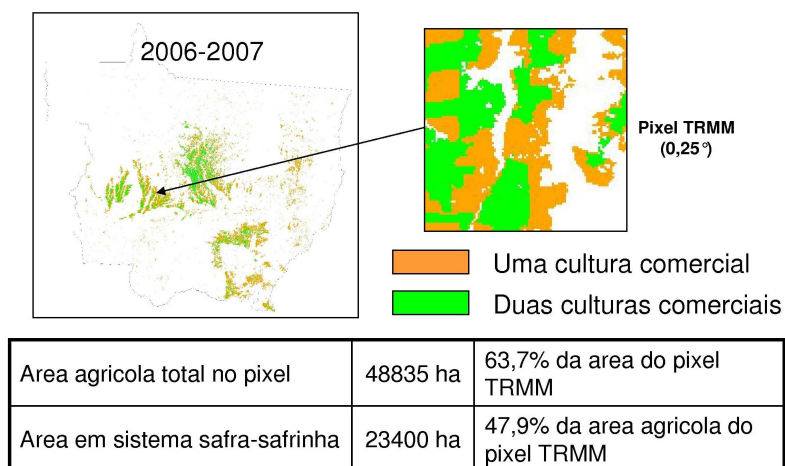


Figura 3. Metodologia para o calculo da percentagem de area agricola e da percentagem de area plantada em sistema safra-safrinha por pixel TRMM.

Apos a reamostragem das classificações MODIS na resolução TRMM, a discretização da variavel correspondente a percentagem da area agricola cultivada com duas culturas comerciais permite analisar as características pluviometricas e agricolas dos pixels considerados (Tabela 2). Percebe-se que os pixels tendo o maior percentual da area agricola cultivada em sistema safra-safrinha correspondem aos pixels cuja area total cultivada no pixel é maior, ou seja os pixels onde a agricultura ja é consolidada ha mais tempo. Esses pixels tambem correspondem aos pixels onde a estação chuvosa é mais longa e mais intensa indicando uma influencia da estação chuvosa na adoção de praticas culturais de intensificação agricola. Nos pixels mais cultivados com duas culturas comerciais (mais de 50%), é importante ressaltar que a area media dos estabelecimentos agricolas tem um papel importante. Quanto mais o modelo com duas culturas comerciais é escolhido (> 75% da area cultivada), menor é a area da fazenda (688 ha contra 1004 ha para os pixels apresentando um nivel de intensificação entre 50 e 75%). Nas fazendas menores, o plantio acaba mais rapidamente (fim de outubro) e permite plantar mais safrinha apos a colheita da soja. Nas fazendas maiores, o plantio termina mais tarde (ate dezembro) e assim impede o plantio de uma safrinha apos a colheita da soja em março ou abril.

Tabela 1. Evolução das areas cultivadas e da percentagem da area cultivada em sistema safra ou safra-safrinha no Mato Grosso e quatro municipios modelos entre as safras 2000-2001 e 2006-2007.

	2000-2001			2006-2007		
	Area cultivada total (ha)	1 cultura comercial	2 culturas comerciais	Area cultivada total (ha)	1 cultura comercial	2 culturas comerciais
Mato Grosso	3 917 963	94%	6%	6 683 956	74%	26%
Sorriso	415 600	91%	9%	539 400	50%	50%
Campo Novo do Parecis	306 319	98%	2%	363 619	71%	29%
Rondonopolis	75 650	98%	2%	100 075	93%	7%
Querencia	27 756	100%	0%	178 363	99%	1%

A influencia das variaveis sobre a intensificação vertical da agricultura tambem é analisada atraves a aplicação de uma regressão linear multipla. Os resultados mostram que essas variaveis explicam (R^2) 42% da variabilidade espacial. Esse baixo resultado é devido ao fato que, especialmente na resolução espacial do TRMM (25 km*25 km), muitos outros fatores podem influenciar a adoção dessas novas praticas : numero de fazendas encontradas

num pixel TRMM, potencial de investimento dos fazendeiros, condições climáticas locais no ano considerado, origens dos fazendeiros, distância a um centro de pesquisa em agronomia....

Tabela 2. Características agrícolas e pluviométricas dos pixels TRMM classificados segundo a porcentagem de área cultivada com duas culturas comerciais em 2006-2007.

% duas culturas comerciais	Área cultivada no pixel	Duração da estação chuvosa (dias)	Início da estação chuvosa	Fim da estação chuvosa	Total de chuvas anuais (mm)	Área média dos estabelecimentos (ha)
<25	19%	161	19 outubro	25 março	1716	552
25-50	37%	165	18 outubro	28 março	1790	780
50-75	49%	164	17 outubro	26 março	1814	1004
>75	68%	172	13 outubro	29 março	1934	688

A mesma regressão linear indica que duas variáveis têm uma influência significativa no modelo: a porcentagem de área cultivada no pixel (ou seja, o grau de consolidação da agricultura no pixel) e o total de chuvas anuais. O estudo das regressões simples de cada uma dessas variáveis com a variável “porcentagem de duas culturas comerciais” completa a análise das interações entre essas variáveis. Elas são efetuadas por vários limiares de áreas agrícolas num pixel TRMM a fim de identificar se a influência das chuvas se faz sentir da mesma maneira independentemente do grau de presença da agricultura no pixel TRMM (Figura 4). Quando todos os pixels do Mato Grosso são considerados, a porcentagem da área agrícola cultivada em sistema safrinha dentro de um pixel TRMM é mais correlacionada com a área agrícola presente no pixel ($R = 0,63$) do que com os totais de chuvas anuais ($R = 0,08$). Ao contrário, se for considerado os pixels contendo uma área agrícola maior (> 25% do pixel TRMM), ou seja, os pixels onde a agricultura é mais consolidada, os totais anuais de chuvas são mais correlacionados ($R=0,48$) com o grau de intensificação agrícola (e $R = 0,68$ se for considerado os pixels com mais de 60% de áreas agrícolas). Isso significa que a partir de um limiar de consolidação da agricultura num território, os regimes pluviométricos passam a representar um fator importante para explicar as práticas culturais aplicadas pelos fazendeiros.

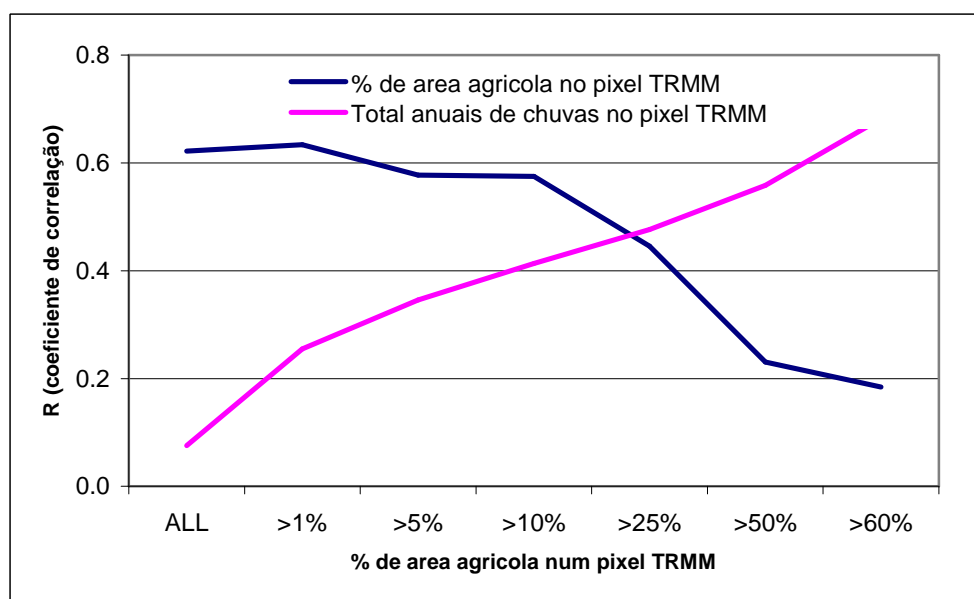


Figura 4. Coeficiente de correlação entre a porcentagem da área agrícola plantada em sistema safrinha e a porcentagem de área agrícola no pixel TRMM (azul) e os total anual de chuva no pixel TRMM (rosa). O coeficiente é calculado com vários limiares de porcentagem de área agrícola no pixel TRMM.

6. Resultados

O uso das técnicas de sensoriamento remoto ajudem a entender melhor o processo de intensificação agrícola que está ocorrendo no Mato Grosso. Em 2006-2007, segundo as imagens MODIS/EVI, o sistema safrinha com duas culturas comerciais representou 26% da área agrícola do estado. Mas, o avanço dessas novas práticas culturais se faz de maneira desigual no território, sendo mais marcado nas regiões centro-norte e oeste do estado. O grau de presença do setor agrícola numa área (em parte ligado a sua antiguidade neste mesmo local) e o total anual de chuvas (estimados pelos dados TRMM EB42) são os principais fatores explicando 42% da variabilidade espacial da adoção de um modelo agrícola intensivo.

Agradecimentos

Esse trabalho foi desenvolvido no âmbito dos programas DURAMAZ (Sustentabilidade na Amazônia Brasileira : http://www.iheal.univ-paris3.fr/rubrique.php?id_rubrique=361) financiado pela Agência Nacional da Pesquisa Francesa.

Referências bibliográficas

- Arvor, D. ; Dubreuil, V.; Ronchail, J.; Meirelles, M. S. P. Apport des données TRMM 3B42 à l'étude des précipitations au Mato Grosso. **Climatologie**, v. 5, 21 p., 2008.
- Brown, J. C.; Jepson, W. E.; Kastens, J. H.; Wardlow, B. D.; Lomas, J.; Price, K. P. Multitemporal, Moderate-Spatial-Resolution Remote Sensing of Modern Agricultural Production and Land Modification in the Brazilian Amazon, **GIScience & Remote Sensing** v.44, n.2, p.117-148, 2007.
- Galford, G. L.; Mustard, J. F.; Melillo, J.; Gendrin, A.; Cerri, C. C.; Cerri, C. E. P. Wavelet analysis of MODIS time series to detect expansion and intensification of row-crop agriculture in Brazil. **Remote Sensing of Environment**, v.112, p.576-587, 2008.
- Huete, A.; Didan, K.; Miura, T.; Rodriguez, E. P.; Gao, X.; Ferreira, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v.83, p. 195-213, 2002.
- IBGE (Sidra: Sistema IBGE de Recuperação Automática) Disponível em : <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 15.oct.2008.
- Jepson, W. Private agricultural colonization on a Brazilian frontier, 1970-1980. **Journal of Historical Geography**, v.32, p. 839-863, 2006.
- Lambin, E. F.; Turner, B. L.; Geist, H. J.; Agbola, S. B.; Angelsen, A.; Bruce, J. W.; Coomes, O.; Dirzo, R.; Fischer, G.; Folke, C.; George, P. S.; Homewood, K.; Imbernon, J.; Leemans, R.; Li, X.; Moran, E. F.; Mortimore, M.; Ramakrishnan, P. S.; Richards, J. F.; Skanes, H.; Steffen, W.; Stone, G. D.; Svedin, U.; Veldkamp, T. A.; Vogel, C. & Xu, J. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths, **Global Environmental Change**, v.11, p. 261-269, 2001.
- Liebmann B.; Camargo, S. J.; Seth, A.; Marengo, J. A.; Carvalho, L. M. V.; Allured, D., Fu, R.; Vera, C. S. Onset and End of the Rainy Season in South America in observations and the ECHAM 4.5 Atmospheric General Circulation Model. **Journal of Climate**, v.20, p. 2037-2050, 2007.
- Morton, D. C.; DeFries, R. S.; Shimabukuro, Y. E.; Anderson, L. O.; Arai, E.; Espirito-Santo, F. D. B.; Freitas, R. M.; Morisette, J. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.103, n.39, p.14637-14641, 2006.
- Simpson, J.; Kummerow, C.; Tao, W.-K.; Adler, R. F. On the tropical rainfall measuring mission (TRMM). **Meteorology and Atmospheric Physics**, v.60, p. 19-36. 1996

Análise da qualidade do modelo digital de elevação para representação da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo¹
Waldir de Carvalho Júnior¹
Mário Duarte Pinto Godoy^{1,2}

¹ Embrapa Solos
Av. Jardim Botânico, 1024 - 22461-010 - Rio de Janeiro - RJ, Brasil
{efidalgo, waldirj}@cnps.embrapa.br

² Graduação em Geografia - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/PUC-RIO
Centro de Ciências Sociais - Departamento de Geografia e Meio Ambiente
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil
mariodpgodoy@yahoo.com.br

Abstract. Digital elevation models (DEM) have been very used in watershed studies, but their ability to represent the terrain shape depends on the quality of the method employed. Methods for generating hydrologically correct models should allow the representation of the surface changes, such as streams and ridges. In addition, they should avoid spurious sink in the generated surface. Efficient detection of spurious features can lead to improvements in DEM generation techniques, as well as detection of errors in source data. This study aims to generate a DEM for Guapi-Macacu river basin, in Rio de Janeiro State, and assess its quality. Cartographic data were selected and corrected for generating models in several grid sizes using TOPO TO RASTER tool in ArcGIS software. The quality of resulting models were assessed and techniques to correct errors were applied. The adopted procedure resulted in a consistent MDE for Guapi-Macacu river basin. The created MDE could represent in a satisfactory way the terrain shape.

Palavras-chave: digital elevation model, watershed, geographic information system, modelo digital de elevação, bacia hidrográfica, sistema de informação geográfica.

1. Introdução

Modelo digital de elevação (MDE) é um modelo quantitativo, no formato digital, da superfície do terreno (Burrough e McDonnell, 1998) e tem sido um importante tópico em geografia e ciências correlatas devido à sua utilização como superfície de referência para estudos de fluxos gravitacionais de materiais e para um grande leque de usos e aplicações (Oksanen e Sarjakoski, 2005).

As estruturas disponíveis para a geração de modelos digitais de elevação e os métodos de interpolação, bem como a discussão sobre as vantagens e desvantagens do seu emprego estão disponíveis na literatura especializada (Burrough e McDonnell, 1998; Wilson e Gallant, 2000), embora não apresentem um consenso (Fernandes e Menezes, 2005).

A qualidade dos MDEs gerados pode variar muito dependendo dos dados originais e da técnica de interpolação empregada. Muitas aplicações de MDEs dependem da representação da forma da superfície e da estrutura da drenagem. Para essas aplicações, medidas absolutas da elevação não permitem uma avaliação completa da qualidade do MDE. Por sua vez, a detecção eficiente de feições espúrias nos modelos gerados podem resultar em melhorias nas técnicas de geração de MDEs ou mesmo na detecção de erros nos dados originais. (Hutchinson e Gallant, 2000).

A bacia hidrográfica é uma unidade natural de planejamento para muitos estudos ambientais, sendo que o manejo e a conservação das bacias dependem de informações espaciais. O formato de sua superfície é um fator dominante nos processo e fenômenos de

superfície, influenciando no escoamento superficial e subterrâneo da água e, como resultado, no potencial de erosão e na umidade do solo.

Os MDEs têm sido muito empregados para estudos em bacias hidrográficas, porém sua capacidade de representar o formato da superfície depende da qualidade do método empregado. Métodos para a geração de modelos de elevação hidrológicamente consistentes devem permitir a representação de discontinuidades da superfície, como os divisores de água e as vertentes, evitando suavização e ocorrência de depressões espúrias.

Outro fator importante para a seleção do modelo que melhor representa a forma da bacia hidrográfica é a análise dos seus resultados. E, neste caso, técnicas de visualização e interpretação do modelo de elevação são de grande utilidade (Hutchinson e Gallant, 2000).

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de gerar um modelo digital de elevação para a bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ, e analisar a sua qualidade aplicando técnicas descritas na literatura.

O trabalho foi desenvolvido como parte do projeto “Entre Serras e Águas: Consolidação do Corredor Central Fluminense através da elaboração do plano de manejo da APA da Bacia do Rio Macacu”, coordenado pelo Instituto Bioatlântica (Ibio) em financiado pelo Sub-Programa Projetos Demonstrativos Ambientais PDA, Componente Ações de Conservação da Mata Atlântica, do Ministério do Meio Ambiente.

2. Metodologia de trabalho

2.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu (Figura 1) é caracterizada por um relevo muito diversificado, indo de áreas planas, no nível do mar, até regiões serranas, com declividades acentuadas e altitudes que ultrapassam os 2 000 metros.



Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, localizada nos municípios de Guapimirim, Cachoeiras de Macacu e Itaboraí, RJ.

2.2. Material e métodos

A elaboração do modelo digital de elevação para a bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu seguiu diversas etapas (Figura 2). A primeira envolveu a seleção dos dados planialtimétricos em formato digital disponíveis para toda a área da bacia. Os dados

provenientes das cartas em escala 1:50 000 (IBGE, 1974, 1979a, 1979b, 1983 e 2007; BRASIL, 1997) foram reunidos e organizados em camadas: pontos cotados; curvas de nível; cursos d'água; lagos e lagoas; e limite da bacia.

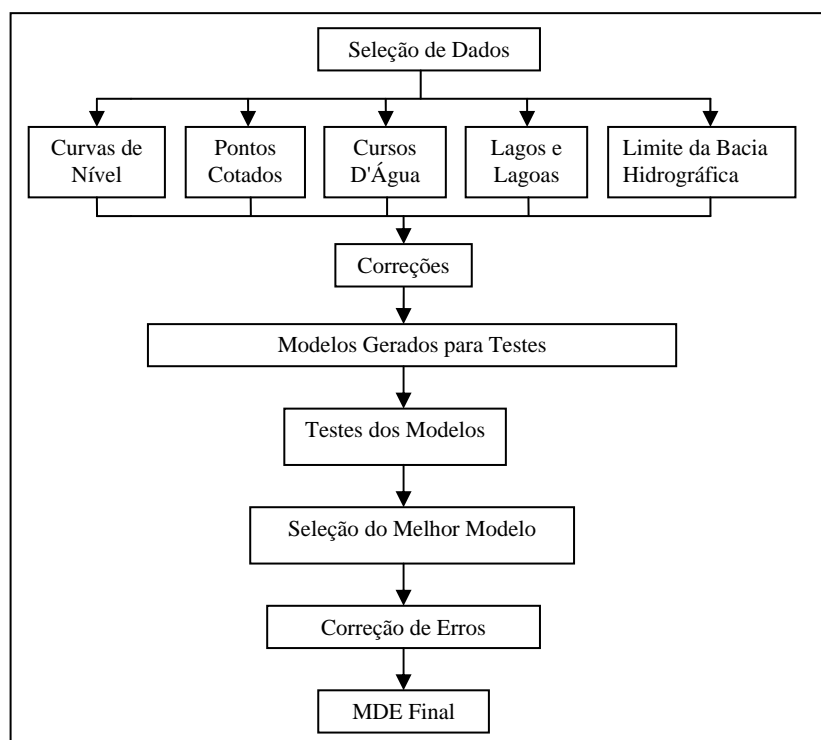


Figura 2. Representação das etapas para elaboração e verificação do Modelo digital de elevação da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu.

Todo o processamento digital dos dados foi realizado utilizando ferramentas do programa ArcGIS da ESRI.

As correções dos dados envolveram: (a) alteração da representação de rios de margem dupla (formato poligonal) para rios de margem simples (formato de linha), conexão de segmentos de rios e indicação do sentido do fluxo; e (b) correção de discontinuidades nas curvas de nível e de valores de altitudes. Para a correção dos valores de altitude foram visualizadas cotas de mesmo valor e observada a sua continuidade. Em complementação, foi gerado um MDE preliminar e visualizado seu resultado no formato de relevo sombreado (*hillshade*), o que permitiu identificar inconsistências.

Após as correções, foram gerados os modelos de elevação para avaliação dos melhores resultados. Para tanto, utilizou-se a ferramenta *Topo to Raster*, que emprega um método de interpolação desenvolvido especialmente para a criação de modelos digitais de elevação hidrológicamente consistentes. Essa ferramenta baseia-se no programa ANUDEM desenvolvido por Hutchinson (1988 e 1989, citados por ESRI, 2000). Mesmo utilizando uma grade regular retangular (o resultado é apresentado no formato matricial), esse método possui a opção de utilizar a drenagem, o que permite suavizar e aumentar sensivelmente a precisão dos dados gerados (Fernandes e Menezes, 2005).

Foram gerados ao todo 36 modelos para avaliação, sendo consideradas as seguintes opções: (a) MDEa, com camada de drenagem (cursos d'água) e com opção *enforce*; (b) MDEb, com camada de drenagem e sem opção *enforce*; e (c) MDEc, sem camada de drenagem e sem opção *enforce*. Adicionalmente foram selecionadas as resoluções de 10, 15, 20, 25, 30, e 40 metros.

A opção *enforce* é uma rotina que tem como objetivo forçar o modelo no sentido da drenagem, e com isso remover depressões espúrias do MDE. As depressões, em geral, são raras em paisagens naturais e devem ser eliminadas. Elas podem surgir no modelo devido a falhas no processo de interpolação ou a lacunas nos dados utilizados.

Os modelos resultantes foram analisados quanto à sua qualidade e adequação da resolução seguindo os procedimentos descritos por Hutchinson e Gallant (2000).

1. Geração do mapa de declividades e cálculo da raiz quadrada da média dos quadrados das declividades. Esse procedimento foi realizado para identificação da melhor resolução para o MDE gerado. Observa-se que, da resolução mais grosseira à mais fina de MDE, os resultados obtidos para esse cálculo aumentam de valor. Em resoluções grosseiras, diversos pontos são agrupados na mesma célula da grade e utiliza-se as médias de seus valores, o que resulta na suavização do MDE quando comparado à superfície real do terreno. Quando a resolução do MDE é alta o suficiente, utiliza-se a média de poucos pontos ou não se utiliza valores médios, e as declividades dos modelos gerados se estabilizam. Neste estágio, toda a informação é extraída dos dados originais e um refinamento adicional na resolução do MDE não mudaria a declividade. Esta observação fornece um critério simples para otimização da resolução do MDE e tem implicações práticas significativas para o inventário dos dados, uma vez que o tamanho da grade selecionado tem implicações na capacidade de armazenamento e de processamento dos dados. A melhor resolução é aquela a partir da qual um aumento da resolução não apresenta aumento na raiz quadrada da média dos quadrados das declividades.

2. Visualização em formato de relevo sombreado (*hillshade*), para identificar inconsistências

3. Totalização das áreas de depressões espúrias e visualização de sua distribuição na área da bacia. Para essa análise utilizou-se a ferramenta *Flow Direction* para a geração de um dado no formato matricial com informação sobre a direção do fluxo de água e, em seguida, a ferramenta *Sink*, que utiliza a informação de direção de fluxo para identificação das áreas de depressão.

4. Totalização das células com valor menor que zero e visualização de sua distribuição na área da bacia. Esses valores não são esperados para a superfície real da bacia, portanto são considerados erros.

5. Derivação de curvas de nível a partir do MDE elaborado utilizando a ferramenta para geração de contornos (*Contour*). Neste caso, selecionou-se o mesmo intervalo entre cotas que o dos dados originais, igual a 20 m. Esse procedimento é uma importante ferramenta de diagnóstico por ser bastante sensível a erros nos dados originais, muitas vezes devidos à atribuição de valores errados a curvas de nível ou pontos cotados.

A última etapa para o refinamento do MDE consistiu na correção de erros observados.

Para a correção de lacunas de informação, que geraram inconsistências no modelo, foram incluídos pontos cotados provenientes do modelo de elevação digital fornecido pelo projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), com resolução de 90 metros corrigido (Mendonça-Santos et al., 2007).

As depressões espúrias dos modelos foram eliminadas por um pós-processamento envolvendo: (a) a identificação das depressões (descrita no item 3); (b) a criação de dado no formato matricial com informação sobre a área de contribuição das depressões, utilizando a ferramenta *Watershed*; (c) a criação de dado no formato matricial com informação sobre o valor de elevação da borda da depressão (máxima elevação), utilizando o comando *Zonalfill*, e preenchimento das depressões com este valor de depressão. Este último procedimento é iterativo e foi realizado até a eliminação de todas as depressões espúrias.

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos (Tabela 1) permitem verificar que a raiz quadrada da média dos quadrados das declividades, para as resoluções selecionadas, não apresentaram um aumento de valor expressivo, ou seja, já se apresentaram estabilizadas para as resoluções entre 30 e 40 metros. Devido à compatibilidade da resolução de 30 metros com outros dados utilizados no projeto no qual este trabalho se insere, essa resolução foi selecionada.

O segundo critério adotado para análise foi o número de depressões espúrias e o número de células que elas abrangiam. Neste caso, o MDEa mostrou melhores resultados por apresentar menor número de casos, indicando que a inclusão da camada de drenagem e a seleção da opção *enforce* permitiu reduzir a ocorrência de depressões espúrias.

O número de células com valor abaixo de zero foi muito grande em todos os modelos gerados indicando a necessidade de correção dos dados originais para eliminação dos erros.

Tabela 1. Raiz quadrada da média dos quadrados das declividades, número de depressões (absoluto e de células) e número de células com valores negativos dos modelos digitais de elevação gerados.

Resolução	Raiz quadrada da média dos quadrados das declividades	n. de depressões espúrias	n. de células em depressões espúrias	Células < 0
MDEa				
10	41,2	2502	6296	476978
15	40,6	2124	4830	209740
20	39,4	1976	4322	118221
25	38,1	1759	3777	91669
30	38,0	1570	3322	53447
40	36,3	1175	2454	32597
MDEb				
10	41,2	4597	10548	437902
15	40,6	3920	8443	184248
20	39,5	3438	7224	105027
25	38,2	2614	5477	76994
30	38,0	2238	4635	42696
40	36,6	1632	3363	26743
MDEc				
10	41,0	5170	11576	451252
15	40,5	4459	9505	119513
20	39,4	3869	8061	112739
25	38,1	3373	6964	79366
30	37,9	3113	6356	50141
40	36,2	2422	4923	28452

A visualização das células com valor negativo e daquelas associadas a depressões espúrias revelou que ambas ocorriam predominantemente em áreas de baixada, com altitudes inferiores a 20 metros. Observou-se ainda a escassez de pontos cotados nesta área que permitisse a geração de um modelo de melhor qualidade, que melhor representasse as feições reais do terreno.

O uso as informações do SRTM supriram grande parte das lacunas de informação e células com valores negativos. Porém, as depressões espúrias somente foram totalmente eliminadas após a correção com o procedimento iterativo utilizando o comando *Zonalfill*.

O modelo final gerado foi visualizado no formato *hillshade* (Figura 3), e as curvas de nível derivadas dele foram comparadas às originais (Figura 4). A análise visual desses resultados foi realizada para toda a área e não foram observadas inconsistências, considerando a escala de representação final do modelo, igual a 1:50 000.

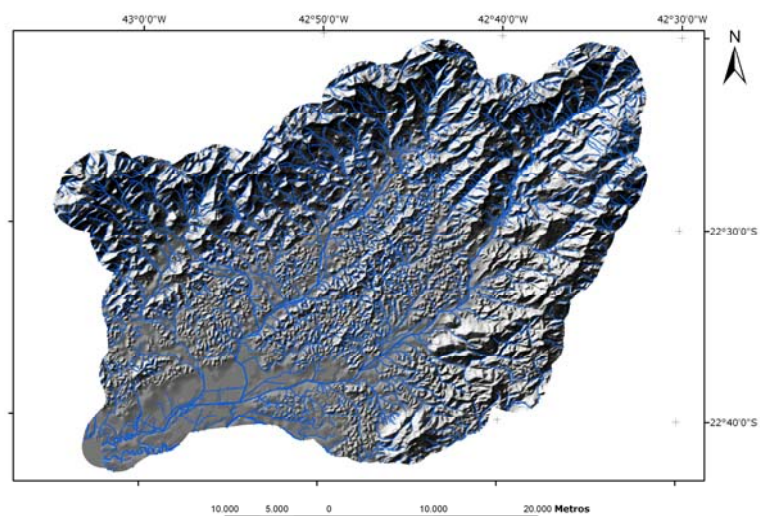


Figura 3. Modelo digital de elevação para a bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu em formato *hillshade* e traçado da drenagem proveniente de cartas topográficas em escala 1:50 000.

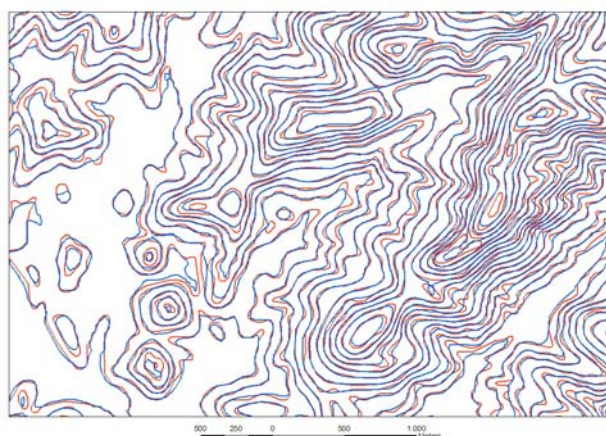


Figura 4. Curvas de nível de parte da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, originais em vermelho e derivadas do modelo digital de elevação gerado em azul.

4. Conclusões

Os procedimentos adotados para a geração do modelo digital de elevação para a bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ, associados a métodos de análise de sua qualidade permitiram a correção de feições espúrias e a obtenção de um modelo consistente e que representa de forma satisfatória a superfície real do terreno na escala adotada, igual a 1:50 000.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Bioatlântica, que coordenou o projeto pelo qual este trabalho foi desenvolvido, e à pesquisadora Maria de Lourdes Santos Mendonça que gentilmente forneceu os dados corrigidos do SRTM para o estado do Rio de Janeiro.

Referências Bibliográficas

Brasil. Diretoria de Serviço Geográfico. **Rio Bonito**: folha SF-23-Z-B-V-2 MI-2746/2. 5. ed. Rio de Janeiro, 1997. Carta topográfica na escala 1:50 000.

Bourrough, P. A.; McDonnell, R.A. **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford University, 1998.

ESRI. How Topo To Raster (3D Analyst) works. In: _____. **ArcGIS Desktop help**. Disponível em: <[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm?TopicName=How%20Topo%20to%20Raster%20\(3D%20Analyst\)%20works](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm?TopicName=How%20Topo%20to%20Raster%20(3D%20Analyst)%20works)>. Acesso em: 12.nov.2008.

Fernandes, M. C.; Menezes, P. M. L. Comparação entre métodos para geração de MDE para a obtenção de observações em superfície real no maciço da Tijuca-RJ. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 57, n. 2, p. 154-161, 2005.

Hutchinson, M. F.; Gallant, J. C. Digital elevation models and representation of terrain shape. In: _____. **Terrain analysis: principles and applications**. New York: John Wiley & Sons, 2000. chap. 2, p. 29-50.

IBGE. **Itaboraí**: folha SF-23-Z-B-V-1. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979a. Escala 1:50 000. Carta topográfica.

IBGE. **Itaipava**: dados digitais da carta topográfica na escala 1:50 000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/#sub_download>. Acesso em 12 fev. 2007. Os dados foram publicados sob forma impressa em 1974.

IBGE. **Nova Friburgo**: folha SF-23-Z-B-II-4. Rio de Janeiro, 1974. Escala 1:50 000. Carta topográfica.

IBGE. **Petrópolis**: folha SF-23-Z-B-IV-2. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979b. Escala 1:50 000. Carta topográfica.

IBGE. **Teresópolis**: folha SF-23-Z-B-II-3 MI-2716-3. 2. ed. Rio de Janeiro, 1983. Escala 1:50 000. Carta topográfica.

Mendonça-Santos, M. L.; Santos, H. G.; Dart, R. O.; Pares, J. G. Mapeamento digital de classes de solos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 29 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Solos, 119)

Oksanen, J.; Sarjakoski, T. Error propagation of DEM-based surface derivatives. **Computers & Geosciences**, v. 31, n. 8, p. 1015-1027, 2005.

Wilson, J. P.; Gallant, J. C. **Terrain analysis: principles and applications**. New York: John Wiley & Sons, 2000.

Análise da correção atmosférica de imagens Landsat em estudo multitemporal na região de Mata Atlântica, Estado do Rio de Janeiro.

Maria Julia do Amaral Fadul ^{1,2}
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo ¹
Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira ¹
Rachel Bardy Prado ¹

¹ Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico, 1024, CEP 22461-000, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
{efidalgo, pedreira, rachel}@cnps.embrapa.br

² Graduação em Geografia - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/PUC-RIO
Centro de Ciências Sociais - Departamento de Geografia e Meio Ambiente
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil
majufadul@yahoo.com.br

Abstract. Multitemporal, remotely sensed data applied to land use land cover dynamic studies require radiometric correction of images, in addition to geometric correction. This allow the analysis of temporal variation of targets without the influence of others factors such as the atmospheric effects. This study aims to apply the dark-object subtraction technique to correct atmospheric effects and to analyze the results on multitemporal images of rivers Macacu and Caceribu watersheds, in Rio de Janeiro state, in Atlantic Forest region. Images without clouds from sensors TM/Landsat-5 and ETM+/Landsat-7 were selected for analysis of land use land cover dynamic of two periods: 1997 to 2002 and 2002 to 2007. The results indicated that the correction method did not reduce the atmospheric effects in a satisfactory manner. These effects continued to influence in any significant way in the spectral response of the targets. The major differences between the levels of gray of the corrected images were among the images of different sensors, indicating likely influence of the response of the sensors on the final results.

Palavras-chave: remote sensing, digital image processing, multi-temporal images, sensoriamento remoto, processamento digital de imagens, imagens multitemporais.

1. Introdução

A utilização de dados multitemporais de sensoriamento remoto para o estudo da dinâmica do uso e ocupação das terras requer, além do ajuste geométrico das imagens, processamentos para ajustes radiométricos de modo a permitir a análise da variação temporal dos alvos sem a influência de outros fatores como os efeitos atmosféricos. A uniformização de imagens de diferentes datas torna-se necessária porque elas podem apresentar valores digitais distintos para um mesmo alvo com reflectância supostamente invariante. Esse fenômeno ocorre devido às diferenças dos parâmetros do sensor, do ângulo solar e, também, aos efeitos atmosféricos.

O termo "efeito atmosférico" é atribuído às interações da radiação solar e da radiação refletida por alvos da superfície com constituintes da atmosfera que interferem no processo de sensoriamento remoto (Kaufman, 1989).

Os efeitos atmosféricos dependem do comprimento de onda da radiação eletromagnética e ocorrem devido à refração, à absorção, ao espalhamento, e ainda à reflexão da radiação por nuvens e outros materiais presentes na atmosfera (Jensen, 2000).

O espalhamento atmosférico contribui, principalmente, com um efeito aditivo na radiância captada pelos sensores, transformada em sinal elétrico e em número digital (ND) ou nível de cinza (NC). Uma metodologia bastante empregada para realizar a correção atmosférica proveniente do efeito do espalhamento é o modelo proposto por Chavez (1988). Ele utiliza a técnica de subtração do pixel escuro (Dark-Object Subtraction, DOS), que considera a existência de alvos escuros na imagem tais como sombras de nuvens e de

topografia. Embora esse método apresente restrições, destacadas principalmente por se limitar à correção dos efeitos de espalhamento e por considerar os efeitos atmosféricos homogêneos para toda a cena (Ponzoni e Shimabukuru, 2007), a grande vantagem de sua aplicação está no uso de dados provenientes apenas das imagens, não exigindo a coleta de informações sobre as condições atmosféricas no local e momento da passagem do sensor.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é analisar o efeito da correção atmosférica aplicando método de subtração de nível de cinza em imagens multitemporais da região das bacias hidrográficas dos rios Macacu e Caceribu, no Estado do Rio de Janeiro, em região de Mata Atlântica.

Este trabalho foi realizado com recursos da FAPERJ e está inserido no projeto Dinâmica espaço-temporal do uso da terra nas bacias hidrográficas dos rios Macacu e Caceribu: subsídios ao planejamento ambiental, coordenado pela Embrapa Solos.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de estudo

A área de estudo compreende as bacias hidrográficas dos rios Macacu e Caceribu, localizadas na parte leste da Baía de Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro, abrangendo aproximadamente 2 072 km². Ela se estende das escarpas serranas às planícies costeiras, passando por colinas, maciços e tabuleiros costeiros, abrangendo uma diversidade de ambientes onde ocorrem ecossistemas diversos como florestas, campos de altitude, restingas e mangues, pertencentes aos municípios de Guapimirim, Cachoeiras de Macacu, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá e Rio Bonito (Figura 1).



Figura 1. Localização da área de estudo.

2.2. Material e Métodos

Para os objetivos do estudo da dinâmica de uso e cobertura da terra, foram estabelecidos dois períodos de interesse: 1997 a 2002 e 2002 a 2007. Selecionaram-se imagens da órbita-ponto 217/76, deste período, com menor cobertura de nuvens, sendo utilizadas imagens TM/Landsat-5, nas datas 21/07/1997 e 02/08/2007 e ETM+/Landsat-7, de 09/02/2002.

Para o processamento digital das imagens utilizou-se o programa ENVI, versão 4.5.

O georreferenciamento das imagens foi realizado aplicando-se a equação polinomial de primeiro grau para o ajuste a partir de pontos de controle distribuídos por toda a imagem. A imagem de 2007 foi a primeira a ser georreferenciada, selecionando-se pontos de controle em cartas planialtimétricas em escala 1:50 000 (IBGE, 1974, 1979a, 1979b, 1981, 1983 e 2007; BRASIL, 1964 e 1997). Na seqüência, as imagens de 2002 e 1997 foram georreferenciadas utilizando-se a imagem de 2007 como referência para a seleção de pontos de controle.

A correção atmosférica, realizada com base no modelo proposto por Chavez (1988) seguiu os passos descritos a seguir.

1. Seleção do nível de cinza do pixel escuro na banda 1. Para isso foi obtido, para cada ano, o histograma dos valores de NC da banda 1 e selecionado o menor NC em que se observa um grande aumento da frequência desses valores.

2. Com base no valor do pixel escuro, identificação das condições atmosféricas no momento da obtenção da imagem e seleção do modelo de espalhamento relativo (λ^a) que melhor a representa, segundo Tabela 1.

Tabela 1. Condições atmosféricas e modelo de espalhamento relativo para diferentes valores de pixel escuro da banda 1.

Pixel escuro	Atmosfera	Modelo de espalhamento relativo
≤ 55	Muito limpa	λ^{-4}
56-75	Limpa	λ^{-2}
79-95	Moderada	λ^{-1}
96-115	Com bruma	$\lambda^{-0,7}$
> 115	Com muita bruma	$\lambda^{-0,5}$

Fonte: Modificado de Chavez (1988).

3. Cálculo do espalhamento em cada banda ($espalhamento_i$), dado pelo comprimento de onda médio de cada banda elevado à potência referente ao modelo de espalhamento - selecionada na Tabela 1, seguido da aplicação da Equação 1.

$$espalhamento_i = (NC_{espalhamento1} - offset_1) fator_i \quad (1)$$

onde,

i = banda correspondente,

$NC_{espalhamento1}$ = nível de cinza selecionado conforme passo 1,

$offset_1$ = offset calculado para a banda 1, utilizando dados de pós-calibração fornecidos por Chander e Markham (2003) para o sensor TM/Landsat 5 e NASA (2008) para o sensor ETM+/Landsat 7,

$fator_i$ = razão entre os valores do espalhamento de cada banda pelo valor do espalhamento da banda em que foi selecionado o pixel escuro, neste caso a banda 1.

4. Cálculo do valor de nível de cinza a ser subtraído para as demais bandas, considerando os diferentes valores de ganho e offset. Neste caso, o nível de cinza é dado pela Equação 2:

$$NC_{espalhamento_i} = espalhamento_i \cdot norm_i + offset_i \quad (2)$$

onde,

$norm_i$ = razão entre o ganho da banda i e o ganho da banda 1 (valores de ganho calculados segundo dados fornecidos por Chander e Markham, 2003 e NASA, 2008).

Os valores de nível de cinza, calculados para cada banda e referente a cada data de passagem conforme o procedimento descrito, foram subtraídos das imagens georreferenciadas.

A análise do resultado da correção atmosférica foi realizada comparando as imagens corrigidas com as originais. Para tal, coletou-se amostras de áreas em que não houve mudança

de uso ou cobertura da terra durante o período analisado. Foram selecionadas três janelas de amostragem para as seguintes classes: floresta densa, área urbana, pasto, mangue e água, totalizando quinze janelas.

Os valores de NC correspondentes às áreas das janelas foram coletados para cada banda e data de passagem, com e sem correção atmosférica, e calculadas as médias.

Realizou-se análise de variância para verificar se as médias dos níveis de cinza de cada amostra, nos três anos analisados apresentavam diferença significativa. O teste foi aplicado para o conjunto de amostras na condição sem correção atmosférica (SC) e com correção atmosférica (CC).

3. Resultados e Discussão

O georreferenciamento dos dados foi realizado para toda a área de estudo, obtendo-se em média 111 pontos de controle em cada imagem e um erro máximo de 1,25 pixels (Tabela 2).

Tabela 2. Número de pontos de controle (PC) e erro resultante do processo de georreferenciamento das imagens.

Ano da imagem	N. de PC	Raiz média quadrada do erro (RMS) em pixels ⁽¹⁾
1997	65	1,25
2002	91	0,91
2007	178	1,91

⁽¹⁾ 1 pixel = 30 metros

Na Figura 2 é apresentado exemplo de amostra selecionada em área de floresta densa.



Figura 2. Exemplo de amostra de áreas de floresta densa em composição colorida das bandas 4(R), 5(G) e 3(B), após a correção atmosférica. Da esquerda para a direita, imagens de 1997, 2002 e 2007.

Em geral, os resultados da análise de variância aplicada para o conjunto de amostras na condição sem correção atmosférica (SC) e com correção atmosférica (CC) mostraram-se significativos em nível de 0,01 (Tabela 2), rejeitando a hipótese de que as médias dos NC das classes selecionadas nos três anos são iguais. Observa-se ainda que as maiores diferenças entre os NC estão entre as imagens de 2002 e as demais, de 1997 e 2007 (Figura 3).

Tabela 2. Resultados da análise de variância (valores de F calculado) para as amostras das classes de uso da terra selecionadas nas condições sem correção atmosférica (SC) e com correção (CC).

	Banda 1		Banda 2		Banda 3	
	SC	CC	SC	CC	SC	CC
Floresta Densa	25,9**	6,0*	2000,2**	8,3*	2280,9**	241,1**
Pasto	1,2	7,7*	335,2**	80,3**	62,8**	12,9**
Área Urbana	5,4*	4,4	201,4**	54,0**	77,8**	24,7**
Mangue	50,6**	38,5**	1193,1**	200,2**	1661,1**	213,9**
Água	3,4	8,4*	136,6**	20,6**	107,6**	14,8**

	Banda 4		Banda 5		Banda 7	
	SC	CC	SC	CC	SC	CC
Floresta Densa	291,6**	191,2**	42,9**	22,4**	490,9**	185,4**
Pasto	244,0**	173,8**	0,4	0,0	6,0*	2,1
Área Urbana	60,7**	336,2**	10,3*	6,5*	57,3**	33,6**
Mangue	442,2**	281,1**	777,2**	405,3**	2228,7**	764,4**
Água	263,5**	81,3**	32933,2**	9648,0**	100302,0**	23263,3**

* significativo em nível de 0,05.

** significativo em nível de 0,01.

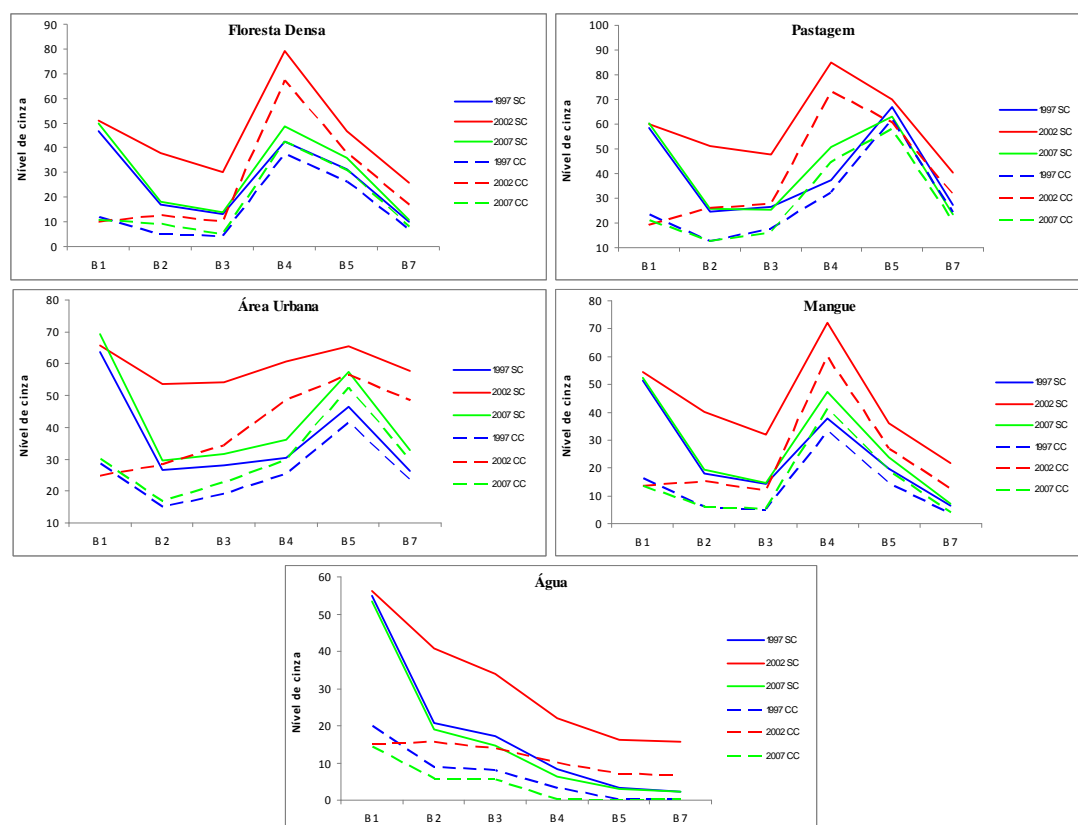


Figura 3. Valores de nível de cinza médios por banda nos 3 anos analisados, nas imagens sem e com correção atmosférica (SC e CC, respectivamente).

Temos que considerar que, embora o cuidado na escolha de amostras que não apresentassem alterações ao longo dos anos, variações podem ter ocorrido nas três imagens

usadas devido a outros fatores que não mudança de uso, por exemplo, variações sazonais como estresse hídrico na vegetação ou alteração da quantidade de sedimentos na água.

Neste caso, a imagem de 2002 difere das demais em relação ao período do ano. As imagens de 1997 e 2007 são de julho e agosto (período mais seco) e a de 2002 é de fevereiro (período mais úmido), o que poderia influir na resposta de alguns alvos mais sujeitos a variações sazonais. Porém, o comportamento da classe área urbana, para a qual não são observadas variações sazonais, seguiu o das demais classes, apresentando médias de NC nas imagens de 2002 que diferem das médias observadas em 1997 e 2007.

Um fator importante a ser considerado na diferença observada entre a imagem de 2002 e as de 1997 e 2007 é que são provenientes de diferentes sensores, sendo a de 2002 do sensor ETM+ e as demais do sensor TM.

Mesmo após a correção atmosférica, os NC da imagem de 2002 mostraram-se superiores aos dos outros anos, com exceção da banda 1 para todas as classes e da banda 5 para a classe pastagem, que apresentaram valores muito próximos.

Observa-se que os valores de NC na banda 1 já eram próximos antes da correção e que a correção para as classes pastagem e água até mesmo aumentou a diferença entre NCs das imagens dos diferentes anos.

No caso específico da classe água, os valores de NC nas bandas 5 e 7 para as imagens de 1997 e 2007 eram muito próximos dos valores de NC para subtração - 3 e 2, respectivamente -, o que resultou em um elevado número de pixels com valor 0 em todas as amostras. Já para a imagem de 2002, embora os valores corrigidos fossem baixos, resultaram maiores que 0. Neste caso, os valores de F calculados para as amostras da classe água nas bandas 5 e 7 ficaram muito elevados.

4. Conclusões

Os resultados obtidos indicam que a correção realizada segundo o método de subtração do pixel escuro não permitiu reduzir os efeitos atmosféricos das imagens dos dois sensores de forma satisfatória, sendo que esses efeitos continuaram a influir de forma significativa na resposta espectral dos alvos.

As maiores diferenças entre os níveis de cinza das imagens corrigidas ocorreram entre as imagens de 2002 (sensor ETM+) e as imagens de 1997 e 2007 (sensor TM), indicando provável influência da resposta dos sensores no resultado final.

Como continuidade deste trabalho pretende-se buscar alternativas para a correção radiométrica das imagens de forma a reduzir os efeitos atmosféricos e eventuais efeitos devidos ao uso de diferentes sensores na resposta dos alvos, visando obter melhores resultados na análise da dinâmica temporal.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Diretoria de Serviço Geográfico. **Rio Bonito**: folha SF-23-Z-B-V-2 MI-2746/2. 5. ed. Rio de Janeiro, 1997. Carta topográfica na escala 1:50.000.

BRASIL. Diretoria de Serviço Geográfico. **Marica**: folha SF-23-Z-B-V MI-2746/3 e 2774^a/1. ed. Rio de Janeiro, 1964. Escala 1:50.000. Carta Topográfica.

Chander, G.; Markham, B. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamics ranges. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 41, n. 11, p. 2674-2677, 2003.

Chavez, P.S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**, v. 24, n. 3, p. 459-479, 1988.

IBGE. **Itaboraí**: folha SF-23-Z-B-V-1. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979a. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Itaipava**: dados digitais da carta topográfica na escala 1:50.000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/#sub_download>. Acesso em 12 fev. 2007. Os dados foram publicados sob forma impressa em 1974.

IBGE. **Nova Friburgo**: folha SF-23-Z-B-II-4. Rio de Janeiro, 1974. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Petrópolis**: folha SF-23-Z-B-IV-2. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979b. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Saquarema**: Folha SF-23-Z-B-V-4 MI-2746/4. ed. Rio de Janeiro, 1981. Escala 1: 50.000. Carta Tipográfica.

IBGE. **Teresópolis**: folha SF-23-Z-B-II-3 MI-2716-3. 2. ed. Rio de Janeiro, 1983. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

Jensen, J.R. Eletromagnetic radiation principles. In: **Remote sensing of the environment: an earth resource perspective**. New Jersey: Prentice Hall, 2000. chap 2, p. 29-51.

Kaufman, Y. The atmospheric effect on remote sensing and its correction. In: Asrar, G. **Theory and applications of optical remote sensing**. New York: John Wiley & Sons, 1989. chap. 9, p. 336-428.

NASA. Data Products. In: _____. **Landsat 7: science data users handbook**. Chap. 11. Disponível em <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_htmls/chapter11/chapter11.html>. Acesso em: 28 ago. 2008.

Ponzoni, F.J.; Shimabukuru, Y.E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: A. Silva Vieira. Ed., 2007.

Classificação semi-automática de imagens multitemporais Landsat-5 para análise do padrão de uso agrícola das terras do Sudoeste Goiano

Carlos Eduardo Gonçalves Ferreira ¹
Rachel Bardy Prado ²
Vinícius de Melo Benites ²
José Carlos Polidoro ²
Alexey Naumov ³

¹ Estudante de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, 22460-000, Rio de Janeiro - RJ
carlosed.gf@hotmail.com

² Pesquisador (a) do Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS / EMBRAPA
Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, 22460-000, Rio de Janeiro - RJ
{rachel, vinicius, polidoro}@cnps.embrapa.br

³ Professor de Geografia da Universidade de Moscou e Coordenador para a América
Latina do International Potash Institute (IPI)
Leninskiye Gory, Moscow, 119899, Russian Federation
alnaumov@geogr.msu.ru

Abstract. From 1970's the Brazilian middle-west occupation increase because there were policies of agricultural expansion. This fact occurred due to agricultural mechanization, increase of fertilizers inputs, aiming high levels of production in some regions like Southwest Goiás. Nowadays, some municipalities are the most producers of grains of Brazil and an important crop there is the sugar-cane, too. Then, the land use dynamic is very high and it is important to map and analyse this process to support planning actions. In this context was proposed this work to investigate the agricultural use pattern in some municipalities of Southwest Goiás. For this orbital images from Landsat-5 TM satellite year were acquired in different times along 2007. Additional agricultural information was used to support classification, mainly data obtained in a field work. Segmentation of Spring 4.3.3 was applied getting very good results. The digital classifier used was *Battacharya Distance*. The land use/cover map to study area was obtained presenting ten classes. The multitemporal images were very important to distinguish agricultural classes. Soybean class presented the most percentage in area and it change to winter crops, bare soil or resting soil in winter. From this mapping, environmental planning for agricultural activities should be adopted in this region.

Palavras-chave: land use, segmentation, Southwest Goiás, uso das terras, segmentação, Sudoeste Goiano.

1. Introdução

A partir do fim da década de 1960, a agricultura brasileira atravessou um período permeado por diversas transformações agrícolas, também conhecido como “Revolução Verde”, onde a agricultura tradicional baseada nas condições impostas pelo ambiente deu lugar a um novo modelo de agricultura baseado num alto grau de mecanização das atividades e incremento de insumos agrícolas, caracterizando uma nova perspectiva nas relações de produção no espaço agrário. Segundo Graziano Neto (1985), o consumo de fertilizantes no Brasil entre 1965 e 1975 aumentou 60%, enquanto o consumo de defensivos agrícolas aumentou 25% anualmente, aliado aumento de uso de tratores na ordem de 72%, no período entre 1960 e 1975.

Com esta modernização da produção agrícola, diversas regiões ao longo do território brasileiro foram selecionadas para a execução do então novo modelo de produção. Dentre estas regiões, destaca-se o Centro-Oeste brasileiro, onde diversas políticas governamentais de incentivo à expansão da fronteira agrícola possibilitaram o desenvolvimento de uma

agricultura nos moldes industriais de produção, a fim de atender a demanda do mercado interno e externo. Planos como Programa de Desenvolvimento de Cerrados e o PRODECER (Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados) efetuaram bastante repercussão no Centro-Oeste, principalmente na microrregião do Sudoeste do Estado de Goiás, impulsionando os cerrados às áreas produtivas, e permanecendo até o início de década de 1980 (Ferreira e Fernandes Filho, 2003).

A partir da implantação destes programas de desenvolvimento agrícola, uma drástica modificação na paisagem natural da região foi efetuada, onde a vegetação natural de cerrado dominante na região foi substituída, paulatinamente, por extensos talhões de cultivo e áreas de pastagem. Com isto, o Sudoeste de Goiás tornou-se um dos principais Complexos Agroindustriais da região Centro-Oeste, tornando-se posteriormente, um expoente em produção de grãos do país. Desta forma, sua paisagem, marcada por cultivos até então recentes na região e tradicionalmente por criação de gado, cede lugar ao arroz, milho, sorgo granífero, soja e algodão, mantendo essas características até os dias atuais (Pedroso e Pedroso da Silva, 2005).

Recentemente, políticas de incentivo à produção do biocombustível no Brasil têm repercutido em novas transformações na paisagem desta região. Dados do projeto CANASAT (2008), obtidos por meio de classificação e interpretação de imagens provenientes do satélite Landsat-5, no período que compreende as safras de 2005/2006 e de 2008/2009, também revelam um progressivo aumento de área plantada da Cana-de-açúcar no Sudoeste de Goiás.

Percebe-se, portanto, que a dinâmica de uso e cobertura das terras no Sudoeste Goiano é intensa, principalmente, devido ao seu papel enquanto pólo de produção na agricultura brasileira. Desta forma, impõe-se a necessidade de análise constante dos padrões de seu uso, visando fornecer subsídios ao planejamento regional agrícola e minimizar impactos indesejáveis ao meio ambiente.

Visando obter e analisar a situação atual do padrão de uso agrícola das terras do Sudoeste Goiano, foi proposto o presente trabalho que utilizou imagens do sensor TM do Landsat-5 referentes ao período de verão de 2006 e inverno de 2007. Este trabalho encontra-se vinculado ao projeto “Aduba Brasil - Apoio ao Uso Balanceado de Potássio e Outros Nutrientes na Agricultura Brasileira”, fruto de uma cooperação técnica internacional entre a Embrapa e o Instituto Internacional do Potássio (IPI).

Pino (2001) ressalta que os levantamentos de dados agropecuários a partir de sensoriamento remoto, em comparação a outras formas de levantamento, têm como vantagens a rapidez e a precisão, além do baixo preço quando utilizado em larga escala. Além disso, o caráter repetitivo da aquisição de imagens pelos satélites possibilita a atualização periódica da ocupação da superfície de interesse sendo, portanto, uma boa ferramenta para classificar o uso do solo e medição do terreno (FAO, 1996).

Como as classes de uso desta região possuem talhões bem definidos e extensos e também pelo fato da região ser bastante plana, optou-se pela utilização da segmentação de imagens, disponível no *software* Spring 4.3.3. Para Hussain (1991) a segmentação é o processo em que uma imagem é subdividida em partes constituintes ou regiões, tendo como base propriedades dos pixels, como nível de cinza e textura. É na fase de segmentação que objetos ou outras entidades de interesse são extraídos para um subsequente processamento. A divisão em porções consiste, basicamente, em um processo de crescimento por regiões, de detecção de bordas ou de detecção de bacias (INPE, 2008).

No estudo em questão, utilizou-se um classificador por regiões, que utiliza, além de informação espectral de cada pixel, a informação espacial que envolve a relação com seus vizinhos. Eles procuram simular o comportamento de um foto-intérprete, reconhecendo áreas homogêneas de imagens, baseadas nas propriedades espectrais e espaciais das mesmas (INPE, 2008). Os classificadores por regiões disponíveis no Spring 4.3.3 são o ISOSEG e o

Batacharrya Distance, sendo o último adotado neste estudo. A medida da distância de Battacharrya é usada para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais. Ou seja, mede-se a distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais (INPE, 2008).

2.0 Material e Métodos

2.1 Área de estudo

O Sudoeste Goiano está situado entre os meridianos 48° 30' a 53° 00' de longitude oeste e entre os paralelos 16° 30' a 19° 30' de latitude sul (Figura 1). Abrange aproximadamente dez milhões de hectares e possui como paisagem dominante áreas planas e extensos chapadões, modelados em arenitos e basaltos de idade mesozóica, além de possuir o Cerrado enquanto vegetação natural. Há também a predominância de rios de caráter conseqüente, como o Aporé, Verdão, Corrente e Claro, além de apresentar um clima quente e semi-úmido de cerrado, com temperatura média anual entre 21°C e 23°C, marcada por amplitude térmica superior a 5°C. Os solos mais comuns na região são os Latossolos, além de ocorrer Neossolos Quartzarênicos e Argissolos em algumas localidades (Guerra et al., 1989). Por se tratar de extensa área, totalizando mais de um milhão e meio de hectares, os municípios de Rio Verde, Montividiu, Santa Helena de Goiás, Santo Antônio da Barra, Paraúna e Acreúna foram selecionados para serem mapeados em função de serem dos mais produtivos da região.

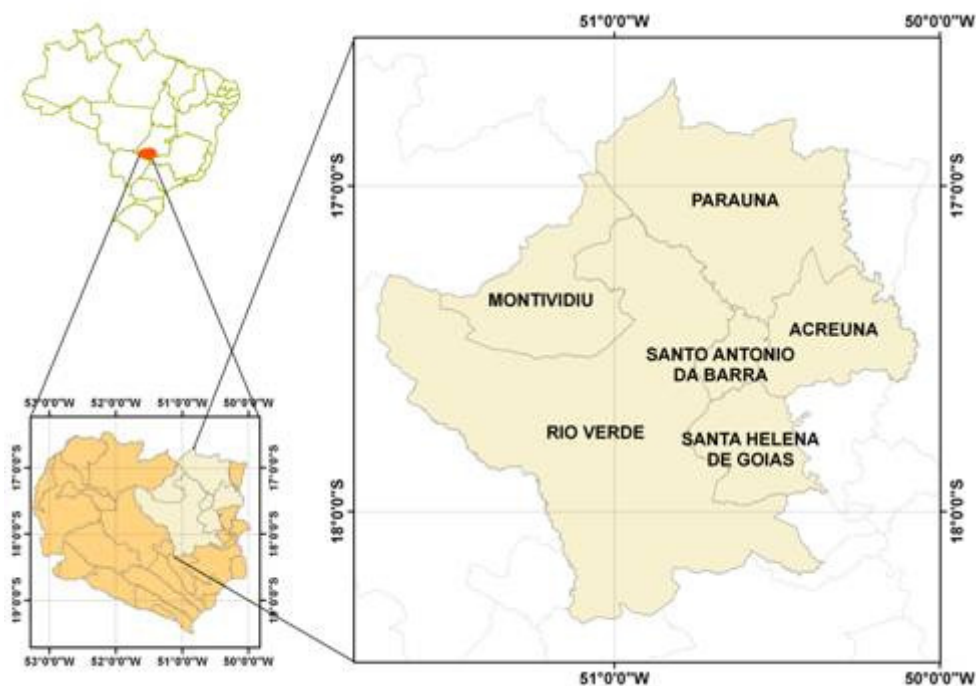


Figura 1. Localização do Sudoeste Goiano, bem como dos municípios mapeados.

2.2 Seleção e obtenção de imagens

As imagens utilizadas no mapeamento de uso das terras do Sudoeste Goiano foram provenientes do sensor TM do satélite Landsat-5, com resolução de 30 metros, reamostradas para 50 metros para facilitar o processamento, uma vez que a escala de trabalho definida foi de 1:50.000, além da elevada extensão da área de estudo. Segundo Moreira (2003), a aquisição de imagens para utilização em áreas de predominância agrícola deve ser de datas referentes aos diferentes ciclos de plantio, com o intuito de facilitar a diferenciação dos tipos de manejo presentes no local, além do conhecimento pelo analista do calendário agrícola da localidade estudada. Neste sentido, foram obtidas imagens com Órbitas-Ponto 222-072 e 223-

072 por meio do catálogo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para o período de verão 10/02/2007 e 05/03/2007 e de inverno 08/05/2007 e 17/05/2007, respectivamente. Em função dos custos de aquisição das imagens, uma pequena parte do município de Rio Verde permaneceu ausente de imagens. Entre as bandas espectrais disponíveis pelo sensor, foram utilizadas foram TM3, TM4 e TM5, e o percentual aceito de cobertura por nuvens foi de no máximo 10%.

2.3 Pré-processamento das imagens

As imagens foram georreferenciadas no *software* ARCGIS 9.1 da ESRI, a partir de base cartográfica em escala 1:250.000, na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS-84, fuso 22. Posteriormente, as imagens foram exportadas do *software* em formato TIFF e importadas para o *software* Spring 4.3.3, obtendo-se um mosaico banda a banda que recobria a área de estudo, para o período do inverno do verão. Foram aplicadas técnicas de contraste e obtenção de imagem colorida falsa cor combinando-se as bandas 3, 4 e 5.

2.4 Verificação terrestre

A partir dos mosaicos de imagens obtidos e com o auxílio dos dados de Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2006), cerca de oitenta pontos foram selecionados para serem checados em campo. Uma ficha também foi elaborada previamente com a finalidade de facilitar coleta das informações para um melhor conhecimento da distribuição espacial das principais classes de uso agrícola da região. Este trabalho de verificação terrestre ocorreu em abril de 2008. Os pontos foram georreferenciados e fotografados para auxiliar na fase de treinamento da classificação. Também foram realizadas entrevistas para obtenção de informações sobre o ciclo agrícola da região (Figura 2).

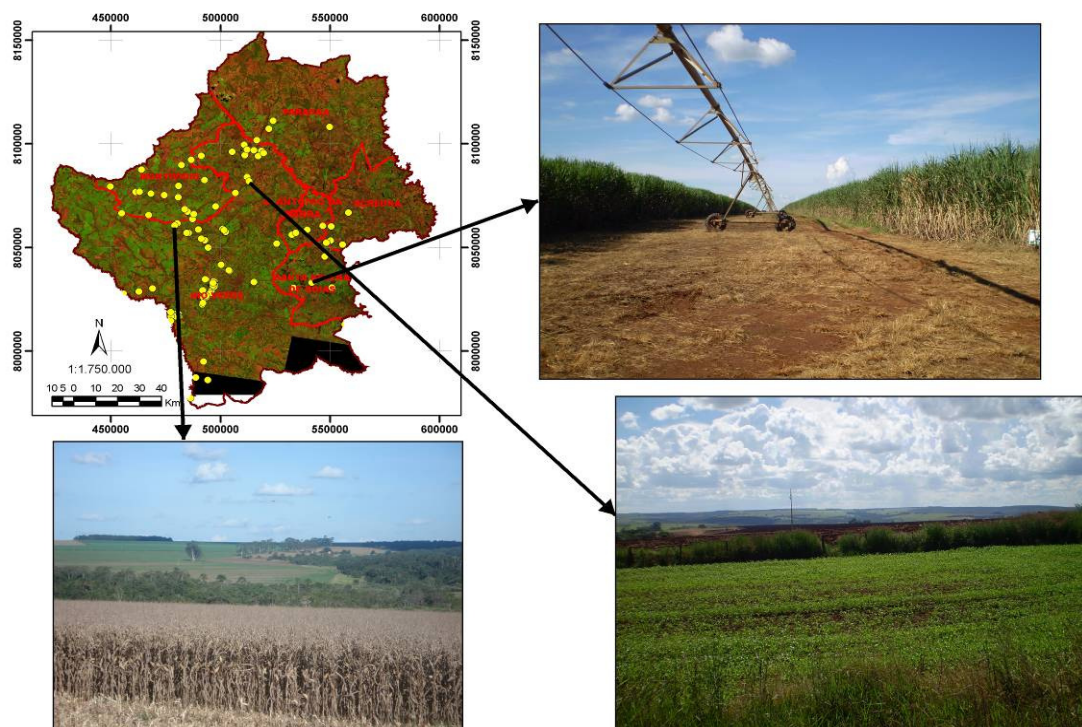


Figura 2. Pontos georreferenciados durante a verificação terrestre das feições da paisagem, onde há a presença de diversos tipos de cultivos.

2.5 Processamento das imagens e mapeamento do uso das terras

As classes de uso das terras predominantes estabelecidas para a área de estudo foram: Área Construída (cidades, usinas, povoamento), Cana-de-açúcar (nos seus diversos estágios de desenvolvimento, bem como quando se apresentava queimada), Pastagem (com presença bovina), Remanescentes de vegetação natural (em diversos estágios sucessionais, indo desde vegetação arbustiva até o cerrado florestado), Silvicultura (eucalipto), Soja/Safrinha (soja de verão onde no inverno utiliza-se sistema de safrinha como milho, milheto e sorgo granífero), Soja/Pousio (áreas de soja que no inverno ficam em pousio), Soja/ Solo Exposto (área de soja recentemente colhida/arada), Outros (outros tipos de cultivo, que puderam ser identificados com auxílio das imagens de inverno tais como algodão e *brachiaria*, mas não distinguidos) e Nuvem/Sombra.

A segmentação foi aplicada com um limiar de similaridade de 13 e de área de 70 sobre a imagem do período de inverno, e em seguida, procedeu-se à aplicação do algoritmo de classificação digital supervisionado *Bhattacharya Distance*, com um limiar de aceitação de 99,9%, utilizando as informações obtidas na verificação terrestre na fase de treinamento. O mapa matricial de uso das terras resultante foi submetido à interpretação visual, para edição das classes que apresentaram confusão pelo classificador digital, com base nas imagens de diferentes épocas, além das informações de campo. Desta forma, obteve-se o Mapa de Uso das Terras para parte do Sudoeste Goiano. Em seguida, foram calculadas as áreas de cada classe obtida que subsidiou também a análise do padrão de uso agrícola desta região.

3. Resultados e Discussão

A Figura 3 mostra o mapa de uso e cobertura das terras dos municípios em questão, e a Tabela 1 apresenta as informações quantitativas referentes ao mapa. Pode-se observar que em torno de 28% da paisagem é coberta por remanescentes de vegetação. Tais áreas predominam entre o entorno dos rios e córregos da região, além de ocuparem áreas com relevo mais irregular em relação ao restante da área, na porção norte do município de Paraúna. As áreas onde há a presença de Silvicultura aparecem principalmente no município de Rio Verde, muito em função da presença de suinocultura, que costuma ser associada espacialmente ao cultivo de eucalipto. As áreas edificadas ou construídas somam uma área de 12.161,58 ha, onde em Rio Verde encontra-se a maior concentração desta classe. As áreas destinadas a pastagem apresentam-se principalmente no município de Paraúna, em razão de sua topografia irregular, além de ser encontrado na porção sudoeste do município de Rio Verde, também em função da importância do gado de corte para a economia regional. Ao longo de todos os municípios estudados esta classe também foi encontrada em áreas próximas a áreas de vegetação ciliar, apresentando um percentual de 13,3% de ocupação em relação à totalidade da área estudada.

Tabela 1. Área e percentual médio das classes mapeadas.

Classe	Área (ha)	Percentual
Área Construída	12.461,58	0,8%
Cana-de-açúcar	57.120,42	3,5%
Soja / Safrinha	460.944,90	28,3%
Soja / Pousio	208.333,00	12,8%
Soja / Solo Exposto	146.437,58	9,0%
Silvicultura	5.899,52	0,4%
Pastagem	215.539,52	13,3%
Remanescentes de Vegetação	455.530,05	28,0%
Nuvem / Sombra	2.642,90	0,2%
Outros	61.507,63	3,8%
Total	1.626.417,14	100%

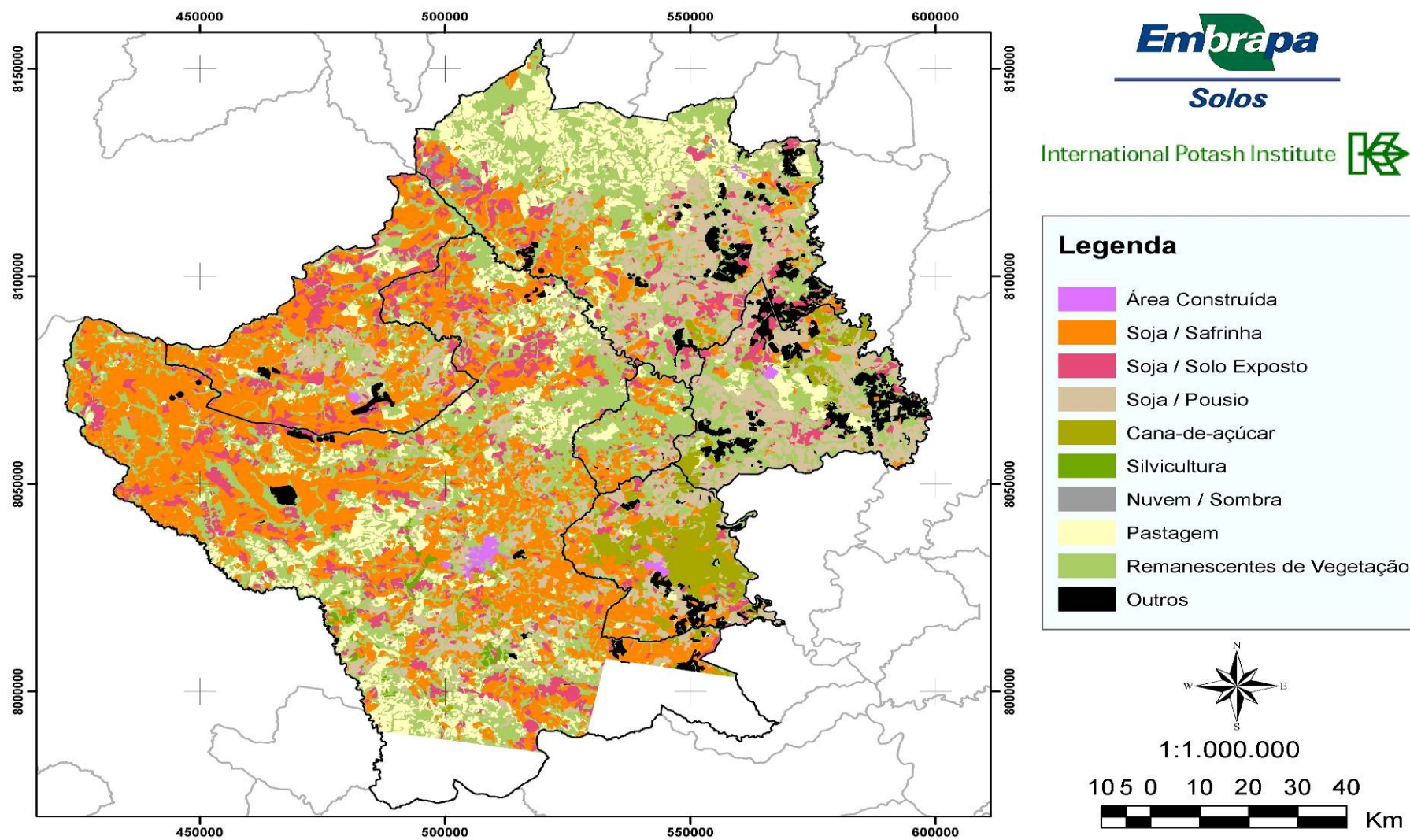


Figura 3. Mapa de uso das terras dos municípios de Rio Verde, Montividiu, Acreúna, Santa Helena de Goiás, Santo Antônio da Barra e Paraúna.

O cultivo de Cana-de-açúcar na área estudada representa 3,5 % do total, aparecendo em maior ou menor quantidade em todos os municípios mapeados, concentrando-se em Santa Helena de Goiás. Já as áreas destinadas ao plantio de soja na região, identificadas através de imagens de diferentes épocas totalizaram uma área de 815.715,48 há, predominando na área de estudo. Entre as diversas situações em que se apresentou na imagem selecionada para classificação digital, apresentou-se, quando colhida (inverno), como Pousio, Cultura de Safrinha e Solo Exposto.

4. Conclusões

A segmentação do Spring 4.3.3 se mostrou bastante adequada para delimitar as classes de uso agrícola do Sudoeste Goiano, por possuir talhões bem definidos e relevo plano, permitindo obter bons resultados com a utilização do classificador *Battacharya Distance*.

A partir do presente trabalho, concluiu ser fundamental a utilização de imagens multitemporais coletadas por sensores em nível orbital para fins de classificação e interpretação do uso da superfície terrestre, principalmente em áreas onde a atividade agrícola é predominante. Desta forma, é possível o conhecimento daquelas culturas que apresentam ciclos perenes ou anuais, ou mesmo áreas que apresentem elevada rotação de cultivo. Com a multitemporalidade, é possível efetuar correção de erros do classificador, facilitando o trabalho do fotointérprete.

Na presente área, informações colaterais referentes a área plantada e produção agrícola das diferentes culturas do município, calendário agrícola e conhecimento por parte dos produtores locais representaram grande importância durante a interpretação visual.

A partir do conhecimento da distribuição espacial dos diferentes tipos de uso, importantes ações de planejamento poderão ser implantadas, visando alternativas de uso preferencial da terra no Sudoeste Goiano para que se alcance a sustentabilidade do ambiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Cooperativa COMIGO e a empresa de consultoria Agroverde, de Rio Verde, que forneceram informações importantes à identificação dos padrões de uso dos municípios estudados.

Referências Bibliográficas

CANASAT. Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da terra. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/tabelas.jsp>>. Acesso em: 30 out. 2008.

Ferreira, D. F.; Fernandes Filho, J. F.; Análise das transformações Recentes na Atividade Agrícola da Região de Goiás. 1970/1995-6. In: Pereira, S.L. Xavier, C. L. (Org). **O agronegócio nas terras de Goiás**. Uberlândia: EDUFU, 2003. p. 101-138.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Multiple frame agricultural surveys: current surveys based on area and list sampling methods**. Rome: FAO, 1996. v. 1. 119 p. (FAO Statistical Development Series, 7).

Graziano Neto, F. **Questão Agrária e Ecologia: Crítica da Agricultura Moderna**. São Paulo: Brasiliense, 1985. 154p.

Guerra, A. J. T.; Pereira, J. B. da S.; Kassab, M. M.; Figueiredo, P. R. H. de; Alameida, V. J. de; Regis, W. D. E. **Um estudo do meio físico com fins de aplicação ao planejamento do uso agrícola da terra no Sudoeste de Goiás**. Convênio IBGE / EMBRAPA. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 210p.

Hussain, Z. **Digital image processing: practical applications of parallel processing techniques**. New York: Ellis Horwood, 1991.406p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Manuais do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING). Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>> Acesso em: 30 out. 2008.

Moreira, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2003. 307p.

Pedroso, I. L. P. B.; Pedroso da Silva, A. R. O papel da políticas públicas no desenvolvimento agroindustrial de Rio Verde - GO. **Caminhos da Geografia**, v. 15, p. 20-27, 2005. Disponível em <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>> Acesso em: 30 out. 2008.

Pino, F. A. Tendências em informações agropecuárias. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 10. 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001.5p. CD-ROM. ISBN: 85-17-00016-1.

Dinâmica do desflorestamento e uso das terras na região dos formadores do rio Xingu

Raul Rigoto Monteiro^{1,2}
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo¹
Margareth Simões Penello Meirelles^{1,2}
Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira¹
Marcelo Castanheira^{1,2}
Ladislau Skorupa³

¹ EMBRAPA Solos
Rua Jardim Botânico, 1024 - 22460-010 - Rio de Janeiro - RJ, Brasil
{efidalgo, margaret, pedreira}@cnpb.embrapa.br

² Programa de Pós-Graduação em Geomática
Departamento de Sistemas e Computação - Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rua São Francisco Xavier, 524 Bloco D 5028 - 010 - Rio de Janeiro - RJ, Brasil
raulrigoto@hotmail.com; marcastanheira@hotmail.com

³ EMBRAPA Meio Ambiente
skorupa@cnpma.embrapa.br

Abstract: Because of the occupation occurred in the last thirty years at Xingu river basin, this region has been suffering a large deforestation pressure, especially on its headwaters areas. This study aims to apply GIS techniques to evaluate how land use change has influenced the deforestation dynamics of Xingu water basin in Mato Grosso State. For that, a GIS based study was carried out where the deforestation data for the period between 2000 and 2005 was spatially integrated with settlement areas, indigenous lands, sites of mineral deposits and prospect areas. From this spatially integration, it was possible to analyze statistically how the deforestation has manifested on each kind of occupation, considering the original forest area. The techniques used, including inventory and database organization on GIS environment, and spatial analysis tools made it possible to analyze the deforestation in the Xingu basin in Mato Grosso State between the period of 2000 and 2005, and identify the most affected areas, considering different land uses.

Palavras-chave: deforestation, land use dynamics, desflorestamento, dinâmica de uso das terras.

1. Introdução

O rio Xingu é emblemático pela sua dimensão ambiental, ao atravessar dois grandes estados brasileiros, Pará e Mato Grosso, abrangendo os biomas Amazônia e Cerrado; pelo seu valor histórico-cultural, na sobrevivência de vários povos indígenas, e de famílias ribeirinhas, tradicionalmente extrativistas de castanha-do-pará e outros produtos não madeireiros no médio e baixo Xingu; pela sua importância econômica, ao mobilizar milhares de pescadores amadores todo o ano; e pela sua beleza natural, usufruída pela população urbana e pelos turistas nacionais e estrangeiros.

A bacia do Xingu apresenta 40% de sua vegetação ainda bem preservada, em grande parte pelas terras indígenas. São vinte e oito terras indígenas que perfazem mais de 198,8 mil km², oferecendo um papel fundamental para a conservação dos biomas amazônico e de cerrado e para a integridade física da bacia Xingu.

Porém, em 30 anos de história de ocupação depois dos índios, as nascentes do rio Xingu se tornaram alvo de grandes desmatamentos com a abertura de rodovias, a expansão de núcleos urbanos, a implantação de projetos agropecuários extensivos e a intensa extração de madeira. Grande parte dos desmatamentos na bacia do rio Xingu ocorreu sobre suas nascentes, avançando sobre uma área de aproximadamente 33,7 mil km² fora das terras indígenas. Atualmente, a região dos formadores do rio Xingu em Mato Grosso encontra-se

sob forte pressão da expansão das fronteiras agrícola e pecuária, além de formação de assentamentos rurais mal planejados, com impactos diretos e indiretos sobre as áreas de preservação permanente (nascentes e matas ciliares) e, conseqüentemente, sobre a qualidade dos recursos hídricos, em grande parte devido à ocupação desordenada do solo, uso de áreas inadequadas para agricultura e pecuária, uso de tecnologias inadequadas em sistemas produtivos locais, carência de informações sobre alternativas tecnológicas, falta de ações de conscientização ambiental e fragilidade institucional dos órgãos públicos.

Visando alterar esse quadro, a população local, especialmente índios, se mobilizou em torno da campanha "Y Ikatu Xingu: Salve a água boa do Xingu". Atualmente a campanha reúne índios, pesquisadores, organizações da sociedade civil, produtores e trabalhadores rurais, assentados, movimentos sociais e governos, segmentos que tradicionalmente divergem no debate da questão ambiental, mas que resolveram adotar o princípio da responsabilidade socioambiental compartilhada. A intenção é difundir práticas sustentáveis e mobilizar a sociedade para implantar um novo modelo de desenvolvimento na região que respeite o meio ambiente e a diversidade cultural das populações, e que possa garantir água hoje e sempre para todas as comunidades que ali vivem (Y Ikatu Xingu, 2008).

Visando contribuir com a campanha e fornecer subsídios ao planejamento do uso sustentável na região, esse trabalho foi desenvolvido, tendo como objetivo aplicar técnicas de geoprocessamento para análise da ocorrência do avanço do desflorestamento entre os anos 2000 a 2005 na parcela da bacia do rio Xingu inserida no estado do Mato Grosso, em diferentes situações de ocupação: terras indígenas, áreas de garimpo, jazidas minerais e assentamentos.

O trabalho compõe o projeto Recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Promoção de Boas Práticas Agropecuárias na Bacia do Rio Xingu – Estratégia de Apoio à Campanha Y Ikatu Xingu, coordenado pela Embrapa e desenvolvido com recursos CNPq.

Todos os dados analisados estão disponíveis no Geoportal da Embrapa Solos (<http://mapoteca.cnps.embrapa.br>), um sistema de armazenamento e consulta à geoinformação produzida pela Embrapa Solos e parceiros. Através do uso de aplicativos conhecidos como servidores de mapas, os dados armazenados são disponibilizados para visualização e *download* juntamente com os metadados.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de estudo

A bacia do rio Xingu no estado do Mato Grosso, com seus 511 mil km², está situada entre os estados do Pará e do Mato Grosso. A área estudada restringe-se a parte da bacia localizada no estado do Mato Grosso, com 511 mil km².(Figura 1).



Figura 1. Localização da parte da bacia do rio Xingu localizada no estado do Mato Grosso.

2.2. Material e métodos

Para a análise do avanço do desflorestamento na bacia hidrográfica do rio Xingu no MT utilizaram-se dados secundários disponíveis sobre o desflorestamento, fornecidos pelo Projeto de Desflorestamento da Amazônia (PRODES), desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008). Utilizou-se o desflorestamento acumulado nos anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005, todos na escala 1:250 000. Neste caso, os dados de desflorestamento disponíveis referem-se à supressão completa de vegetação em áreas originalmente de floresta, desconsiderando a supressão de vegetação em áreas de cerrado.

Esses dados foram integrados aos limites das áreas de assentamento, áreas indígenas, áreas de jazida mineral e aos locais de ocorrência de garimpo, utilizando o programa ArcGIS da ESRI.

Os dados sobre os limites das áreas indígenas e de assentamentos são provenientes do Sistema Compartilhado de Informações Ambientais, Siscom (MMA/IBAMA, 2008). Esse sistema foi desenvolvido pelo Centro de Sensoriamento Remoto, CSR, órgão especializado integrante da estrutura do IBAMA.

Os limites de áreas de jazida mineral e de ocorrência de garimpo encontram-se no Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico, ZSEE, realizado pelo Programa de Desenvolvimento Agroambiental do Estado do Mato Grosso, PRODEAGRO (SEPLAN-MT, 2008).

A integração do desflorestamento em áreas de assentamento foi realizada dividindo-se os dados em dois grupos, pois estes apresentam diferentes formatos: polígonos, compreendendo todo o limite da área do assentamento, e pontos, com indicação de um par de coordenadas do local do assentamento. Primeiramente foi feita a integração entre os polígonos de desflorestamento e os de assentamento para avaliação do desflorestamento acumulado nos anos 2000 a 2005. Os dados neste formato representam trinta e um assentamentos, cuja soma de suas áreas é 427 829 ha.

Em uma segunda fase, estimou-se o desflorestamento nos assentamentos representados por pontos. Para tal, criou-se um círculo ao redor de cada ponto (*buffer*), cuja área é igual à área nominal do respectivo assentamento. Os círculos criados foram integrados aos dados de desflorestamento para a estimativa do desflorestamento por assentamento nos períodos considerados. Este procedimento foi aplicado a um conjunto de dezesseis assentamentos, que totalizam uma área de 186 710 ha.

Os limites das áreas indígenas já se encontravam em formato poligonal e representam nove reservas que totalizam 3 666 395 ha. Estes dados foram integrados diretamente aos dados de desflorestamento acumulado no período estudado.

No caso das áreas de jazidas minerais (13 308 382 ha) e de garimpo (duas áreas que totalizam 18 948 ha), os dados disponíveis estão em formato poligonal. Porém, no caso de garimpo, a análise restrita ao local de ocorrência não permite retratar todo o impacto que esta atividade causa no seu entorno. O estabelecimento da lavra a fim de dar suporte à cultura do garimpo gera um aumento temporário do dinamismo econômico da região, resultando em alterações locais e regionais como a formação de núcleos urbanos e, sobretudo, rurais com presença de pastagens e agricultura. Desta forma, os resíduos da atividade garimpeira causam impactos na região (SEPLAN-MT, 2008), sendo necessário considerar a dinâmica em seu entorno. Para isso, foi criado um *buffer* de cinco quilômetros de raio a partir do centro dos polígonos representativos destas áreas, o qual foi integrado aos dados de desflorestamento acumulado nos anos de 2000 a 2005.

Com relação às jazidas, uma vez que são locais de ocorrência de determinado mineral onde pode ou não haver a lavra (SEPLAN-MT, 2008), neste estudo observaram-se somente as alterações ocorridas internamente.

3. Resultados e Discussão

3.1. Assentamentos Rurais

Para os assentamentos representados por polígonos, devido à grande amplitude nos valores de suas áreas, eles foram divididos em dois grupos: menores e maiores que 10 000 ha, permitindo melhor visualização dos resultados. A Figura 2 apresenta a evolução do desflorestamento acumulado sobre os 31 assentamentos representados por polígonos e nas Tabelas 1 e 2, destaca-se a área total desflorestada em cada assentamento considerando a área original de floresta.

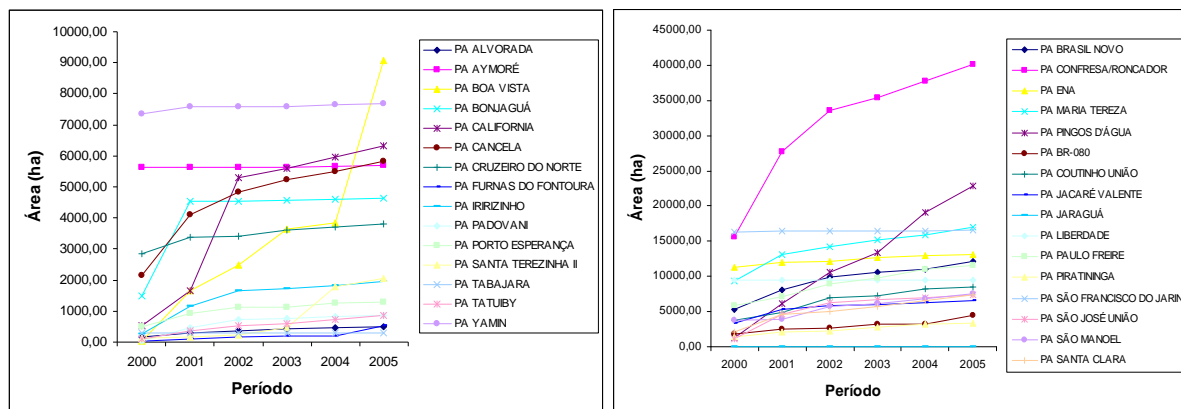


Figura 2. Evolução do desflorestamento acumulado no período 2000 a 2005 em áreas de assentamentos menores que 10 000 ha (esquerda) e maiores que 10 000 ha (direita), representados por polígonos.

A comparação entre as Tabelas 1 e 2 nos permite verificar que nos assentamentos menores que 10 000 ha o desflorestamento se deu de forma mais acentuada. Foi retirado 71,96 % da área de floresta desses assentamentos, contra 57,69 % da área de floresta dos assentamentos com mais de 10 000 ha.

Considerando todos esses assentamentos representados por polígonos, estima-se que a área original de floresta era de 361 027 ha, e que até 2005 houve um desflorestamento acumulado de 60,31% desta área.

Tabela 1. Proporção do desflorestamento acumulado até 2005 nos assentamentos com menos de 10 000 ha, representados por polígonos.

ASSENTAMENTO	Área Total (ha)	Área original de floresta (ha)	Área desflorestada (ha)	Proporção de área desflorestada (%)
PA ALVORADA	760,97	732,54	481,13	63,67
PA AYMORÉ	5807,96	5803,50	5708,98	98,37
PA BOA VISTA	9174,97	9039,84	5369,90	59,40
PA BONJAGUÁ	6314,89	4963,93	4632,11	93,31
PA CALIFORNIA	7523,67	7544,75	6326,71	83,85
PA CANCELA	7824,52	6944,98	5832,14	83,97
PA CRUZEIRO DO NORTE	6437,36	6424,03	3816,06	59,40
PA FURNAS DO FONTOURA	974,71	651,48	535,98	82,27
PA IRIRIZINHO	3409,93	3230,02	1960,77	60,70
PA PADOVANI	1848,64	1801,92	869,71	48,26
PA PORTO ESPERANÇA	1410,83	1410,83	1294,41	91,74
PA SANTA TEREZINHA II	9824,11	7391,19	2033,51	27,51
PA TABAJARA	436,45	413,35	301,92	73,04
PA TATUIBY	2398,00	1968,53	856,41	43,50
PA YAMIN	7952,78	7947,20	7690,35	96,76

Tabela 2. Proporção do desflorestamento acumulado até 2005 nos assentamentos com mais de 10 000 ha, representados por polígonos.

ASSENTAMENTO	Área Total (ha)	Área original de floresta (ha)	Área desflorestada (ha)	Proporção de área desflorestada (%)
PA BRASIL NOVO	28506,94	21450,10	12105,52	56,43
PA CONFRESA/RONCADOR	57683,47	53932,48	40153,94	74,45
PA ENA	30041,76	27805,45	13058,79	46,96
PA MARIA TEREZA	21598,41	20254,34	17025,58	84,05
PA PINGOS D'ÁGUA	38850,50	37294,6	22813,05	61,16
PA BR-080	17182,67	16946,51	4436,14	26,17
PA COUTINHO UNIÃO	15662,05	10411,26	8440,78	81,07
PA JACARÉ VALENTE	10056,12	10006,86	6522,46	65,17
PA JARAGUÁ	19197,19	312,19	43,86	14,04
PA LIBERDADE	18025,11	17044,84	9535,37	55,94
PA PAULO FREIRE	17470,85	17281,33	11543,14	66,79
PA PIRATININGA	17952,55	3851,98	3317,28	86,11
PA SÃO FRANCISCO DO JARINÃ	17125,42	17095,05	16627,97	97,26
PA SÃO JOSÉ UNIÃO	14364,51	13959,51	7357,35	52,70
PA SÃO MANOEL	12672,38	8902,76	7425,56	83,04
PA SANTA CLARA	19340,13	18210,58	7346,04	40,33

A evolução do desflorestamento acumulado e a área total desflorestada nos 15 assentamentos representados por pontos (pares de coordenadas) são apresentadas na Figura 3 e Tabela 3.

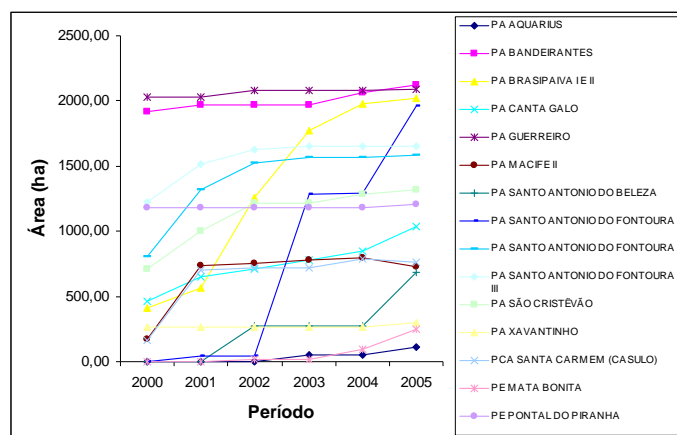


Figura 3. Evolução do desflorestamento acumulado no período 2000 a 2005 em áreas de assentamentos representadas por pontos.

Tabela 3 Proporção do desflorestamento acumulado até 2005 nos assentamentos representados por pontos.

ASSENTAMENTO	Área do Assentamento (ha)	Área original de floresta (ha)	Área desflorestada (ha)	Proporção da área desflorestada (%)
PA AQUARIUS	2264,66	2252,49	114,25	5,07
PA BANDEIRANTES	2268,72	2268,72	2126,93	93,75
PA BRASIPAIVA I E II	2267,36	2267,36	2024,13	89,27
PA CANTA GALO	2268,53	2242,38	1037,59	46,27
PA GUERREIRO	2268,67	2091,65	2050,69	98,04
PA MACIFE II	2268,64	2268,64	724,82	31,94
PA SANTO ANTONIO DO BELEZA	2268,81	2021,94	683,48	31,11
PA SANTO ANTONIO DO FONTOURA I	2267,29	2196,65	1961,44	86,51
PA SANTO ANTONIO DO FONTOURA II	2268,60	2267,29	1586,59	69,65
PA SANTO ANTONIO DO FONTOURA III	2268,80	2268,06	1655,90	73,26
PA SÃO CRISTÓVÃO	2211,67	2260,11	1315,76	65,07
PA XAVANTINHO	2268,07	2268,07	302,98	13,35
PCA SANTA CARMEM (CASULO)	2257,87	2257,87	762,81	33,78
PE MATA BONITA	2261,65	2261,65	245,73	10,86
PE PONTAL DO PIRANHA	2261,45	2022,94	1203,36	59,48

Nos assentamentos representados por pontos foi constatado um desflorestamento de 57,06% dos 33 215 ha de área original de floresta até o ano de 2005.

O estudo mostrou que do total da área original de floresta presente em todos os assentamentos, que era de 394 243 ha, 60,03% havia sido desflorestada até o ano de 2005.

3.2. Terras Indígenas

A Figura 4 representa a evolução do desflorestamento acumulado observado no período entre 2000 e 2005 nas reservas indígenas e a Tabela 4 suas áreas. Pode-se perceber que o desflorestamento ocorreu em períodos específicos e apenas em três das nove reservas. Na reserva Maraiwat-sede houve um desflorestamento contínuo e praticamente uniforme no período de estudo. Na reserva Parque do Xingu o desflorestamento ocorreu até o ano 2002 e, nos anos subseqüentes, cessou. Por fim, na reserva Naruwoto o desflorestamento ocorreu apenas entre os anos de 2002 e 2003.

O desflorestamento em todas as áreas indígenas totaliza 3,79% da sua área original de floresta.

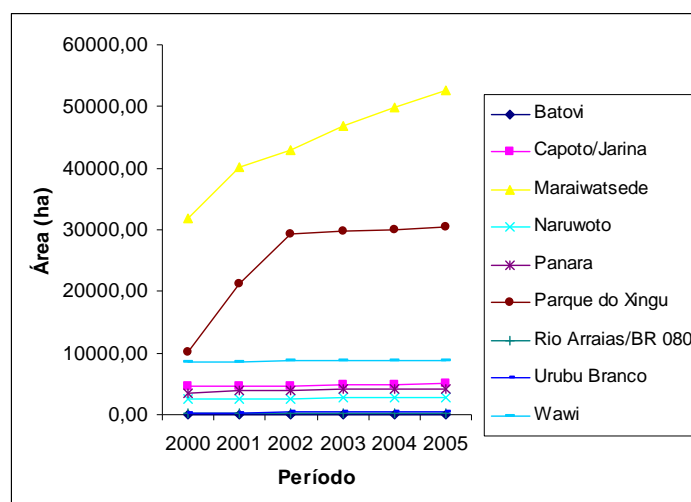


Figura 4. Evolução do desflorestamento acumulado no período 2000 a 2005 nas terras indígenas.

Tabela 4. Proporção do desflorestamento acumulado até 2005 nas terras indígenas.

Terra Indígena	Área total de terra indígena (ha)	Área original de floresta (ha)	Área desflorestada (ha)	Proporção de área desflorestada (%)
Batovi	5041,97	4040,25	93,59	2,31
Capoto/Jarina	635203,71	489104,64	5084,18	1,03
Maraiwatsede	95607,71	91325,54	52689,73	57,69
Naruwoto	10541,37	10345,55	7629,12	73,74
Panara	113651,5	85597,12	4051,03	4,73
Parque do Xingu	2643443,89	2062541,63	30092,45	1,45
Rio Arraias/BR 080	12169,02	12168,49	310,06	2,54
Urubu Branco	879,7	867,81	395,4	45,56
Wawi	149856,99	123021,23	8657,52	7,03

3.3. Jazidas Minerais

Os resultados da integração dos limites das jazidas minerais e do desflorestamento acumulado no período 2000 a 2005 são apresentados na Figura 5 e Tabela 5. Inicialmente, trabalhou-se com dados de seis jazidas inseridas na bacia hidrográfica do rio Xingu. Porém uma dessas jazidas, denominada XLVII, possui área muito grande, praticamente equivalente à da bacia estudada. Como o desflorestamento nessa área envolve não apenas os efeitos da sua

condição de jazida, mas também abrange assentamentos e áreas indígenas, foi eliminada da análise.

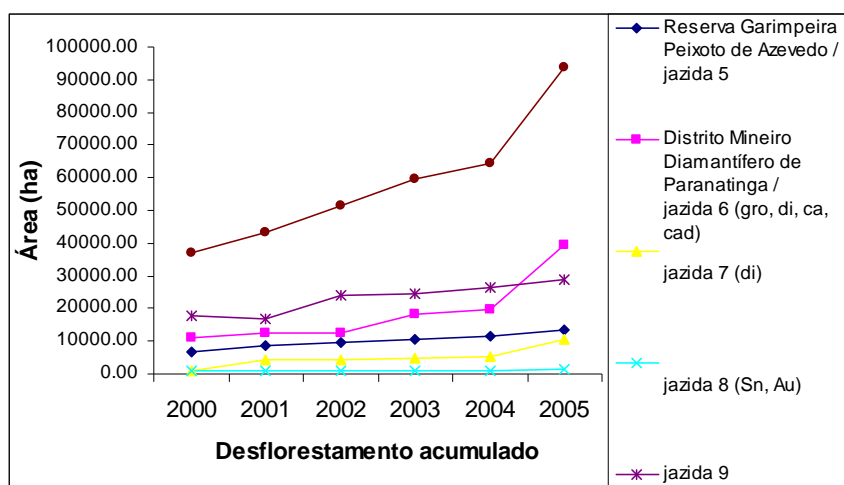


Figura 5. Evolução do desflorestamento acumulado no período 2000 a 2005 nas áreas de jazidas minerais.

Tabela 5. Proporção do desflorestamento acumulado até 2005 nas áreas de jazidas minerais.

IDENTIFICAÇÃO DA JAZIDA	Área total da jazida (ha)	Área de Floresta (ha)	Área desflorestada (ha)	Proporção de área desflorestada (%)
Reserva Garimpeira Peixoto de Azevedo / jazida 5	61334,91	61170,49	13551,47	22,15
Distrito Mineiro Diamantífero de Paranatinga / jazida 6	280407,27	29416,51	19745,8	67,12
jazida 7 (di)	35261,02	9273,78	5216,65	56,25
jazida 8 (Sn, Au)	12200,69	10448,06	1325,3	12,68
jazida 9 (Cu,Pb,Zn,Au,U,di,Sn)	328988,27	238922,29	28891,82	12,09

Segundo a Tabela 5, observa-se que as jazidas 6 e 7, onde há a ocorrência de diamante, apresentaram a maior proporção de sua área original de floresta desflorestada. Porém, cabe ressaltar que as áreas de jazida não são de uso exclusivo para exploração mineral, aceitando outros usos. Portanto, para uma análise mais minuciosa do desflorestamento devido às atividades nas jazidas, seria necessário um levantamento das demais atividades inseridas nessas áreas e seus impactos sobre as áreas de floresta.

No conjunto formado pelas 5 áreas de jazida analisadas, foi desflorestado 39,36% dos 349 231 ha de sua área original de floresta.

3.4. Garimpos

Uma das duas áreas de garimpo e toda a região de influência, representada pelo *buffer* de 5 km de raio, estavam completamente inseridos em área de não floresta, sendo retirado desta análise.

No período analisado, o desflorestamento em áreas sobre a influência de garimpo ocorreu principalmente entre os anos de 2002 e 2004 (Figura 6). O *buffer* apresenta uma área de 9 509 ha, com 7 543 ha originalmente cobertos por floresta, sendo que 4 599 ha ou 60,97% foi desflorestado.

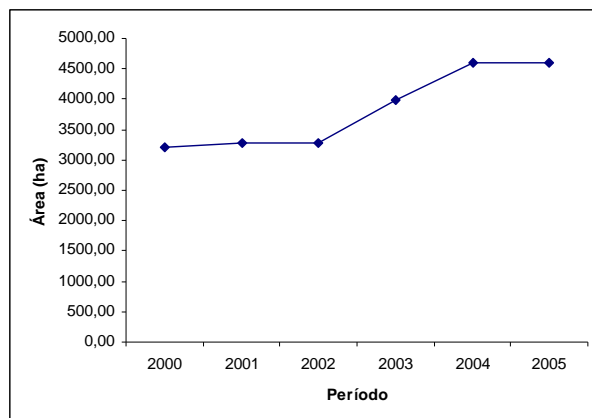


Figura 6. Evolução do desflorestamento acumulado no período 2000 a 2005 na área de *buffer* do garimpo.

4. Conclusões

O uso de geotecnologias, através do inventário e organização de uma base de dados em ambiente de sistema de informação geográfica e do uso de ferramentas de análise espacial permitiu analisar o desflorestamento na bacia do rio Xingu no MT, no período entre 2000 e 2005. Os resultados obtidos permitiram constatar o avanço do e os locais mais afetados considerando as áreas de assentamentos, terras indígenas, jazidas minerais e garimpos.

O estudo mostrou que, dentre as situações de ocupação estudadas, a maior área desmatada em valores absolutos ocorre nas áreas de assentamentos rurais, com 239 369 ha (60,03%) desmatados até 2005. Em termos relativos, o maior desmatamento ocorre na área de garimpo, com 60,97% (4 599 ha) de sua área original de floresta desflorestada.

O desflorestamento nas outras três situações analisadas, no mesmo período, corresponde a 207 624 ha, onde as terras indígenas respondem por 109 411 ha ou 3,79% e as áreas de jazidas por 93 613 ha ou 39,36%.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), órgão financiador do projeto do qual fazem parte os estudos descritos neste trabalho; ao ISA (Instituto Sócio Ambiental) e à Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT) pela concessão de alguns dados utilizados neste estudo.

Referências Bibliográficas

Y Ikatu Xingu. **O que é**. Disponível em: <<http://www.yikatuxingu.org.br/a-campanha>>. Acesso em: 20.out.2008.

Projeto de Desflorestamento da Amazônia (PRODES). Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acesso em: 29.out.2008.

Sistema Compartilhado de Informações Ambientais (SISCOM). Disponível em: <<http://siscom.ibama.gov.br/>>. Acesso em: 29.out.2008.

Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico(ZSEE). Disponível em: <http://www.seplan.mt.gov.br/html/internas.php?tabela=paginas&codigoPagina=139_>. Acesso em: 29.out.2008.

Geoportal da Mapoteca Digital da Embrapa Solos. Disponível em: <<http://mapoteca.cnps.embrapa.br>>. Acesso em: 9.nov.2008.

Mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ

Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira¹
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo¹
Marcelo Bueno de Abreu²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Unidade EMBRAPA SOLOS
Rua Jardim Botânico, 1024 - 22460-000 – Rio de Janeiro - SP, Brasil
pedreira@cnpq.embrapa.br
efidalgo@cnpq.embrapa.br

² Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Instituto de Geociências
Av. Brigadeiro Trompovisk, s.n. - Rio de Janeiro - RJ, Brasil
buenodeabreu@yahoo.com.br

Abstract. This study shows land use and land cover mapping of river Guapi-Macacu basin in Rio de Janeiro State. It was developed using ASTER and CBERS images, and aerial photographs. A digital database was created to gather ancillary secondary data and field survey data. The final map was used for developing the management plan for the Environmental Protection Area in the Guapi-Macacu basin. It also contributes to know land use in the zone of influence of the Petrochemical Complex of Rio de Janeiro State (COMPERJ), that will be constructed in the basin. Therefore, it will change land use dynamic and the demand for natural resources, causing impacts throughout the area. This work aims to emphasize the importance of a digital database with secondary data and field survey data to map land use and land cover using medium resolution images. These data support for checking pattern of some targets, complementing and updating information, and checking the results of visual interpretation.

Palavras-chave: CBERS, ASTER, interpretação visual, banco de dados digital, CBERS, ASTER, visual interpretation, digital database.

1. Introdução

Diversas instituições de pesquisa e outros órgãos do governo e não-governamentais, além da EMBRAPA SOLOS, sob a coordenação do Instituto Bioatlântica, estabeleceram parceria na execução do Projeto “Entre Serras e Águas: Consolidação do Corredor Central Fluminense através da elaboração do plano de manejo da APA da Bacia do Rio Macacu”, financiado pelo Sub-Programa Projetos Demonstrativos Ambientais PDA, Ministério do Meio Ambiente, Componente Ações de Conservação da Mata Atlântica. O presente estudo é parte integrante desse projeto e mostra como resultado o mapeamento de uso e cobertura da terra da bacia do rio Guapi-Macacu, RJ, o qual subsidiou a elaboração do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental existente nessa bacia. O mapeamento também agrega informações sobre o uso das terras da área que irá abrigar o Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro (COMPERJ), o que a torna sujeita a uma intensa dinâmica de uso e crescente demanda por recursos naturais existentes, causando impactos em toda a sua zona de influência.

Esse trabalho foi realizado utilizando-se imagens ASTER, CBERS e fotografias aéreas ortorretificadas, manipulados em SIG. É consenso entre diversos autores, dentre os quais, Rosa (2003) que os sistemas de informação geográfica e o uso de geotecnologias aplicadas aos dados de sensoriamento remoto gerados por diferentes sensores são ferramentas de grande relevância para o levantamento, mapeamento e monitoramento e gestão dos recursos naturais existentes em uma determinada área de estudo, como por exemplo, de bacias hidrográficas. Este trabalho buscou integrar dados de sensores remotos, como imagens ASTER e CBERS, com fotografias ortorretificadas para o mapeamento do uso e cobertura da terra. De forma complementar, integrou em ambiente de sistema de informação geográfica dados secundários

de mapeamentos diversos e diversas fontes, e informações obtidas em levantamentos de campo para o refinamento do mapeamento.

As classes mapeadas foram associadas a tipos de vegetação e de cobertura do solo conhecidos e utilizados em estudos, mapeamentos e levantamentos já realizados no Estado do RJ e em outras regiões do país. Isso possibilita uma utilização mais efetiva dos resultados do mapeamento no planejamento ambiental e do uso do solo, incluindo o monitoramento ambiental, a análise para a implantação de políticas de conservação ou restauração de ecossistemas, no estabelecimento de novas unidades de conservação, e também como base para estudos ambientais específicos ou localizados, conforme sugere Bohrer (2003).

Este estudo pretende ressaltar a importância de se recorrer a um banco de dados secundários (bibliográficos e cartográficos) e primários obtidos localmente, através dos trabalhos de campo, para se obter o mapeamento de uma área formada por um grande mosaico de usos e cobertura da terra utilizando sensores de média resolução (ASTER e CBERS).

2. Material e Método

A bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu (Figura 1) possui uma área de drenagem aproximada de 1 256 km², abrangendo os municípios de Cachoeiras de Macacu e parte dos municípios de Itaboraí e Guapimirim, situados na porção leste da Baía de Guanabara no Estado do Rio de Janeiro.



Figura 1. Localização da área de estudo.

Para o desenvolvimento do trabalho, foi feito inicialmente a seleção e aquisição das imagens de satélite, sob a forma digital, referentes à área de estudo e o levantamento e organização dos dados secundários disponíveis à época, obtidos de diferentes fontes, que pudessem servir de referência para refinar e dar maior consistência à interpretação visual.

Foram selecionadas três imagens do sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) disponíveis, nas bandas 1, 2 e 3N (VNIR, com resolução de 15 metros) e bandas 4 a 9 (SWIR, com resolução de 30 metros), com nível de processamento 1B nas datas: 29 de março de 2001 (cena 35), 21 de fevereiro de 2002 (cena 16) e 14 de abril de 2002 (cena 37). Também foi utilizada uma imagem do sensor CBERS (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), nas bandas R(4) G(2) B(1), resolução de 20 metros, com data 07 de agosto de 2005, uma vez que, não havia disponibilidade de imagens ASTER para recobrir toda a área de estudo.

O processamento digital das imagens foi realizado no programa SPRING, desenvolvido pelo INPE (Câmara, 1996). Inicialmente as imagens foram georreferenciadas com base em pontos de controle coletados em cartas do mapeamento sistemático brasileiro na escala 1:50 000 (IBGE, 1971, 1974, 1979a, 1979b, 1983 e BRASIL,1997). Em seguida, as imagens foram recortadas no limite da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu e realizado o mosaico das imagens ASTER adotando a resolução de 15 metros. A resolução da imagem CBERS foi mantida a 20 metros (Figura 2).

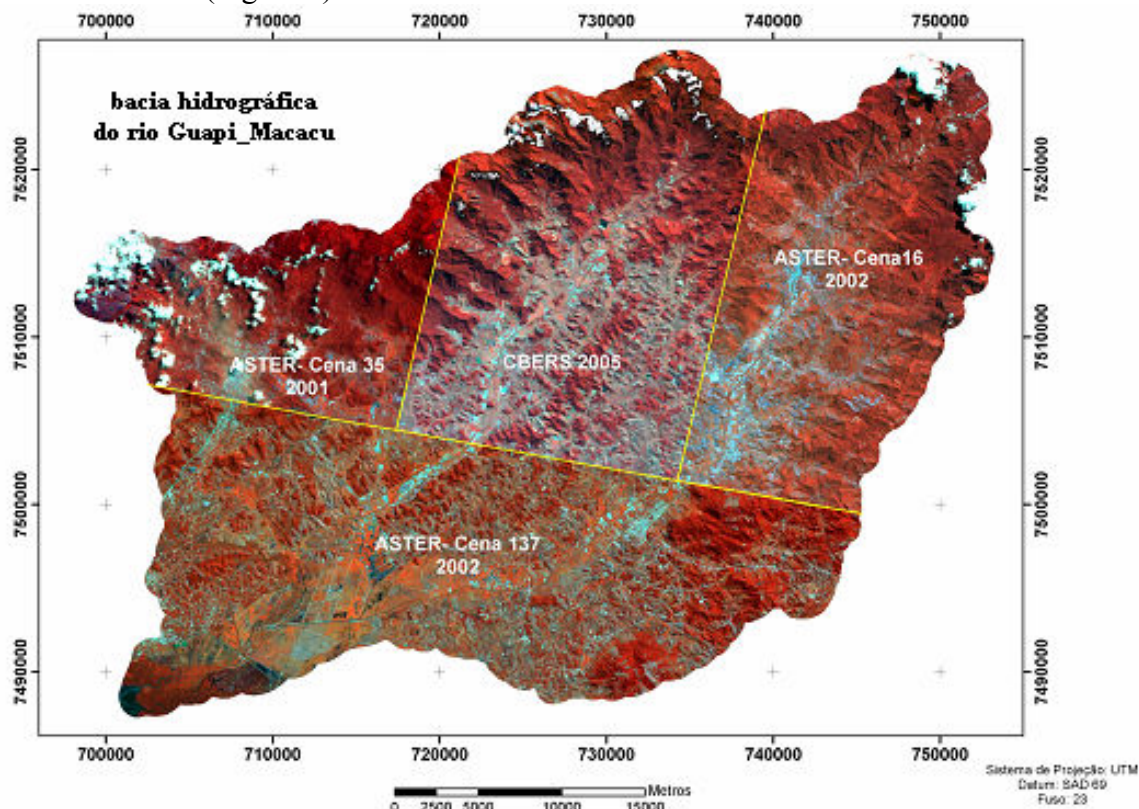


Figura 2. Mosaico formado pelo recorte das imagens que recobrem a área de estudo.

Após terem sido obtidas as imagens, processadas para uso, teve início a análise dos dados auxiliares inventariados e a sua utilização prática, como descrito, a seguir:

Uma vez que as imagens orbitais estavam em escala de semi-detulhe, optou-se por utilizar também fotografias aéreas ortorretificadas (ortofotos) da região de estudo, referentes ao período de 1999 a 2000, provenientes de vôo na escala 1:30.000, e que por estarem em escala 1:10.000, de maior detalhe foram úteis como recurso complementar à interpretação das imagens, dirimindo eventuais dúvidas. As ortofotos, cedidas pela Fundação CIDE, assim como as imagens, foram montadas em mosaico e recortadas pelos limites da bacia do rio Guapi-Macacu.

As bases cartográficas em formato digital (CD ROM), em escala 1: 50.000 (IBGE, 1971, 1974, 1979a, 1979b, 1983 e BRASIL,1997), os limites municipais em formato digital da Malha Municipal Digital do Brasil (IBGE, 2003) e os limites da bacia hidrográfica do rio Macacu fornecidos pela Fundação CIDE foram utilizados como referência para compor o mapeamento do uso e cobertura da terra, bem como serviram de apoio para o reconhecimento da área de estudo e para facilitar o deslocamento e a escolha do percurso nos trabalhos de campo.

Para categorizar os diferentes tipos de cobertura vegetal natural da área de estudo foi seguida a norma estabelecida pela Resolução CONAMA, n° 006, de 04 de maio de 1994, que estabelece os estágios de sucessão ecológica da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. Foi o caso por exemplo, do mapeamento dos campos de altitude, vegetação típica dos

ambientes montanos e alto-montanos. Em virtude da presença de nuvens nas imagens, esse tipo de vegetação foi delimitado tomando-se por base as curvas de nível com cotas a partir de 1.500m de altitude.

Também foram utilizadas como referência para o mapeamento da vegetação natural os mapeamentos em formato digital: Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no período 1995-2000 (Fundação SOS MATA ATLÂNTICA, 2002); Regiões Fitoecológicas do Mapa de Vegetação (BRASIL, 1983); e o Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Estado do Rio de Janeiro, elaborado com imagens ETM+/Landsat-7 de 2001 (Fundação CIDE, 2003).

A bacia do rio Guapi-Macacu abriga unidades de conservação (UC) federais, estaduais e municipal. O mapeamento digital das unidades de conservação IEF (2007) foi sobreposto aos dados para visualização dos seus limites. Além das UCs, a bacia abriga também um sítio arqueológico onde se encontram as ruínas do Convento São Boaventura, tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional / IPHAN.

No mapeamento elaborado, além das classes mapeadas, foram também espacializados dados pontuais que permitiram a análise dos diversos usos presentes na bacia, tais como: as áreas potencialmente poluidoras representadas pelas indústrias, jazidas de extração mineral, extração de água mineral e outras atividades. Em parte esses dados foram obtidos nos trabalhos de campo, sendo constatados localmente, fotografados e georreferenciados com auxílio de aparelho GPS (*Global Position System*), mas outra parte desses dados foi fornecida pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente/ FEEMA e seguem a classificação estabelecida na legislação do Estado do Rio de Janeiro (CECA, 1993). Foram espacializados também, uma área de deposição de lixo em Cachoeiras de Macacu e outra em Itaboraí e a delimitação física do local onde será instalado o Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro (COMPERJ).

Os trabalhos de campo envolveram a visita a um total de 129 pontos amostrais bem distribuídos e representativos da área de estudo. Esses pontos serviram de referência para aferir padrões espectrais de alvos nas imagens, tirar dúvidas de interpretação e conhecer a realidade local. Todos eles foram georreferenciados com o auxílio de aparelho GPS e fotografados. Pela dificuldade de acesso, as áreas mais íngremes e aquelas que constituíam formações mais contínuas de vegetação natural, em sua maioria pertencentes às UCs não puderam ser visitadas.

Por fim, foi finalizada a interpretação visual das cenas orbitais e gerado o mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, sobre o qual foram também representadas graficamente as informações adicionais levantadas a partir dos dados auxiliares e dos trabalhos de campo.

3. Resultados e Discussão

Com relação à interpretação visual das cenas dos sensores ASTER e CBERS mesmo em escala de semi-detalle, foi possível a separação de diferentes padrões de respostas espectrais dos alvos de interesse do estudo, como pode ser observado no exemplo apresentado na Figura 2, referente ao mapeamento de classes de vegetação natural.

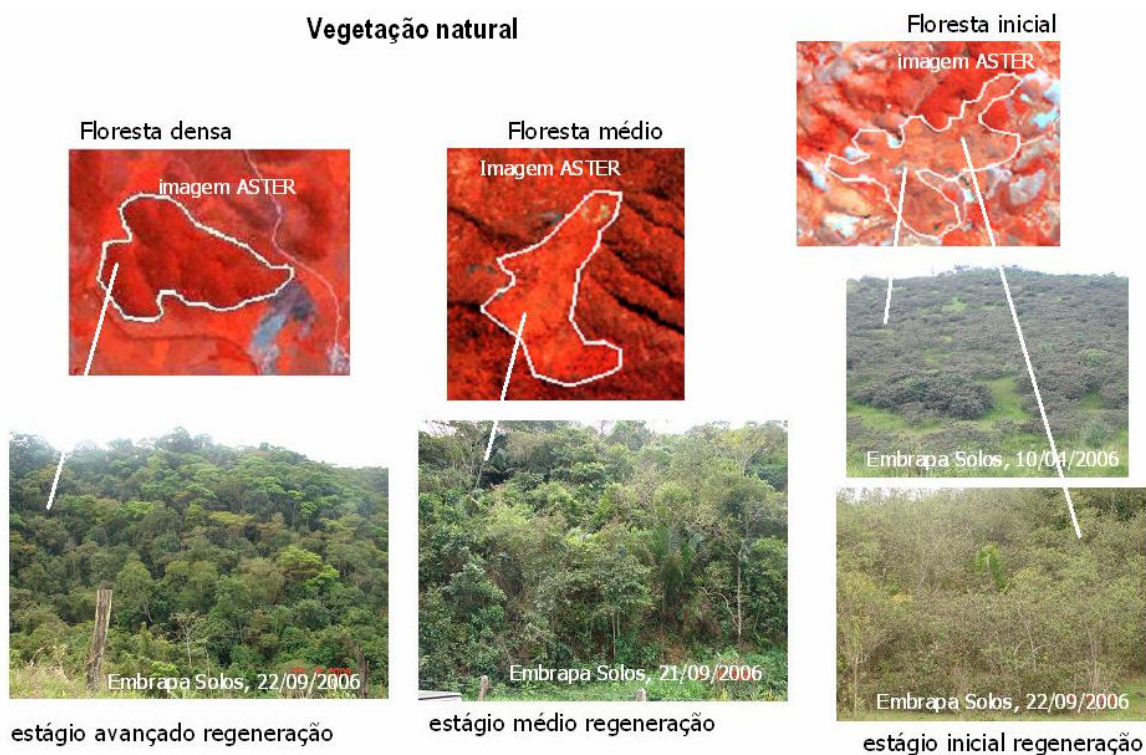


Figura 3. Da esquerda para a direita: exemplos de padrões observados na composição colorida formada pelas bandas 3N (R), 1 (G), 2 (B) do satélite ASTER, cenas 35, 16 e 137 correspondentes aos locais de ocorrência de vegetação em estágio avançado, médio e inicial de regeneração na área de estudo, com as respectivas fotos obtidas nos trabalhos de campo.

O mapa de uso e cobertura da terra (Figura 4) obtido mostra que na bacia hidrográfica em estudo há predomínio de áreas de pastagem, seguido pela vegetação natural em estágio avançado de regeneração (floresta densa), ocupando, respectivamente, 43,6% e 42,4% da sua área total.

A vegetação natural aparece concentrada nas partes mais altas do relevo, em fragmentos maiores e contínuos e nas baixadas, recobrimo morros e morrotes sob a forma de fragmentos menores; enquanto que as pastagens ocupam as baixadas e/ou recobrem os morros. Para o reconhecimento de três estágios sucessionais da vegetação (inicial, médio e avançado) em alguns trechos da área de estudo houve muita dificuldade, mesmo para sua identificação em campo, devido à ocorrência de diferentes estágios presentes em forma de mosaico.

O manguezal concentra-se na foz do rio Macacu, na confluência da bacia do rio Macacu com a baía da Guanabara, constituindo Área de Preservação Permanente (APP) e está incluído na Área de Proteção Ambiental de Guapimirim e na Estação Ecológica da Guanabara.

As áreas de produção agrícola estão concentradas ao longo de rodovias e rios principais, em locais de mais fácil acesso, e nas baixadas, em geral, cultivadas com olerícolas. No levantamento de campo também foi possível identificar muitas áreas ocupadas com fruticultura. Porém a resolução das imagens não permitiu identificar os cultivos anuais e perenes, que geralmente ocupam pequenas glebas, sendo todas as áreas agrícolas reunidas em uma mesma classe. Também há casos de áreas ocupadas com fruticultura cujo padrão nas imagens confunde com pastagem. Esse é o caso dos cultivos de coco.

Áreas sujeitas a alagamento sazonal (campos inundáveis), constituídas por vegetação arbustiva ou herbácea natural da região ou introduzida, como exemplo, a taboa (*Typha domingensis*), também foram identificadas.

Há, também, áreas onde a cobertura vegetal foi removida, deixando o solo exposto. Esse padrão ocorre em áreas preparadas para plantio, em áreas degradadas devido às atividades minerárias ou devido aos processos erosivos.

Áreas em elevadas altitudes, com predominância de rochas expostas, em que a vegetação encontra-se ausente ou ocorre em pequena densidade e apresenta porte baixo quando existente, constituem os afloramentos rochosos, sendo delimitados no mapeamento.

A interpretação visual das imagens, complementada com a interpretação visual das ortofotos permitiram ainda delimitar as áreas urbanizadas presentes na bacia.

Todas as informações complementares, como por exemplo, os locais de mineração, locais de deposição de lixo, área destinada ao COMPERJ, dentre outras, provenientes de informações secundárias e do levantamento de campo realizado, foram representadas de forma georreferenciada no mapa de uso e cobertura.

Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Guapi-Macacu

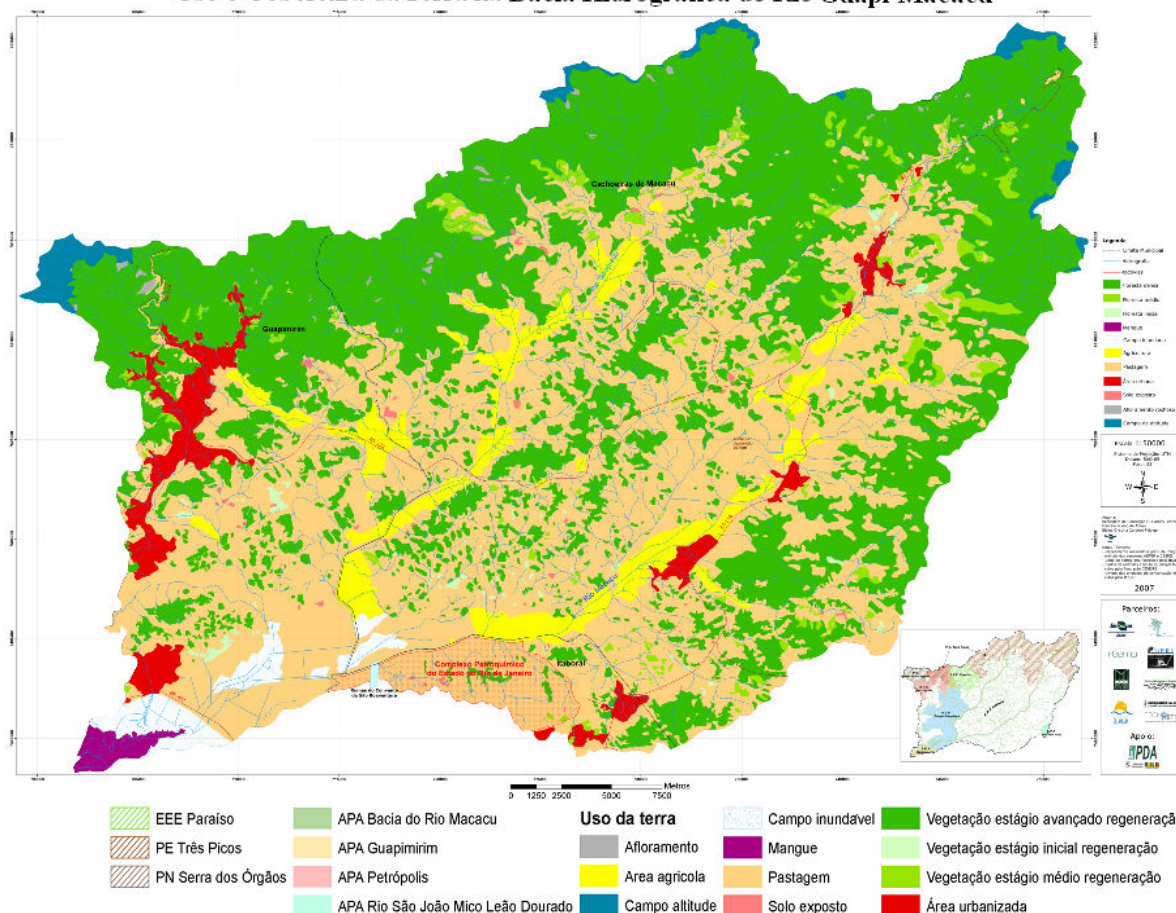


Figura 4. Mapa de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ, elaborado originalmente em escala 1:50 000.

4. Conclusões

Mesmo com as limitações inerentes às imagens orbitais utilizadas, sobretudo devido à escala espacial, o mapeamento realizado permitiu identificar e delimitar as diferentes classes que compõem o mosaico de uso e cobertura da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu. Porém, este resultado só foi possível, devido ao levantamento, formação e utilização de um banco de dados digitais, em que foram reunidos diversos dados secundários auxiliares, e à realização de um trabalho de campo intensivo. Essas informações integradas serviram de apoio para aferir padrões espectrais das imagens, sanar dúvidas de interpretação, fornecer

informações atualizadas e, assim, validar a interpretação visual e tornar o mapeamento mais consistente com a realidade do meio físico observada em campo.

Referências Bibliográficas

ABRAMS, M.; HOOK, S. **ASTER User Handbook**, Jet Propulsion Laboratory/Califórnia Institute of Technology. Work was performed under contract to the National Aeronautics and Space Administration. Washington. EUA. 2002

BRASIL. Diretoria de Serviço Geográfico. **Rio Bonito**: folha SF-23-Z-B-V-2 MI-2746/2. 5. ed. Rio de Janeiro, 1997. Carta topográfica na escala 1:50.000.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**: folhas SF.23/24. Rio de Janeiro/Vitória: geologia: geomorfologia: pedologia: vegetação: uso potencial da terra. Rio de Janeiro, DNPM, 1983. v.32. Inclui 6 mapas.

CECA (Brasil). Deliberação nº 2.842 de 16 de março de 1993. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 12 de maio de 1993.

Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. **SPRING**: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v.20, n.3, p.395-403, May-Jun. 1996.

CONAMA (Brasil). Resolução nº 06 de 04 de Maio de 1994. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 de maio de 1994a. Disponível em: <<http://www.fagaf.com.br/conama.htm>>. Acesso em: 05 dez. 2006.

Fundação CIDE. **Mapa de uso e cobertura do solo**: Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003. Escala 1:50.000.

Fundação Instituto Estadual de Florestas (Rio de Janeiro). **Mapa de unidades de conservação**: Estado do Rio de Janeiro: agosto, 2002. Disponível em: <<http://www.ief.rj.gov.br/unidades/mapa/mapaucs.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2007.

Fundação SOS Mata Atlântica. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**: período 1995-2000. São Paulo, 2002. 47 p. Edição conjunta com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

IBGE. **Carta do Brasil**. Rio de Janeiro, 1971. Escalas 1:100.000 e 1:50.000.

IBGE. **Itaboraí**: folha SF-23-Z-B-V-1. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979a. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Itaipava**: dados digitais da carta topográfica na escala 1:50.000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/#sub_download>. Acesso em 12 fev. 2007. Os dados foram publicados sob forma impressa em 1974.

IBGE. **Malha municipal digital do Brasil**: situação em 2001. Rio de Janeiro, 2003. v. 2. 1 CD-ROM.

IBGE. **Nova Friburgo**: folha SF-23-Z-B-II-4. Rio de Janeiro, 1974. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Petrópolis**: folha SF-23-Z-B-IV-2. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979b. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Teresópolis**: folha SF-23-Z-B-II-3 MI-2716-3. 2. ed. Rio de Janeiro, 1983. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **SPRING**: manual do usuário. São José dos Campos: INPE. 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>>. Acesso em: 01 nov. 2004.

PEDREIRA, B. C. C. G.; FIDALGO, E. C. C.; ABREU, M. B. 2007. **Proposta de legenda para o mapeamento do Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Macacu**. Dados eletrônicos. Série Documentos n. 91. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5ª ed., Uberlândia. Ed. Universidade Federal de Uberlândia, 2003.

Organização da base de dados do projeto SENSOR TTC

Ana Paula Dias Turetta ¹
Gabriel Fonte ²
Margareth Meirelles Simões ¹
Heitor Luis da Costa Coutinho ¹
Karen Tscherning ³

¹ Pesquisadores da Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico, 1024 – Rio de Janeiro, RJ. CEP: 22460-000
anaturetta@cnps.embrapa.br
maggie.simoes@gmail.com
heitor@cnps.embrapa.br

² Estudante de Engenharia de Meio Ambiente – estagiário da Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico, 1024 – Rio de Janeiro, RJ. CEP: 22460-000
gamasafon@gmail.com

³ Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) – Müncheberg, Alemanha.
tscherning@zalf.de

Abstract. Sustainability of land use in European regions (SENSOR) is a project that has as technical objective: to build, validate and implement sustainability impact assessment tools, including databases and spatial reference frameworks for the analysis of land and human resources in the context of agricultural, regional and environmental policies. SENSOR TTC is an extension of SENSOR EU and aims to adapt the European approach to extra European conditions in Targeted Third Countries (TTC).

Palavras-chave: GIS, geoprocessamento, base de dados.

1. Introdução

O estudo de mudanças na paisagem vem sendo bastante discutido, especialmente nos últimos 30 anos, como reflexo da preocupação em se compreender e melhor planejar as alterações de uso das terras. Essas mudanças surgem, de modo geral, de acordo com as necessidades e padrões impostos pela economia global (expansões de atividades urbanas ou rurais, de acordo com a demanda social), que têm diferentes efeitos nos ecossistemas e nas sociedades, ocorrem em diferentes velocidades e escalas e são caracterizados por variações no grau de reversibilidade.

Devido à considerável interação desses processos, prever e explicar alterações na paisagem constitui uma tarefa complexa, sendo cada vez mais importante o desenvolvimento de pesquisas que mensurem com acurácia a magnitude de alterações no uso das terras e a categorização de processos de mudanças. O grande objetivo de grande parte dos trabalhos desse tipo é detectar as alterações no uso e caracterizar o processo de mudança em termos de seu padrão espaço-temporal. No entanto, ainda não foi desenvolvida uma técnica capaz de suprir todas as necessidades desse amplo trabalho.

O projeto SENSOR (*Sustainability of land use in European regions*) investiga como políticas públicas européias atuam como vetores de mudanças de uso da terra. O objetivo técnico do projeto SENSOR é construir, validar e implementar ferramentas de avaliação de impacto à sustentabilidade (SIAT).

A extensão do projeto SENSOR – SENSOR TTC – objetiva a cooperação internacional para a transferibilidade da abordagem desenvolvida pela União Européia em países em desenvolvimento - China, Brasil, Argentina e Uruguai, considerando que são áreas cuja

utilização da terra são altamente dinâmicas e de grande relevância para o desenvolvimento sustentável mundial (Figura 1). No caso brasileiro, o estudo de caso será a expansão da cana-de-açúcar, devido ao destaque desse tema no cenário brasileiro na atualidade sobre a produção de etanol, principalmente em função da capacidade produtiva do país e do histórico de mais de três décadas da implementação do Proálcool (Programa Nacional do Alcool) visando a fabricação de etanol para a indústria automobilística nacional. A produção de cana-de-açúcar no país está em expansão e a safra de 2006 e 2007 foi superior a 425 milhões de toneladas, o que coloca o Brasil como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (UNICA, 2008).

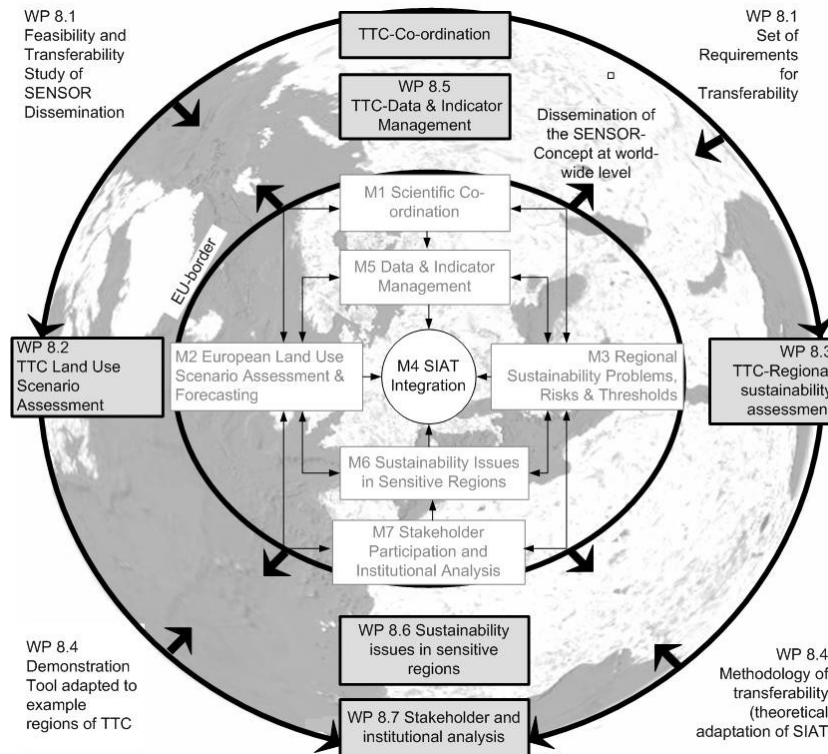


Figura 1: Integração e complementação do projeto SENSOR e SENSOR TTC (documento interno SENSOR TTC).

2. Metodologia de Trabalho

O projeto SENSOR é desenvolvido a partir de dados já gerados e esses dados são utilizados de forma bruta ou trabalhada, gerando novos dados, dependendo do caso. Importante ressaltar que o uso desses dados está totalmente de acordo e em respeito à propriedade intelectual dos mesmos.

No Brasil, as principais fontes de dados utilizadas foram:

- Base de dados de solos da EMBRAPA SOLOS;
- Projeto Macrozoneamento Econômico-Ecológico (ZEE-Brasil) MMA, 2005;
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL);
- Ministério do Meio Ambiente (MMA);
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

A área de estudo do projeto é a bacia do rio da Prata (Figura 2). Tal área foi escolhida pela sua intensa dinâmica de mudança do uso do solo nos últimos anos e por englobar Argentina e Uruguai que também fazem parte dessa cooperação.

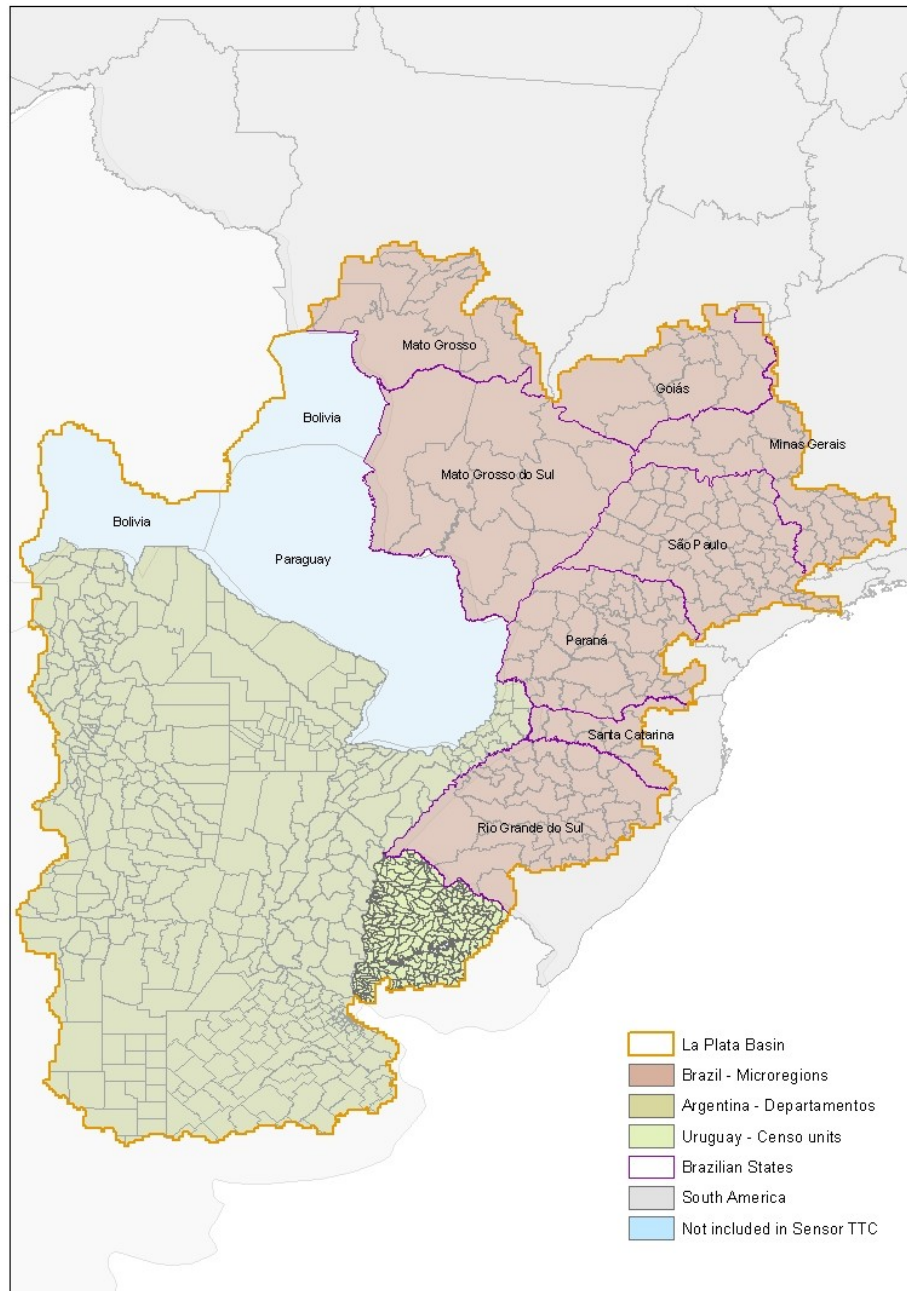


Figura 2: Área de estudo do projeto SENSOR TTC.

O Brasil, ao contrário da Argentina e Uruguai apresenta uma regionalização que contempla certa unidade na combinação de aspectos naturais e sócio-econômicos, que são as micro-regiões (IBGE, 1970). Essa definição vai ao encontro da definição das *cluster regions* consideradas pelo projeto SENSOR, que são áreas similares em relação a parâmetros naturais e sócio-econômicos. Tais parâmetros representam a base de dados do SIAT e darão suporte à geração de cenários de mudança de uso da terra que irão considerar as características das micro-regiões além de outras informações tais como: políticas públicas, vetores de mudança de uso da terra e indicadores de sustentabilidade.

Os *softwares* utilizados nessa etapa do trabalho são o PostGIS e ArcGIS 9.2.

3. Resultados

A estruturação de um banco de dados é de grande relevância para o sucesso do projeto, uma vez que representa a base para a realização de etapas futuras.

A tabela 1 apresenta as informações e suas respectivas fontes.

Informações	Fontes
Micro-regiões	IBGE Malha municipal digital do Brasil.
Municípios que a compõe	IBGE Malha municipal digital do Brasil.
Temperatura média (°C)	CPTEC/INPE
Precipitação (mm)	CPTEC/INPE
Solo	IBGE 2001
Cobertura do solo (% área total da micro-região)	ZEE Brasil 2001
Desemprego (%)	IBGE Acervo (1996 a 2006)
Pecuária (quantidade de cabeças de gado por km ²)	IBGE Censo agropecuário 1996
Principais culturas (ton.)	IBGE SIDRA 2007
Unidades de conservação	MMA

O conjunto dessas informações permitiu uma boa análise das micro-regiões em seus aspectos naturais, sociais e econômicos, o que é essencial para o cruzamento com as informações sobre os indicadores de sustentabilidade (outra etapa do projeto) que dará respostas diferenciadas para cada micro-região tendo em vista suas particularidades e permitindo, dessa maneira, a geração de cenários que poderão ser utilizados como suporte à tomada de decisões no caso da expansão do cultivo de cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul, estudo de caso desse projeto.

4. Conclusões

O presente artigo objetivou apresentar a elaboração do projeto SENSOR TTC.

O presente trabalho demonstrou que é possível gerar novas informações a partir de dados já disponíveis e assim atender à demanda específica de projetos de pesquisa em diversos temas. No entanto, ainda é preciso avançar nesse assunto devido às lacunas de dados existentes, tanto em relação à distribuição espacial, quanto temporal. Por esse motivo, iniciativas de disponibilização de dados de alta confiabilidade como vem sendo feito pelo IBGE, CPTEC-INPE e MMA devem ser estimuladas, pois otimizam a realização de atividades acadêmicas e de pesquisa no país.

5. Referências Bibliográficas

CPTEC/INPE – Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climáticos/Instituto de Pesquisas Espaciais [Online] Banco de dados. Disponível em: < <http://bancodedados.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 25 de julho de 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Departamento de Cartografia. Malha municipal digital do Brasil: escala 1:2.500.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. 1 CD-ROM.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão do Brasil em micro-regiões homogêneas – 1968. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1970.

IBGE. – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [Online]. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Banco de Dados Agregado. Produção agrícola municipal (PAM). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp>>. Acesso em: 05 abr. 2008

IBGE/Censo Agropecuário (1996) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, [Online]. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Banco de Dados Agregado. Censo Agropecuário de 1996. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 04 abr. 2008

IBGE/Censo Agropecuário (2006) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, [Online]. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Banco de Dados Agregado. Censo Agropecuário de 2006. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 04 abr. 2008

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Diretoria Nacional de Áreas Protegidas - DAP/SBF. Disponível em <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em 04 de janeiro de 2007.

Programa ZEE Brasil - "Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil". 2001. 1 CD-ROM.

UNICA - UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. Produção de cana-de-açúcar do Brasil das safras 1990/91 a 2006/07. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br>> Acesso em: 09 abr. 2008.

Utilização de dados MODIS e modelo SEBAL para a estimativa da perda de água por evapotranspiração: Uma proposição metodológica para o monitoramento do impacto da expansão da cultura canavieira na dinâmica hídrica regional.

Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz¹.
Margareth Simões Penello Meirelles²
Esteban Jobágy³
Milton Jonathan⁴
Heitor Luiz da Costa Coutinho⁵

^{1,2}Universidade do Estado do Rio de Janeiro – PPG-MA/UERJ.
^{1,2; 4,5} Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Solos (CNPS)
Rua Jardim Botânico 1024, Rio de Janeiro – RJ, Brasil. ¹*rodrigo@cnps.embrapa.br*;
²*margareth@cnps.embrapa.br*; ³ *heitor@cnps.embrapa.br*; *mjonathan@gmail.com*
³Universidad Nacional de San Luis - IMASL,
Avenida Ejercito de los Andes 950 (D5700HHW), San Luis, Argentina,
jobbagy@unsl.edu.ar

Abstract. This work proposes a methodology for sugarcane expansion monitoring and its possible impacts in the regional hydric dynamic through the real evapotranspiration estimation (ET) based on Terra/Modis satellite data. The methodological approach is based on a systematic and automatic land use mapping that uses a sequence of temporal profiles Vegetation Index (NDVI) built with Modis data JONATHAN (2005). Previous Studies (MEIRELLES et al, 2006 JONATHAN et al 2008); as well as some preliminaries results developed on the scope of this work, shown the applicability of the proposed method as a tool for regional monitoring land use dynamic and its impacts. The real evapotranspiration is calculated through SEBAL algorithm (Surface Energy Balance for Land) developed by BASTIAANSEN (1995) for energy balance estimation. The study area is the southern portion of Goiás state in Brazil, where the sugar cane expansion has being increasing drastically in the last decades.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Dados MODIS; Modelo SEBAL (*Surface Energy Balance for Land*); mudanças de uso do solo; evapotranspiração.

1. Introdução

Dramática deterioração ambiental tem sido observada como consequência direta da intensificação da exploração agropecuária. Evidencia-se desta forma, os desflorestamentos massivos, a fragmentação de ecossistemas, a vertiginosa perda da biodiversidade, os severos processos erosivos, escassez dos recursos hídricos e a extensa degradação dos solos, como alguns dos processos extensamente relatados (VITOUSEK et al., 1997, MEYER and TURNER, 1994). Notadamente, muitos trabalhos têm relatado os efeitos das alterações no ciclo hidrológico em função das mudanças de uso das terras, enfatizando o comprometimento na provisão e na regulação do ciclo da água alguns dos serviços ecossistêmicos considerados mais críticos. Dentro do ciclo hidrológico e climático a evapotranspiração (ET) se notabiliza por representar uma variável chave de ligação entre o clima e a hidrologia (BRAUN, *et al.*, 2001), cuja dinâmica sazonal constitui um dos processos funcionais mais importantes dos ecossistemas terrestres, visto que, como fator mediador do balanço energético entre a superfície do solo e a atmosfera, a ET encontra-se diretamente relacionado com o balanço hídrico climático.

As estimativas da evapotranspiração, por meio indireto, a partir da medição dos fluxos de energia, calor sensível e latente, ou por métodos de medição direta, como os que se utilizam de lisímetros, de massa ou de drenagem, balanço de umidade do solo, ou evaporímetros, são muito laboriosos e inviabilizam a aquisição sistemática de dados. Dessa

maneira, considerando a ausência dessas medidas, uma abordagem alternativa consiste no emprego de modelos físico-matemáticos, que se baseiam em variáveis climatológicas provenientes de estações meteorológicas. As diferentes metodologias, quer sejam baseadas na medição direta, nas diversas modelagens com dados meteorológicos, ou na estimativa da evapotranspiração real dos fluxos de energia a superfície demandam dados que não são necessariamente coletados de forma sistemática e não são apropriadamente espacializados BASTIAANSSEN (2000). Posto essas limitações, com o advento do sensoriamento remoto, tornou-se indispensável para estimativa da evapotranspiração e dos fluxos de energia da superfície terrestre, a utilização dessas técnicas alternativas de aquisição sistemática e periódica de dados espaciais em complemento as informações meteorológicas em aplicações nas quais se faz imperativo uma visão espacial. Assim, encontra-se extensa literatura científica documentando a potencialidade e capacidade de diversos sensores remotos com variados métodos de calibração, em avaliar ou estimar as taxas líquidas de produção primária, dinâmica da evapotranspiração e perdas de água por evaporação usando informações orbitais nas bandas visível e termal, envolvendo balanços energéticos e modelos empíricos (PARUELO & LAUENROTH 1995; DI BELLA *et al.*, 2000). A intensa produção científica evidencia esta perspectiva em diversos outros estudos com distintas abordagens alicerçadas na aplicação de diferentes sensores e modelagens, como por exemplo: NICÁCIO, 2008, 1993; DIAK *et al.*, 2004; BASTIAANSSEN *et al.*, 1998a; BASTIAANSSEN *et al.*, 1998b; ALLEN *et al.*, 2007a; ALLEN *et al.*, 2007b).

Dentro das várias possibilidades pertinentes, a presente proposta objetiva explorar a potencialidade dos dados do sensor MODIS/AQUA-EOS da NASA, considerando diversos aspectos relativos a sua aplicabilidade, qualidade agregada e facilidade operacional. Destaca-se assim, a vantagem do EOS-NASA/sensor MODIS disponibilizar dados e produtos relacionados à vegetação e ao balanço de energia com diversos níveis de processamento por meio de uma complexa abordagem de padronização e validação de procedimentos, através dos quais já são operacionalizadas correções radiométricas, geométricas, espectrais e atmosféricas. Os diferentes produtos MODIS seguem regras gerais de padronização criteriosas, garantindo formatos bastante homogêneos, posto que todos estes produtos são distribuídos em arquivos num único formato, denominado HDF-EOS (*Hierarchical Data Format – Earth Observing System*), permitindo assim o tratamento de forma semelhante. Além disso, a política de distribuição orientada a disponibilização gratuita e documentação pública de produtos e dados MODIS obtidos diretamente pela Internet através do portal de dados do EOS (EDG, *EOS Data Gateway*), mantido pela agência norte-americana USGS (*United States Geological Survey*), o tornam particularmente atrativos.

Apesar das relatadas vantagens, segundo WESSELS *et al.* (2004), a aplicabilidade de produtos globais MODIS para análises regionais ainda precisa ser melhor avaliada, uma vez em que elas dificultam a incorporação de aspectos biofísicos de cada região. No que diz respeito a distinção de alvos e classificação da cobertura vegetal, diversos autores chegaram à conclusão de que resoluções maiores do que 250m ou 500m seriam mais adequadas para mapeamentos de uso e cobertura do solo a nível regional. (WESSELS *et al.*, 2004). Por sua vez, a aplicação do sensor MODIS para a avaliação dos fluxos de calor e de energia radiativa e mapeamento da evapotranspiração pode ser realizada por intermédio de algum modelo com entrada dados extraídos de imagens com dados espectroradiométricos como refletância, temperatura da superfície, índices de área foliar de vegetação, etc.

Isto posto, o SEBAL (*Surface Energy Balance for Land*) desenvolvido por BASTIAANSSEN (1995), constitui um dos mais utilizados algoritmos para estudos de fluxo de calor e estimativa da evapotranspiração, com registro de inúmeros trabalhos ao redor do mundo, tais como: BASTIAANSSEN *et al.*, 1998b; BASTIAANSSEN, 2000; MENDONÇA, 2007. O SEBAL é um modelo que, dentre os outros, se notabiliza por fazer poucas relações e

suposições empíricas e por fazer uso de dados multiespectrais de satélites complementados com poucas informações de superfície, tais como temperatura do ar e velocidade do vento, que são facilmente obtidas nas estações meteorológicas (NICÁCIO, 2008).

Contudo, como salienta (NICÁCIO, 2008), os estudos com utilização dos dados do MODIS para aplicação do algoritmo SEBAL são em número bem mais reduzidos que os realizados com o AVHRR-NOAA e TM-Landsat. No entanto, merece destaque os trabalhos de VENTURINI *et al.* (2004) e NICÁCIO (2008). Nessas pesquisas, os autores aplicaram o SEBAL com a utilização de dados sensor MODIS destacando as diversas parametrizações e os resultados mais ou menos precisos em função das diferentes aplicações. Entretanto, todos atentaram para a importância do uso do MODIS em aplicações futuras, uma vez que os dados desse sensor são disponibilizados gratuitamente e agregam vantagens relacionadas a padronização e aos níveis de processamento além da alta resolução temporal.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma combinação de procedimentos metodológicos, relacionados à distinção da cultura da cana-de-açúcar por meio do aperfeiçoamento de uma metodologia de classificação automática do uso do solo, desenvolvida por JONATHAN (2005, (a) e (b)), e da utilização do Modelo SEBAL para a estimativa da ET real, ambos a partir de dados do sensor MODIS/Aqua.

2. Procedimentos metodológicos

O foco principal deste estudo recai na aplicação de metodologias de sensoriamento remoto, notadamente com opção para os sensores MODIS/Aqua-OES, para detectar as mudanças de uso da terra e a expansão da cultura da cana-de-açúcar e em função desta, avaliar a variação espaço-temporal, em escala regional, da evapotranspiração. O trabalho está sendo realizado com base na avaliação de dois períodos sazonais distintos, período chuvoso e estiagem (ano agrícola 2006/2007), em uma região típica do bioma cerrado, no centro-oeste brasileiro, onde as atividades tradicionais de pecuária e agricultura anual de grãos vem cedendo, nos últimos anos, espaço para a cultura da cana-de-açúcar – Região do Município de Rio Verde, Estado de Goiás. Desta forma, são propostas os seguintes procedimentos metodológicos:

2.1. Mapeamento de uso e cobertura do solo

Será realizado um mapeamento de uso e cobertura do solo, a nível regional, com dados do ano agrícola de 2006/2007, para a identificação dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo e, sobretudo, para a distinção das áreas canavieiras. A metodologia que está sendo empregada para fazer a classificação sistemática, automatizada, para a distinção das diferentes classes de uso e cobertura do solo, se baseia em técnicas de processamento digital de imagens aplicadas ao sensor MODIS do satélite TERRA/EOS -NASA. A metodologia descrita em JONATHAN (2005, (a) e (b)), utiliza seqüências temporais de índices de vegetação (NDVI) e se baseia num procedimento de “aprendizado” do comportamento temporal característico de cada classe de uso e cobertura do solo, a partir de dados de treinamento restritos a uma região geográfica de menor escala, e, posteriormente aplicados sistematicamente através de um processo de classificação supervisionada para regiões de maior abrangência geográfica. Para estimar os erros associados ao processo de classificação e ajustar o mapeamento visando maximizar a precisão do modelo, será utilizada uma classificação de referência por meio do mapeamento do uso e cobertura do solo realizado a partir dos dados do sensor LANSAT 5TM - Projeto “ADUBA” BRASIL IPI/CNPS (Embrapa Solos – em andamento). Além disso será realizada uma verificação de campo (verdade de campo) após concluída a classificação e o mapeamento final.

2.1.1. Etapas da metodologia

Foram realizadas as seguintes etapas: (i) 1ª Etapa: Foi utilizado uma seqüência temporal de dados MODIS nas bandas do vermelho; infra-vermelho próximo, com resolução espacial de 250m, em dois períodos durante o ciclo fenológico da cana-planta e primeira soca e demais tipos de uso (cerrado, soja e pastagem), correspondente as estações seca e úmida (dados de refletância diária da superfície: produtos MOD09GQK ou MOD09GST; e dados de refletância e de NDVI resultantes de uma composição de 16 dias -produto MOD13Q). (ii) 2ª Etapa: Foi realizada uma classificação confiável do uso e cobertura do solo para o mesmo período em uma parcela da região em estudo, incluindo as classes de interesse de maneira representativa. (iii) 3ª Etapa: Foi feito um pré-processamento dos dados MODIS para se fazer a correção atmosférica e a filtragem dos dados tidos como de baixa confiabilidade, substituindo-os através da utilização de um algoritmo de interpolação temporal. (iv) 4ª Etapa: Foi calculada uma série de métricas com base no perfil suavizado (e.g., data de máximo NDVI ou número de modos no perfil) que foram analisadas por meio de um algoritmo de seleção de atributos baseado em medidas de correlação (CFS, Correlation-based Feature Selection) (HALL, 1999), de modo a se definir um sub-conjunto de atributos capaz de minimizar a redundância de informações ao mesmo tempo em que se maximiza a capacidade de discernimento entre as classes de interesse. (v) 5ª Etapa: Foi realizada uma classificação de forma supervisionada, utilizando-se para este fim algoritmos clássicos de classificação, tais como o algoritmo estatístico de máxima verossimilhança (DUDA *et al.* 2001). (vi) 6ª Etapa: Foi utilizada a classificação de treinamento executando o processo de aprendizagem do algoritmo de classificação e finalmente aplicando o algoritmo de classificação para toda a região de interesse, obtendo-se assim a classe de uso e cobertura do solo para cada ponto. (vii) 7ª Etapa: Com base nesta metodologia foram feitos ajustes para a identificação dos padrões de uso do solo em áreas ocupadas, especificamente, cana-de-açúcar. Os perfis temporais de cada cultura são caracterizados a partir da comparação do comportamento espectral de cada perfil com informações reais, georreferenciadas, sobre a cultura nas áreas específicas coletadas a campo. A seguir, a figura 3, apresenta o fluxograma da metodologia de classificação do uso e cobertura do solo (JONATHAN (2005a)

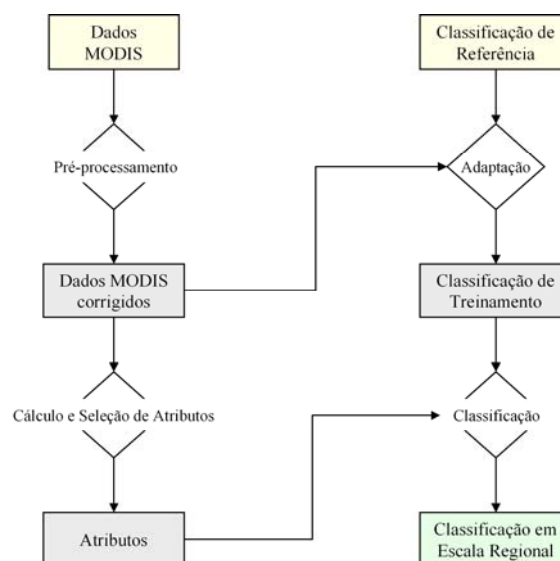


Figura.3. Visão geral da metodologia de classificação do uso do solo com base nas seqüências temporais de dados MODIS (JONATHAN (2005a)).

As principais referências da metodologia acima sumarizada são: MEIRELLES et al, (2006); JONATHAN et al (2008); JONATHAN (2005 a e b); ARVOR et al (2008 a e b).

2.2. Implementação do modelo SEBAL para a estimativa da evapotranspiração real.

O mapeamento da Evapotranspiração Real será realizado pela implementação do modelo SEBAL (*Surface Energy Balance for Land*), cuja modelagem física e matemática foi desenvolvida por BASTIAANSSEN (1995). O modelo será usado para a estimativa da Evapotranspiração Real referente a dois períodos de oito (08) dias consecutivos, um na estação chuvosa e outro na estiagem. Serão utilizados, como dados de entrada para o modelo SEBAL: (1) dados das imagens multiespectrais do sensor MODIS/EOS - MODIS/Aqua: MOD09, refletância de superfície e, MOD11, temperatura da superfície e, (2) dados meteorológicos (Temperatura e Velocidade dos ventos) adquiridos diretamente da rede de estações meteorológicas HIDROWEB/ANA. Como saída do modelo fornece resultados, instantâneos, horários e diários de Evapotranspiração Real. A implementação do SEBAL será efetivada através da construção de modelos utilizando a ferramenta *Model Maker* do código computacional ERDAS *Imagine* 8.7. E, os mapas correspondentes as estimativas do SEBAL serão elaborados por meio da utilização do pacote computacional *ArcMap* 9.3– *ArcGIS* 9.3 da ESRI (www.esri.com).

2.2.1. Base Teórica do Modelo SEBAL

O modelo SEBAL - *Surface Energy Balance for Land* –BASTIAANSSEN (1995) é baseado no balanço dos fluxos de energia a superfície que é proporcional ao saldo de radiação. O balanço de radiação ou saldo de radiação (R_n), por sua vez, consiste na diferença da radiação de ondas curtas que incide e reflete da superfície e da radiação de ondas longas incidente, refletida e emitida pela superfície. Desta forma, o saldo de radiação pode ser definido como a energia radiativa superficial, disponível para os diversos processos físico-bióticos, notadamente a evapotranspiração. Dado por: $R_n = (1 - \alpha_{sup}) R_{c\downarrow} + R_{L\downarrow} - 2R_{L\uparrow} - \epsilon R_{L\downarrow}$ onde: R_n é o saldo de radiação à superfície ($W.m^{-2}$); $R_{c\downarrow}$ é a radiação de ondas curtas incidente à superfície ($W.m^{-2}$); $R_{c\uparrow}$ é a radiação de onda curta refletida pela superfície ($W.m^{-2}$); $R_{L\downarrow}$ é a radiação de onda longa incidente à superfície ($W.m^{-2}$); $R_{L\uparrow}$ é a radiação de onda longa refletida e emitida pela superfície ($W.m^{-2}$), ϵ é a emissividade da superfície [-] e α_{sup} é o albedo da superfície [-]. A equação do balanço de energia pela partição dos fluxos de calor, conforme expressão a seguir: $R_n = G + H + \lambda ET$ Onde: R_n é o saldo de radiação à superfície; G é o calor do solo; H é o calor sensível e λET é o calor latente.

2.2.2. Etapas da implementação do Modelo SEBAL

As seguintes etapas serão realizadas para a estimativa da Evapotranspiração Real diária:

- Saldo de Radiação (RN): Estimativa do saldo de radiação, como primeira variável do modelo, a partir do balanço de energia a ser estimada.
- Refletância Espectral ($\rho\lambda$): Como primeiro dado de entrada para a implementação do modelo SEBAL, gera-se uma imagem e refletância espectral a partir do produto MYD09 do sensor MODIS, conforme especificado no site oficial do MODIS (<http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>).
- Albedo no Topo da Atmosfera (α_{TOA}): Obtenção albedo na superfície (α_{sup}), a partir da imagem de refletância espectral da superfície (MYD09 (<http://edcdaac.usgs.gov/MODIS/>)).
- Radiação de Onda Curta Incidente à Superfície ($R_{C\downarrow}$): Nesta proposta será utilizada a expressão descrita em SHUTTLEWORTH (1993), citado por NOSETTO (2005).
- Radiação de Onda Longa Emitida pela Superfície ($R_{L\uparrow}$): Para o cálculo da radiação de onda longa emitida pela superfície será utilizada a função da emissividade e temperatura da superfície, conforme a equação de Stefan-Boltzmann, (a) NDVI - O cálculo do índice de vegetação por diferença

normalizada (NDVI) será realizado através de uma operação algébrica entre as bandas do vermelho e infravermelho próximo. (b) SAVI - O índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI) foi desenvolvido por HUETE (1989) com o intuito de reduzir os efeitos do solo no NDVI. O SAVI, para o sensor MODIS (NICÁCIO, 2008). (c) IAF - Após o cálculo do NDVI e do SAVI, será possível calcular o índice de área foliar (IAF) que é um dado de entrada para o cálculo da emissividade. A exemplo de NICÁCIO (2008) será utilizada a expressão sugerida por ALLEN *et al.* (2002) e por TASUMI (2003). (vi) Emissividade da Superfície (ϵ): Para o cálculo da emissividade (ϵ) da superfície, dada pela razão entre a energia irradiada por um objeto ou superfície a uma dada temperatura e a energia irradiada por um corpo negro à mesma temperatura. Na aplicação do SEBAL, segundo NICÁCIO (2008) para as imagens MODIS, se faz necessário calcular a emissividade para toda a faixa do infravermelho termal (ϵ). (vii) Temperatura da Superfície: Para o sensor MODIS, de acordo com (NICÁCIO, 2008) a temperatura da superfície não precisa ser estimada, visto que pode-se aplicar o produto MYD11, que corresponde à imagem de temperatura da superfície. Deve-se, no entanto, multiplicar por um fator de escala (0,02) conforme especificações do produto (<http://edcdaac.usgs.gov/MODIS/myd11a1v4.asp>). Por fim, conhecendo-se os valores da emissividade para toda a faixa do termal (ϵ) e a temperatura da superfície, calcula-se o valor da radiação de ondas longas emitida pela superfície ($RL\uparrow$). (viii) Radiação de Onda Longa Incidente ($RL\downarrow$): A radiação de onda longa incidente ($RL\downarrow$) dada pela expressão abaixo e definida como a densidade de fluxo de radiação de onda longa que é emitida pela atmosfera na direção da superfície a sua estimativa necessita ser calibrada com a determinação de determinados pixels de referência (NICÁCIO, 2008). (a) PIXEL FRIO - A aplicação do SEBAL requer a determinação de alguns pixels (frio e quente), que são chamados de pixels de referência ou âncoras, na região de interesse, que determinam as condições limites do balanço de energia (NICÁCIO, 2008; ALLEN *et al.* (2002)). O valor de $RL\downarrow$ pode ser obtido através da equação de Stefan-Boltzman BASTIAANSEN, 1995; ALLEN *et al.*, 2002). (ix) Saldo de Radiação (RN): Após o cálculo das componentes do saldo de radiação se estima o saldo de radiação à superfície (R_n), que é a quantidade de energia radiante disponível à superfície para os processos de evaporação e aquecimento do solo e do ar. (x) Fluxo de Calor no Solo (G): Estima-se os fluxos de calor a partir da estimativa do saldo de radiação à superfície (NICÁCIO, 2008). O fluxo de calor no solo (G) ($W.m^{-2}$) pode ser calculado em função do saldo de radiação (R_n), albedo (α_{SUP}) e temperatura da superfície (T_s), em graus Celsius, e NDVI. (11) Fluxo de Calor Sensível (H): Calcula-se o fluxo de calor sensível (H), com base na transferência de energia modelada pela equação proposta por BASTIAANSEN (1995). (xi) Fluxo de Calor Latente (λET): O cálculo do fluxo de calor latente (λET) se faz pelo termo residual do balanço de energia. (xii) Evapotranspiração Real Horária (ET_h): O fluxo de calor latente pode ser convertido em evapotranspiração real horária de acordo com a equação desenvolvida por TASUMI (2003). (xiii) Evapotranspiração Real Diária (ET_{24h}): Com base no conceito fração evaporativa, que é uma razão entre o fluxo de calor latente e a diferença entre o saldo de radiação e o fluxo de calor no solo é possível estimar a evapotranspiração real diária NICÁCIO (2008). Assim, com o cálculo da Evapotranspiração horária, é possível a obtenção da Evapotranspiração Real diária.

Por fim, cabe observar que as funções principais e as etapas intermediárias de parametrização, ajustes, e estimativa de variáveis secundárias encontram-se totalmente descritas em: BASTIAANSEN (1995); ALLEN *et al.* (2002) e NICÁCIO (2008).

3. Resultados e discussão

A parte referente à avaliação do uso e cobertura do solo para o ano agrícola de 2006/2007 já foi concluída, cujos resultados estão ainda sendo analisados, e, desta forma espera-se

contribuir para o aprimoramento do procedimento metodológico de classificação sistemática e automatizada do uso e cobertura do solo baseada na detecção de padrões característicos (perfis espectrais - seqüências temporais de índices de vegetação- NDVI) a partir de dados do sensor MODIS do satélite TERRA/EOS –NASA JONATHAN (2005, (a) e (b)). Notadamente, espera-se contribuir para a distinção dos alvos relacionados à cultura da cana-de-açúcar, pastagens e cerrado. Contudo o trabalho encontra-se em elaboração no tocante a implementação do Modelo SEBAL. Após concluída esta etapa, será feita a avaliação da aplicabilidade do modelo/ algoritmo SEBAL para a estimativa da evapotranspiração real a partir de dados MODIS em estudos na escala regional, considerando as condições ambientais especificadas - bioma cerrado antropizado, no qual destaca-se a variabilidade do relevo, solos, tipos de uso do solo e clima. Por fim, a aplicação dos resultados contribuirá para a compreensão da influência dos tipos de uso e cobertura do solo na variação espacial e sazonal das taxas de evapotranspiração real e assim contribuir para o desenvolvimento de um procedimento metodológico para o monitoramento da perda de água em bacias hidrográficas antropizadas inseridas no bioma cerrado.

4. Agradecimentos

Cumpramos agradecer aos projetos: (i) “Land use change in the Rio de la Plata Basin: Linking biophysical and human factors to predict trends, assess impacts, and support viable strategies for the future”, Instituto Interamericano de Mudanças Globais (IAI); (ii) “Sustainability Impact Assessment: Tools for Environmental Social and Economic Effects of Multifunctional Land Use in European Regions”-EXTENSION-SENSOR TTC/Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research, Germany – ZALF; (iii) “Tecnologias avançadas em processamento digital de imagens para o monitoramento automatizado do desflorestamento, degradação da terra e da expansão do sistema plantio direto através da classificação sistemática do uso e da cobertura do solo” – ENVIAR/Assessoria de Cooperação Internacional - ASCIN/CNPq/Embrapa Solos/INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique - Grupo de Pesquisa Air/Clime);(iv) “Land use change, biofuels and rural development in de la Plata Basin” IAI/IDRC (International Development Research Center- Canadá; e, por fim, ao Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro/UERJ – PPG-MA, por fornecerem suporte a presente pesquisa.

5. Referências bibliográficas

- ALLEN, R. G., TASUMI, M., MORSE, A., *et al.*, 2007b, “Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration “METRIC”- applications”. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 133, n. 4, pp. 395 – 406.
- ALLEN, R. G., TASUMI, M., TREZZA, R., 2007a, “Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration “METRIC”-model”, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 133, n. 4, pp. 380 – 394.
- ALLEN, R. G., TASUMI, M., TREZZA, R., *et al.*, 2002, *SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land) advanced training and users manual – Idaho implementation*, Idaho University, Idaho, USA.
- ARVOR, D., JONATHAN, Milton, MEIRELLES, M. S. P., DUBREUIL, V., Lecerf, R. Comparison of multitemporal MODIS-EVI smoothing algorithms and its contribution to crop monitoring In: IEEE Geoscience & Remote Sensing Symposium' **IEEE Geoscience & Remote Sensing Symposium'**, 2008a. p.4 - 4
- ARVOR, D., JONATHAN, Milton, MEIRELLES, M. S. P., DUBREUIL, V. Detecting Outliers and Asserting Consistency in Agriculture Ground Truth Information by Using Temporal VI Data From Modis In: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 3rd-11th July 2008, Beijing, China., 2008, Beijing. **International Society for Photogrammetry and Remote Sensing.**, 2008b.
- BASTIAANSEN, W. G. M., 1995, *Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain*. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands.

BASTIAANSEN, W. G. M., MENENTI, M., FEDDES, R. A., *et al.*, 1998a, "A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 1. Formulation", *Journal of Hydrology*, v. 212-213, pp. 198 – 212.

BASTIAANSEN, W. G. M., NOORDMAN, E. J. M., PELGRUM, H., *et al.*, 2005, "SEBAL Model with Remotely Sensed Data to Improve Water-Resources Management under Actual Field Conditions", *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, pp. 85 – 93.

BASTIAANSEN, W. G. M., 2000, "SEBAL-based sensible and latent heat flux in the irrigated Gediz basin, Turkey", *Journal of Hydrology*, v. 229, pp. 87 – 100.

BASTIAANSEN, W. G. M., PELGRUM, H., WANG, J., *et al.*, 1998b, "A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 2. Validation", *Journal of Hydrology*, v. 212 – 213, pp. 213 – 229.

BASTIAANSEN, W. G. M., 2000, "SEBAL-based sensible and latent heat flux in the irrigated Gediz basin, Turkey", *Journal of Hydrology*, v. 229, pp. 87 – 100.

BRAUN, P.; MAURER, B.; MULLER, G.; GROSS, P.; HEINEMANN, G.; SIMMER, C. An integrated approach for the determination of regional evapotranspiration using mesoscale modelling, remote sensing and boundary layer measurements. *Meteorology and Atmospheric Physics*, v. 76, p. 83-105, 2001.

DI BELLA CM, REBELLA CM AND PARUELO JM (2000) Evapotranspiration estimates using NOAA AVHRR imagery in the Pampa region of Argentina. *International Journal of Remote Sensing*, 21 (4), 791-797.

DIK, G. R., MECIKALSKI, J. R., ANDERSON, M. C., *et al.*, 2004, "Estimating land surface energy budgets from space: Review and current efforts at the University of Wisconsin – Madison and USDA – ARS", *Bulletin of American Meteorological Society*, v. 85, n. 1, pp. 65 – 78.

DUDA, R. O., HART, P. E., STORK, D. G. (2001). "Pattern Classification", 2nd ed., John Wiley & Sons, USA. ed. Piracicaba, SP, FEALQ.

HALL, M. A. (1999). "Correlation-based feature subset selection for machine learning". PhD thesis, Department of Computer Science, University of Waikato, New Zealand.

JENSEN, M.E., BURMAN, R., ALLEN, R.G, 1990, *Evapotranspiration and irrigation water requirements*. 2 ed. New York, American Society of Civil Engineers.

JONATHAN, M. Classificação do uso e cobertura do solo em escala regional a partir de seqüências temporais de dados MODIS. 2005. 158 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Computação) Mestrado em Geomática, Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. (a)

JONATHAN, M., MEIRELLES, M. S. P., BERROIR, J.-P., HERLIN, I., COUTINHO, H. L. DA C. (2005). "Regional scale land use/land cover classification using temporal series of MODIS data at the High Taquari Basin, MS, Brazil". *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, 16-21 abril 2005, pp. 579-581, Goiânia, Brasil. (b)

JONATHAN, Milton, ARVOR, D., MEIRELLES, M. S. P. Field-Oriented Assessment of Agricultural Crops Through Temporal Segmentation of Modis VI Data In: *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, 3rd-11th July 2008, Beijing, China, 2008, Beijing. **International Society for Photogrammetry and Remote Sensing**, 2008.

MEIRELLES, M. S. P., JONATHAN, Milton, BERROIR, Jean Paul, HERLIN, Isabelle Considerations for regional scale long term monitoring of land use with MODIS data and its application for the high Taquari Basin, MS/MT, Brazil In: *1º GeoPantanal*, 2006, Campo Grande. **1º GeoPantanal**, 2006.

MENDONÇA, J. C., 2007, *Estimação da evapotranspiração regional utilizando imagens digitais orbitais na região Norte Fluminense*, RJ. Tese de D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

MEYER, W. B., TURNER, B. L. II (1994). "Changes in land use and land cover: a global perspective". Cambridge University Press, Cambridge, UK.

NICÁCIO, R. M., 2008, *Evapotranspiração real e umidade do solo usando dados de sensores orbitais e a metodologia SEBAL na bacia do rio São Francisco [Rio de Janeiro] 2008 XVII*, 320 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia Civil, 2008) Tese -Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

NOSETTO D. M., JOBBÁGY E., PARUELLO J.M.(2005). Land-use change and water losses: the case of grassland afforestation across a soil textural gradient in central Argentina. *Global Change Biology* (2005) 11, 1101-1117, doi:10.1111/j.

PARUELO, J.M. Y W.K. LAUENROTH. 1995. Regional patterns of NDVI in North American shrublands and grasslands. *Ecology* 76:1888-1898.

VITOUSEK PM, MOONEY HA, LUBCHENCO J AND MELILLO JM (1997) Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277, 494-499.

WESSELS, K. J., DEFRIES, R. S., DEMPEWOLF, J., ANDERSON, L. O., HANSEN, A. J., POWELL, S. L., MORAN, E. F. (2004). "Mapping regional land cover with MODIS data for biological conservation: examples from the Greater Yellowstone Ecosystem, USA and Pará State, Brazil". *Remote Sensing of Environment*, vol. 92, no. 1, pp. 67-83.

**APLICABILIDADE DE FENTON NA REMEDIAÇÃO DE LATOSSOLOS
BRASILEIROS CONTAMINADOS COM ÓLEO DIESEL.**

MA036

Mônica Regina Marques Palermo de Aguiar^{1*}, Carolina Acioli Pereira¹, Daniel Vidal Perez².
monica@pesquisador.cnpq.br

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro /Rio de Janeiro /RJ

² EMBRAPA Solos /Rio de Janeiro /RJ

(INTRODUÇÃO) Os produtos derivados do petróleo são os combustíveis mais usados pela sociedade moderna. Um dos problemas ambientais ligados a este setor são as áreas contaminadas por acidentes ou mesmo durante sua cadeia produtiva. Na busca de novas alternativas para a remediação de solos contaminados, o trabalho propõe estudar o tratamento de solos contaminados por hidrocarbonetos de petróleo através da avaliação da eficiência do reagente de Fenton para remediação de dois tipos de solos brasileiros, um deles com diferente teor de ferro naturalmente presente, contaminado com hidrocarbonetos, mas precisamente óleo diesel parafínico.

(METODOLOGIA) O horizonte superficial dos Latossolos Amarelo e Vermelho foi coletado pela EMBRAPA Solos, sendo suas respectivas análises físicas e químicas de caracterização realizadas conforme Embrapa. A contaminação dos solos foi feita com óleo diesel obtendo uma concentração final de 50.000 mg/kg, para testes com o reagente de Fenton foram utilizadas massas de solo de 10 g. Depois da adição dos reagentes (H_2O_2 30% e $FeSO_4$ mol L^{-1}) foi realizado ajuste de pH a 3 pela solução de NaOH. Após o tempo estipulado para reação de oxidação, o solo foi separado por centrifugação e transferido para o soxhlet, onde os produtos foram extraídos com hexano foram posteriormente quantificados por cromatografia gasosa de alta resolução.

(RESULTADOS) Em ambos os solos, foram avaliadas as influências dos seguintes parâmetros de eficiência no processo oxidativo: a concentração do peróxido de hidrogênio, o tempo da reação, adição ou ausência de ferro(II) no meio reacional e a agitação do meio em shaker. Foi observado que os rendimentos da remediação obtidos crescem à medida que o tempo de reação se prolonga, para os dois tipos de solos. Os rendimentos obtidos foram respectivamente de: 50, 54, 68, 70, 76 e 85% para os tempos de reação de 24, 48, 72, 120, 360 e 720h em latossolo amarelo; enquanto em latossolo vermelho obteve-se 69, 71 e 81% em testes sem a adição de ferro(II) no meio reacional, e, 76, 78 e 84%, em testes com a adição de ferro(II), ambos os testes com tempos de reação de 24, 48 e 72h. Solos com grande teor de ferro natural, ferro(III), a reação de oxidação requer um tempo inicial maior para acontecer devido à necessidade de transformação desse ferro(III) em (II).

(CONCLUSÃO) Os resultados encontrados podem ser considerados satisfatórios e com significativas perspectivas de aplicabilidade em sítios contaminados. Os valores obtidos na remediação oxidativa de Latossolos Amarelo, um solo caulinitico com baixo teor de ferro, contaminados com óleo diesel foram excelentes, acima de 95%, principalmente em condições mais agressivas de tratamento. Já, os resultados de remediação de Latossolo Vermelho, um solo oxidico com elevado teor natural de ferro(III) contaminado com óleo diesel, revelou-se surpreendentemente satisfatório, revelando que sob mesmas condições experimentais do Latossolo Amarelo não é primordial a adição de sais de ferro(II) para se aumentar a eficiência do processo de remediação oxidativa, nesse processo basta, entretanto, aumentar o tempo de reação.

Agência Financiadora: Faperj

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ARGILAS COMO CATALISADORES
PARA REAÇÃO DE FENTON EM MEIO NEUTRO**

MA034

Felipe Vieira Amorim Gomes¹, Ana Lucia da Conceição dos Santos¹, Aline Sol Da Silva Valle¹,
Silvio César Godinho Teixeira¹, Maria Cristina Canela², Luiz Claudio de Santa Maria¹, Daniel
Vidal Pérez³ e Mônica Regina da Costa Marques¹, scgteixeira@yahoo.com.br

1. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 2. Universidade Estadual do
Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. 3. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

(RESUMO) Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial catalítico de *pellets* de argilas naturalmente ricas em ferro provenientes de um Latossolo Vermelho Acriférrico na reação de Fenton em meio neutro, na descontaminação de efluentes contendo *E. coli*. A aplicação de H₂O₂ sem catalisador indicou que o oxidante é eficiente para eliminar o patógeno nas concentrações de 0,17; 0,034 mol L⁻¹. Na concentração de 0,085 mol L⁻¹ e em vazões mais baixas (8, 13 e 19 mL min⁻¹) houve total eliminação da bactéria. Já em vazões mais altas (25 e 28 mL min⁻¹) as bactérias se mostram tolerantes a presença do oxidante. Entretanto, a aplicação de 0,017 mol L⁻¹ de água oxigenada na presença do catalisador proporcionou a redução em 50% da quantidade de UFC. O catalisador não apresentou toxicidade ao organismo-teste.

(INTRODUÇÃO) Atualmente, a contaminação dos corpos de água naturais é um grave problema. Relacionadas no último (Relatório do Desenvolvimento Humano 2006), 2 milhões de crianças morrem a cada ano por doenças de vinculação hídrica associadas à falta de saneamento básico¹. Altos níveis de bactérias fecais em água natural são associados ao aumento do risco de doenças para as pessoas que utilizam essas águas. O controle de *E. coli* na água é a chave para a saúde da utilização de recursos hídricos naturais².

Em referência de tratamento de águas residuais, os Processos Oxidativos Avançados tem se mostrado uma alternativa para a descontaminação de efluentes⁷. A eficiência estão associados a formação de radical hidroxila^{3,4}.

Deve ser considerado, no entanto, que a aplicabilidade da reação Fenton exige um pH ácido (pH <3) e, para valores de pH acima desta faixa (pH > 4,5), ocorre a hidrólise em íons Fe³⁺ (Fe (OH) 3), que ao precipitar, para o processo catalítico a formação de radicais hidroxila. Em aplicações industriais é exigida pelas legislações ambientais que o teor de ferro e o pH esteja dentro dos limites máximos. Isso significa na prática a remoção do excesso de ferro por neutralização, que leva a formação de um resíduo sólido rico em ferro, chamada borá, um procedimento complexo e oneroso, que torna a reação de Fenton pouco atrativa para a indústria. Devido a estes inconvenientes, o desenvolvimento de um catalisador heterogêneo, um sólido apoio para os íons Fe, tem sido assunto de grande interesse. Ao contrário da reação de Fenton homogênea, a proposta é que um catalisador viabilize a realização de técnica em meio neutro e pode ser recuperado através de uma simples operação de separação e reutilizado, o que evitaria a formação de borá.

(OBJETIVOS) Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial catalítico de pellets de argilas naturalmente ricas em ferro na descontaminação de águas residuais com a *E. coli* através da reação Fenton, em meio neutro.

(METODOLOGIA) Utilizou-se para os experimentos uma solução aquosa de NaCl 0,9% (m/v) previamente esterilizada em autoclave a 120°C por 20 minutos.

As soluções de *E. coli* utilizadas nos experimentos foram preparadas a partir de uma suspensão com *E. coli* à concentração de cerca de 10⁹ células mL⁻¹. A cultura de pernoite foi centrifugada (10mL) a 3000 rpm por 10 minutos, descartou-se o sobrenadante, lavou-se as células com solução salina 0,9% estéril e as células foram, em seguida, ressuspensas em 10 mL da solução salina estéril. Diluiu-se essa nova solução em 1L de solução salina.

O meio de cultura foi preparado a partir de 3g de NaCl, 3g de Bacto triptona (digestão pancreática de caseína), 1,5g de Bacto extrato de células autolisadas de levedura (YNB), 4,5g de Bacto Ágar para uso geral no preparo de culturas e 300 mL de água destilada.

Todos os experimentos foram conduzidos em uma câmara de fluxo laminar, com todo aparato previamente esterilizado.

Foi realizado um teste em branco, visando a avaliar o comportamento das bactérias frente à presença do catalisador. Utilizaram-se dois bechers de 1L, um contendo a solução de *E. coli* e o outro, apenas a solução salina 0,9%, ambos sob agitação magnética. As soluções foram bombeadas, utilizando-se uma bomba dosadora peristáltica Milan modelo 202, através de dois tubos de silicone, passando por uma estrutura bifurcada (em formato de Y), até entrarem em contato uma com a outra no interior de uma coluna de 80 mm de altura e 8 mm de diâmetro interno contendo pérolas de vidro. A carga de saída da coluna foi coletada em frasco de polietileno estéreis, e para cada coleta foram feitas diluições, de modo que a concentração final da amostra fosse da ordem de 10^3 células mL⁻¹. O procedimento descrito foi adotado de forma idêntica para 5 diferentes vazões, reguladas pela escala da bomba (8, 13, 19, 25 e 28 mL min⁻¹). O controle foi feito coletando-se uma alíquota da solução de *E. coli* direto do becher e se fazendo as mesmas diluições mencionadas anteriormente. Feitas as diluições, coletou-se uma alíquota de 100µL da solução diluída presente em cada tubo coletor (na concentração de 10^3 células mL⁻¹) e se aplicou cada uma em uma placa de Petri contendo meio nutriente LB solidificado com 1,5% de Bacto Ágar. Para cada diluição foram preparadas duas placas para contagem. As placas foram incubadas em estufa a 37°C por 48 horas. Repetiu-se o experimento para uma coluna totalmente preenchida com peletes argilosos de catalisador e outra preenchida com a metade da massa inicial de catalisador e pérolas de vidro de mesmo diâmetro intercaladas.

Os testes de descontaminação da solução de *E. coli* foram conduzidos de forma análoga à descrita anteriormente, com o mesmo aparato experimental e nas mesmas 5 vazões. Utilizou-se dois bechers de 1L, um contendo a solução de *E. coli* e o outro, uma solução aquosa de H₂O₂. Utilizaram-se as concentrações de 0,017; 0,0425; 0,085; 0,17 e 0,34 mol L⁻¹ de H₂O₂ e as massas de 382 mg e 724 mg de peletes do catalisador descrito. A carga de saída da coluna foi coletada em tubos de polietileno estéreis e centrifugados a 1.577.536 g por 10 minutos. O sobrenadante foi descartado, e as células, ressuspensas em solução salina 0,9%. A suspensão foi diluída à concentração de 10^3 células/mL. As diluições (amostra e controle) foram plaqueadas, e as placas foram incubadas a 37°C por 48 horas.

As argilas foram extraídas de um Latossolo Vermelho Acriférrico que continha na sua composição mineralógica 600 g kg⁻¹ de argila e 258 g kg⁻¹ de Fe₂O₃, na forma de goetita e hematita. Cerca de 50 g de solo foram vigorosamente mantidas em agitação em uma solução de NaOH 1 mol L⁻¹ para dispersão das partículas. Posteriormente, a solução foi peneirada para separar a areia, silte e argila, de acordo com o método da Embrapa Solos (1999). Após isso, 1,5mL de água foram adicionados a 1 g de argila seca para obter uma pasta. Para produzir o pelete, a argila foi homogeneizada e moldada em um tubo de vidro, após secagem tubo de vidro foi removida. Finalmente, os peletes foram calcinados a 450 ° C por 12 horas.

(RESULTADOS) Inicialmente, testou a toxicidade com duas massas diferentes de catalisadores (382 mg e 724 mg) feitos a base de argilas e as pérolas de vidro usadas nos ensaios sobre a capacidade de crescimento de unidades formadoras de colônias (UFC) em placas de cultura de um efluente contaminado com *E. coli*. Em todas as vazões testadas, o número de UFC presente foi igual ao obtido em placas de cultura da solução estoque que não teve contato com o catalisador. Esse fato sugere que o catalisador e as pérolas não são tóxicos ao organismo.

Em seguida, testou-se a eficiência somente do oxidante. Para isso, aplicou-se somente o H₂O₂ associado apenas com pérolas de vidro nas concentrações citadas. Oxidante demonstrou eficiente nas concentrações de 0,17 e 0,34 mol L⁻¹ em todas as vazões estudadas, nas quais não ocorreram a formação de nenhuma colônia de *E. coli* nas placas de cultivo. O mesmo resultado foi obtido substituído às pérolas de vidro pelas suas massas de catalisador.

Usando $0,085 \text{ mol L}^{-1}$ de H_2O_2 com pérolas de vidro nas vazões mais baixas (8 e 13 mL min^{-1}) as bactérias são totalmente eliminadas da solução não apresentando colônias nas placas de cultivo. Como nessas vazões o tempo de contato é maior, somente o oxidante é capaz de descontaminar o efluente. Já nas vazões maiores (19 , 25 e 28 mL min^{-1}) ocorre a formação de colônias, sendo que o número de UFC é proporcional a vazão. Isso indica que o tempo de contato do oxidante com os bacilos é primordial para descontaminação da solução.

Quando as pérolas de vidro foram substituídas pela massa de 382 mg de catalisador resultados semelhantes ocorrem para as vazões mais baixas 8 e 13 mL min^{-1} . No entanto, um número muito menor de colônias foram formadas nas vazões mais altas sugerindo que o catalisador é eficiente na formação de radicais hidroxila e esses são capazes de reduzir o número de bacilos vivos e conseqüentemente o número de UFC. Já usando a massa 724 mg de catalisador, em todas as vazões não ocorreu a formação de UFC nas placas, indicando que o efluente foi descontaminado.

Os efluentes gerados em todas as vazões podem ser considerados potáveis ao consumo humano sem prévio tratamento.

A análise estatística dos dados usando o teste de Scott Knot a 5% indicou que não há diferença estatística significativa em todos os experimentos usando a reação de Fenton modificada por argilas. É plausível estatisticamente dizer que em todas as vazões e nas duas massas de catalisador aplicadas, os resultados se mostram iguais e capazes de eliminar o patógeno do efluente (tabela 1).

Tabela 2 - tratamento estatístico dos resultados experimentais utilizando o teste Scott Knot. Os valores marcados em cinza são estatisticamente iguais.

Flow	Clays	H_2O_2									
		1 mL L ⁻¹		2.5 mL L ⁻¹		5 mL L ⁻¹		10 mL L ⁻¹		20 mL L ⁻¹	
8	0	0.275	a	0.1	b	0	b	0	b	0	b
8	382 mg	0.09	a	0.0724	a	0.02	a	0	a	0	a
8	724 mg	0.0724	a	0	a	0	a	0	a	0	a
13	0	0.13	a	0.085	a	0	a	0	a	0	a
13	382 mg	0.195	a	0.08	a	0.02	a	0	a	0	a
13	724 mg	0.075	a	0.04	a	0	a	0	a	0	a
19	0	0.41	b	0.17	c	0.65	a	0	d	0	d
19	382 mg	0.24	a	0.075	b	0	b	0	b	0	b
19	724 mg	0.08	a	0.04	a	0	a	0	a	0	a
25	0	0.235	b	0.055	c	0.535	a	0	c	0	c
25	382 mg	0.24	a	0.18	a	0.025	b	0	b	0	b
25	724 mg	0.18	a	0.045	a	0	a	0	a	0	a
28	0	0.145	b	0.195	b	1	a	0	c	0	c
28	382 mg	0.724	a	0.085	a	0.035	a	0	a	0	a
28	724 mg	0.19	a	0.0724	b	0	b	0	b	0	b

Pelas legislações brasileiras de potabilidade de água de consumo humano e uso múltiplos da água (Portaria 518/2004 e Conama 357/2005), os efluentes gerados nas vazões 8 e 13 mL min^{-1} podem ser considerados potáveis e úteis em todos os usos múltiplos da água. Nas vazões 19 , 25 e 28 mL min^{-1} , são consideradas não potáveis para consumo humano sem tratamento prévio e águas de Classe 1 destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película entre outros fins.

Os resultados acima sugerem que para as condições estudadas a melhor relação H_2O_2 /massa de catalisador foi usando $0,085 \text{ mol L}^{-1}$ de H_2O_2 com a massa de 724 mg de catalisador, embora ambos se mostrem eficiente quando respeitado os devidos padrões de lançamento de efluentes que regem os usos múltiplos das águas.

Nos resultados obtidos usando $0,0425 \text{ mol L}^{-1}$ de H_2O_2 a capacidade de eliminação do patógeno pelo sistema oxidante é aumentada na presença de catalisador e é proporcional ao aumento da massa de catalisador. Os resultados usando apenas H_2O_2 o oxidante é útil apenas nas vazões mais baixas (8 e 13 mL min^{-1}) onde o tempo de contato é maior. Nas vazões maiores (19 , 25 e 28 mL min^{-1}) o sistema é ineficiente. Com a introdução do catalisador na massa de 382 mg, o sistema tornou capaz de descontaminar o efluente na vazão 19 mL min^{-1} . Já para a massa de 724 mg, a análise estatística indicou que em todas as vazões testadas, o sistema foi igualmente eficiente na descontaminação do efluente quanto as concentrações de $0,085$, $0,17$, $0,34 \text{ mol L}^{-1}$ com catalisador.

Já empregando $0,017 \text{ mol L}^{-1}$ de H_2O_2 o sistema mostrou-se menos eficiente do que o que empregou $0,042 \text{ mol L}^{-1}$. O uso somente do oxidante revelou-se útil apenas na vazão mais baixa (8 mL min^{-1}). Usando a massa de 382 mg de catalisador, o emprego de catalisador mostrou-se eficiente nas vazões 8 e 13 mol L^{-1} . Já para a massa de 724 mg, o sistema foi eficiente apenas nas 4 primeiras vazões (8 , 13 , 19 , 25 mL min^{-1}). Mesmo assim, o efluente gerado pode ser considerado com água de classe 2 de acordo com a legislação 357/2005 do Conama.

Em seguida, optou-se por estudar os fatores que fossem considerados relevantes no processo. Fez um abordagem usando apenas os dados referentes massa de argila (382 e 724 mg); concentração de H_2O_2 ($0,017$, $0,0425$, $0,085 \text{ mol L}^{-1}$) e vazão (Q) (8 , 19 e 28 mL min^{-1}), que demonstraram ser as interações mais relevantes do sistema proposto anteriormente.

Fez-se então a metodologia do gráfico de Pareto. Como resposta, observou-se que os principais fatores são a massa do catalisador e a concentração de H_2O_2 .

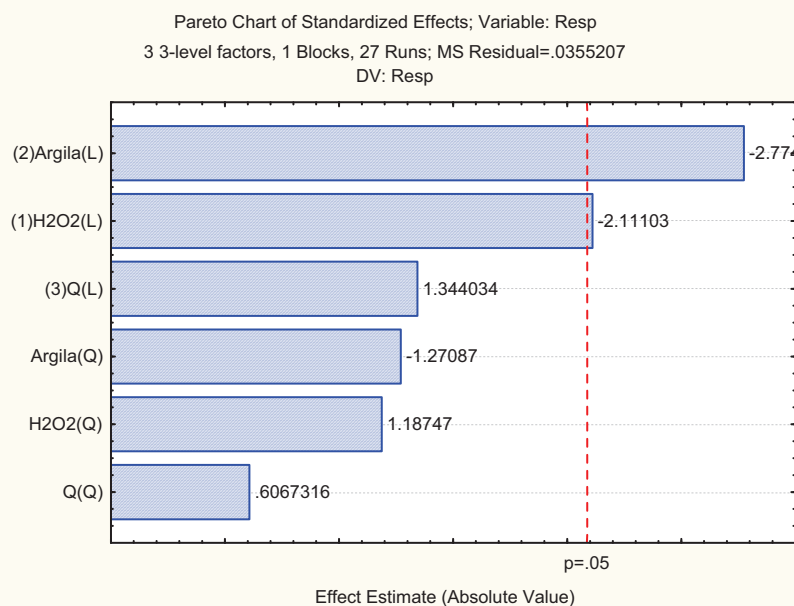


Figura 1 – Gráfico de Pareto para os ensaios de descontaminação do efluente contendo E. coli

Outra metodologia estatística foi empregada para achar a condição ideal para o processo de descontaminação do efluente. Nessa etapa do trabalho optou-se por tratar apenas os dados com maior relação entre os fatores e excluíram-se os dados obtidos com a concentração de $0,17$ e $0,34 \text{ mol L}^{-1}$. Nesses dados, o oxidante por si só demonstrou-se capazes de descontaminar o efluente, não contribuindo para conclusões a respeito do uso do catalisador proposto para a tecnologia de tratamento do efluente. Empregou-se da metodologia de mapas de contorno, onde os fatores são analisados em conjunto para determinar a região de trabalho ótima.

A figura 2 apresenta os mapas de contorno testados

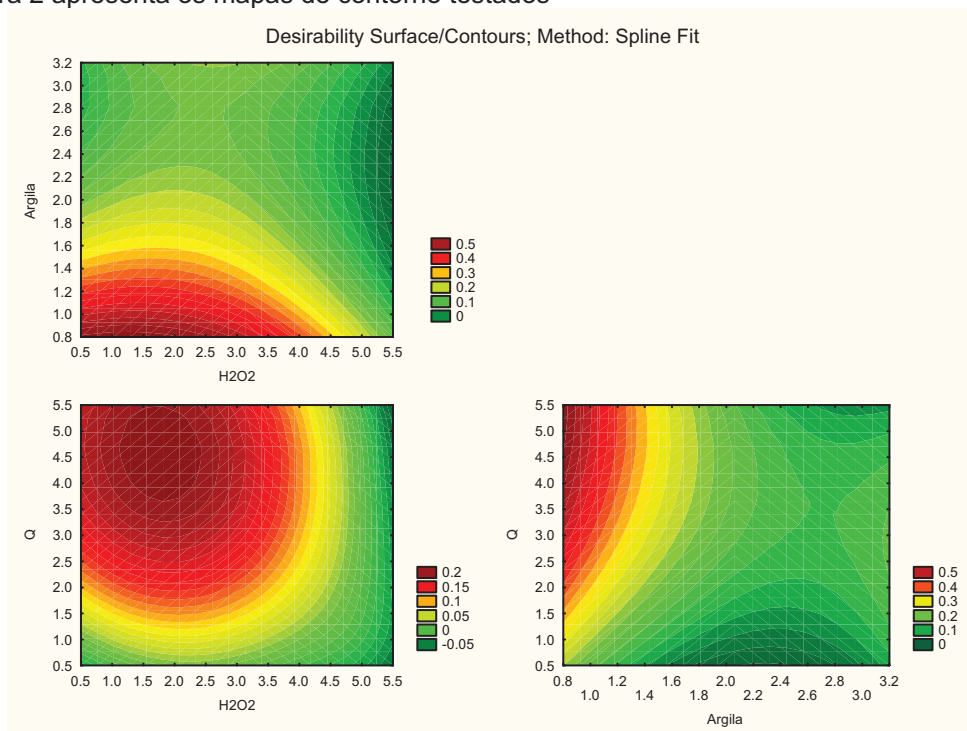


Figura 2 – Mapas de contorno para as relações de H₂O₂xArgila, H₂O₂xQ e ArgilaxQ.

Os resultados sugerem que as respostas mais eficientes no processo se encontram na faixa das vazões medianas (19 e 25 mL min⁻¹), com a massa de catalisador mais baixa (382mg) e nas concentrações de H₂O₂ em torno de 0,017 até 0,0425 mol L⁻¹.

(CONCLUSÃO) Nesse trabalho pode-se concluir que a reação de fenton modificada com uso de catalisadores a base de argila ricas em ferro em pH neutro é um sistema eficiente na descontaminação de efluentes contendo E. coli.

A melhor relação de oxidante/catalisador encontrada nesse estudo para eliminação total do bacilo e tornar o efluente potável ao consumo humano foi de 0,0425 mol L⁻¹ de H₂O₂ para 724 mg de argila peletizada.

Em se tratando de água para usos menos nobres, como as águas de classe 2 consideradas pela legislação brasileira, a relação 0,0425 mol L⁻¹ de H₂O₂ para 382mg de argila peletizada demonstrou-se eficaz para enquadramento do efluente.

(BIBLIOGRAFIA)

1. A. M. Freitas, C. Sirtori, P. G. Peralta-Zamora, *Quim. Nova*, Vol. 31, No. 1, 75-78, 2008
2. J. L. Ram, R. P. Ritchie, J. Fang, F. S. Gonzales, J. P. Seleguean, *J. Environ. Qual.* 33:1024–1032 (2004), S. Segoe Rd., Madison, WI 53711 USA
3. J.H. Ramirez, C.A. Costa, L.M. Madeira, G. Mata, M.A. Vicente, M.L. Rojas-Cervantes, A.J. López-Peinado, R.M. Martín-Aranda, *Applied Catalysis B: Environmental* 2007, 71, 44-56
4. G. M. A. Cunha, A. A. E. Neto, G. G. D. Medeiros, D. N. Silva, A. L. N. Mota, O. Chiavone-Filho, *Uso do Processo Foto-Fenton no Tratamento de Águas Produzidas em Campos de Petróleo*, 4º PDPEURO, Campinas, SP, 21-24 de Outubro de 2007
5. M. Bobu. A, Yediler, I. Siminiceanu, S. Schulte-Hosteded, *Applied Catalysis B: Environmental* 83 (2008) 724–23
6. S. Azabou, W. Najjar, A. Gargoubi, A. Ghorbel, S. Sayadi, *Applied Catalysis B: Environmental* 77 (2007) 166–174
7. Teixeira, S. C. G., Canela, M. C. *Química Nova*, 30, (2007), 1830-1834,.

Agradecimentos: Faperj e CNPq (apoio financeiro),

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE TÉCNICAS DE REMEDIAÇÃO VIA
OXIDAÇÃO QUÍMICA NAS CARACTERÍSTICAS DE SOLOS BRASILEIROS.**

MA033

Silvio César Godinho Teixeira^{*1,2}, Leandro Alexandre da Silva², Renato Bastos Guimarães²,
Daniel Vidal Peres³, Mônica Regina da Costa Marques^{1,2}, scgteixeira@yahoo.com.br

1. Petróleo Brasileiro S.A., Rio de Janeiro, RJ. 2. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 3. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ 4. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

(RESUMO) Nesse trabalho avaliou-se o comportamento do solo após o tratamento com água oxigenada, reagente utilizado na remediação de solos contaminados por Reagente de Fenton. Os resultados mostraram que o calor liberado destruiu a estrutura da montmorilonita (Mont) do solo vertissolo (V). Por outro lado, a estrutura da caolinita (Cao) do argissolo (P) não foi danificada. Os espectros de FT-IR da matéria orgânica natural (MO) são bastante semelhantes e não apresentam grupos aromáticos para ambos os solos. Após o tratamento, a matéria orgânica presente no V foi oxidada pelo H₂O₂, o que ficou evidente pelo aparecimento de uma vibração axial de sistema C-O presentes em ácidos carboxílicos no FTIR. Este resultado pode ser explicando considerando que as argilas formam agregados com a MO, protegendo de ataques oxidativos. Como no caso do V a sua estrutura mineral foi destruída, a MO perdeu sua proteção. A capacidade de troca de catiônica (CTC) também foi modificada nesse solo.

(INTRODUÇÃO) O solo é uma coleção de corpos naturalmente sintetizados constituídos por partes sólidas, líquidas (solução do solo) e gasosas, não inteiramente separadas e em equilíbrio dinâmico e que apresenta uma mistura variada de minerais intemperizados e material orgânico^{1,2}. O solo é um componente fundamental do ecossistema terrestre, pois é o principal substrato para manter a vida no planeta, pois é nele que os vegetais crescem e assim conseguem fixar a energia do sol na forma de biomassa. É o solo também que fornece às plantas a água e nutrientes para o destas. Apesar de tudo isso, o solo também é destino de muitos xenobióticos, aqui considerados poluentes, resultantes da atividade antrópica.

Para tratar solos contaminados uma das metodologias aplicadas atualmente é a remediação de poluentes via oxidação química. O objetivo de aplicá-las é remover ou modificar moléculas que afetem a qualidade da saúde ambiental e conseqüentemente humana e também para que estas moléculas possam ser assimiladas de modo mais harmonioso nos ciclos da natureza³. Por esse ponto de vista, oxidantes químicos como o reagente de Fenton são largamente aplicados para a descontaminação de solo. Contudo, por serem fortes agentes químicos, eles podem mudar as características de componentes do solo.

No Brasil, existem duas categorias de solo bastante representativas. Elas são o Argissolo (P) e o Vertissolo (V). O P ocupa uma área de aproximadamente 20% da área nacional. São constituídos por material mineral, sua textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte B, que por isso é chamado de horizonte textural. A literatura apresenta referência da presença de argilas de baixa atividade (aquelas que não varia de volume quando úmidas) e argilas de alta atividade (aquelas variam de volume varia quando úmidas). São solos de profundidade variável e moderadamente ácidos. Sua coloração pode variar de amarelo até vermelho, sendo a cinza a mais rara. O P ocorre em todas as regiões do Brasil, sendo que 20 % dos solos da região Norte são P⁴.

Já o Vertissolo (V) ocupa uma área de 2% do território nacional. No entanto, representa os solos da região nordeste do Brasil que tem caráter vértico. Trata-se de um solo de coloração acinzentada ou preta, sem diferença significativa no teor de argila entre a parte superficial e a subsuperficial do solo. No entanto, a característica mais importante é a pronunciada mudança de volume com a variação do teor de umidade devido ao elevado teor de argilas expansivas (argila de atividade alta). São de elevada fertilidade química, mas apresentam problemas de natureza física.

Ocorrem, predominantemente, na zona seca do Nordeste, no Pantanal Mato-grossense, na Campanha Rio Grandense e no Recôncavo Baiano. A consistência do solo molhado é plástica e pegajosa e quando o torrão está seco a consistência é muito dura ou extremamente dura; no estado úmido é muito firme⁴.

(OBJETIVOS) O objetivo desse trabalho é estudar o impacto da aplicação de H₂O₂ sobre as características dos solos, matéria orgânica e argilas.

(METODOLOGIA) Os solos utilizados nesse trabalho foram um Argissolo (P) coletado no município de Seropédica (RJ) e um Vertissolo (V) coletado no município de Irecê (BA). Os solos foram secos ao ar e peneirados em malha de 0,40 mm.

Amostras de solos (P e V) foram oxidadas, isoladamente, com H₂O₂ 30% em duas etapas. Primeiramente, adicionaram-se 125 mL do oxidante nas amostras de solos. Essa solução ficou sob agitação, a temperatura ambiente, em um agitador mecânico de movimento circular a uma velocidade de 250 rpm min⁻¹ por 12 horas. Após esse período, uma nova alíquota de 125 mL foi adicionada ao solo que permaneceu por mais 12 horas em agitação nas mesmas condições. Após todo esse período, as amostras foram lavadas com água destilada até remoção completa do oxidante e secas em temperatura ambiente até formar a fração de terra fina seca ao ar (TFSA).

Foram realizadas diversas análises físico-químicas dos solos após oxidação. O teor de carbono orgânico foi determinado por oxidação em via úmida com dicromato de potássio e titulado com sulfato ferros amoniacal. A distribuição granulométrica foi determinada após dispersão amostra com NaOH 1 mol L⁻¹ agitado em alta velocidade. A fração areia (2-0,53 mm) foi separada por peneiramento. A fração argila (<0,002 milímetros) foi medida a partir do sobrenadante (pipeta ou densimétrico método) e fração silte (0,53-0,002 mm) foi calculada pela diferença.

O cálcio e magnésio trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e determinados por titulação complexométrica com EDTA. O sódio e potássio trocáveis foram extraídos com solução Mehlich 1 e determinados por fotometria. O alumínio trocável foi extraído com KCl 1 mol L⁻¹ e determinado por titulação ácido-base. O hidrogênio foi extraído com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ e determinado por titulação ácido-base. A Capacidade de troca catiônica (CTC) foi calculada pela soma de cálcio, magnésio, sódio, potássio, alumínio e hidrogênio.

Para teste estatístico foi empregado o teste F e o teste de Tukey. Foram utilizados os programas Minitab (10,0), origem (6,0) e SAS (9,0).

As amostras de solo foram caracterizadas, antes e depois do tratamento, por difração de raios X (DRX) e por espectrometria na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR).

(RESULTADOS) Pela análise de DRX dos solos antes e após o tratamento com água oxigenada, foram observadas que as argilas presentes no V são montmorilonitas cálcicas (Mont) e no P são caolinitas (Cao). Como a reação de Fenton é exotérmica, o calor liberado destruiu a estrutura da Mont.

Os espectros de FT-IR (Figura 1) apresentam estiramentos O-H de haloisitas (3622 cm⁻¹) e gibsite (3528 - 3452 cm⁻¹). Após o tratamento, a matéria orgânica presente no solo V foi oxidada pelo H₂O₂, o que ficou evidente pelo aparecimento de uma vibração axial de sistema C-O presentes em ácidos carboxílicos no FTIR. Este resultado pode ser explicando considerando que as argilas formam agregados com a MO, protegendo de ataques oxidativos. Como no caso do V a sua estrutura mineral foi destruída, a MO perdeu sua proteção. Por outro lado, a estrutura da Cao não foi danificada. Os espectros de FT-IR da matéria orgânica natural (MO) são bastante semelhantes e não apresentam grupos aromáticos para ambos os solos.

A capacidade de troca de catiônica (CTC) também foi modificada nesse solo. A aplicação da água oxigenada provocou a diminuição drástica do teor de carbono orgânico em ambos os solos. O P que tinha 7,8 g kg⁻¹ após tratamento apresentou 1 g kg⁻¹. No caso do V a mudança

foi de 5,6 para 0,9 g kg⁻¹. Essa referida perda de material orgânico levou a descolorimento dos solos.

Quando comparados os resultados das análises químicas dos solos, observa-se que no caso de V a degradação de parte do teor de mont levou a perda de K, Ca e Na em mais de 50% para todos os elementos como pode ser visto pela Tabela 1.

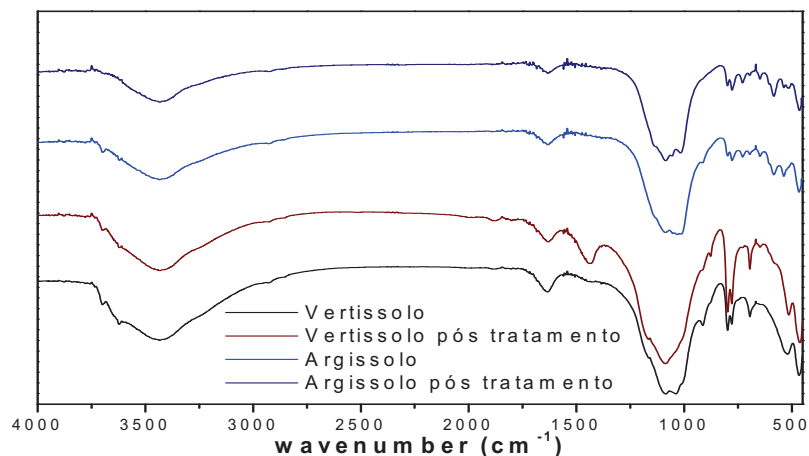


Figura 1 – Espectro de Infravermelho com transformada de Fourier dos solos antes e depois do tratamento.

Tabela 1 – Análises químicas dos solos antes e depois do tratamento a reação de Fenton

Solos	Complexo sortivo								Valor V (sat de bases) %	C (orgânico) g/kg
	cmol/kg									
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺	Valor T (soma)		
Argissolo original	1.6	1.1	0.11	0.04	2.8	0.2	2.4	5.4	52	7.8
Argissolo Tratado	0.8	0.8	0.04	0.07	1.7	0.4	1.7	3.8	45	1
Vertissolo Original	28.3	1.9	0.26	0.25	30.7	0	0	30.7	100	5.6
Vertissolo Tratado	12.4	0.9	0.11	0.09	13.5	0	0	13.5	100	0.9

Embora tenha ocorrido degradação de parte dos cristais de Mont no V, não ocorreu diminuição do valor de saturação de bases devido a preservação de parte do seu teor de argilas expansivas. Já no caso de P, que apresentou em sua composição pequena fração de argilas expansivas, ocorreu a diminuição desse parâmetro devido a degradação dessa pequena fração, o que também pode ser visto pela diminuição do estiramentos OH característicos dessas argilas que estão descritos no espectro de FT-IR.

(CONCLUSÃO) A aplicação da reação de água oxigenada, um reagente comumente utilizado na remediação de solos contaminados com hidrocarbonetos em dois solos brasileiros de grande representatividade levou a diminuição drástica do teor de carbono orgânico dos solos. No caso do V ocorreu ainda a degradação da mont, a argila em maior proporção nesse solo e que o confere a característica de alta plasticidade. No caso de P, a caulinita, a argila em maior abundância no solo, não sofreu degradação.

(BIBLIOGRAFIA)

- 1 - Baird, C. Química ambiental. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos. 2002.
- 2- Sposito, G. The surface chemistry in natural particles. Nova York:Oxford, 2004.
- 3 - Jardim, W. F.; Canela M. C. Fundamentos da oxidação química no tratamento de efluentes e remediação de solos, Caderno Temático (1), <http://lqa.iqm.unicamp.br/>, visitado em 19 de fevereiro de 2009

IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE
PAS para a PAZ
Rio de Janeiro – 6 a 10 de Julho de 2009

443

ISBN 978-85-61987022

4 - Santos, H. G. (org). Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006.

Agradecimentos: Faperj e CNPq (apoio financeiro)

**EFEITO DA APLICAÇÃO CONTINUADA DE BIOSÓLIDO NA
COMPARTIMENTALIZAÇÃO DE METAIS EM SOLO CULTIVADO COM
BANANA (MUSA SPP).****MA040**Germana Breves Rona¹; Fernanda Ardilha¹; Fernanda Serrenho¹; Sarai de Alcantara¹; Daniel Vidal Perez²; Luiz A.S. Melo³, germanarona@hotmail.com¹Instituto de Química/UFRJ; ²Embrapa Solos (RJ). ³Embrapa Meio Ambiente Jaguariúna (SP)

(RESUMO) O lodo de esgoto, por ser rico em nutrientes e matéria orgânica, pode substituir, os fertilizantes minerais. Devido a essas características, este pode desempenhar importante papel na produção agrícola e na manutenção da fertilidade do solo. Esse composto, porém, apresenta metais pesados em sua composição; tornando-se necessário ponderar as variações das formas disponíveis desses elementos. É o objetivo do presente trabalho avaliar a relação entre uma metodologia de extração seqüencial e os dois métodos de extração simples mais usados no Brasil, Mehlich 1 e DTPA. Todos os metais analisados apresentaram uma tendência em aumentarem sua concentração total em função da dose de lodo aplicada. Apesar do aumento das fases mais biodisponíveis, as concentrações encontradas, mesmo nas maiores doses, estão abaixo daquelas listadas na legislação brasileira (Conama no 375/2006).

(INTRODUÇÃO) Nas últimas décadas, visando a despoluição dos rios, os esgotos começaram a ser tratados, resultando na produção de um lodo rico em matéria orgânica e nutrientes, denominado lodo de esgoto ou biossólido, que necessita de uma adequada disposição final. Entre as diversas alternativas existentes para a disposição desse material, a para fins agrícolas apresenta-se como uma das mais convenientes, pois, como o lodo é rico em nutrientes e matéria orgânica, sua aplicação como condicionador de solo e/ou fertilizante é amplamente recomendada. Entretanto, dependendo de sua origem, o lodo de esgoto pode ser rico em metais pesados (Bettiol & Camargo, 2000). Em alguns países da Europa e da América do Norte, o uso agrícola desse tipo de lodo é bastante difundido, contudo a contaminação do solo por metais pesados tem causado preocupações. No Brasil, existe a mesma preocupação porém são escassas as informações sobre a dinâmica de metais pesados em solos onde o lodo de esgoto é aplicado (Bettiol & Camargo, 2000).

O uso agrícola de lodo de esgoto é uma alternativa que tem se mostrado viável em diferentes localidades mas existe o risco da poluição ambiental, em função da presença de poluentes e patógenos humanos (Escosteguy et al., 1993). O lodo proveniente de tratamento de esgoto, predominantemente doméstico, tem baixos teores de Cd, Cu, Mo, Ni, Zn, Pb, Mn, Fe e Cr. Entretanto, quando os efluentes industriais predominam no esgoto, o lodo obtido pode apresentar teores de metais pesados acima da faixa permitida e, conseqüentemente, sendo proibidos para o uso agrícola (Bettiol et al., 1983). A preocupação com a possibilidade de contaminação dos solos com metais pesados levou diversos países a estabelecerem limites máximos dos metais no lodo e taxa de aplicação desses no solo (CETESB, 1999; USEPA, 1996).

A forma de ligação na fase sólida está relacionada com a intensidade de liberação do metal para a fase líquida, bem como para sua remobilização (Sposito, 1989). A complexidade das possíveis reações no solo restringe, então, os estudos sobre distribuições das espécies metálicas na fase sólida, geralmente, a procedimentos analíticos operacionalmente definidos, sendo, normalmente, aplicadas técnicas de extração sequencial (Das et al., 1995). Contudo, normalmente, esses esquemas de fracionamento são muito demorados e sujeitos a uma série de problemas (Camargo et al., 2001). O uso de um extrator único para estimar a biodisponibilidade de certo elemento químico no solo é muito comum em estudos de fertilidade e vem sendo, também, aplicado a estudos de contaminação (Ferreira et al., 2001). Porém, apesar de sua simplicidade, é difícil encontrar um reagente que seja efetivo na extração seletiva das frações mais biodisponíveis de determinado metal. Desta forma, conforme citam Camargo et al. (2001), estudos que relacionem ambos os procedimentos são fundamentais para tornar o operacional (extração simples) cientificamente sustentável (extração sequencial). A cultura da banana foi escolhida em função da sua posição de destaque no

Brasil, que é o segundo maior produtor mundial desse fruto. A região Sudeste, aonde se localiza o experimento, a produção de banana ocupa a 5ª colocação, atrás da cultura do café, cana de açúcar, laranja e milho (Vicente et al., 2001). Além disso, praticamente não existem estudos sobre o uso do lodo de esgoto nesta cultura.

(OBJETIVOS) É, portanto, o objetivo do presente trabalho, estudar o impacto causado pelo uso agrícola do lodo de esgoto, de origem doméstica/industrial, nos teores e na evolução das formas químicas dos elementos Fe, Mn, Zn, Cu e Cr determinados por um procedimento de extração sequencial (Wasserman et al., 2005) e pelos dois extratores simples mais usados no Brasil (DTPA e Mehlich 1), buscando correlacioná-los entre si.

(METODOLOGIA) A amostragem foi realizada em experimento conduzido no campo experimental da Embrapa Meio Ambiente localizado em Jaguariúna (SP) em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura argilosa, A moderado. O experimento iniciou-se em novembro de 2000, com o plantio de mudas da cultivar Grande Naine (*Musa acuminata* cultivar Cavendish "Grande Naine"), produzidas em laboratório, no espaçamento de 2,0X2,5m. O delineamento é em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. Cada parcela contém 24 covas (4 linhas de 6 covas) considerando úteis as oito covas centrais.

Foram testadas três doses de lodo de esgoto, além de uma testemunha, tomando como referência a necessidade da planta por nitrogênio: adubação mineral padrão para a cultura (testemunha), lodo de esgoto para fornecer o nitrogênio necessário (N), lodo na metade desta concentração (N/2) e o dobro (2N). Nos tratamentos com lodo as parcelas receberam complementação de K. Na implantação os tratamentos foram aplicados nos sulcos de plantio e as quantidades foram determinadas por análises de solo e do lodo. Esses materiais, bem como os adubos minerais foram também analisados para teores de metais pesados. Na fase plantio-formação, aplicou-se na testemunha esterco de curral mais P (superfosfato simples), uma cobertura com P aos 90 dias e três coberturas com NK (uréia e cloreto de potássio) aos 40, 90 e 150 dias do plantio; nos tratamentos com lodo, o K foi aplicado em duas vezes, aos 90 e 150 dias. Na fase de produção, a partir do final da primeira colheita (abril/maio de 2002), as adubações minerais foram semestrais (em abril e outubro). Dois tipos de lodo foram aplicados: em 2000 e 2002 utilizou-se um lodo originário da região de Barueri (SP), tipicamente industrial; e em 2005 aplicou-se um lodo originário da cidade de Jundiá (SP), considerado de característica doméstica. A tabela 1 apresenta algumas características desses lodos.

Tabela 1. Alguns resultados médios das características químicas dos compostos de lodo utilizados.

	pH	C.Org	N	Mn	Fe	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Pb
		g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹		
2000	5,90	292,9	38,5	0,219	26,6	2,46	0,746	0,625	336,0	6,7	78,5
2002	6,02	228,1	40,4	0,229	29,0	2,88	0,758	0,611	294,0	14,1	159,5
2005	5,10	263,8	25,4	0,494	19,5	0,77	0,575	0,141	28,9	13,3	163,0

As formas "disponíveis" dos metais estudados foram obtidas por extração com solução de Mehlich 1 ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol.L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,0125 \text{ mol.L}^{-1}$) e DTPA de acordo com Embrapa (1997). A extração sequencial seguiu o protocolo de Wasserman et al. (2005), conforme o protocolo resumido a seguir:

Fase geoquímica e seu significado	Etapa
Trocável	Extraído em fase salina levemente ácida
Fracamente ligado aos componentes do solo	
Levemente ácida	CH_3COOH (2 M) + CH_3COONa (2 M) 1:1; pH 4.7.
Ligado a carbonatos	Temperatura ambiente
Ambiente de Redução	$\text{NH}_2\text{OH.HCl}$ (0.1 M); pH2
Ligado a óxidos de Fe e MN	
Ambiente de Oxidação	H_2O_2 (30%) + $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (1M); pH 2
Ligado a compostos lábeis da matéria orgânica	
Alcalino	NaOH (0.1 M) ; pH 12.
Ligado a compostos orgânicos ou de Fe e Al resistentes	Temperatura ambiente
Residual:	Aqua regia.
Não mobilizado nas fases anteriores minerais	Aquecido a 50°C/ 30min

As determinações analíticas dos metais analisados foram realizadas por espectrometria de emissão por plasma acoplado indutivamente na Embrapa Solos (ICP-OES, PE OPTIMA 3000). A amostragem ocorreu em novembro de 2005 e 2006, sendo a profundidade de coleta de 0-20cm. As correlações foram calculadas com base no programa Excel®.

(RESULTADOS) Os resultados encontram-se na tabela 1. As extrações simples de Fe, Cu, Zn e Cr correlacionaram-se positiva e significativamente com as principais fases do solo ligadas à biodisponibilidade. Os elementos Fe e Zn, extraídos tanto por Mehlich 1, como por DTPA, correlacionaram-se com mais significância com a Fase 1, ligada à CTC do solo. Já os elementos Cu e Cr, correlacionaram-se melhor com a Fase 3, relacionada à matéria orgânica. O Mn extraído por DTPA apresentou melhor correlação com a Fase 1. A extração de Cr por DTPA apresentou muitos valores abaixo do limite de detecção.

Tabela 1. Resultados de correlação (r) das concentrações obtidas em extração simples (Mehlich 1 e DTPA) e extração sequencial.

		Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Cu	DTPA	0,979	0,926	0,989	-0,023	0,392
	Mehlich 1	0,958	0,943	0,986	-0,141	0,377
Fe	DTPA	0,996	0,883	0,146	-0,472	-0,957
	Mehlich 1	0,989	0,807	0,075	-0,589	-0,897
Mn	DTPA	-0,834	0,524	0,839	0,865	0,970
	Mehlich 1	0,973	-0,630	-0,941	-0,277	-0,852
Zn	DTPA	0,972	0,952	0,763	-0,191	0,919
	Mehlich 1	0,972	0,949	0,748	-0,214	0,909
Cr	Mehlich 1	0,981	0,973	0,991	0,631	-0,416

Nota: Para significância de 95%, $r > 0,95$

(CONCLUSÃO) Todos os metais analisados apresentaram uma tendência em aumentarem sua concentração total em função da dose de lodo aplicada. As fases 1 e 3 apresentam importância neste sentido, sendo este um motivo de grande preocupação, por serem frações biodisponíveis, podendo agravar seriamente, os riscos de contaminação pelos metais em questão. No entanto, as concentrações encontradas são bem menores que aquelas recomendadas pela CONAMA no375/2006.

(BIBLIOGRAFIA)

BETTIOL, W.; CARVALHO, P.C.T. & FRANCO, B.J.D.C. Utilização do lodo de esgoto como fertilizante. O Solo, 75:44-54, 1983.
 BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 312 p. 2000.
 CAMARGO, O.A. de; ALLEONI, L.R.F.; CASAGRANDE, J.C. Reação dos micronutrientes e elementos tóxicos no solo. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. de; RAIJ, B. van; ABREU, C.A. de. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS. 2001. p.89-124.
 CETESB. Aplicação de biossólidos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas – critérios para projeto e operação: manual técnico. São Paulo, 1999. 33p. (P 4.230)
 DAS, A.K.; CHAKRABORTY, R.; CERVERA, M.L.; GUARDIA, M. de la. Metal speciation in solid matrices, Talanta, 42:1007-1030, 1995.
 EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. 212p.
 SPOSITO, G. The chemistry of soils. New York: Oxford University Press, 1989. p.3-21.
 USEPA Standards for the use and disposal of sewage sludge. Washington, EPA, 1996. (Code of Federal Regulations 40 CFR Part 503).
 VICENTE, J.R.; ANEFALOS, L.C.; CASER, D.V. Participação de culturas no valor da produção e de fatores de produção em componentes do custo total, 1970 - 95. Informações Econômicas, SP, v.31, n.8, p.33-39, 2001.

**IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE
PAS para a PAZ**

467

Rio de Janeiro – 6 a 10 de Julho de 2009

ISBN 978-85-61987022

WASSERMAN, Maria Angélica ; VIANA, Aline Gonzalez ; BARTOLY, Flavia ; PÉREZ, D. V. ;
ROCHEDO, Elaine R. R. ; WASSERMAN, Julio C. ; CONTI, Claudio Carvalho ; VIVONE, R J .
Bio-Geochemical behavior of ^{90}Sr and ^{137}Cs in tropical soil.. Radioprotection (Paris), v. 40, n.
Supplement, p. S135-S142, 2005.

Agradecimentos: CNPq, FAPERJ, FUJB, Embrapa.

EFEITO RESIDUAL DA APLICAÇÃO DE BIOSÓLIDO NA CULTURA DO MILHO.**MA039**

Fernanda Ardilha dos Santos¹; Fernanda Gonçalves Serrenho¹; Germana Breves Rona¹; Sarai de Alcantara¹; Daniel Vidal Perez²; Wagner Bettiol³; Waldemore Moriconi³,
fernanda.ardilha@oi.com.br

(1) Instituto de Química, UFRJ, (2) Embrapa Solos, RJ, (3) Embrapa Meio Ambiente

(RESUMO) A utilização do lodo de esgoto como fertilizante causa alterações nas formas e teores de metais pesados, tanto na fase sólida, quanto na fase líquida do solo, com consequências ainda pouco conhecidas para nossas condições. É, portanto, o objetivo do presente trabalho o de estudar o impacto causado pelo uso agrícola do lodo de esgoto de origem doméstica e industrial nos teores, evolução das formas químicas e mobilidade dos metais pesados. Os resultados obtidos indicam que, apesar do aumento das fases mais biodisponíveis, as concentrações encontradas, mesmo nas maiores doses, estão abaixo daquelas listadas na legislação brasileira (Conama no375/2006).

(INTRODUÇÃO) Nas últimas décadas, visando a despoluição dos rios, os esgotos começaram a ser tratados, resultando na produção de um lodo rico em matéria orgânica e nutrientes, denominado lodo de esgoto ou biossólido, que necessita de uma adequada disposição final. Entre as diversas alternativas existentes para a disposição do lodo de esgoto, a para fins agrícolas apresenta-se como uma das mais convenientes, pois, como o lodo é rico em nutrientes e matéria orgânica é amplamente recomendada sua aplicação como condicionador de solo e/ou fertilizante. Entretanto, dependendo de sua origem, o lodo de esgoto pode ser rico em metais pesados (Bettiol & Camargo, 2000). Em alguns países da Europa e da América do Norte, o uso agrícola do lodo de esgoto é bastante difundido, contudo a contaminação do solo por metais pesados tem causado preocupações. A mesma preocupação ocorre no Brasil mas são escassas as informações sobre a dinâmica de metais pesados em solos onde o lodo de esgoto é aplicado (Bettiol & Camargo, 2000).

O uso agrícola de lodo de esgoto é uma alternativa que tem se mostrado viável em diferentes localidades, porém existe o risco da poluição ambiental, em função da presença de poluentes e patógenos humanos (Escosteguy et al., 1993). O lodo proveniente de tratamento de esgoto predominantemente doméstico tem baixos teores de Cd, Cu, Mo, Ni, Zn, Pb, Mn, Fe e Cr. Entretanto, quando os efluentes industriais predominam no esgoto, o lodo obtido pode apresentar teores de metais pesados acima da faixa permitida e conseqüentemente proibidos para o uso agrícola (Bettiol et al., 1983). A preocupação com a possibilidade de contaminação dos solos com metais pesados levou diversos países a estabelecerem limites máximos dos metais no lodo e taxa de aplicação desses no solo (CETESB, 1999).

Desde 1998, foram observados incrementos dos teores “totais” e “disponíveis” de Cu, Zn, Cr, Mo, Ni, Pb e Cd, na camada superficial (0-20cm) de um Latossolo em função da adubação com diferentes fontes e doses de lodo de esgoto (Silva et al., 2006). Com base neste estudo preliminar, tornou-se evidente a necessidade de obter informações a respeito das formas físico-químicas dos elementos (especiação) em questão a fim de obter a sua mobilidade, biodisponibilidade e processos de transferência. A complexidade das possíveis reações no solo restringem os estudos sobre distribuições das espécies metálicas na fase sólida, geralmente, a procedimentos analíticos operacionalmente definidos, sendo, normalmente, aplicadas técnicas de extração sequencial (Morrow et al., 1996).

(OBJETIVOS) Avaliar o efeito da aplicação de lodo de esgoto sobre a evolução das formas químicas e mobilidade dos metais pesados na fração sólida do solo

(METODOLOGIA) O projeto, iniciado em 1998, foi desenvolvido na área experimental Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa do Meio Ambiente, localizada na cidade de Jaguariúna, Estado de São Paulo (latitude 22°S, longitude 47°W, e altitude de 570 m), em um Latossolo Vermelho (Typic Haplustox pela classificação americana). O planejamento experimental

utilizado foi o fatorial (2x6) de blocos casualizados com 3 repetições. Dois diferentes tipos de lodo foram usados: um com características domésticas, da ETE de Franca, interior de São Paulo, e outro com características industriais, da ETE de Barueri, área metropolitana de São Paulo.

Trabalhou-se com 6 tipos de tratamentos diferentes: 1 - Testemunha absoluta – sem qualquer tipo de aplicação; 2 - Testemunha convencional – com uso de fertilizante NPK, baseado nas análises do solo; 3 a 6 - Lodo do tratamento de esgoto- a aplicação foi feita baseada na concentração de nitrogênio presente no lodo e mantendo a relação presente na testemunha convencional (1N, 2N, 4N, 8N). Em todos os tratamentos com o lodo se corrigiu o potássio com KCl. A correção da acidez superficial (0-20 cm) do solo, quando necessária, foi feita baseada nas curvas de neutralização e corrigida sempre que o pH estava abaixo de 5,5. Os lodos foram aplicados no solo desde 1998 até 2003. A amostragem ocorreu em novembro de 2004, 2005, 2006 e 2007 sendo a profundidade de coleta de 0-20cm. A técnica de extração seqüencial utilizada foi a descrita por Wasserman et al. (2005) conforme o protocolo resumido a seguir:

Fase geoquímica e seu significado	Etapa
Trocável Fracamente ligado aos componentes do solo	Extraído em fase salina levemente ácida
Levemente ácida Ligado a carbonatos	CH ₃ COOH (2 M) + CH ₃ COONa (2 M) 1:1; pH 4.7. Temperatura ambiente
Ambiente de Redução Ligado a óxidos de Fe e MN	NH ₂ OH.HCl (0.1 M); pH2
Ambiente de Oxidação Ligado a compostos lábeis da matéria orgânica	H ₂ O ₂ (30%) + CH ₃ COONH ₄ (1M); pH 2
Alcalino Ligado a compostos orgânicos ou de Fe e Al resistentes	NaOH (0.1 M) ; pH 12. Temperatura ambiente
Residual: Não mobilizado nas fases anteriores minerais	Aqua regia. Aquecido a 50°C/ 30min

As determinações analíticas dos metais analisados foram realizadas por espectrometria de emissão por plasma acoplado indutivamente na Embrapa Solos (ICP-OES, PE OPTIMA 3000).

(RESULTADOS) Os resultados aqui discutidos serão aqueles obtidos da aplicação do lodo de Barueri já que, por sua origem industrial, é o que representa maior risco de contaminação por metais pesados.

Para o Zn (Figura 1), com o aumento da dose aplicada, observa-se um aumento significativo na concentração das fases 1e 2 e em menor grau na fase 5. Para o Cu (Figura 2) observa-se um aumento na concentração de todas as frações em função do aumento da dose aplicada de lodo sendo a fase 5 desprezível. Nota-se que, apesar da tendência do Cu formar complexos com a matéria orgânica, é a fase 2 a mais representativa, sendo que a fase 1 apresenta alguma importância nas doses mais elevadas. O Cr (Figura 3) sofreu um aumento na concentração total com o aumento da dose de lodo aplicada, apresentando um incremento nas concentrações de todas as fases exceto a fase 5. Todas as concentrações totais dos elementos estudados aumentaram em função do aumento das doses de lodo aplicadas. Vale ressaltar que o ano de 2003 foi o último onde houve aplicação do biossólido. Portanto, as amostragens realizadas no período amostral já se referem a um estudo de atenuação natural, que fica mais evidente na última amostragem.

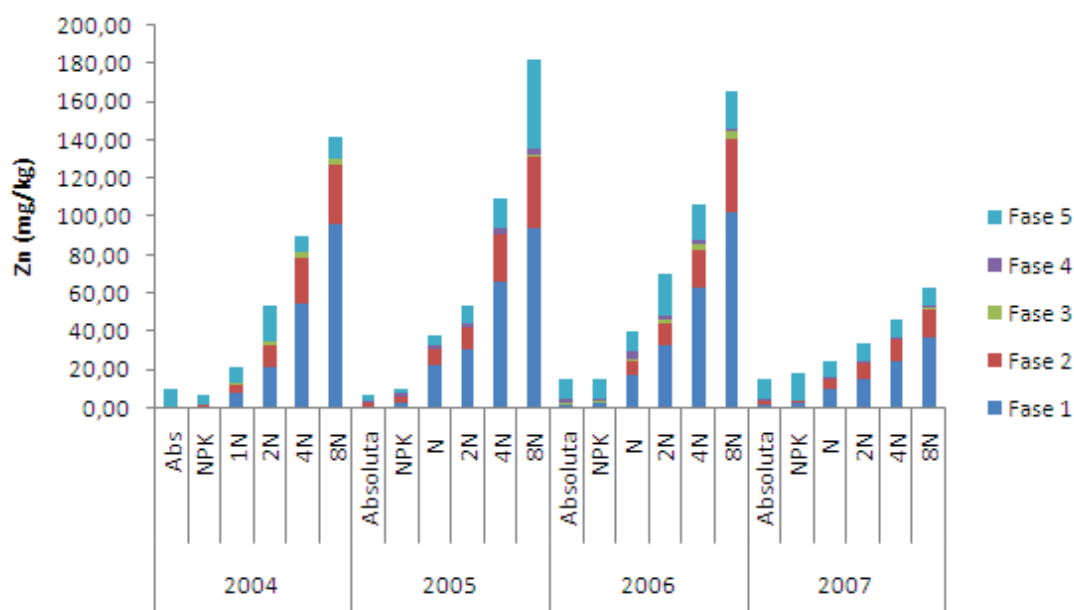


Figura 1. Distribuição de Zn em cinco fases da extração seqüencial utilizada nas amostras de solo coletadas (0-20 cm) em experimento com doses de lodo no período de 2004 a 2007.

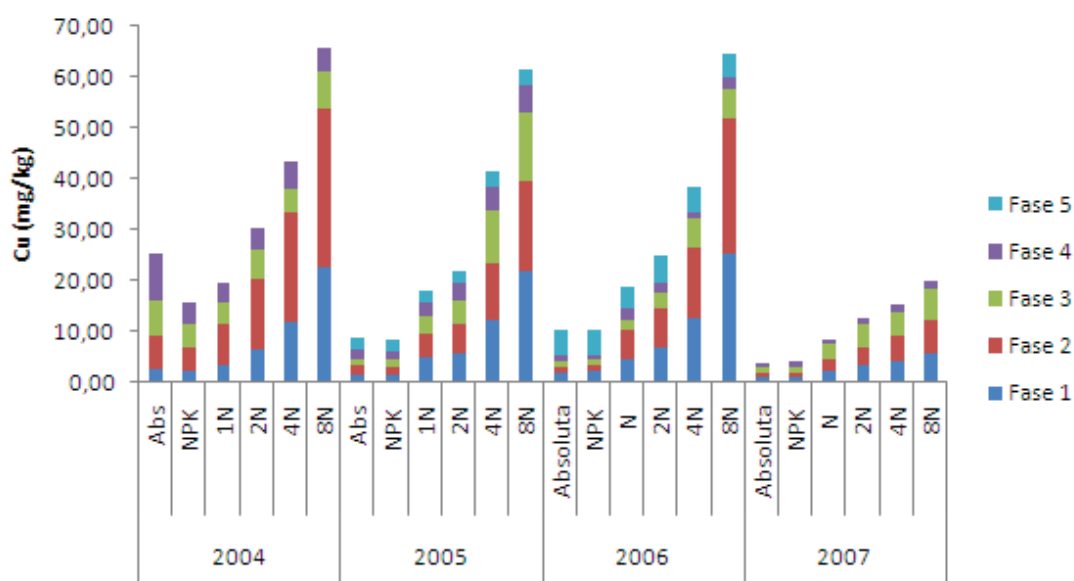


Figura 2. Distribuição de Cu em cinco fases da extração seqüencial utilizada nas amostras de solo coletadas (0-20 cm) em experimento com doses de lodo no período de 2004 a 2007



Figura 3. Distribuição de Cr em cinco fases da extração sequencial utilizada nas amostras de solo coletadas (0-20 cm) em experimento com doses de lodo no período de 2004 a 2007

(CONCLUSÃO) As concentrações nas fases aumentaram em função do aumento da concentração de lodo utilizada. As fases 1 e 2 apresentam importância neste sentido sendo este um motivo de grande preocupação, por serem frações biodisponíveis, podendo agravar seriamente, os riscos de contaminação pelos metais em questão. No entanto, as concentrações encontradas são bem menores que aquelas recomendadas pela CONAMA no 375/2006. Isto indica que a utilização do lodo oriundo das ETES na agricultura é uma solução bastante viável para sua disposição final, sendo uma prática já adotada em vários países (Ludivice et al, 2000).

(BIBLIOGRAFIA)

- BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 312 p. 2000.
- BETTIOL, W.; CARVALHO, P.C.T. & FRANCO, B.J.D.C. Utilização do lodo de esgoto como fertilizante. *O Solo*, 75:44-54, 1983.
- CETESB. Aplicação de biossólidos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas – critérios para projeto e operação: manual técnico. São Paulo, 1999. 33p. (P 4.230)
- ESCOSTEGUY, P.A.V.; PARCHEN, C.A.P. & SELBACH, P.A. Bactérias enteropatogênicas em composto de lixo domiciliar, solo e planta. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 17:365-369, 1993.
- MORROW, D.A.; GINTAUTAS, P.A.; WEISS, A.D.; PIWONI, M.D.; BRICKA, R.M. Metals speciation in soils: a review. Vicksburg: U.S. Army Corps of Engineer, 1996. 108p. (Technical report, IRRP-96-5).
- SILVA, C.A.; RANGEL, O.J.P.; DYNIA, J.F.; BETTIOL, W.; MANZATTO, C.V. Disponibilidade de metais pesados para milho cultivado em latossolo sucessivamente trado com lodos de esgoto. *Rev. Bras. Cienc. Solo* 30(2), 353-364. 2006.
- WASSERMAN, M.A.; VIANA, A.G.; BARTOLY, F.; PEREZ, D.V.; Ruas Rochedo, E.; Wasserman, J.C.; de Carvalho Conti, C.; Janvrot Vivone; R. Bio-geochemical behavior of ^{90}Sr and ^{137}Cs in tropical soil. *Radioprotection – Colloques*, v.40, Supplement1, p.S135-142. 2005.

Agradecimentos: CNPq, FAPERJ, FUJB, Embrapa.

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DO LODO DE CALEIRO E DE
DECANTADOR EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DO ACRE.**

MA038

Fernanda Gonçalves Serrenho^{(1)*}, Fernanda Ardilha dos Santos⁽¹⁾, Germana Breves Rona⁽¹⁾,
Daniel Vidal Pérez⁽²⁾, Sarai de Alcantara⁽¹⁾, Paulo Guilherme S. Wadt⁽³⁾. *e-mail:
fernanda.serrenho@gmail.com

⁽¹⁾ Instituto de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. ⁽²⁾ Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ. ⁽³⁾
Embrapa Acre, Rio Branco, AC

(RESUMO) A possibilidade de disciplinar a disposição resíduo de curtume em áreas de produção agropecuária é interessante, pois representa um destino mais nobre do que o descarte em aterros sanitários. Em princípio, dois tipos de lodo, de caleiro e de decantador, têm o poder de incrementar a fertilidade do solo. Porém, deve avaliar-se os riscos de contaminação. Foi portanto o objetivo do presente estudo, aplicar doses diferentes desses dois tipos de resíduo em um solo representativo do estado do Acre. Os resultados obtidos sugerem que doses maiores podem ser problemáticas, notadamente, pelo incremento da salinização do solo.

(INTRODUÇÃO) A pecuária de corte representa atualmente a principal atividade produtiva do setor primário no Estado do Acre, com aproximadamente dois milhões de cabeças. No Estado do Acre, uma única indústria curtidora é a responsável pelo beneficiamento primário de todo o couro (salgado ou de frigorífico), pelo processo de couro semi-acabado "Wet-blue". Neste processo, são produzidos três tipos principais de lodo: o lodo de caleiro, o lodo de decantador e o lodo de serragem cromada, sendo que o primeiro, é rico em nitrogênio e cálcio e apresenta alto poder de neutralização da acidez, enquanto que o terceiro é rico em sais de cromo e não é recomendado para disposição em áreas agrícolas.

Nos últimos anos tem ocorrido pressão sobre este setor no sentido de normalizar a disposição dos resíduos gerados no processo de curtimento. A forma de disposição convencional, despejando os resíduos nos corpos de água resulta em elevado impacto ambiental negativo (alta mortalidade de peixes, odor desagradável nas águas). A disposição destes resíduos em áreas de pastagens degradadas ou de baixa produtividade parece ser uma alternativa viável, visto o elevado poder de neutralização e a composição do resíduo, destacando-se quantidades significativas de matéria orgânica, nitrogênio e cálcio. Entretanto, considerando as particularidades químicas e físicas dos solos do Estado do Acre (Wadt, 2005), torna-se imprudente recomendar a utilização do lodo de caleiro sem estudos básicos para estabelecer a equivalência agrônômica para o nitrogênio orgânico contido no resíduo, a efetiva capacidade de neutralização da acidez do solo e o potencial de forte risco de salinização e contaminação por metais pesados.

A possibilidade de disciplinar a disposição destes resíduos em áreas de produção agropecuária é fundamental, pois sua disposição em aterros sanitários pode trazer problemas de infiltração no lençol freático devido às elevadas cargas de produtos organo-minerais em espaços reduzidos, além dos riscos de acidentes ambientais. Outras alternativas, como tanques de sedimentação e oxidação, são de altos riscos ambientais, principalmente para os corpos de água localizados nas proximidades da área industrial. Assim, a disposição dos resíduos em áreas agrícolas, ao permitir sua oxidação por processos biológicos e garantir a precipitação dos metais por processos físico-químicos naturais é desejável do ponto de vista ambiental, além do benéfico em fornecer nutrientes para as pastagens improdutivas. Como os resíduos são oferecidos de forma gratuita pela indústria, representam, ainda, uma excelente alternativa para a pecuária local, com a possibilidade de melhorar a produtividade das pastagens sem a necessidade de reforma ou renovação, desde que impactos ambientais negativos sejam evitados.

(OBJETIVOS) O objetivo deste trabalho visa avaliar a utilização agrícola do lodo de caleiro e de decantador, determinando seu impacto nas características físico-químicas do solo, além de

analisar possíveis efeitos de toxicidade dos componentes do lodo de curtume em plantas de milho.

(METODOLOGIA) O lodo de curtume utilizado neste experimento foi gerado pela Exportadora Bom Retiro Ltda e consiste no lodo de caleiro. O material foi caracterizado quanto ao equivalente ao PRNT (Poder de Neutralização Total), teor de carbono orgânico e nitrogênio total.

Para avaliar o potencial deste material como fornecedor de nitrogênio, corretivo de acidez e seu potencial risco de salinização e contaminação por metais pesados, foi, inicialmente, montado um experimento, no delineamento em blocos inteiramente casualizados, em casa de vegetação na Embrapa Acre (CPAF-AC), com oito tratamentos e cinco repetições, a saber: 1) testemunha controle, sem aplicação de fertilizantes; 2) testemunha convencional, consistindo da aplicação, em equivalentes por ha, de 25 kg de N no plantio + 75 kg de N em cobertura; 3) 300 kg ha⁻¹ de N na forma de N-orgânico de lodo de caleiro; 4) 600 kg ha⁻¹ de N-orgânico de lodo de caleiro; 5) 1200 kg ha⁻¹ de N-orgânico de lodo de caleiro; 6) 300 kg ha⁻¹ de N-orgânico de lodo de decantador; 7) 600 kg ha⁻¹ de N-orgânico de lodo de decantador; 8) 1200 kg ha⁻¹ de N-orgânico de lodo de decantador. Todos estes tratamentos receberam 75 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 50 K₂O kg ha⁻¹, respectivamente como superfosfato simples e cloreto de potássio. Como fonte de nitrogênio utilizou-se o sulfato de amônio.

O lodo e os fertilizantes forma misturados em vasos com capacidade de 7 L, contendo amostra superficial de um solo típico do Acre, um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico. A amostra foi seca em estufa (40 °C), destorroada, peneirada (<2 mm) e acondicionada nos vasos a uma densidade de 1,4 g cm⁻³. Após oito dias da aplicação dos tratamentos, foram semeadas em cada vaso 12 sementes de milho, fazendo-se, posteriormente, desbaste para duas plantas por vaso. 60 dias após a semeadura, as plantas foram cortadas na altura do colo, e o solo foi separado em parte de cima do vaso (primeiros 15 cm) e parte de baixo do vaso (últimos 15 cm). As formas “disponíveis” dos metais estudados, no solo, foram obtidas em extração com solução de Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) e DTPA (pH 7,3) de acordo com Embrapa (1997). As determinações de CTC, carbono orgânico (C.Org.) e pH (água/KCl) também seguiram Embrapa (1997). A extração sequencial seguiu o protocolo de Wasserman et al. (2005), cujo protocolo de extração seguiu as seguintes etapas:

Fase geoquímica e seu significado	Etapa
Trocável Fracamente ligado aos componentes do solo	Extraído em fase salina levemente ácida
Levemente ácida Ligado a carbonatos	CH ₃ COOH (2 M) + CH ₃ COONa (2 M) 1:1; pH 4.7. Temperatura ambiente
Ambiente de Redução Ligado a óxidos de Fe e MN	NH ₂ OH.HCl (0.1 M); pH2
Ambiente de Oxidação Ligado a compostos lábeis da matéria orgânica	H ₂ O ₂ (30%) + CH ₃ COONH ₄ (1M); pH 2
Alcalino Ligado a compostos orgânicos ou de Fe e Al resistentes	NaOH (0.1 M) ; pH 12. Temperatura ambiente
Residual: Não mobilizado nas fases anteriores minerals	Aqua regia. Aquecido a 50°C/ 30min

As determinações analíticas dos metais analisados foram realizadas por espectrometria de emissão por plasma acoplado indutivamente na Embrapa Solos (ICP-OES, PE OPTIMA 3000). Os dados obtidos foram analisados, estatisticamente, usando-se o SAS (2003). Para resultados significativos encontrados pelo teste F, foram aplicados o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, a fim de se classificar as médias de tratamentos.

(RESULTADOS) Em princípio, observa-se que as doses de lodo e o tipo de lodo tiveram influência significativas em algumas das propriedades do solo, sendo isso mais evidente nas amostras de solo coletadas na parte superior do vaso (Cima) do que na inferior (Baixo). Os teores de cálcio e magnésio foram significativamente maiores na maior dose de N (1200 kg/ha equivalente N) e para o lodo de decantador (Tabela 1), sendo essa resposta mais evidente na parte de cima do vaso (Tabela 2). Os teores de Na e K responderam às doses de N, independente do tipo de lodo (Tabela 1), sendo, também, essa resposta mais evidente na parte de cima do vaso (Tabela 2). Considerando a soma das bases (Tabela 1), observa-se que houve incremento com as doses de N, sendo a resposta maior para o lodo de decantador. Isso trouxe conseqüências para o pH (Tabela 3) que aumentou significativamente com respeito à amostra controle, sendo maior nas maiores doses de N, independente do tipo de lodo aplicado. Em profundidade, o efeito foi maior para o lodo de decantador (Tabela 4). Como esperado, a aplicação de doses crescentes de lodo diminuíram o Al e H (Tabela 1). No entanto, esse efeito foi mais pronunciado na parte de cima do vaso (Tabela 2)

Os resultados de micronutrientes e metais pesados (Tabela 5), em média, foram maiores para o extrator Mehlich 1 do que no DTPA, a exceção do Zn e Pb. Cr só foi detectado, na extração com Mehlich 1 e só na parte superior do vaso (Tabela 5). Ni só foi detectado na extração com DTPA. Em geral, independente do extrator, os resultados de Cu, Zn e Pb não sofreram variações significativas em função dos tratamentos testados, tanto na parte de cima, como na de baixo do vaso. Na parte de baixo, o número de elementos que não apresentaram variação significativa com os tratamentos testado aumentou, corroborando os dados de literatura que demonstram baixa mobilidade desses elementos no perfil do solo (Alloway, 1995). Isso também pode ser observado na tabela 6, no caso do extrator Mehlich 1. Para o DTPA, os resultados de Co, Ni e Pb, mostram valores significativamente maiores para as amostras coletadas em profundidade, fato que não era esperado.

Tabela 1. Resultados de cátions trocáveis e CTC do experimento por tipo de tratamento.

Lodo	N kg/ha	Ca cmolc kg ⁻¹	Mg	K	Na	Valor S	Al	H	CTC
CIMA									
Controle		0,9	e 0,6	b 0,06	bc 0,03	c 1,5	e 0,6	a 2,4	a 4,5
NPK	100	0,8	e 0,7	b 0,08	b 0,02	c 1,6	e 0,7	a 2,5	a 4,8
	300	1,9	d 0,6	b 0,03	c 0,44	bc 2,9	de 0,1	b 1,7	ab 4,8
Caleiro	600	2,8	c 0,8	b 0,04	bc 0,84	bc 4,5	d 0,0	b 1,5	abc 6,0
	1200	4,1	b 0,9	b 0,18	a 1,48	ab 6,6	bc 0,0	b 1,0	bcd 7,6
	300	3,1	c 0,6	b 0,03	c 1,21	bc 4,9	cd 0,0	b 1,4	abcd 6,3
Decant.	600	4,5	b 1,4	b 0,06	bc 1,33	b 7,3	b 0,0	b 0,5	cd 7,8
	1200	5,3	a 2,6	a 0,17	a 2,71	a 10,8	a 0,0	b 0,4	d 11,2
BAIXO									
Controle		0,6	b 0,6	a 0,04	b 0,02	c 1,3	c 0,7	a 2,1	a 4,1
NPK	100	0,7	b 0,6	a 0,05	b 0,02	c 1,3	c 0,7	a 2,4	a 4,4
	300	0,6	b 0,7	a 0,03	b 0,37	b 1,7	bc 0,5	b 2,3	a 4,5
Caleiro	600	0,8	ab 0,6	a 0,04	b 0,42	b 1,8	bc 0,4	bc 2,2	a 4,3
	1200	0,6	b 0,6	a 0,10	a 0,52	b 1,8	bc 0,3	cd 2,1	a 4,3
	300	0,8	ab 0,7	a 0,03	b 0,56	b 2,0	ab 0,4	bc 2,3	a 4,7
Decant.	600	0,8	ab 0,6	a 0,05	b 0,49	b 1,8	bc 0,3	cd 2,1	a 4,2
	1200	0,9	a 0,6	a 0,10	a 0,97	a 2,6	a 0,2	d 2,2	a 5,0

Tabela 2. Resultados de cátions trocáveis e CTC do experimento por posição no vaso.

Posição	Ca	Mg	K	Na	Valor S	Al	H	CTC
	cmolc kg							
Cima	2,9	a 1,0	a 0,08	a 1,01	a 5,0	a 0,2	b 1,4	b 6,6
Baixo	0,7	b 0,6	b 0,06	b 0,42	b 1,8	b 0,4	a 2,2	a 4,4

Tabela 3. Resultados de pH, fósforo, carbono orgânico, nitrogênio e relação C/N do experimento por tipo de tratamento.

Lodo	N	pH agua	pH KCl	P	C.Org.	N	C/N
	kg/ha			mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹		
CIMA							
Controle		5,3	de 4,2	d 15	cd 6,36	a 0,92	a 7
NPK	100	4,8	e 4,1	d 13	d 6,78	a 1,00	a 7
	300	5,6	cd 4,8	c 13	d 6,34	a 1,00	a 6
Caleiro	600	5,9	bc 5,2	bc 18	cd 6,76	a 1,14	a 6
	1200	6,7	a 6,4	a 22	bcd 5,70	a 1,14	a 5
	300	6,2	b 5,5	b 23	bc 7,18	a 1,02	a 7
Decant.	600	6,8	a 6,3	a 29	b 5,56	a 0,94	a 6
	1200	7,0	a 6,8	a 39	a 7,14	a 1,08	a 6
BAIXO							
Controle		5,3	bc 4,2	b 3	a 5,62	a 0,78	a 7
NPK	100	5,0	c 4,1	b 2	a 6,38	a 0,88	a 7
	300	5,3	bc 4,1	b 3	a 5,98	a 0,92	a 7
Caleiro	600	5,4	abc 4,1	b 2	a 5,92	a 1,00	a 6
	1200	5,6	ab 4,4	ab 2	a 5,38	a 0,98	a 6
	300	5,2	bc 4,2	b 3	a 6,64	a 0,98	a 6
Decant.	600	5,6	ab 4,3	b 2	a 4,94	a 0,84	a 6
	1200	5,8	a 4,7	a 4	a 6,84	a 1,02	a 7

Tabela 4. Resultados de pH, fósforo, carbono orgânico, nitrogênio e relação C/N do experimento por posição no vaso.

Posição	pH agua	pH KCl	P	C.Org,	N	C/N
			mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹		
Cima	6,0	a 5,4	a 21	a 6,5	a 1,0	a 6
Baixo	5,4	b 4,3	b 3	a 6,0	a 0,9	b 6

Tabela 5. Resultados de micronutrientes e metais pesados extraídos por solução Mehlich 1 e DTPA por tipo de tratamento.

Lodo	N kg/ha	Mehlich													
		Cu mg kg ⁻¹	Fe	Mn	Zn	Cr	Co	Pb							
CIMA															
Controle		1,17	a	40,61	b	76,79	b	0,13	a	<LD	c	0,10	b	<LD	a
NPK	100	0,96	a	40,99	b	109,99	ab	0,16	a	<LD	c	0,22	ab	<LD	a
	300	0,98	a	33,89	b	111,04	ab	<LD	a	<LD	c	0,16	ab	0,06	a
Caleiro	600	0,99	a	35,53	b	141,63	a	0,18	a	<LD	c	0,18	ab	0,14	a
	1200	1,11	a	46,24	b	148,33	a	0,12	a	<LD	c	0,21	ab	0,33	a
Decant.	300	1,03	a	46,98	b	105,94	ab	0,18	a	0,05	bc	0,14	ab	<LD	a
	600	1,15	a	65,66	ab	126,87	a	0,18	a	0,18	ab	0,22	ab	0,18	a
	1200	1,14	a	82,65	a	143,63	a	0,41	a	0,28	a	0,23	a	<LD	a
BAIXO															
Controle		1,07	ab	39,19	a	90,98	a	0,12	a	-----		0,08	b	<LD	a
NPK	100	1,05	ab	32,53	a	84,04	a	0,15	a	-----		0,18	ab	<LD	a
	300	1,05	ab	40,84	a	109,76	a	0,07	a	-----		0,20	ab	0,07	a
Caleiro	600	0,94	b	27,17	a	105,44	a	0,08	a	-----		0,24	a	0,08	a
	1200	0,97	ab	24,89	a	112,06	a	0,00	a	-----		0,27	a	0,29	a
Decant.	300	1,00	ab	28,27	a	103,62	a	0,13	a	-----		0,18	ab	<LD	a
	600	0,91	b	20,40	a	92,95	a	0,00	a	-----		0,19	ab	<LD	a
	1200	1,18	a	37,73	a	87,87	a	0,29	a	-----		0,25	a	0,13	a
DTPA															
		Cu		Fe		Mn		Zn		Co		Ni		Pb	
mg kg ⁻¹															
CIMA															
Controle		1,07	a	33,99	a	70,39	b	0,40	a	0,11	ab	0,05	a	0,3	a
NPK	100	0,85	a	35,73	a	102,47	ab	0,35	a	0,17	a	0,06	a	0,304	a
	300	0,73	a	18,44	ab	99,98	ab	0,20	a	0,11	ab	0,02	a	0,274	a
Caleiro	600	0,65	a	12,45	b	118,66	a	0,32	a	0,05	b	0,00	a	0,238	a
	1200	0,63	a	9,49	b	116,15	a	0,27	a	0,06	b	0,01	a	0,186	a
Decant.	300	0,66	a	11,30	b	78,66	b	0,29	a	0,06	b	0,00	a	0,064	a
	600	0,64	a	11,90	b	86,55	ab	0,35	a	0,08	b	0,01	a	0,148	a
	1200	0,71	a	18,89	ab	112,98	a	0,45	a	0,08	b	0,01	a	0,182	a
BAIXO															
Controle		1,02	a	27,09	a	66,38	b	0,28	a	0,11	c	0,09	a	0,24	a
NPK	100	0,92	a	25,32	a	77,09	ab	0,35	a	0,13	bc	0,09	a	0,30	a
	300	0,92	a	22,90	a	90,72	ab	0,26	a	0,14	bc	0,06	a	0,36	a
Caleiro	600	0,81	a	20,26	a	99,18	a	0,26	a	0,18	ab	0,02	a	0,38	a
	1200	0,88	a	18,44	a	102,04	a	0,18	a	0,22	a	0,00	a	0,63	a
Decant.	300	0,87	a	16,47	a	89,31	ab	0,20	a	0,14	bc	0,05	a	0,34	a
	600	0,70	a	10,08	a	87,50	ab	0,15	a	0,11	c	0,03	a	0,29	a
	1200	1,07	a	33,10	a	82,71	ab	0,51	a	0,19	ab	0,03	a	0,39	a

(CONCLUSÃO) Em princípio, os dois tipos de lodo incrementaram a fertilidade do solo estudado. No entanto, doses maiores podem ser problemáticas, notadamente, pelo incremento da salinização do solo.

(BIBLIOGRAFIA)

ALLOWAY, B.J. Heavy metals in soils. 2.ed. Glasgow (UK): Blackie. 1995. 368p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 1997. 212p.

SAS. 2003. SAS System for Windows, v.9.1.3, SAS Institute Inc., Cary, NC; CD-ROM.

Wadt; P.G.S. Minerais da Fração Argila de Relevância para os Solos do Estado do Acre. In: Wadt, Paulo Guilherme Salvador. Manejo do Solo e Recomendação de Adubação para o Estado do Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005, p. 63-92.

Wasserman, M.A.; Viana, A.G.; Bartoly, F.; Perez, D.V.; Ruas Rochedo, E.; Wasserman, J.C.; de Carvalho Conti, C.; Janvrot Vivone; R. Bio-geochemical behavior of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in tropical soil. Radioprotection – Colloques, v.40, Supplement1, p.S135-142. 2005.

Agradecimentos: FAPERJ, CNPq, FUJB, Embrapa.



Tropentag 2009

University of Hamburg, October 6-8, 2009

Conference on International Research on Food Security, Natural
Resource Management and Rural Development

Erosive Potential of Rainfalls in the Climate Change Scenarios in the Upper Taquari River Basin, MS, Brazil

Lucieta G. Martorano^a, Leila Lisboa^b, Margareth Simões Penello Meirelles^c, Azeneth Schuler^c

a Embrapa Eastern Amazon, Trav. Enéas Pinheiro s/n, Belem, Para, Brazil. Email: luty@cpatu.embrapa.br

b Supported by Museum Emílio Goeldi grant. Belém, Pará, Brazil. Email: leilasheila@gmail.com

c Embrapa Soil, Rio de Janeiro, RJ. Brazil. Email: marysolschuler@gmail.com

Introduction

Brazilian Central-Western Region has become a great producer of grain crops and meat along the last forty years. The typical climatic conditions of the *Cerrado* biome are responsible for the dry winter and wet summer with convective rains, which precipitates as storms with high kinetic energy drops. The vegetation is formed by “Cerrado”, composed by bushes and grasses, and “Cerradão”, which has higher density of tree species. Soil studies in the region have pointed predominantly nutrient poor soils, iron- and aluminum-rich, good physical properties. Around 90% of the area of Upper Taquari Basin (UTB) is in the north region of Mato Grosso do Sul state, and the erosion effects are reflected downstream in the river, that is connected to the Pantanal Basin. These conditions, added to the management system used without conservationist practices and not obeying the environmental laws, brought drastic consequences to the region such as the water erosion process, especially severe in the Upper Taquari Basin-UTB (MARTORANO et al, 2002; LISBOA, 2008). Last four decades were marked by meaningful anthropogenic changes in the UTB; the erosion process is the more expressive environmental problem among those changes (GALDINO et al., 2003; GALDINO et al., 2006).

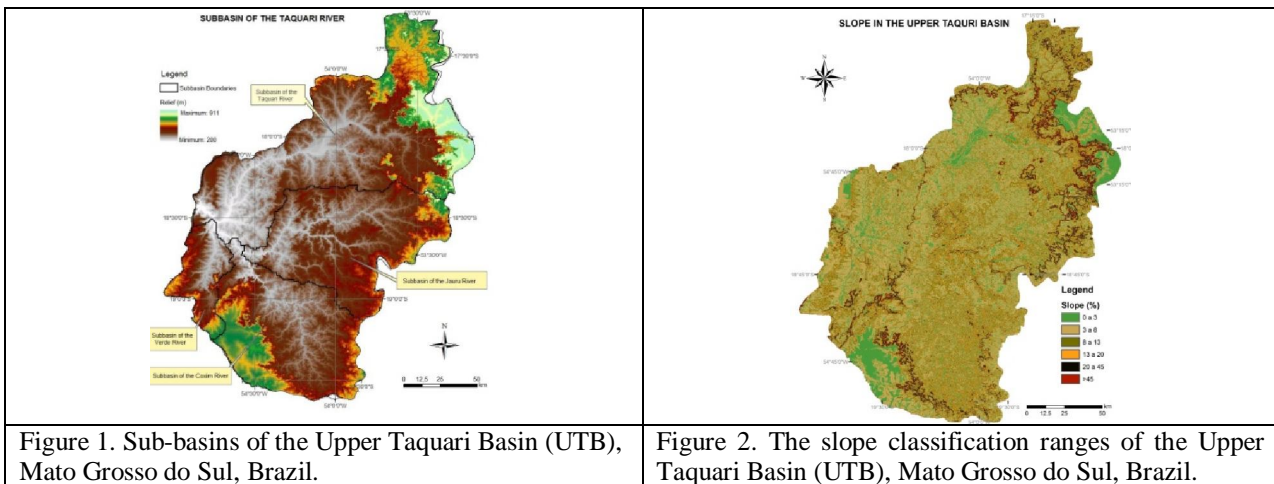
Some studies point out that the environmental changes in the basin have caused severe impacts on the Pantanal biome, such as the flooded area increment and the “sedimentation” of the rivers and springs. The Upper Taquari Basin is located in the La Plata River Basin, with an area of 3, 1 million km² along five countries in the South America (Argentina, Bolivia, Brazil, Paraguay and Uruguay), the La Plata is the fifth largest basin of the world. In the Brazilian territory, in which the La Plata Basin is the second largest one, the main development axe in the Centre-Southern region is on this basin. The negative impacts of the UTB anthropogenic changes may damage the ecosystem services that are essential to life quality of inhabitant peoples.

The erosion process in the UTB becomes more severe due to some environmental factors such as: soil fragility, agricultural machinery traffic during the rainy season, the high temperatures and the high intensity rainfalls, topographic conditions and inadequate soil management. The high intensity of the rainfall precipitation speed up the erosion in the areas characterized by the lack of vegetation cover and the occurrence of compacted soils due to the machinery traffic, the excessive animal grazing on degraded pastures or the sandy texture. Considering the rainfall as one of the erosion factors, and the fact that long historical series of rainfall intensity and duration are not available, this study aimed in the estimates of the rainfall erosive potential based on the climate data. Within the *Universal Soil Loss Equation-USLE*, proposed by WISCHMEIER & SMITH (1958) and validated by the same authors (WISCHMEIER & SMITH, 1978), the erosivity factor (“R”) is able to point out the most vulnerable areas to the occurrence of ravines and gullies and also to contribute to the evaluation of the rainfall-runoff relations, sediment transfer models and the main hydrological flow processes in the watersheds (FERREIRA & FRANCISCO, 2009). This study aims to evaluate the spatial distribution of the rainfall erosivity factor

within the UTB, and the impact of the climate change scenarios on this index, which can be used to identify sustainability thresholds.

Material and Methods

The Upper Taquari Basin is located between the coordinates 17°06' and 19°48' South and 53°06' and 55°06' West, in the Middle-Western region of Brasil. Its area is approximately 28,000 km², of which 86,5% are in the state of Mato Grosso do Sul (MS), and 13,5% in the state of Mato Grosso (MT). The municipalities within the basin are Alcinopolis, Camapua, Costa Rica, Coxim, Pedro Gomes, Rio Verde de Mato Grosso e Sao Gabriel d'Oeste, in the MS state, while in the MT state the municipalities are Alto Araguaia e Alto Taquari. The river basin is divided in four sub-basins (Figure 1). From the 90 m resolution data available in the *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) images (<http://seamless.usgs.gov>), the slope map was extracted by applying the software ENVI (v 4.5) and classified by the use of ArcGIS 9.3, in order to evaluate the effects of the topography in the erosive process (Figure 2). The classes of slope was based on the assumptions proposed by Ramalho & Beek (1995), i.e., flat (0 to 3%); gently wavy (3 to 8%); moderately wavy (8 to 13%); wavy (13 to 20%); heavily wavy (20 to 45%) and hilly (>45%).



The climate data were obtained from <http://www.iwmi.org>, and the thermo-hydrical conditions were evaluated in the UTB. The monthly and annual rainfall precipitation, p and P , respectively, were used to estimate the erosivity in the study area, using the following equation (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1999) :

$$R = \sum EI = \sum (67.355 * (\frac{pP}{P})^{0.85})$$

where R is the annual average erosivity (MJ.mm. ha⁻¹.h⁻¹.year⁻¹); EI is the monthly erosivity (MJ.mm. ha⁻¹.h⁻¹.month⁻¹); p is the monthly average rainfall precipitation (mm); P is the annual average rainfall precipitation (mm). The values were estimated in software worksheets and exported to the ArcGIS 9.3, within which the erosivity map of the UTB was generated.

Results and Discussion

The relief classes in the Upper Taquari Basin area have the following percentages: 16% of total area are flat; 48% in the gently wavy range of slope; 21% are moderately wavy; 8% wavy; 5% heavily wavy and only 1% is considered hilly (>45%). In summary, 77% are within the range from gently wavy to wavy. The annual mean pluvial precipitation in the area varies from 1,434 to 1,614 mm. The total rainfall values are higher in the municipalities of Alcinopolis, when compared to other municipalities such as Coxim, Camapua, Rio Verde e Sao Gabriel do Oeste (Figure 3a). The mean air temperature are higher in the sub-basin “Taquari”, with values around 25.5 and 25.8°C, whilst the lower temperatures occur in the North of UTB, and their range is between 22.1 and 22.5°C, reflecting the topothermic effects in the study area (Figure 3 b).

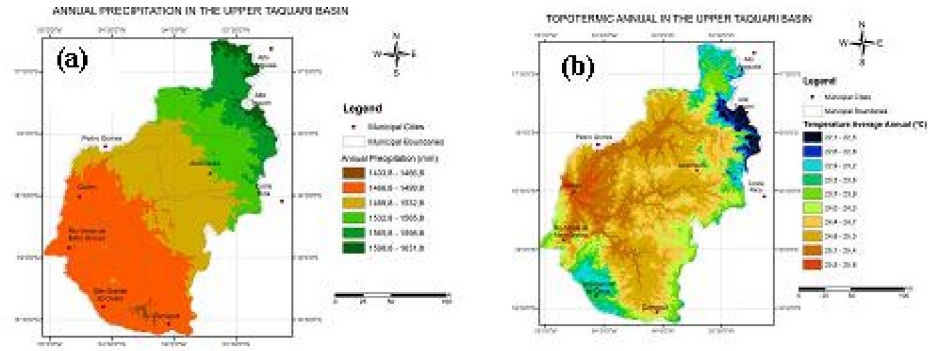


Figure 3. Pluvial precipitation and annual topotermic conditions in the Upper Taquari Basin.

Estimated rain erosivity in the UTB varies between 6.993,0 and 8.355,9 MJ mm.ha⁻¹ h⁻¹ year⁻¹, and the highest values are in the north region of UTB, in the areas of the municipalities Alto Taquari and Alcinópolis and partially, the areas of Alto Araguaia and Costa Rica. In the municipalities Rio Verde de Mato Grosso, Camapua and Sao Gabriel d' Oeste, the erosivity is lower than 7.254,9 MJ mm.ha⁻¹ h⁻¹ year⁻¹. These results agreed with those from Galdino et al. (2003), who observed that the average annual precipitation erosivity in the UTB was 7.914,3 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ year⁻¹.

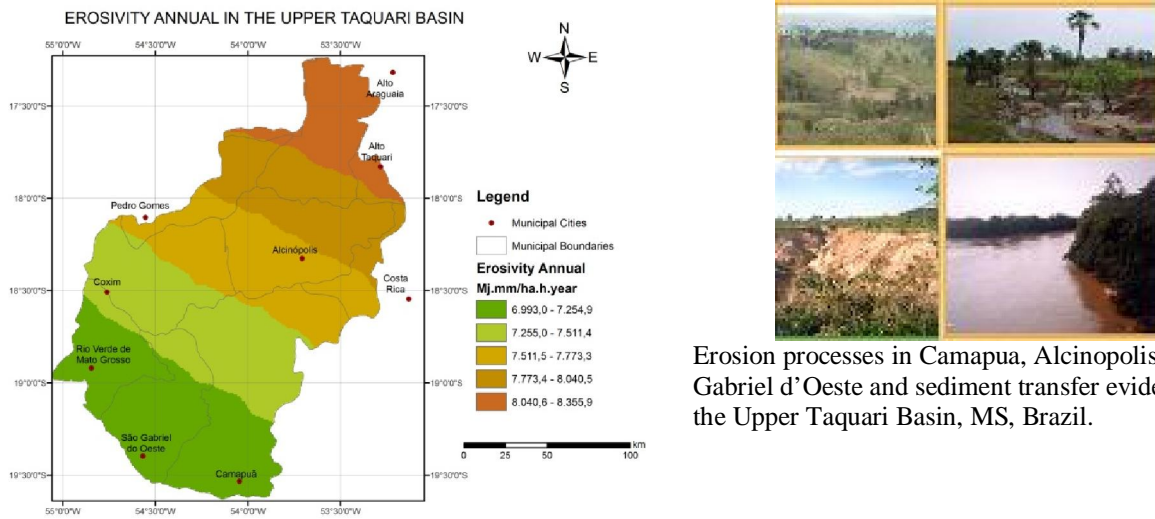


Figure 4. Erosivity annual conditions in the Upper Taquari Basin, MS, Brazil.

Galdino et al (2003) found out that the municipality Camapua presents the largest area of sandy soils classified as Quartzous Sand, with 13% of the UTB area and 51% of Camapua municipality. This type of soil occurs also in the municipalities of Coxim, Alcinópolis, Alto Araguaia, Sao Gabriel d'Oeste, Rio Verde and Pedro Gomes, and the sub-basins Taquari and Jauru present the largest areas covered with Quartz Sands within UTB. The authors concluded that almost 80% of the area presents high soil erodibility and estimated the average soil loss in 1994 as 70.4 t ha⁻¹ ano⁻¹, value classified as high degree of erosion. These data demonstrate the importance of the conservationist practices adoption, such as the No-tillage cropping and the integration of cropping-grazing-forestry system in the Cerrado biome.

Taking into account that soil losses depend directly on the rainfall erosivity factor, this study analyzed the climate change scenarios from IPCC (2007) forecasts concerning total precipitation to 50 and 100 years in two different proposed situations to the region: reduction of 15% and increment in 15% within the next century. In rainfall reduction scenarios, the average annual rainfall should reach the range from 1,300 to 1,447 mm within 50 years and from 1,235 and 1,335 mm within 100 years. In rainfall increase scenarios, the mean annual rainfall should vary from 1,566 to 1,730 mm within 50 years and from 1,663 and 1,863 mm within 100 years (see figure 5). These values show the importance of mitigation actions to reduce the erosive process in the UTB, which is hard in the current climate conditions, and may become even worse if subjected to more intense and longer rainfall events in a possible future climate situation.

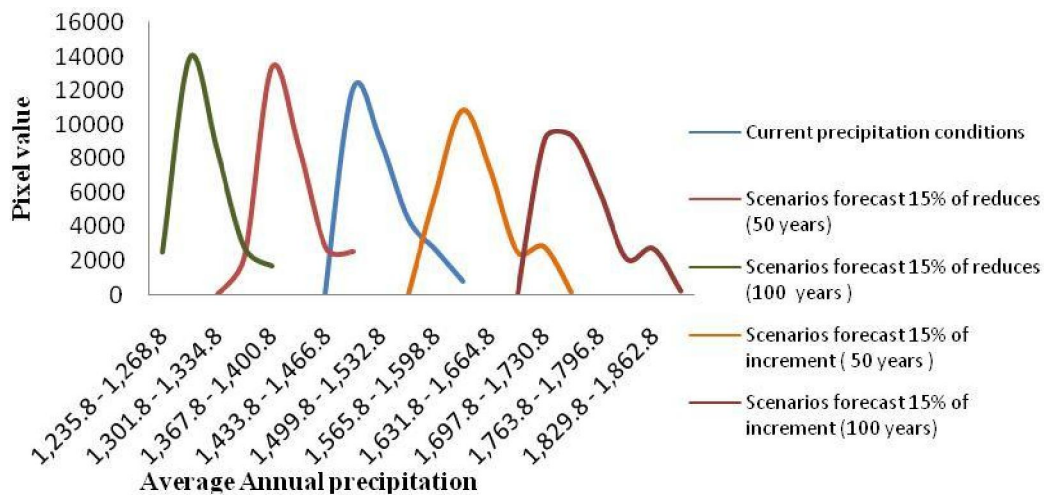


Figure 5. Current precipitations and scenarios of the Change Climatic

Conclusions and Outlook

The erosivity values increase severely in incremental annual pluvial precipitation scenarios, showing that in the North part of UTB the process will be worst in 2100 if the adoption of conservationist management systems do not occur. The recommended practices include the No-tillage cropping associated to the environmental laws application, such as the maintenance of vegetation in the riparian zone and in the areas with slopes higher than 45 degrees, considered by law as Permanent Preservation Areas.

References

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999.
- FERREIRA, A. da S.; FRANSISCO, C.N. Uso de técnicas de geoprocessamento e do modelo matemático USLE para avaliação de processos erosivos na bacia hidrográfica do Rio Caceribu, RJ. In: Anais...Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 2009. P. 3777-3784.
- GALDINO, S.; RISSO, A. SORIANO, B.M.A., VIEIRA, L.M., PADOVANI, C.R., POTT, A., MELO, E.C., ALMEIDA JUNIOR, N.de. (2003). Perdas de solo na Bacia do Alto Taquari. Corumbá, MS. 2003. Embrapa (Boletim de Pesquisa & Desenvolvimento 44). 40p.
- GALDINO, S.; VIEIRA, L.M.; SORIANO, B.M.A. Erosão na Bacia do Alto Taquari. Embrapa, Corumbá, MS. 2003. (Série Documentos 52).
- IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change, "Climate Change 2007". Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II. AR4: Summary for Policymakers, 2007.
- LISBOA, L.S. 2008. Cenários de mudanças climáticas com modelagem dinâmica na Bacia do Alto Taquari. M.Sc. Dissertation, Rio de Janeiro: UERJ, 117p.
- MARTORANO, L.G., GALDINO, S., D'AGOSTINI, L.R., PONCE, S.A., HERNANI, L.C., CUPERTINO, J.L., COSTA, C.A., VIEIRA, L.M., ROSSO, J., COSTA, A.R.C., RAMALHO Filho, A., COUTINHO, H.L.C., 2002, Índices de Desempenho Ambiental na Bacia do Alto Taquari, MS: Aspectos Metodológicos. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPS. 30 p.
- MEIRELLES; M.S.P.; BUENO; M. DO C.D.; DIAS; T.C.S.; COUTINHO, H.L.DA C. (2005). Sistema de suporte a decisão para avaliação do risco de impactos ambientais em bacias hidrográficas por redes de dependência e lógica Fuzzy. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. INPE, Goiânia, Brasil, p.2259-2266.
- SERIO, J.; COSTA, C.A.G.; TEIXEIRA, A. dos S.; ORTEGA, E. (2008). Aplicação da *USLE* e SIG na caracterização de três micro bacias hidrográficas no Brasil. Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 213-221.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.
- WISCHMEIER, WH. & SMITH, D.D. (1958). Rainfall energy and its relationship to soil loss. Trans. Am. Geophys. Union, 39:285-291.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning Washington, DC: USDA, 58p. (Agriculture Handbook, 537).

ANÁLISE DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS COMO INDICADORES DA CONDIÇÃO DE POTABILIDADE DAS ÁGUAS DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DE UBÁ-RJ

Rúbia Bardy Prado¹, Rachel Bardy Prado², Flávia Cecílio Ribeiro Bregagnoli³, Natalícia da Silva Tavares⁴ & Ronaldo De Poli⁵

RESUMO--- Para investigar se a bacia hidrográfica do rio São Domingos, localizada no município de São José de Ubá, RJ, apresentava problemas relacionados à qualidade da água, alguns projetos foram desenvolvidos pela Embrapa Solos e seus parceiros contemplando o monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, cujos dados resultantes foram utilizados no presente trabalho. As campanhas de campo foram realizadas em Outubro/2004 e em Abril-Agosto-Dezembro/2005, amostrando 23 pontos ao longo das microbacias Santa Maria/Cambiocó, Barro Branco e Prosperidade. Os parâmetros microbiológicos estudados foram: Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, coliformes totais e termotolerantes. As metodologias de análise utilizadas foram segundo FEEMA atualizadas pela APHA. Os resultados foram analisados em relação à sazonalidade e comparados com os limites estabelecidos pela Portaria 518/2004 e Resolução CONAMA 357/2005-classe1. Obteve-se que Barro Branco e Santa Maria/Cambiocó apresentaram pior situação quanto aos parâmetros analisados, relacionados ao lançamento de esgoto, por serem mais populosas. Isto ocorreu principalmente na época seca, quando a água fica mais parada. Comparando os resultados com os limites estabelecidos pela legislação, observou-se que muitos pontos analisados apresentaram teores em inconformidade, mostrando que esta água não estava adequada, em grande parte dos casos, principalmente quanto à potabilidade.

ABSTRACT--- Some projects were developed in Sao Domingos river basin - São Jose de Uba municipality, RJ, to evaluate surface and groundwater water quality by Embrapa Soils and their partners. Results of microbiological parameters were used in this paper. Samples were collected on October 2004 and on April-August-December 2005 in 23 points along Santa Maria/Cambioco, Barro Branco and Prosperidade microbasins. The microbiological water parameters analyzed were Dissolved Oxygen, Biochemical Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand, total and fecal coliforms. The methodology of analysis used was from FEEMA updated by APHA. The results were analyzed and related to seasonality and compared to maximum level allowed by environmental laws (Portaria 518/2004 for drinking water and Resolução CONAMA 357/2005 for class1). Barro Branco and Santa Maria/Cambioco microbasins showed worst water quality in terms of microbiological parameters because there is bigger population and sewage production than Prosperidade. This fact occurred mainly in dry season when the water maintains stopped. Most points sampled presented values of analyzed parameters out of maximum level allowed by environmental laws. Thus, it is necessary suitable treatment to allow good drinking water to population in this municipality.

Palavras-chave: Qualidade da água, São José de Ubá, potabilidade.

¹ Aluna de licenciatura em Ciências Biológicas, Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé – MG. E-mail: rubiabardy@hotmail.com

² Pesquisadora A – Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, 22460000, Rio de Janeiro-RJ. E-mail: rachel@cnps.embrapa.br

³ Professora de licenciatura em Ciências Biológicas, Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé – MG. E-mail: flaviabrega@gmail.com

⁴ Funcionário da FEEMA-RJ, Rua Edmundo Chagas, 116 Centro, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: nataliciatavares@yahoo.com.br

⁵ Funcionário da FEEMA-RJ, Rua Edmundo Chagas, 116 Centro, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: rspoly@oi.com.br

1 – INTRODUÇÃO

Devido à forma não-sustentável como a humanidade conduziu a exploração dos recursos hídricos, estes se encontram em escassez, ocasionando sérios problemas de ordem ambiental, social e econômica. Segundo Prado (2004) diversos são os fatores que levam à deterioração da água, podendo ser classificados em fontes pontuais e difusas. As fontes pontuais se caracterizam, essencialmente, pelos efluentes domésticos e industriais, já as difusas são caracterizadas pelos resíduos provindos da agricultura (fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros), podendo ser citados ainda o escoamento superficial urbano e dos pátios de indústrias.

Atualmente, muitas pessoas no mundo sofrem com a falta d'água, pois a maior parte desta é salgada e está nos oceanos. Além da quantidade, existem ainda os problemas relacionados à qualidade da água. Muitas crianças morrem no Brasil e grande parte das internações são consequência de doenças de veiculação hídrica. Este fato ocorre pela falta de saneamento básico e pela poluição das águas, principalmente, com esgotos domésticos sem tratamento prévio.

Na Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos (BHRSD), localizada no município de São José de Ubá, estes problemas encontram-se presentes. Este rio é afluente do rio Muriaé, pertencente ao Complexo Hidrográfico do rio Paraíba do Sul. Trata-se de uma das regiões mais secas e degradadas da região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, cuja população vem enfrentando problemas de escassez de água. Esta se deve ao desmatamento excessivo, erosão dos solos e assoreamento dos corpos d'água, como consequência da ocupação não planejada das terras e dos sistemas agrícolas não-preservacionistas que têm vigorado até o momento. Este município é o maior produtor de tomates do Estado do RJ atualmente, sendo que essa cultura exige uma grande quantidade de água, o que contribui para o aumento da demanda de água, além da geração de resíduos de fertilizantes e pesticidas, que são altamente poluidores da água. Em relação à distribuição de água, sabe-se que na zona rural (predominante no município de São José de Ubá) o abastecimento doméstico é realizado principalmente por poços rasos e profundos com qualidade da água duvidosa. A poluição ocorre gradativamente e, para detectá-la com maior precisão, é preciso fazer uso de instrumentos como o monitoramento. Este se presta a identificar o nível da degradação da água ao longo do tempo, por meio de parâmetros que podem ser de natureza física, química e biológica. Perante esta situação de degradação dos recursos hídricos, alguns projetos coordenados pela Embrapa Solos, com atuação de diversos parceiros, vêm sendo desenvolvidos na BHRSD como o projeto “Gestão Participativa da bacia do rio São Domingos”, edital CT-Hidro 02/2002 e o projeto “Planejamento Conservacionista das Terras e Modelagem Preditiva de Sistemas Aquíferos do Cristalino para a Recarga Hídrica em Bacias Hidrográficas de Relevo Acidentado” – PRODETAB 087-02/01 Embrapa (finalizados em

2005), os quais contemplaram o monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e, aos quais este trabalho encontra-se relacionado. O objetivo do estudo foi verificar a qualidade de águas superficiais e subterrâneas de microbacias do município de São José de Ubá - RJ, por meio de análises microbiológicas, referentes aos anos de 2004 e 2005.

2.0 – IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM RELAÇÃO A SAÚDE HUMANA

Visando assegurar uma boa saúde para todos, é necessário que a água utilizada para os fins mais nobres se caracterize por um padrão mínimo de qualidade, o qual se estabelece pela legislação pertinente. Dessa forma, é importante que se realize uma avaliação contínua da qualidade da água, a fim de detectar a presença de substâncias tóxicas ou de microorganismos patogênicos, como por exemplo, alguns coliformes que podem transmitir uma série de doenças ao homem.

Conforme dados da Organização Mundial de Saúde – OMS (outubro de 2003) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (março de 2004), cerca de 85% das doenças conhecidas são de veiculação hídrica, ou seja, estão relacionadas à água. Segundo Rebouças *et al.* (2006), esses índices refletem nas elevadas taxas de mortalidade, em especial nas taxas de mortalidade infantil.

Segundo Rebouças *et al.* (2006), as doenças associadas à água podem ser classificadas em quatro categorias: doenças com origem na água (organismos que se desenvolvem na água) como cólera, febre tifóide e desintéria; doenças produzidas por água contaminada a partir de organismos que não se desenvolvem na água como tracoma e leishmaniose; doenças relacionadas a organismos cujos vetores se desenvolvem na água como malária, filariose, febre amarela e dengue e outra categoria onde se enquadram as doenças dispersadas pela água.

Dados da Organização Mundial de Saúde – OMS (outubro de 2003) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (março de 2004) mostram ainda que estas doenças são as principais causas de internações, sendo que 21.000 crianças morrem por ano no Brasil por doenças relacionadas a água. Acrescenta-se a estes dados os relacionados a seguir: 60 milhões de brasileiros não têm saneamento básico; 10 milhões não contam com coleta de esgotos; 16 milhões não possuem coleta de lixo (sendo que 64% dos municípios brasileiros depositam o lixo coletado em lixões a céu aberto), 3,4 milhões de residências não têm água encanada (o que atinge 15 milhões de brasileiros); 1/3 dos municípios com menos de 20.000 habitantes não têm água tratada; 75% dos esgotos coletados nas cidades brasileiras não têm tratamento. Sendo assim, percebe-se mais uma vez a grande necessidade do estudo e avaliação da qualidade da água para fins de abastecimento urbano, principalmente para fins de potabilidade.

3.0 – IMPORTÂNCIA EM SE AVALIAR OS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DAS ÁGUAS EM RELAÇÃO AO PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO

De acordo com Prado (2004), a eutrofização é uma resposta a um enriquecimento do corpo hídrico por nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio. Esses nutrientes, despejados nos corpos d'água propiciam o desenvolvimento de algas e a diminuição do oxigênio dissolvido, favorecendo o surgimento de bactérias anaeróbias, podendo atribuir sabor e cheiro desagradável à água, comprometendo assim o seu uso.

Os processos de eutrofização podem ocorrer tanto em ambientes lênticos (água parada ou com movimento lento, como por exemplo, lagos, lagoas e reservatórios) como em ambientes lóticos (águas moventes, como por exemplo, rios e córregos), independente de serem naturais ou artificiais. Contudo, o processo de eutrofização tende a ser mais acelerado em ambientes lênticos, pela sua característica de água parada, que interfere em alguns parâmetros da água, favorecendo, por exemplo, a redução do oxigênio dissolvido (Esteves, 1988).

Segundo Von Sperling (1996), os principais efeitos indesejáveis da eutrofização são problemas estéticos e recreacionais, ou seja, diminuição do uso da água para recreação, balneabilidade e redução geral na atração turística devido a: frequentes florações das águas; crescimento excessivo da vegetação; distúrbios com mosquitos e insetos; eventuais maus odores; eventuais mortandades de peixes.

Apesar das conseqüências da eutrofização serem reconhecidas como um problema desde 1950, somente a partir das últimas décadas a presença de cianobactérias nos ecossistemas aquáticos passou a ser vista como adversidade. Várias espécies de cianobactérias produzem toxinas muito potentes (cianotoxinas), capazes de danificar a saúde humana, irrigação, entre outros (Rebouças et al., 2006).

Portanto, torna-se necessário avaliar os parâmetros de qualidade da água capazes de indicar o nível de eutrofização de um determinado curso d'água, por meio de um processo contínuo denominado de monitoramento. Segundo COGERH (2007) estes parâmetros são principalmente clorofila a, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitratos, oxigênio dissolvido, ortofosfatos, sílica, total de sólidos em suspensão.

4.0 LEGISLAÇÕES RELACIONADAS À CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO OS USOS A QUE SE DESTINA

Segundo a ABNT (1987), os padrões para a qualidade da água são constituídos por um conjunto de parâmetros e respectivos limites, como por exemplo, concentrações de poluentes. Os parâmetros visam manter ou definir uma meta para a qualidade do curso d'água e ainda define os

níveis de tratamento a serem adotados na bacia. Os padrões são estabelecidos com base em critérios científicos que avaliam o risco e o dano causados pela exposição de um determinado poluente. Um critério científico significa uma quantidade limite fixada para um determinado parâmetro que, estando dentro das normas, protegerá os usos desejados para um determinado corpo d'água, dentro de um grau de segurança. O critério pode ser também uma especificação escrita, não expresso em termos de concentrações. Dessa forma, o padrão de qualidade para garantir um determinado uso deve ser no mínimo igual ao critério de qualidade para esse uso (Nascimento et al., 1998).

4.1 - Portaria 518 de 25 de março de 2004

Trata-se da legislação mais utilizada no país quando se pretende checar a qualidade das águas para o consumo humano. Dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água, estabelecendo ainda, que toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade. Essa norma não se aplica às águas envasadas e a outras, cujos usos e padrões de qualidade são estabelecidos em legislação específica. Essa portaria substitui a Portaria nº 1469 do Ministério da Saúde de 2000. De acordo com essa portaria, água potável é a água para consumo humano que deve estar de acordo com os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos e atender ao padrão de potabilidade do Art.11 da mesma, para que não ofereça riscos à saúde, conforme Tabela 1.

4.2 – Resolução CONAMA nº 357 de março de 2005

Esta é a resolução mais recente e revoga a Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986 (BRASIL, 2005). Foi implementada tornando os limites de alguns parâmetros mais restritivos, além de contemplar limites para parâmetros anteriormente não contemplados. Nela encontramos a classificação dos corpos de águas superficiais, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. Também estabelece as diretrizes ambientais para o seu enquadramento e as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Neste estudo veremos como se estabelece as condições da Classe 1 para as águas doces superficiais, quanto aos parâmetros microbiológicos, que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. No Art.14 desta Resolução observam-se as seguintes condições e padrões para os parâmetros estudados: DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂; OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂, sendo que o parâmetro DQO não foi destacado nesta Resolução.

Tabela 1- Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.

PARÂMETRO	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano⁽²⁾	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Coliformes totais	- Sistema que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês; - Sistema que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml.

Legenda: (1) Valor máximo permitido; (2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras e (3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

Fonte: BRASIL, 2004.

5.0 – MATERIAL E MÉTODOS

5.1 – Descrição da Área de Estudo

A área refere-se às microbacias de Santa Maria/Cambiocó, Barro Branco e Prosperidade, pertencentes à bacia hidrográfica do rio São Domingos (BHRSD), situada entre as coordenadas geográficas 21°15'00" e 21°30'00" Sul e 41°45'50" e 42°04'50" Oeste (Figura 1).

Esta bacia possui aproximadamente 280 km² e localiza-se no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, sendo 90% do seu território compreendido pelo município de São José de Ubá e 10% pelo município de Itaperuna. O rio São Domingos é afluente do rio Muriaé, fazendo parte do Complexo Hidrográfico do rio Paraíba do Sul, um dos mais importantes do Estado do Rio de Janeiro. A Figura 2 apresentada anteriormente mostra a localização da bacia no Estado do Rio de Janeiro, destacando as três microbacias estudadas, Santa Maria/Cambiocó, Barro Branco e Prosperidade. Estas microbacias foram selecionadas porque possuem diferenças em suas características, como por exemplo, o uso e ocupação que é mais intensivo em Santa Maria/Cambiocó e Barro Branco, devido ao maior número populacional e plantio de tomate e menos intensivo em Prosperidade, cujas terras correspondem em sua maioria a um único proprietário, que preservou o maior fragmento florestal da bacia, mas também pratica a pecuária no restante da área. A altitude também é diferenciada, sendo menos elevada em Santa Maria/Cambiocó e Barro Branco e mais elevada em Prosperidade que está localizada próximo às nascentes principais da bacia. A geologia e a pedologia também possuem aspectos diferenciados (Menezes et al., 2005).

O maior contingente populacional desta bacia encontra-se no meio rural, sendo as principais atividades econômicas: pecuária leiteira e de corte, olericultura e fruticultura. A maior parte da população rural é abastecida, para as suas necessidades domésticas, por poços rasos e profundos,

como já mencionado, pois a água superficial além de insuficiente encontra-se poluída (Prado et al., 2005).

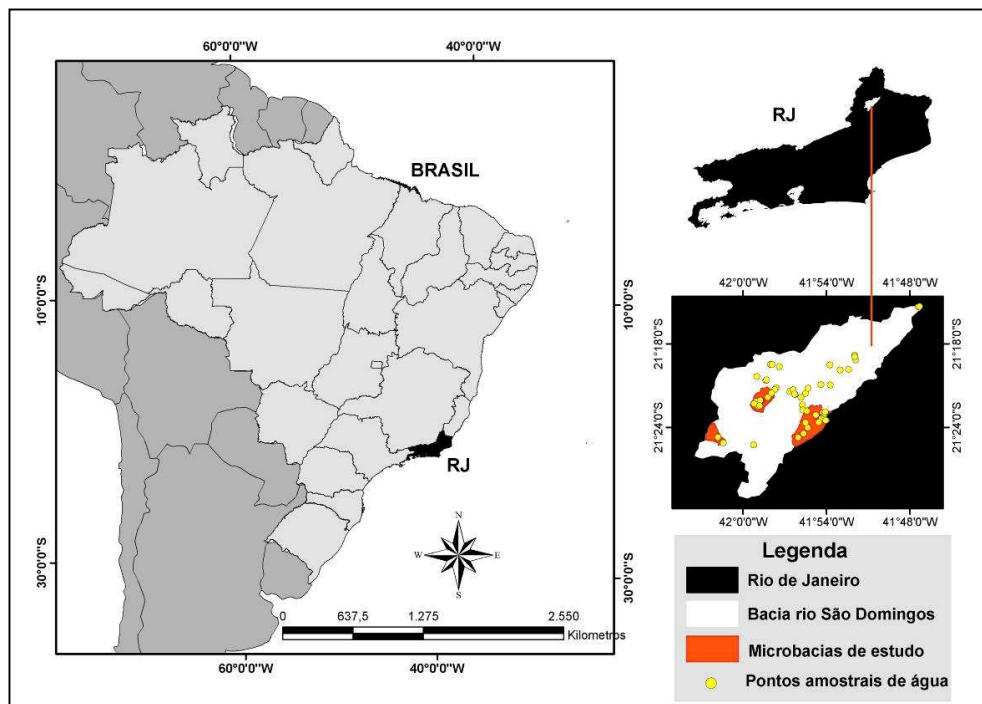


Figura 1 – Localização da área de estudo e dos pontos amostrais de água.

Observou-se ainda nesta região a construção de fossas sépticas muito próximas aos poços de abastecimento de água, o que pode favorecer a contaminação da água por coliformes fecais e nitratos, quando as fossas e poços não são bem revestidos. Quanto às fontes difusas de poluição da água, o manejo inadequado do solo e os consequentes processos erosivos contribuem para o carreamento de sedimentos e poluentes até os cursos d'água, causando além de seu assoreamento, sua poluição.

5.2 - Coleta de amostras de água

Foram realizadas campanhas de campo em Outubro de 2004, bem como Abril, Agosto e Dezembro de 2005 para as coletas das amostras, com o objetivo de monitoramento da água subterrânea (poços rasos - R e poços profundos - P) e superficial (reservatórios - S e nascentes - N), nas microbacias Santa Maria/Cambiocó (pontos 7N, 8R, 11R, 12R, 13R, 4P, 24S, 25N, 27S, 29S, 32S), Barro Branco (pontos 15R, 18R, 19R, 20R, 21R, 23R, 12P, 20N, 21S, 37S) e Prosperidade (pontos 1S e 36S). Foram amostrados ao todo 23 pontos, que foram identificados e georreferenciados, com o auxílio de um *Global Positioning System* (GPS), sendo representativos da realidade ambiental das microbacias. As amostras, quanto às características microbiológicas: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), coliformes totais e coliformes termotolerantes, foram analisadas na Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEEMA) de Campos de Goytacazes, Rio de Janeiro.

Para garantir a caracterização e o monitoramento da qualidade da água, seja referente ao seu uso ou para identificar o nível de degradação para um determinado corpo d'água, foram tomadas medidas adequadas e de fundamental importância nas etapas de coleta como acondicionamento, preservação e transporte das amostras (Prado et al, 2005). As metodologias de análise utilizadas foram as da FEEMA (1979) atualizadas pela APHA (1995).

5.3 – Organização e análise dos dados

Uma vez obtidos os resultados das análises, foi elaborada e organizada uma base de dados contendo as coordenadas geográficas dos pontos amostrados, no programa Excel, com todas as informações do cadastro dos pontos de amostragem d'água e dos resultados referentes aos parâmetros de qualidade de água analisados. Em seguida foram gerados gráficos correlacionando os resultados dos parâmetros microbiológicos com a época da coleta, para verificar a influência da sazonalidade. Uma fase posterior foi comparar os resultados obtidos com os limites estabelecidos pela Portaria 518 de 2004 e Resolução CONAMA 357 de 2005, para a classe 1.

6.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ressalta-se que os resultados apresentados neste trabalho e plotados nos gráficos e tabelas são valores absolutos obtidos pelas análises dos parâmetros analisados.

6.1 – Análise da influência da sazonalidade na qualidade da água

Ao se observar os resultados das Figuras 2A, 2B e 2C pode-se verificar que os coliformes totais atingiram valores máximos próximos de 5.000 NMP, principalmente para águas superficiais. Isto se explica pelo fato da água superficial estar mais exposta à entrada de esgotos e devido à dessedentação de animais, que acabam por depositarem fezes na água contendo coliformes. Com relação à época do ano observa-se que no período de seca os valores são geralmente mais elevados, pois com a ausência das chuvas, ocorre uma maior concentração destes microorganismos na água. Verifica-se ainda que a microbacia de Prosperidade apresentou valores menos elevados de coliformes totais, por estar localizada em área de nascente onde a ocupação urbana é menor, portanto, há menos lançamento de esgotos de origem doméstica.

Para os coliformes termotolerantes, observa-se nas Figuras 3A, 3B e 3C um comportamento similar ao dos coliformes totais, com tendência dos valores aumentarem também no período seco. Contudo, os pontos localizados no exutório de cada microbacia 36S em Prosperidade, 37S em Barro Branco e 24S em Santa Maria/Cambiocó foram os que apresentaram teores mais elevados, não excedendo 1.000 NMP. É interessante ressaltar que mesmo os poços rasos e profundos acusaram presença de coliformes termotolerantes, indicando a contaminação desta água por fossas sépticas

construídas muito próximas ou pela mal impermeabilização dos poços, o que pode comprometer a saúde humana, uma vez que esta água é utilizada para abastecimento doméstico da população rural.

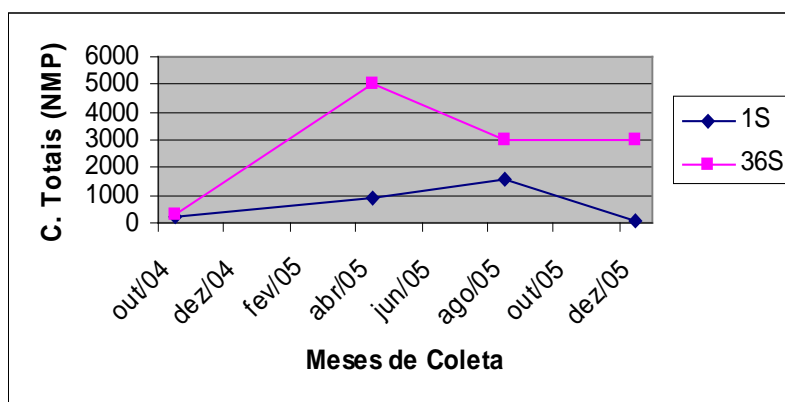
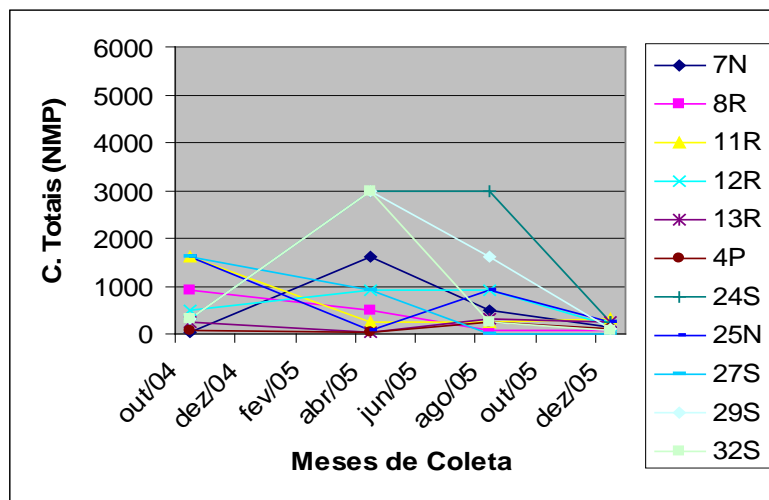
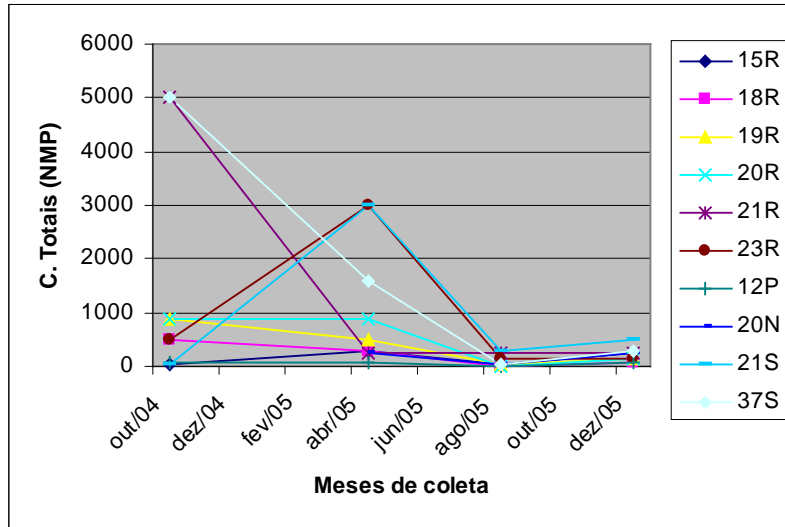


Figura 2A, 2B e 2C, respectivamente: Coliformes totais (NMP) nas microbasias de Barro Branco, Santa Maria/Cambiocó e Prosperidade nos meses amostrados, respectivamente.

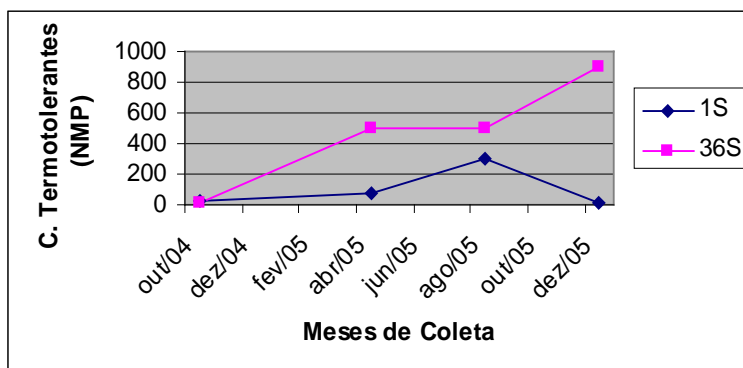
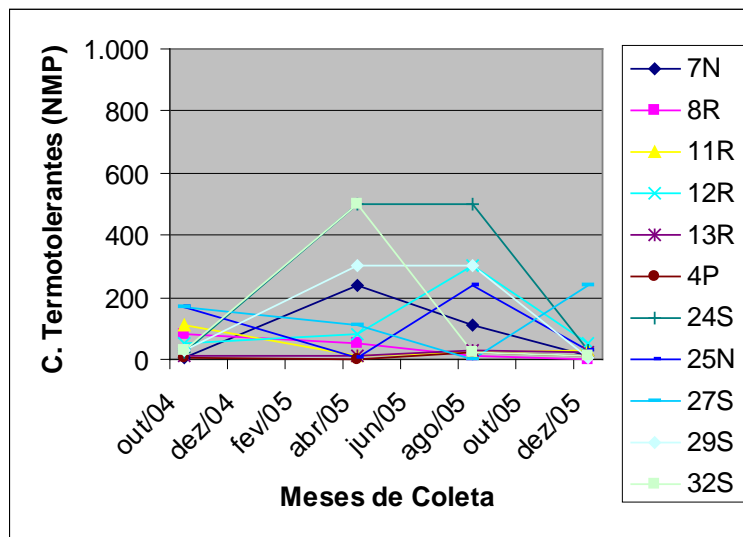
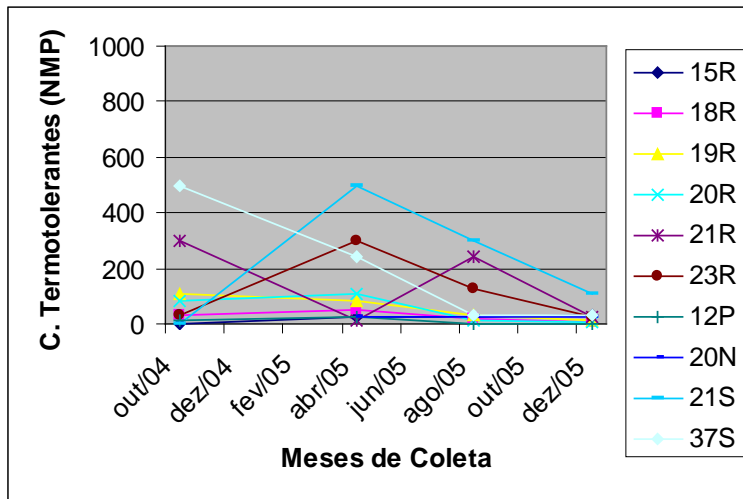


Figura 3A, 3B e 3C, respectivamente: Coliformes termotolerantes (NMP) nas microbacias de Barro Branco, Santa Maria/Cambiocó e Prosperidade nos meses amostrados, respectivamente.

As Figuras 4A, 4B e 4C mostram que os teores de Oxigênio Dissolvido (OD) oscilaram bastante de um ponto para outro, de uma microbacia para outra e de acordo com a sazonalidade. Vale destacar que Prosperidade foi exceção, mantendo o teor de OD praticamente constante ao longo do ano e acima de 5 mg/L, limite estabelecido pelo CONAMA 357 como sendo indicativo de uma boa qualidade da água para as classes 1 e 2. Observou-se uma pequena redução no período

seco, quando a água fica mais parada, pela redução das chuvas. O fato dos pontos de coleta de água superficial apresentarem maiores teores já era de se esperar, uma vez que esta água está em contato maior com o oxigênio do ar e também pelo fato da água superficial ser corrente, passando por cachoeiras e quedas que facilitam a renovação do oxigênio da água. Geralmente teores baixos de O₂ em águas superficiais indicam processos de eutrofização como já mencionado, ao passo que teores reduzidos de O₂ em águas subterrâneas são esperados.

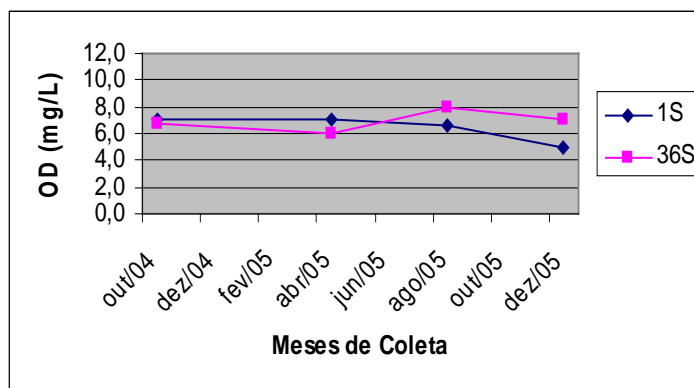
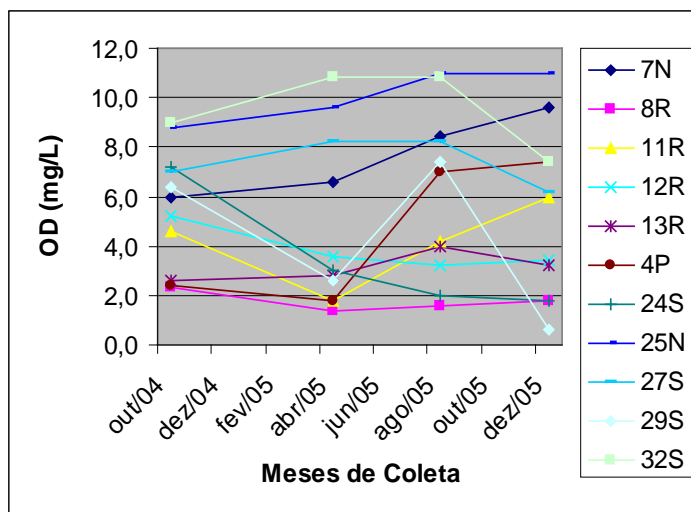
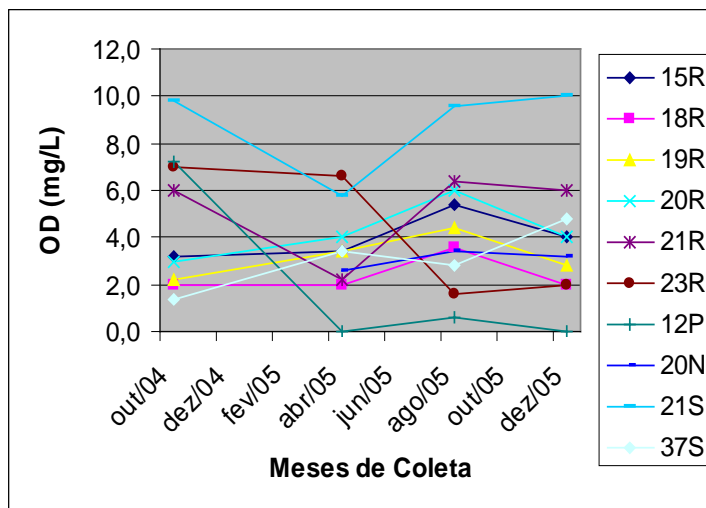


Figura 4A, 4B e 4C, respectivamente: Oxigênio Dissolvido (mg/L) nas microbacias de Barro Branco, Santa Maria/Cambiocó e Prosperidade nos meses amostrados, respectivamente.

Em relação à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), os resultados encontram-se nas Figuras 5A, 5B e 5C. Percebe-se uma tendência ao aumento dos teores no período chuvoso (principalmente no ano de 2005), chegando a atingir quase 20 mg/L à redução no período seco, principalmente para os pontos de amostragem de água superficial. Isto pode ter ocorrido pela entrada de grande quantidade de nutrientes nos corpos d'água trazidos pelo escoamento superficial durante as chuvas, ocasionando um aumento na demanda de OD para a decomposição e estabilização da matéria orgânica.

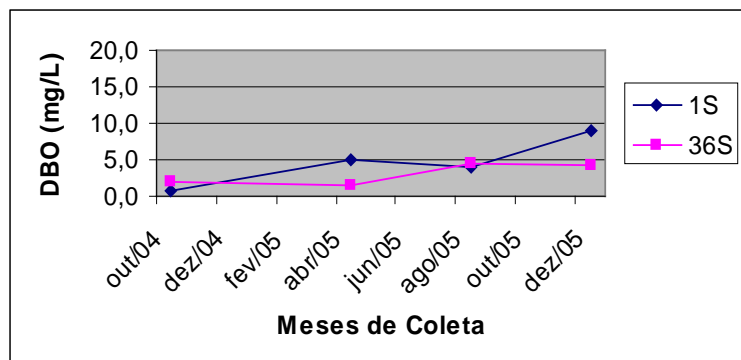
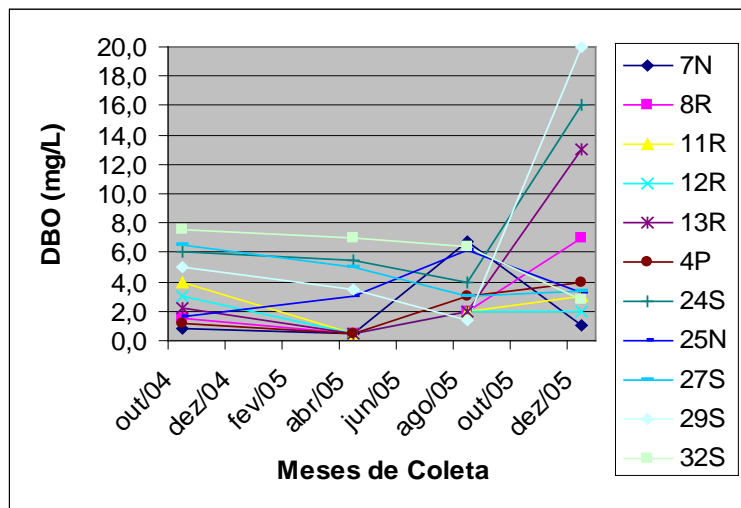
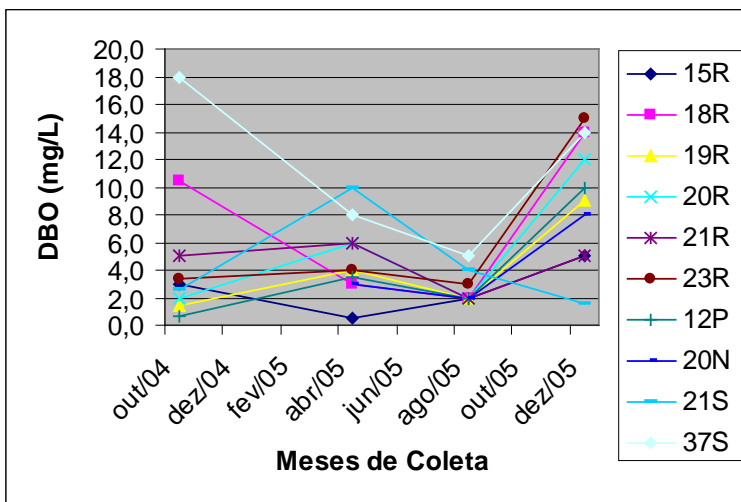


Figura 5A, 5B e 5C, respectivamente: Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L) nas microbacias de Barro Branco, Santa Maria/Cambiocó e Prosperidade nos meses amostrados, respectivamente.

Quanto à Demanda Química de Oxigênio (DQO), que é um indicativo da presença de esgotos, observou-se teores mais elevados nas águas superficiais e cujos pontos estão posicionados no exutório das microbacias (36S, 37S e 24S), onde a concentração de matéria orgânica é maior. No caso da microbacia de Prosperidade os teores não excederam os 20 mg/L, mas no caso da microbacia de Santa Maria/Cambiocó, que possui o maior contingente populacional rural do município e, portanto, produz e lança nos corpos hídricos uma carga maior de esgotos, chegaram a atingir quase 70 mg/L (Figura 6A, 6B e 6C).

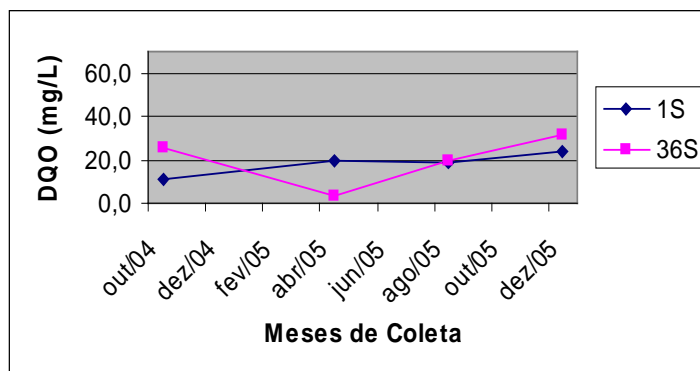
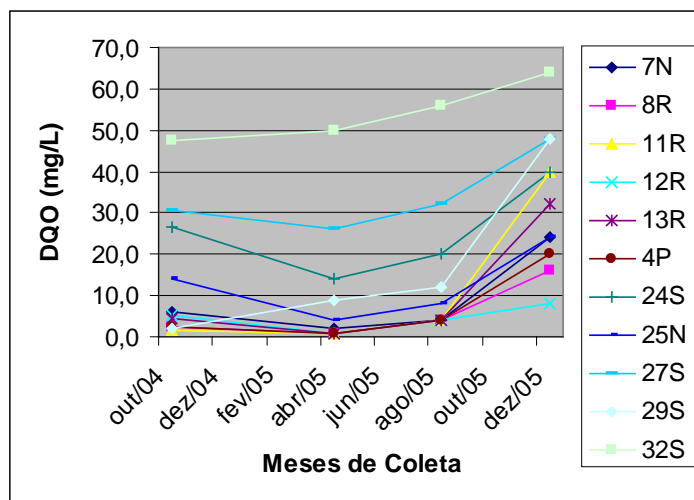
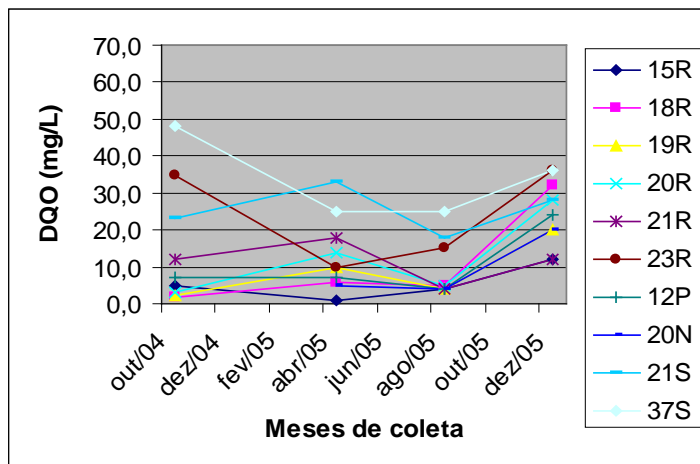


Figura 6A, 6B e 6C, respectivamente: Demanda Química de Oxigênio (mg/L) nas microbacias de Barro Branco, Santa Maria/Cambiocó e Prosperidade nos meses amostrados, respectivamente.

6.2 – Comparação dos resultados com os limites estabelecidos na legislação

Os resultados dos parâmetros de qualidade da água de nascente, poços rasos e profundos foram analisados em relação à potabilidade (Coliformes totais e termotolerantes), tomando-se como referência os padrões estabelecidos pela portaria 518. Os resultados dos parâmetros de qualidade da água superficial foram analisados em relação ao processo de eutrofização (OD e DBO), sendo confrontados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357, classe 1.

Em relação ao NMP de coliformes totais e termotolerantes, quando comparados com os limites estabelecidos pela Portaria 518 (ausência em 100 mL), quase todos os pontos apresentaram coliformes, tanto na microbacia de Barro Branco como em Santa Maria/Cambiocó, variando de 13 a 5000 para os coliformes totais e de 8 a 300 para os coliformes termotolerantes, sendo que os valores mais elevados foram no período seco. Isto significa que a água destinada a dessentação humana precisa passar por um tratamento adequado para que fique realmente potável. A contaminação dos poços por coliformes ocorre provavelmente pela sua impermeabilização ineficiente. Já para nos pontos de água superficial os valores de coliformes termotolerantes apresentaram valores mais elevados no período seco em todas as microbacias, comparados ao limite estabelecidos pela Resolução CONAMA 357, classe 1, que é de 200 NMP/100mL de água. Os valores encontrados podem ser explicados pela presença de esgotos domésticos, mas também pela dessentação de gado que deixa fezes na água.

Quanto ao processo de eutrofização os valores obtidos dos parâmetros OD e DBO para águas superficiais foram comparados aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357, classe 1. No caso do OD o ponto 31S localizado na microbacia de Barro Branco apresentou valores acima do estabelecido pela legislação em todos os meses analisados. Na microbacia de Santa Maria/Cambiocó os pontos 24S e 29S foram os que apresentaram maior inconformidade. Estes são pontos localizados no exutório da microbacia onde o acúmulo de nutrientes é maior, principalmente fósforo e nitrogênio, favorecendo o processo de eutrofização. Na microbacia de Prosperidade não se observou problemas quanto ao OD, por ser uma microbacia pouco habitada onde as fontes de esgoto são reduzidas e a cobertura vegetal mais intensa.

Quanto à DBO, tanto na microbacia de Barro Branco como na microbacia de Santa Maria/Cambiocó a menor DBO ocorreu no período de chuva, quando os nutrientes são transportados até os cursos d'água facilitando o processo de eutrofização.

Na microbacia de Prosperidade a DBO apresentou-se inconforme para ambos os pontos analisados em outubro de 2004.

Tabela 2 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Barro Branco em relação aos limites da legislação – Outubro de 2004.

	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos							Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais	
		OUTUBRO 2004								OUTUBRO 2004	
		15R	18R	19R	20R	21R	23R	12P		21S	31S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	30	500	900	900	5000	500	80	-	23	5000
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	0	30	110	80	300	30	13	200/100mL	0	500
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	9,8	1,4
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	2,6	18
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	48

Tabela 3 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Barro Branco em relação aos limites da legislação – Abril de 2005.

	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos								Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais	
		ABRIL 2005									ABRIL 2005	
		15R	18R	19R	20R	21R	23R	12P	20N		21S	31S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	300	300	500	900	240	3000	80	240	-	3000	1600
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	23	50	80	110	13	300	23	23	200/100mL	500	240
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	5,8	3,4
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	10	8
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	25

Legenda:



-  Dentro dos limites estabelecidos
-  Fora dos limites estabelecidos

Tabela 4 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Barro Branco em relação aos limites da legislação – Agosto de 2005.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos								Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais	
		AGOSTO 2005									AGOSTO 2005	
		15R	18R	19R	20R	21R	23R	12P	20N		21S	31S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	23	17	30	13	240	130	0	23	-	300	30
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	23	17	30	13	240	130	0	23	200/100mL	300	30
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	9,6	2,8
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	4	5
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	25

Tabela 5 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Barro Branco em relação aos limites da legislação – Dezembro de 2005.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos								Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais	
		DEZEMBRO 2005									DEZEMBRO 2005	
		15R	18R	19R	20R	21R	23R	12P	20N		21S	31S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	240	80	130	130	240	130	80	240	-	500	300
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	30	8	13	8	23	23	0	23	200/100mL	110	30
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	10	4,8
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	1,6	14
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	36

Legenda:



Dentro dos limites estabelecido



Fora dos limites estabelecidos

Tabela 6 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Santa Maria/Cambiocó em relação aos limites da legislação – Outubro de 2004.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos							Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais			
		OUTUBRO 2004								OUTUBRO 2004			
		7N	8R	11R	12R	13R	4P	25N		24S	27S	29S	32S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	50	900	1600	500	240	80	1600	-	300	1600	300	30
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	4	80	110	50	13	8	170	200/100mL	23	170	30	30
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	7,2	7	6,4	9
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	6	6,5	5	7,6
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,5	30,5	2,1	47,52

Tabela 7 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Santa Maria/Cambiocó em relação aos limites da legislação – Abril de 2005.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos							Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais			
		ABRIL 2005								ABRIL 2005			
		7N	8R	11R	12R	13R	4P	25N		24S	27S	29S	32S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	1600	500	240	900	30	23	80	-	3000	900	3000	3000
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	240	50	13	80	13	0	8	200/100mL	500	110	300	500
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	3	8,2	2,6	10,8
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	5,5	5	3,5	7
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	26	9	50

Legenda:



Dentro dos limites estabelecidos



Fora dos limites estabelecidos

Tabela 8 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Santa Maria/Cambiocó em relação aos limites da legislação – Agosto de 2005.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos							Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais			
		OUTUBRO 2004								OUTUBRO 2004			
		7N	8R	11R	12R	13R	4P	25N		24S	27S	29S	32S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	500	80	240	900	300	240	900	-	3000	13	1600	240
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	110	13	23	300	30	23	240	200/100mL	500	0	300	23
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	2	8,2	7,4	10,8
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	4	3	1,4	6,4
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	32	12	56

Tabela 9 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Santa Maria/Cambiocó em relação aos limites da legislação – Dezembro de 2005.

Parâmetros	Limites Portaria 518 Potabilidade	Águas Nascentes e Poços Profundos/Rasos							Limites CONAMA 357/classe1	Águas superficiais			
		DEZEMBRO 2005								DEZEMBRO 2005			
		7N	8R	11R	12R	13R	4P	25N		24S	27S	29S	32S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	130	80	300	170	240	110	240	-	240	130	110	80
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Ausência em 100mL	13	0	30	50	23	13	30	200/100mL	30	240	8	13
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<6 mg/L	1,8	6,2	0,6	7,4
DBO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	<3 mg/L	16	3,4	20	2,8
DQO (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	48	48	64

Legenda:



Dentro dos limites estabelecidos





Fora dos limites estabelecidos

Tabela 10 - Resultados dos parâmetros analisados da Microbacia Prosperidade em relação aos limites da legislação – Outubro de 2004, Abril, Agosto e Dezembro de 2005.

Parâmetros	Limites CONAMA 357/classe1	Pontos de Águas Superficiais							
		Outubro de 2004		Abril de 2005		Agosto de 2005		Dezembro de 2005	
		1S	36S	1S	36S	1S	36S	1S	36S
Coliformes Totais (NMP/100mL)	-	240	300	900	5000	1600	3000	80	3000
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	200/100mL	23	13	80	500	300	500	13	900
OD (mg/L)	<6 mg/L	7,0	6,8	7	6	6,6	8	5	7
DBO (mg/L)	<3 mg/L	0,8	2,0	5	1,5	4	4,5	9	4,2
DQO (mg/L)	-	10,8	26	20	3	19	20	24	32

Legenda:

	Dentro dos limites estabelecidos
	Fora dos limites estabelecidos

7.0 – CONCLUSÕES

Em relação à sazonalidade foi possível verificar que os coliformes (tanto totais como termotolerantes) estão presentes em maior NMP no período seco, quando a água encontra-se mais parada. Por outro lado, os parâmetros relacionados ao processo de eutrofização (OD, DBO e DQO) apresentaram teores mais elevados no período chuvoso, quando a entrada de nutrientes nos corpos d'água pelo escoamento é maior. Não somente as águas superficiais apresentaram inconformidades quanto à legislação, mas também as águas subterrâneas, principalmente quando à potabilidade.

Verificou-se que a microbacia de Prosperidade apresentou teores menos elevados nos parâmetros microbiológicos analisados, por estar localizada em área de nascente onde a ocupação urbana é menor, havendo menos lançamento de esgotos de origem doméstica e maior cobertura vegetal. Contudo, foram identificados na BHRSD indicativos de degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Os resultados mostram que é preciso um tratamento adequado da água para abastecimento doméstico, principalmente quanto à potabilidade, para assegurar uma boa saúde da população nas comunidades rurais do município. Medidas para melhorar o sistema de saneamento básico nas comunidades rurais, bem como a melhorar permeabilização dos poços rasos e profundos, além do tratamento prévio dos esgotos domésticos também contribuirão neste sentido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. American Public Health Association, (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19ed. Washington: Ed. Byrd. Repress Springfields, 1.134p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Preservação e técnicas da amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores- procedimento*. NBR 9898. Rio de Janeiro. 1987. 34 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria nº518*. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2004.
- BRASIL. Ministério da Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº357*. Dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, 2005.
- COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (2007). *Companhia das Águas*. Disponível em <http://www.cogerh.com.br/1k>. Acesso em 18 de julho de 2007.
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. (1988). Interciencia/Finep, Rio de Janeiro, 575p.
- FEEMA. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. *Manual do meio ambiente: Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras – SLAP – Manual de Procedimentos, normas, legislação*. Rio de Janeiro: Esplanada, 1979. 305 p.
- MENEZES, J. M.; PRADO, R.B.; SILVA JUNIOR, G. C. DA, FERNANDES, N. F.; LIMA, L. A. DE.; MANSUR, K. L.; MARTINS, A. M.; PIMENTA, T. S.; FREITAS, P. L. DE. *Avaliação Da Qualidade Da Água Superficial E Subterrânea Para Irrigação Na Bacia Hidrográfica Do Rio São Domingos – RJ*. Anais do XIV Congresso de Irrigação e Drenagem. Teresina, 2005. pp.
- NASCIMENTO, L.V., VON SPERLING, M. (1998). *Comparação entre padrões de qualidade das águas e critérios para proteção da vida aquática e da saúde humana e animal*. Anais, XXVI Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, AIDIS, Lima, Nov. 1998, pp. 1-6.
- PRADO, R. B. *Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal de fatores fisiológicos, uso da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos*. 172 p. Tese (Doutorado). Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.
- PRADO, R. B; CAPECHE, C. L; PIMENTA, T. S. *Capacitação para o programa de Educação Ambiental: Monitoramento da qualidade da água utilizando Kits, na Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 34p. (Embrapa Solos. Documentos, 74).
- REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B; TUNDISI, J. G. (2002). *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. 2ª ed. São Paulo, Escrituras Editoras, 703p.
- VON SPERLING, M. (1996). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2.ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, v.1, 243 p.

APLICAÇÃO DE ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NA MICROBACIA DO Córrego Pito Aceso–RJ: vivência experimental em campo para alunos de graduação da PUC-Rio

José Marcus Godoy¹; Rachel Bardy Prado² & Daniela Siveira Soluri³

RESUMO---O presente trabalho propõe apresentar resultados de uma iniciativa conduzida por professores da PUC-Rio e pesquisadores da Embrapa Solos, no sentido de propiciar aos alunos de graduação em Engenharia Ambiental da PUC-Rio, no âmbito da Disciplina Química Analítica Ambiental, uma experiência em campo na microbacia hidrográfica do córrego Pito Aceso (Bom Jardim-RJ) para coleta, análises, acondicionamento e transporte de amostras de água para avaliação do estado de degradação. Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos foram analisados, parcialmente em campo (*in situ* e no laboratório improvisado) e no Laboratório de Química Analítica (PUC-Rio). As metodologias de análise dos parâmetros utilizadas foram as preconizadas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Esta experiência vem ocorrendo anualmente, com turmas de aproximadamente 20 alunos, sendo os anos monitorados 2005-2008. A partir dos resultados dos parâmetros avaliados foi aplicado o Índice de Qualidade da Água (IQA-CETESB) para os 9 pontos monitorados e gerado um relatório anual pelos alunos. Uma análise comparativa multitemporal foi realizada neste estudo permitindo concluir que a qualidade da água na microbacia do Pito Aceso ainda encontra-se boa, mas que algumas fontes de poluição estão presentes podendo comprometer o abastecimento, principalmente doméstico e a saúde humana, ao longo do tempo.

ABSTRACT---The objective of this work is show the results from an experience in Pito Aceso river microbasin (Bom Jardim-RJ) with students from Environmental Engineering Graduate Course (PUC-Rio). These students are driven to the field by teachers from PUC-Rio and researchers from Embrapa Soils to collect, analyse, condition and transport water samples and to know the environmental problems *in situ*. Physical, chemical and microbiological parameters were analysed *in situ* and in Analytical Chemical Laboratory (PUC-Rio). The methodologies used were from *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. This experience has been realized annually (2005-2008) to different students and each group is composed to approximately 20 students. From results obtained was applied Water Quality Index (WQI)-CETESB to 9 monitored points and built a annual written report by students. A comparative analyse was done from 2005 to 2008 water quality data. Thus, the conclusion was that the water quality in Pito Aceso river microbasin is still good, but some pollution sources were identified and would compromise the domestical water supply and population health in long time.

Palavras-chave: IQA, vivência experimental em campo, microbacia do Pito Aceso.

¹ Professor do departamento de Química, PUC-Rio, Edifício Cardeal Leme, 3º andar, Sala 301, 22451-900, Rio de Janeiro – RJ. E-mail: jmgodoy@puc-rio.br

² Pesquisadora da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, 22460-000, Rio de Janeiro-RJ. E-mail rachel@cnps.embrapa.br

³ Gerente de QSMS do laboratório de química analítica ambiental, PUC-Rio, Edifício Cardeal Leme, 3º andar, Sala 301, 22451-900, Rio de Janeiro – RJ. E-mail: dsoluri@puc-rio.br

1.0 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos vêm sendo deteriorados, de forma drástica, tanto em bacias hidrográficas rurais como urbanas, devido ao uso e ocupação inadequados da terra e emissão de poluentes nos corpos d'água. A poluição ocorre gradativamente e, sendo assim, é preciso fazer uso de instrumentos como o monitoramento. Este se presta a identificar o nível da degradação ao longo do tempo, por meio de parâmetros que podem ser de natureza física, química ou biológica. No entanto, muitos são os parâmetros utilizados cujos resultados são de difícil interpretação por pessoas não especialistas no tema. Desta forma, é preciso compilar estes resultados a fim de se obter uma única resposta que possa ser de fácil compreensão pela população afetada, bem como pelos tomadores de decisão da bacia hidrográfica. Uma forma de fazer isto é aplicar Índices de Qualidade da Água (IQA) que vêm sendo desenvolvidos nas últimas décadas mundialmente.

As principais vantagens dos índices de qualidade de águas são a facilidade de comunicação com o público não técnico e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade. Podemos citar ainda, de acordo com Leite e Fonseca (1994), outras relevâncias da aplicação do IQA, como a redução de uma grande quantidade de dados atuando como ferramenta para o estudo de fenômenos ambientais; identificar problemas de qualidade de água que demandem estudos especiais em trechos de rios; servir de instrumento para gestão de recursos hídricos, dentre outros.

No caso do presente estudo, para propiciar aos alunos da disciplina “Química Analítica Ambiental” do curso de Engenharia Ambiental da PUC-Rio uma experiência de coleta e análise de parâmetros de qualidade de água em campo, bem como conhecer a realidade do uso e cobertura das terras e o seu reflexo na qualidade das águas, formou-se uma parceria entre PUC-Rio e Embrapa Solos para a realização da denominada Semana de Vivência em Campo. Os alunos (aproximadamente 20) são levados anualmente para realizarem esta experiência na área experimental de projetos da Embrapa e seus parceiros na microbacia hidrográfica do córrego Pito Aceso, no município de Bom Jardim, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro

A experiência da Semana de Vivência em Campo se iniciou em 2005 e vem se repetindo, anualmente, com diferentes turmas da disciplina de Química Analítica Ambiental do curso de Engenharia Ambiental da PUC-Rio. São coletadas amostras de água em 9 pontos ao longo do córrego principal da bacia do Pito Aceso e vários parâmetros químicos, físicos e biológicos são avaliados. Trata-se de experiência interessante uma vez que possibilita ao mesmo tempo maior aproximação dos alunos dos problemas ambientais e de como monitorar a sua qualidade, conhecendo um pouco mais a realidade do meio rural, bem como permite a avaliação anual destas

águas por meio da aplicação de um IQA (CETESB), podendo esta informação ser retornada à população e servir de subsídios ao gerenciamento desta microbacia.

2.0 ESTADO DA ARTE DA UTILIZAÇÃO DE IQA NO BRASIL

Índices de qualidade da água foram propostos visando resumir as variáveis analisadas em um número, que possibilite analisar a evolução da qualidade da água no tempo e no espaço e que serve para facilitar a interpretação de extensas listas de variáveis ou indicadores (Gastaldini e Souza,1994).

Em geral, um índice de qualidade de água é um número adimensional que exprime a qualidade da água para os diversos fins. Esse número é obtido a partir da agregação de dados físicos, químicos e bacteriológicos por meio de metodologias específicas. Segundo Derísio (1992), de acordo com os diversos usos da água, surgiram índices específicos que os complementam, tais como: índice de qualidade de água em geral, índices para uso específico, índices para planejamento ambiental, entre outros.

No Brasil, o interesse por tais índices cresceu a partir de 1972, quando o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) manifestou em seu relatório anual a necessidade da utilização de índices para monitorar o meio ambiente. Horton, pesquisador alemão, foi quem fez a primeira apresentação formal de um IQA em 1965, referindo-se aos índices como ferramentas para a avaliação dos programas de redução da poluição e para informação pública (Derísio, 1992).

O IQA proposto por Horton selecionou oito parâmetros de qualidade, cada um com um peso relativo correspondente. Os parâmetros eram: OD, pH, coliformes fecais, alcalinidade, cloreto, condutividade, tratamento de esgoto, Carbono Cloriforme Extraído (CCE), sendo que os pesos variavam de 1 a 4. Ainda segundo este mesmo autor, em 1970, Brown, McClelland, Deininger e Tozer apresentaram um índice de qualidade da água bastante similar em sua estrutura ao índice de Horton e o estudo foi financiado pela National Sanitation Foundation.

Este índice, IQA-NSF, baseou-se em pesquisa de opinião feita a 142 especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem analisados, os pesos relativos dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores. Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade da água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Para estes foram estabelecidas curvas de variação de qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada variável. Os parâmetros selecionados na ocasião foram: temperatura, OD, DBO, pH, turbidez, sólidos totais, coliformes fecais, fosfato total e nitrato. O IQA varia de 0 a 100, sendo que quanto maior o valor do IQA, melhor é a qualidade da água.

Este índice obteve grande aceitação, passando a ser o mais utilizado em diversas regiões do mundo, inclusive no Brasil. A Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) juntamente com o

Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), que realizam o monitoramento da qualidade das águas superficiais dos Estados, utilizam o IQA-NSF.

Já no Estado de São Paulo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), utilizou de 1975 a 2001, o IQA-NSF, mas adotando a seguinte modificação: ao invés de nitrato, foi monitorado o parâmetro nitrogênio total. Segundo técnicos, essa substituição foi feita com o intuito de adaptar o índice às realidades do Estado, que possuíam seus rios comprometidos por esgotos domésticos, que são ricos em outras formas de nitrogênio, tais como o nitrogênio orgânico e amoniacal.

A partir de 2002, tendo em vista a limitação do IQA frente à ocorrência de elementos tóxicos, a CETESB passou a utilizar índices específicos para os principais usos do recurso hídrico: águas destinadas para fins de abastecimento público (IAP), águas destinadas para proteção da vida aquática (IVA) e águas destinadas para o banho (Classificação da praia).

O IQA-CETESB tem sido o índice mais utilizado em sistemas de monitoramento da qualidade da água por instituições estaduais e inclusive federais, como é o caso do monitoramento da Bacia do rio da Prata, em território brasileiro. Além destes, diversos trabalhos foram encontrados na literatura análises comparativas relativas a aplicações de diferentes índices de qualidade da água, sendo reconhecido este IQA como o mais representativo da realidade. Entre outros, pode-se citar Deus et al. (1999) que compararam o IQA da NSF, Horton e Prati nas bacias hidrográficas dos rios Taquari, Antas e Caí no Rio Grande do Sul. Ferreira e Ide (2001) aplicaram o IQA-NSF, o Smith e o Horton no rio Miranda (MS) e observaram que o IQA-NSF e o Smith foram os que representaram melhor a qualidade da água.

3.0 O IQA DESENVOLVIDO PELA NATIONAL SANITATION FOUNDATION

O IQA originário da NSF, adotado e modificado pela CETESB, é calculado pelo produto ponderado das notas atribuídas aos seguintes parâmetros de qualidade de água: temperatura, pH, OD, DBO, coliformes fecais, nitrogênio total, fosfato total, sólidos totais e turbidez, conforme equação 1:

$$IQA = \pi \cdot q_i \cdot w_i \quad (1)$$

Onde:

IQA = índice de qualidade da água (varia de 0 a 100);

π = número “pi” (3,14...);

q_i = nota atribuída ao i -ésimo parâmetro (entre 0 e 100) obtido da respectiva “curva de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, atribuído por sua importância para a conformação global da qualidade um número entre 0 e 1.

Os dados obtidos a partir do monitoramento são utilizados para o cálculo do IQA a partir de uma planilha no aplicativo Excel (Microsoft Office). As curvas de qualidade dos parâmetros da metodologia do NSF foram transformadas em equações. A classificação da qualidade da água segundo o IQA – NSF adaptado pela CETESB, é feita utilizando os critérios demonstrados nas Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação do IQA segundo CETESB

Classificação CETESB	Valor IQA	Cor de referência
Ótimo	80-100	Ciano
Bom	52-79	Verde
Aceitável	37-51	Amarelo
Ruim	20-36	Vermelho
Péssimo	0-19	Preto

4.0 ÁREA DE ESTUDO

A microbacia hidrográfica do córrego Pito Aceso encontra-se essencialmente em área rural, situada no 4º Distrito de Barra Alegre, pertencente ao Município de Bom Jardim, na região Serrana Fluminense (Figura 1). Este córrego é afluente indireto do rio Paraíba do Sul e esta microbacia possui aproximadamente 500 hectares, com altitudes variando de 650m a 1.700m, sendo o relevo bastante movimentado, do tipo montanhoso. O clima é do tipo Mesotérmico, com temperaturas bem distribuídas ao longo do ano. A precipitação média anual, segundo informações da estação meteorológica de Nova Friburgo, é de 1.400 mm, concentrados no período chuvoso. Os principais tipos de solos encontrados são: Cambissolos Háplicos, Argissolos Amarelos e Acinzentados e Latossolo Vermelho. Quanto à cobertura vegetal, trata-se de uma microbacia com presença de significativos fragmentos florestais em estágios sucessionais diversos (muitos remanescentes de Mata Atlântica) recobrando aproximadamente 60% da microbacia (Prado et al., 2009-no prelo). Os usos da terra predominantes, em ordem crescente de percentual de área, são: pastagem, culturas anuais (inhame, aipim, feijão, batata-doce e milho), cultura perene (café e banana). Nesta região, desde a sua colonização por suíços, um sistema de agricultura migratória vem sendo praticado, que consiste em dividir a terra em glebas com diferentes tipos de cultivo (perenes e anuais), alternando com parcelas em descanso onde a vegetação natural regenera. O sistema é praticado para que haja incorporação de matéria orgânica, voltando a parcela a ser utilizada novamente por cultivos, reduzindo também processos erosivos. Contudo, devido ao maior rigor da legislação ambiental nos

últimos anos, este sistema encontra-se em decadência. Apesar de não haver muitos processos erosivos, devido ao manejo adequado das terras, o uso de herbicidas é bastante constante, o que pode comprometer a qualidade da água dos córregos e mesmo a subterrânea.

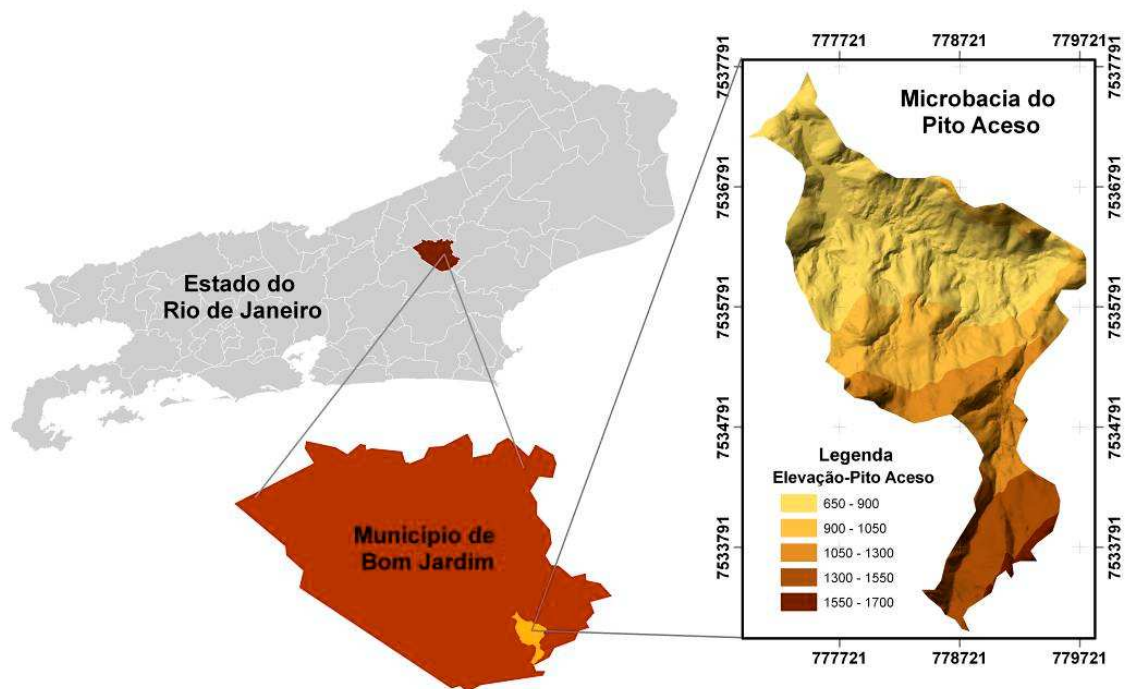


Figura 1 – Localização da área de estudo.

5.0 MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Procedimentos que antecedem a Semana de Vivência em Campo

Inicialmente o professor na disciplina Química Analítica Ambiental, passa aos alunos a teoria referente aos parâmetros químicos, físicos e biológicos da água e os alunos fazem aulas experimentais no laboratório de química analítica da PUC-Rio, ao longo do ano. Na sequência, os alunos são divididos em grupos, sendo que cada grupo fica responsável por levantar informações, procedimentos e organizar o material a respeito de um conjunto de parâmetros de qualidade de água a ser analisado na Semana de Vivência em Campo. Desta forma, todos os equipamentos e materiais a serem levados para o campo são preparados e embalados para um transporte seguro. Simultaneamente, na Embrapa Solos, são preparados e plotados os mapas contendo a base cartográfica, uso da terra e pontos amostrais da bacia do córrego Pito Aceso, bem como os folderes com a programação, listas de presença e material sobre a área de estudo a serem distribuídos aos alunos na Semana de Vivência em Campo.

5.2 Montagem do laboratório em campo e análises laboratoriais

Na Pousada Morgenlicht, em Barra Alegre, onde alunos e professores ficam hospedados, próximo à microbacia do córrego Pito Aceso, é disponibilizado espaço para montagem, no primeiro

dia, de um laboratório com bancadas de madeira improvisado para análise de alcalinidade, condutividade, pH, cor, turbidez, sólidos totais suspensos (STS), oxigênio dissolvido (OD), coliformes totais e termotolerantes. Regras de segurança para os alunos, assim como para assegurar o bom resultado das análises são explicadas neste dia para todos. Este laboratório pode ser visualizado na Figura 2.

Para realização destas análises uma lista de material é providenciada e levada para o campo, sendo os principais: erlenmeyers de 250mL, bureta de 25 mL, suporte de bureta, pipetas de 100mL, becher de 50mL e 250mL, solução indicadora de fenolftaleína, solução indicadora de alaranjado de metila, ácido sulfúrico 0,01 mol.L⁻¹, pHmetro, recipientes para coleta de amostras de água, seringas descartáveis, unidades filtrantes Glass Fiber 0, 45um, tubos Falcon de 50mL, ácido nítrico concentrado, sistema de filtração (copo, funil, garra e kitassato), cadinhos de porcelana, bomba a vácuo, proveta de 500mL e caixas térmicas. Para as análises de nitrogênio e fósforo totais foram adquiridos kits e um espectrofotômetro portátil (Nova 60) da Merck. Especificamente para análise dos coliformes utilizou-se tubos com TSB, placas com agar fluorocult (meio sólido), ponteiros de plástico, tubos coletores, banho-maria, estufa, vortex, bico de Bunsen, água destilada estéril, álcool e alças de vidro.

As metodologias utilizadas para análise dos parâmetros de qualidade da água seguem o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). São fixadas amostras de água para análise dos metais no ICP-MS, e congeladas amostras de água para análise dos ânions no cromatógrafo de íons, no laboratório de química analítica da PUC-Rio, pois não se têm condições de realizar estas análises no laboratório improvisado uma vez que requerem equipamentos mais sofisticados.



Figura 2 - Laboratório improvisado para análise de parâmetros de qualidade de água por alunos na Semana de Vivência de Campo, Bom Jardim, RJ.

5.3 Amostragem e análises *in situ*

As amostragens são realizadas ao longo do córrego Pito Aceso. O ponto 1 é o referencial em termos de qualidade boa da água, uma vez que acima deste não há uso da terra muito impactante, apenas mata secundária por tratar-se de região de relevo bastante acidentado. Os 9 pontos de amostragem e o mapa de uso e cobertura do solo da microbacia encontram-se na Figura 4.

Conforme se distancia do ponto 1 em direção ao exutório da microbacia, percebe-se que o uso agrícola das terras se intensifica o que exercerá influência nos resultados obtidos da análise da qualidade da água. As fontes de poluição são mostradas e discutidas com os alunos, dentre outras informações relevantes. Todos os pontos são georreferenciados por um GPS de navegação. Para alguns parâmetros é possível se realizar a análise *in situ* como é o caso do pH, temperatura da água e do ar, condutividade, turbidez e OD por meio de um analisador de qualidade da água portátil. Os próprios alunos, instruídos pelos professores, é que fazem a coleta da água nos diversos pontos e a análise *in situ* (Figura 3).



Figura 3 – Amostragem em campo pelos alunos.

Quando possível também se concilia a Semana de Vivência em Campo com a amostragem de solos realizada por pesquisadores da Embrapa Solos na mesma área. Os demais experimentos da Embrapa Solos realizados na área também são mostrados e explicados aos alunos, a fim de que os mesmos possam vivenciar outros tipos de amostragem e estudos ambientais.

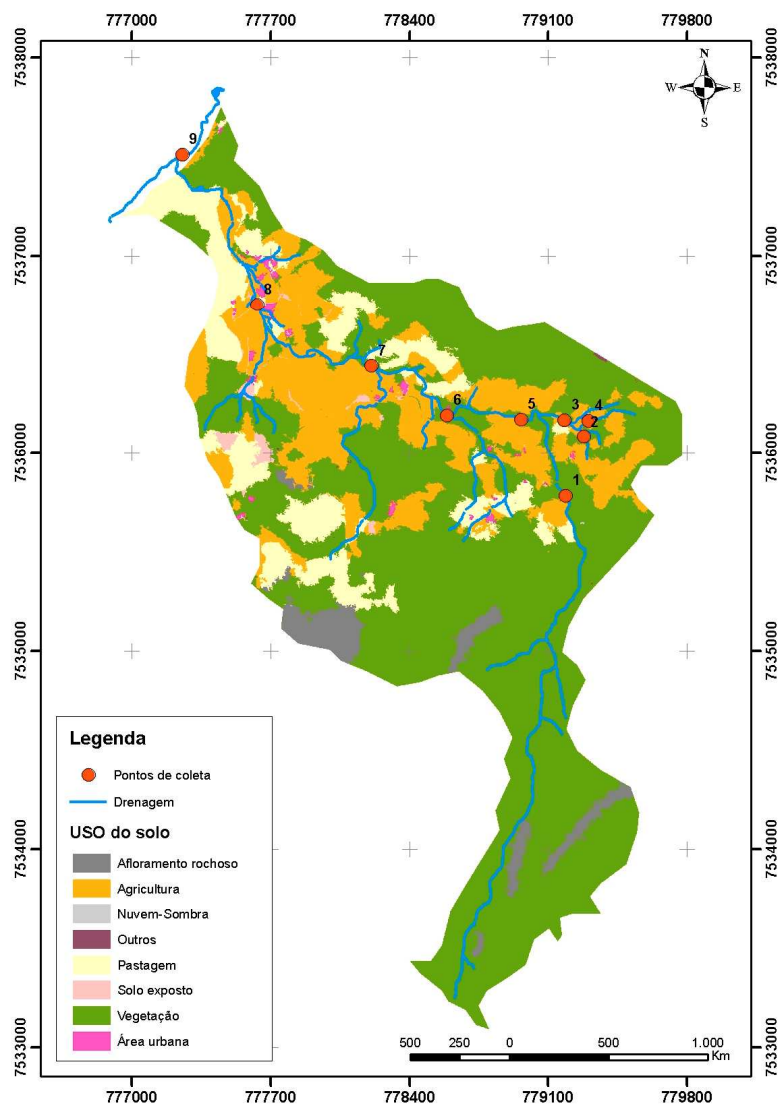


Figura 4 – Mapa de uso e cobertura do solo e pontos amostrais de água na microbacia do córrego Pito Aceso.

Fonte: Prado et al., 2009 (no prelo).

5.4 Análise dos resultados e aplicação do IQA

Os resultados são analisados e discutidos inicialmente na própria Semana de Vivência em Campo, em reuniões realizadas à noite com os alunos, orientados pelos professores e/ou instrutores, comparando-se ainda os resultados aos obtidos nos anos anteriores. Após obtenção dos demais resultados em laboratório no Rio, cada grupo de alunos organiza, discute e discorre sobre o seu conjunto de dados. Posteriormente, aplicam o IQA-CETESB e elaboram um único relatório da turma para aquele ano. Para o cálculo do IQA é obtido o percentual de saturação do oxigênio dissolvido considerando a altitude em cada ponto de coleta. Quando por algum motivo não se consegue obter resultado de algum parâmetro utilizado no IQA-CETESB, faz-se uma nova distribuição de pesos para os demais parâmetros que se tem.

6.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados e discutidos por grupos de parâmetros sendo eles físicos, químicos e microbiológicos. Finalmente, serão apresentados os resultados da aplicação do IQA para os 9 pontos monitorados (2005 a 2008), na microbacia do córrego Pito Aceso.

6.1 Parâmetros Físicos

Quanto aos parâmetros físicos os resultados de Turbidez (FAU) e Sólidos Totais Suspensos (mg/L) encontram-se respectivamente nas Figuras 5 e 6. Os resultados da análise da Cor têm mantido comportamento similar aos da turbidez, conforme Figura 7, indicando que no monitoramento desta microbacia não há necessidade de considerá-lo. Os STS também tendem a seguir o comportamento da turbidez, mas com exceções como foi o caso do ponto 1 em 2007 e do ponto 9 em 2008.

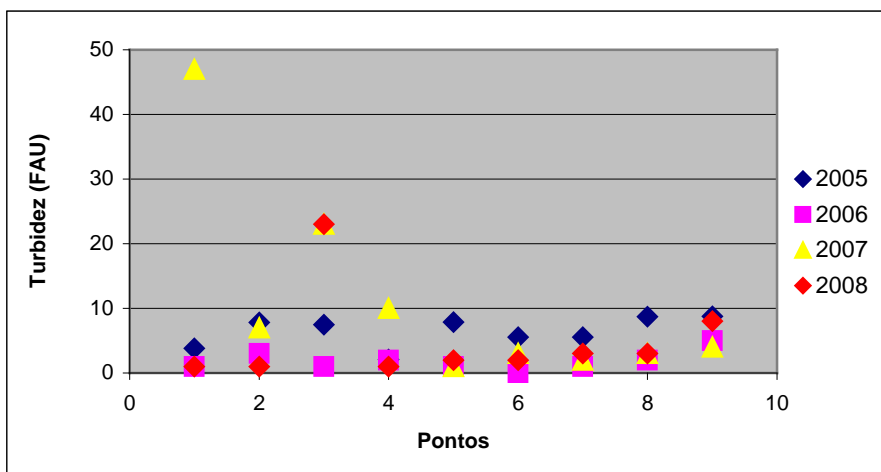


Figura 5 – Resultados da Turbidez nos pontos monitorados (2005-2008).

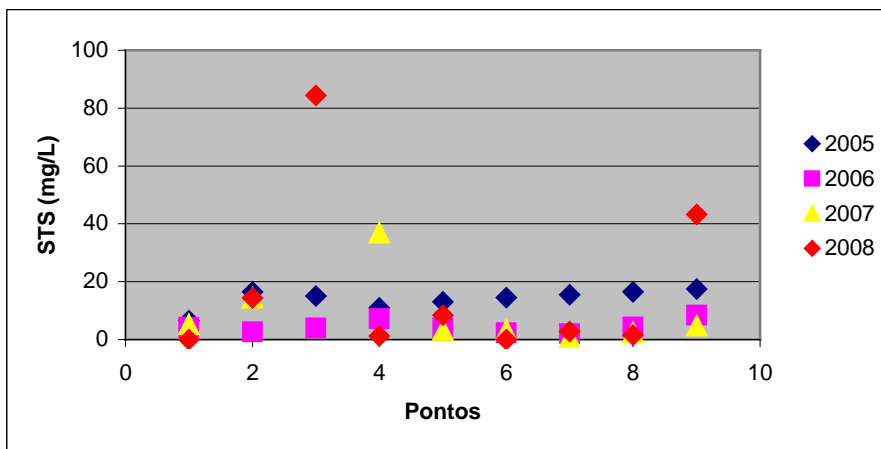


Figura 6 – Resultados de STS nos pontos monitorados (2005-2008).

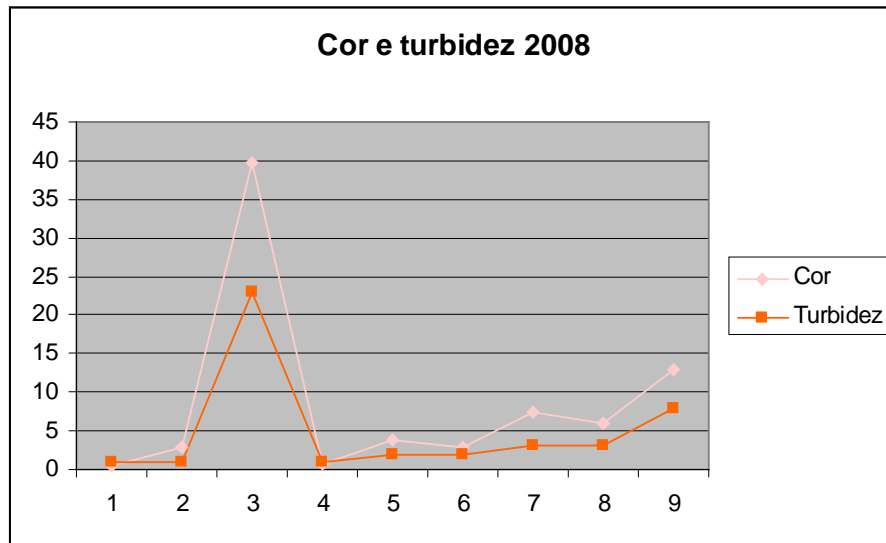


Figura 7 – Resultados de Cor (Hz) e Turbidez (FAU) nos pontos monitorados (2008).

Ao analisar as Figuras 5 e 6 observa-se que em 2005 os teores foram mais elevados em quase todos os pontos, talvez pelo fato da amostragem ter sido em setembro, início das chuvas, quando espera-se que a quantidade de sedimentos levados para os corpos d'água seja maior.

6.2 Parâmetros Químicos

Em relação aos parâmetros químicos obteve-se que o pH da microbacia oscilou pouco ao longo dos pontos e das diferentes coletas, apresentando-se como neutro, sendo o mínimo obtido de 6,40 e o máximo de 7,96. A temperatura em 2008 oscilou de 15,4°C para 24,7°C, mantendo uma média de 18,97°C na estação primavera quando a Semana de Vivência geralmente ocorre. Os teores de condutividade elétrica (μS) (Figura 8), obtidos por um medidor de qualidade da água *in situ* nos anos 2005, 2006, 2007 e 2008, têm aumentado ao longo do tempo e também do ponto 1 (nascente) para o ponto 9 (exutório da microbacia). Este fato mostra o aumento da entrada de nutrientes ao longo do córrego, seja pela maior intensificação de práticas agrícolas (fertilizantes e pesticidas) e/ou ocupação urbana (esgotos). Este parâmetro reflete o somatório de todos os cátions e ânions encontrados na água.

O balanço iônico observado variou entre 5 e 12% mostrando o bom desempenho analítico dos alunos. A Figura 9 mostra as fácies das amostras coletadas no último ano, que variaram entre bicarbonatada alcalina (60%) e alcalino-terrosa (40%). A relação entre o íon bicarbonato e os cátions principais pode também ser verificada nas Figuras 10a e 10b.

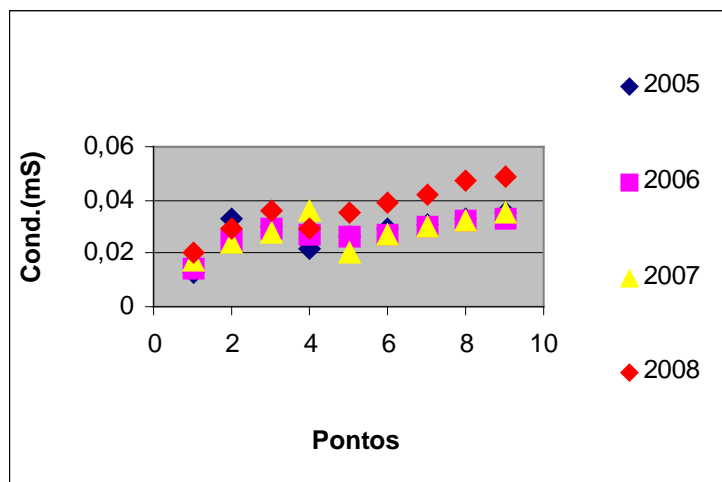


Figura 8 – Resultados da condutividade nos pontos monitorados (2005-2008).

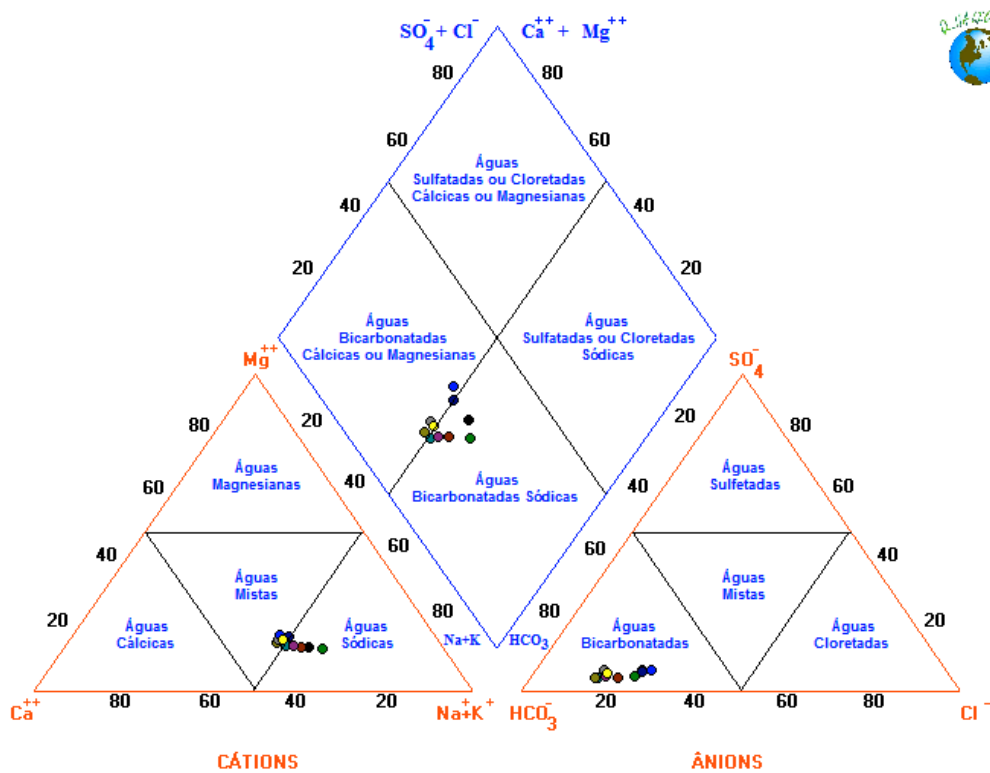


Figura 9 - Diagrama de Piper envolvendo as amostras coletadas no ano de 2008.

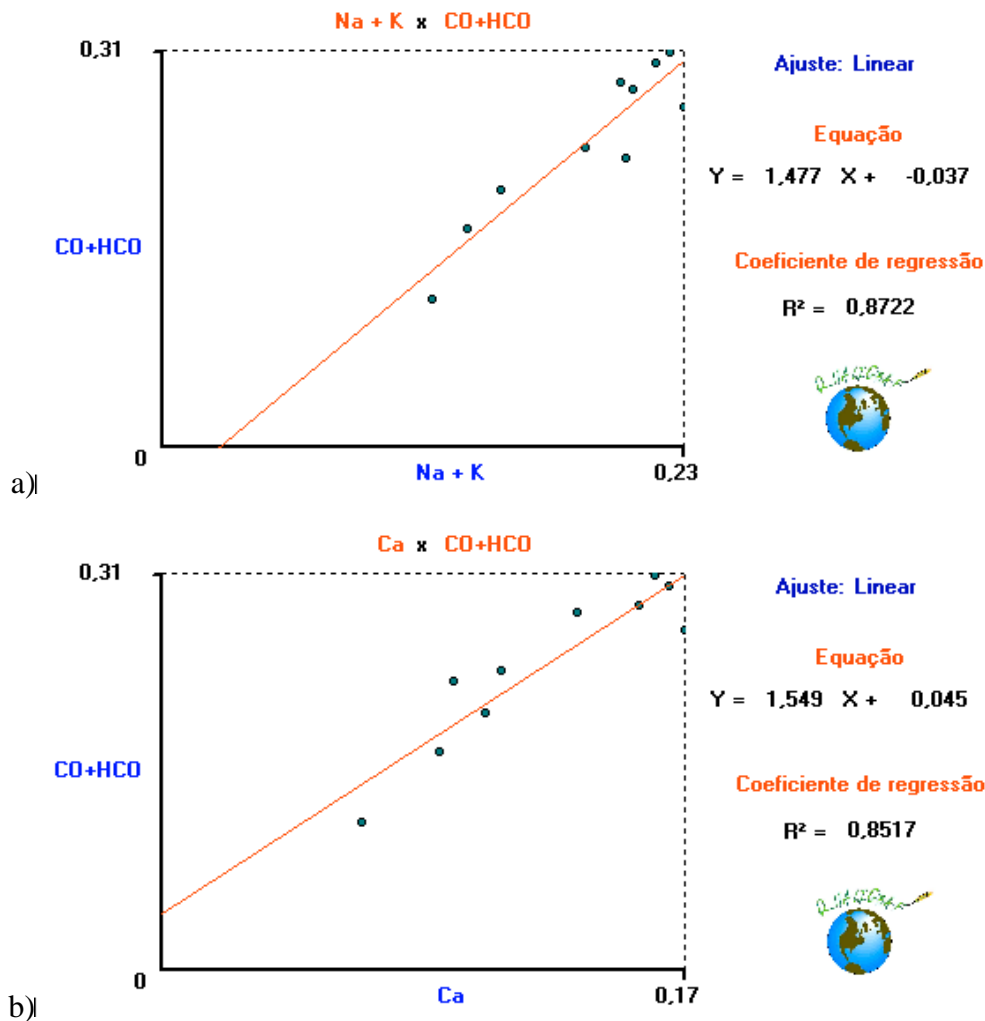


Figura 10 - Relação entre o íon bicarbonato e os cátions majoritários (a) Na+K e (b) Ca.

Quanto aos parâmetros químicos que se relacionam ao processo de eutrofização de corpos hídricos, a Figura 11 apresenta os resultados do nitrato, monitorado nos anos 2005 a 2008, pois a avaliação do N total e P total somente se iniciou em 2007. Observa-se que os teores de nitrato tendem a aumentar conforme se distancia do ponto 1 (nascente do Pito Aceso), devido ao lançamento de esgoto *in natura* doméstico e resíduos da criação de suínos (em pequena escala) nas partes mais baixas da microbacia. O nitrato também se origina da aplicação de fertilizantes nas culturas, que na região são predominantemente olerícolas, e estas se concentram também nas várzeas, próximas aos corpos hídricos, podendo ser fonte de contaminação e corroborar para os resultados de nitrato obtidos. O ponto 2 que apresentou elevados teores, principalmente em 2005 e 2006, pode exemplificar esta influência, por estar abaixo de área bastante cultivada, apesar de encontrar-se próximo ao ponto 1.

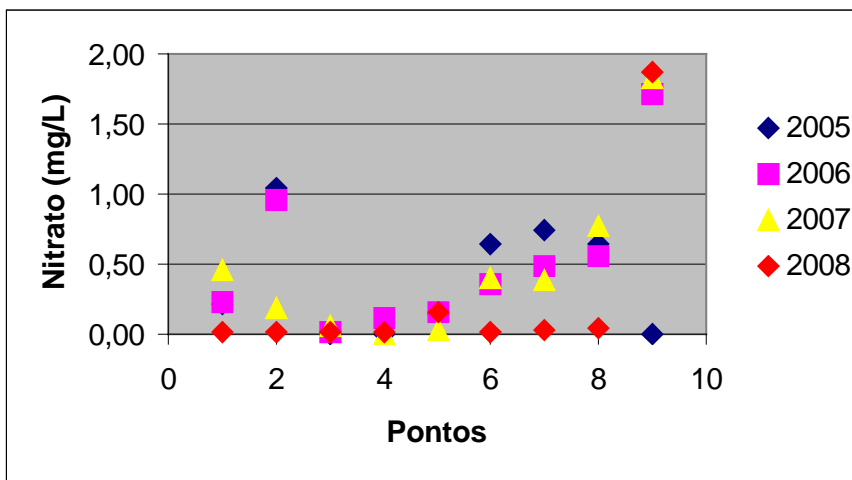


Figura 11 – Resultados do nitrato nos pontos monitorados (2005-2008).

6.3 Parâmetros Microbiológicos

Quanto ao oxigênio foi calculado o percentual de saturação para a utilização no IQA e os resultados encontram-se na Figura 12, a seguir. Observa-se que os valores não oscilam muito de um ano para o outro, mas o ponto 3 apresenta valores reduzidos, o que se comprova ano a ano. Este fato pode ser explicado por estar o ponto 3 localizado abaixo de área plana, onde a drenagem não é bem definida, havendo escoamento subsuperficial, o que reduz a velocidade da água causando a redução dos teores de OD. Por outro lado, nos pontos mais a jusante, a velocidade da água no córrego Pito Aceso aumenta por este receber contribuição dos seus afluentes tornando-se mais encaixoeirado, o que reflete na tendência dos valores de OD se manterem quase que constantes.

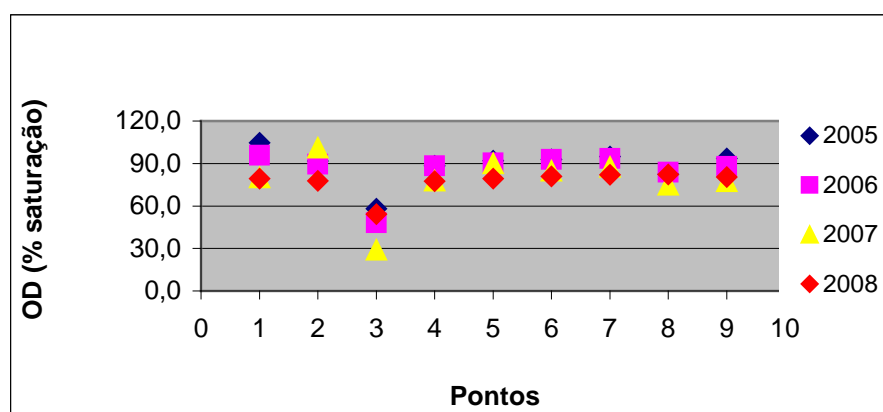


Figura 12 – Resultados do percentual de saturação de OD nos pontos monitorados (2005-2008).

Os resultados das análises de coliformes totais e fecais nos pontos de amostragem, para 2005, 2006 e 2007 encontram-se respectivamente nas Figuras 13 e 14. Para 2008 não foi possível analisar os coliformes na Semana de Vivência em Campo e em 2007 os pontos 5, 6, 7, 8 e 9 apresentaram problemas nos resultados. Mesmo assim, ambas as figuras mostram que os teores tendem a aumentar ao longo do córrego Pito Aceso e que o número de coliformes totais está bastante correlacionado ao de coliformes fecais nesta microbacia. Outro fato relevante é que, supondo uma classificação deste corpo d'água como classe 2, os pontos 6 e 9 apresentaram valores acima do limite estabelecido pelo CONAMA 357/2005, classe 2 (1000NMP/100mL) para os coliformes termotolerantes, o que pode vir a comprometer a saúde humana, caso esta água seja utilizada para abastecimento doméstico, sem tratamento prévio.

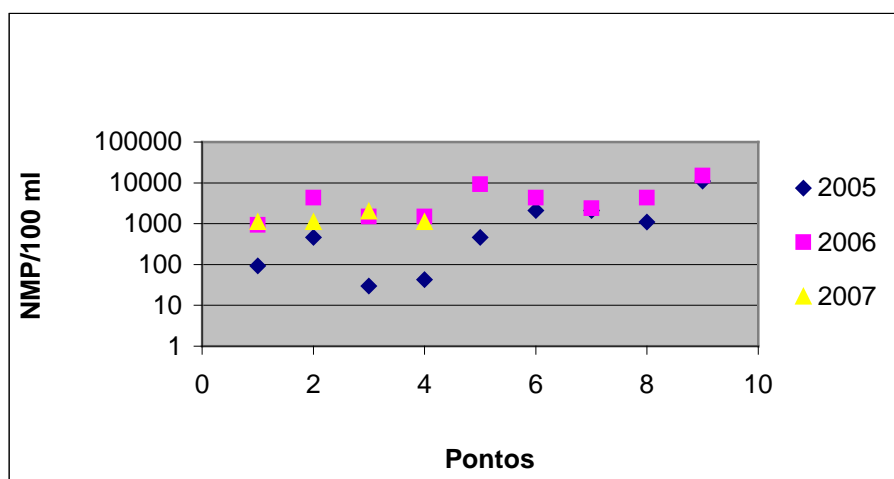


Figura 13 – Resultados dos coliformes totais nos pontos monitorados (2005-2007).

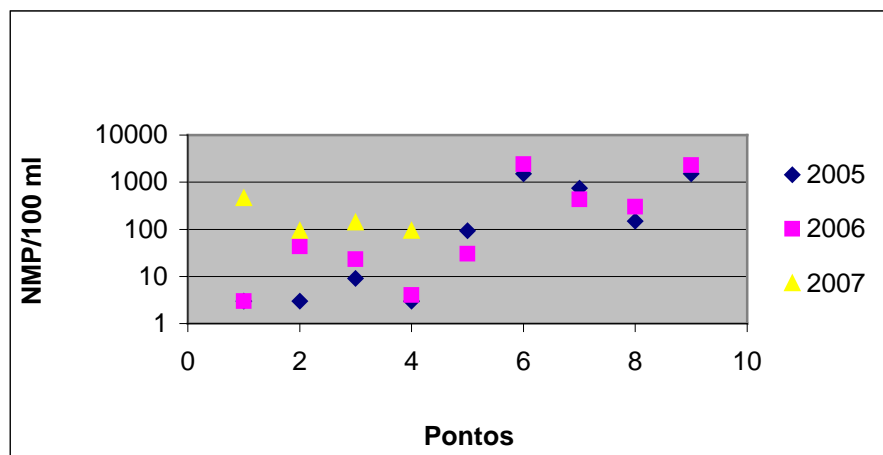


Figura 14 – Resultados dos coliformes fecais nos pontos monitorados (2005-2007).

6.4 Índice de Qualidade de Água (IQA)

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos com a aplicação do IQA CETESB para os 4 anos monitorados, lembrando que alguns parâmetros não foram analisados em alguns anos devido a problemas de logística, sendo os pesos redistribuídos para os parâmetros para os quais se tinha informação.

Tabela 1 – Resultados da aplicação do IQA segundo CETESB.

Ponto	IQA	Classificação CETESB	
2005			
1	86,00	Ótima	
2	84,00	Ótima	
3	73,70	Boa	
4	85,00	Ótima	
5	69,60	Boa	
6	57,90	Boa	
7	61,80	Boa	
8	65,70	Boa	
9	57,70	Boa	
2006			
1	92,02	Ótima	
2	81,66	Ótima	
3	69,53	Boa	
4	90,74	Ótima	
5	84,17	Ótima	
6	67,17	Boa	
7	74,48	Boa	
8	74,50	Boa	
9	65,82	Boa	
2007			
1	86,00	Ótima	
2	84,00	Ótima	
3	73,70	Boa	
4	85,00	Ótima	
5	69,60	Boa	
6	57,90	Boa	
7	61,80	Boa	
8	65,70	Boa	
9	57,70	Boa	
2008			
1	86,60	Ótima	
2	86,20	Ótima	
3	70,10	Boa	
4	86,40	Ótima	
5	86,50	Ótima	
6	80,50	Ótima	
7	87,90	Ótima	
8	87,30	Ótima	
9	84,40	Ótima	

Observa-se que os pontos apresentaram qualidade ótima ou boa, havendo uma tendência de redução da qualidade conforme se afasta do ponto 1, que é o ponto de referência por estar mais próximo às nascentes. Não foi possível verificar uma alteração na qualidade ao longo dos anos em relação ao IQA aplicado, devido ao fato dele não ter sido aplicado considerando-se todos os parâmetros preconizados.

7.0 CONCLUSÕES

A experiência em propiciar aos alunos de Engenharia Ambiental da PUC uma vivência experimental em campo, no âmbito da disciplina Química Analítica Ambiental, tem sido muito interessante uma vez que permite com que os alunos conheçam os problemas ambientais no meio rural, principalmente os relacionados à qualidade da água, aprendem os procedimentos de coleta, acondicionamento e armazenamento das amostras assim como os cuidados necessários para as análises assegurando a acurácia dos resultados.

Por outro lado, este tipo de iniciativa pode vir a subsidiar o planejamento e manejo de microbacias hidrográficas, a partir do fornecimento dos resultados sem custos, obtidos do monitoramento da qualidade da água, ao poder público e atores locais. Neste sentido o IQA se mostra uma ferramenta adequada pois traduz à população, de forma qualitativa e simplificada, a situação de degradação dos corpos d'água, podendo a apresentação dos resultados ser feita inclusive em cores, facilitando o entendimento por analfabetos e crianças.

Os resultados do monitoramento da qualidade da água ao longo do córrego Pito Aceso, nos anos de 2005 a 2008, mostraram que esta microbacia ainda apresenta uma situação razoável em relação à qualidade da água. Porém, como núcleos urbanos estão presentes e esta água é utilizada sem tratamento prévio para usos domésticos, a presença de coliformes fecais acima dos limites estabelecidos pela legislação alerta para possíveis problemas de saúde, necessitando esta água ser ao menos fervida antes do uso. Outra categoria de poluentes, que não foi analisada neste estudo, também merece ser avaliada nesta microbacia. Trata-se dos pesticidas, uma vez que sabe-se que são bastante utilizados nos cultivos da região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Martina, ao Carlos Cesar Galliez e a todos os seus funcionários da Pousada Morgenlicht, em Barra Alegre, pela infra-estrutura disponibilizada para montagem do laboratório para armazenamento de amostras, bem como análises de alguns parâmetros de qualidade de água. E ao Sr. Antônio Izaltino Tardin Sandre e família por nos receberem tão bem em sua

propriedade localizada na cabeceira do córrego Pito Aceso, durante a semana de Vivência no Campo, anualmente.

BIBLIOGRAFIA

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19th. ed. Washington: APHA, 1.134p.

DERÍSIO, J.C. (1992). *Introdução ao controle da poluição ambiental*. São Paulo: CETESB, 210p.

DEUS, A.B.S.; RIBEIRO, M.L.; LUCA, S.J. (1999). *Bacia Hidrográfica do Rio Cai/ RS: Índices Podem Mascarar Avaliação da Qualidade da Água* in Anais Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro: ABES, v. 20, pp. 2373 – 2379.

FERREIRA, L.M; IDE, C.N. (2001). *Avaliação comparativa da sensibilidade do IQA-NSF, IQA-Smith e IQA-Horton, aplicados ao Rio Miranda, MS* in Anais Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa: ABES, v. 21, pp. 1-16.

GASTALDINI, M.C.C.; SOUZA, M.D.S. (1994). *Diagnóstico do Reservatório do Vacacaí-Mirim, Santa Maria - RS, Através de Índices de Qualidade de Água* in Anais Seminário sobre Qualidade de Águas Continentais no Mercosul, Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, v. 1, pp. 279-294.

LEITE, F.P.N.; FONSECA, O.J.M. (1993). *Aplicação de Índices de Qualidade das Águas na Lagoa Caconde, Osório, RS* in Anais Seminário de Qualidade das Águas Continentais no Mercosul, Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, v.1, pp. 249-260.

PRADO, R. B.; BARCELLOS, T. B. C.; REGO, L. F. G.; TURETTA, A. P. D.; DONAGEMMA, G. K. (2009). *Utilização de imagens de alta resolução para o mapeamento do uso e cobertura do solo na microbacia do córrego Pito Aceso - Região de Mata Atlântica – RJ* in Anais Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, (no prelo).

DEMANDA E OFERTA DE ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS GUAPI-MACACU E CACERIBU EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA - RJ

Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira¹; Elaine Cristina Cardoso Fidalgo²; Rachel Bardy Prado³; Rosângela Pezza Cintrão⁴ & Zina Cáceres Benavides⁵

RESUMO --- As bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu estão situadas a leste da bacia da Baía de Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro e abastecem de água quase dois milhões de pessoas. A água proveniente delas é ainda de boa qualidade, porém, a remoção de parte da sua cobertura vegetal original, sobretudo das matas ciliares, associada ao uso inadequado das terras e à retificação dos cursos dos rios principais tem acentuado os seus processos de erosão e de assoreamento. Além disso, a expansão urbana desordenada, a falta de tratamento de esgotos sanitários e a instalação de indústrias, prejudicam a qualidade e a capacidade de armazenamento de água dessas bacias. Desta forma, este estudo objetivou identificar os fatores sociais, econômicos e ambientais que influenciam a oferta e o consumo de água em municípios abastecidos por ambas as bacias. A análise das dinâmicas social, econômica e do uso da terra, bem como dos sistemas de abastecimento de água desses municípios reforça a importância da proteção da sua vegetação natural e de se realizar um planejamento ambiental adequado para manter as suas reservas de água.

ABSTRACT --- The watersheds of rivers Guapi-Macacu and Caceribu are located east of the basin of the Bay of Guanabara, in Rio de Janeiro and water supply nearly two million people. The water from them is still of good quality, however, the removal of much of the original vegetation cover, particularly riparian forests associated with inappropriate use of land and the rectification of the courses of major rivers have marked their processes of erosion and siltation. Moreover, disorganized urban sprawl, lack of treatment of sewage and the establishment of industries undermine the quality and storage capacity of these watersheds. Thus, this study aimed to identify the social factors, economic and environmental factors that influence the supply and consumption of water supplied by municipalities in both basins. The analysis of dynamic social, economic and land use, and the water supply systems of cities increases the importance of the protection of its natural vegetation and to conduct a proper environmental planning to keep their reserves of water.

Palavras-chave: Recursos hídricos, consumo de água, mudanças de uso da terra.

¹ Pesquisadora A Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024 22460-000 Rio de Janeiro. E-mail pedreira@cnpes.embrapa.br

² Pesquisadora A Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024 22460-000 Rio de Janeiro. E-mail efidalgo@cnpes.embrapa.br

³ Pesquisadora A Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024 22460-000 Rio de Janeiro. E-mail rachel@cnpes.embrapa.br

⁴ Mestre em Desenvolvimento e Agricultura pelo CPDA/UFRRJ - Rio de Janeiro. E-mail bibicintrao@uol.com.br

⁵ Doutora em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade pelo CPDA/UFRRJ, Rio de Janeiro. E-mail zcb99@yahoo.com

1 – INTRODUÇÃO

As bacias dos rios Guapi-Macacu e Caceribu ocupam cerca de metade da área de captação da bacia da baía de Guanabara e são responsáveis pelo abastecimento de água de quase 2 milhões de pessoas. O fato destas bacias terem uma menor densidade demográfica e áreas de mata ainda preservadas, muitas das quais localizadas em unidades de conservação, faz com que a água proveniente delas seja a de melhor qualidade, em relação à água das bacias da região Oeste da Baía de Guanabara. No entanto, a remoção de grande parte da cobertura vegetal original associada ao uso inadequado das terras, tem acentuado processos erosivos e de assoreamento dos rios. A destruição das matas ciliares, a expansão urbana sem planejamento, a falta de tratamento de esgotos sanitários e a instalação de atividades industriais, sem a devida fiscalização, vem ocasionando uma diminuição da qualidade da água e, aparentemente, também uma redução da capacidade de armazenamento de água dessas bacias hidrográficas.

Atualmente, a dinâmica de ocupação e uso das terras nas bacias sofre a influência da implantação do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ), empreendimento a ser instalado pela Petrobras, com previsão de entrada em operação no início de 2012. Há uma expectativa de que o empreendimento traga mudanças significativas na dinâmica social e econômica desta região, com conseqüências nos recursos naturais existentes, entre eles a água. Sob esse contexto, este estudo teve por objetivo identificar os fatores sociais, econômicos e ambientais que influenciam a disponibilidade e o consumo de água nos municípios localizados nas bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, bem como dos municípios abastecidos pela água provinda dessas bacias.

A metodologia adotada envolveu a coleta de dados secundários, análise da bibliografia dos órgãos oficiais e instituições ligadas ao sistema de abastecimento de água, bem como pesquisa de campo sob a forma de entrevistas e visitas realizadas nas prefeituras municipais (secretarias de planejamento); secretarias de meio ambiente, órgãos e entidades ambientais; empresas responsáveis pelo abastecimento de água, secretarias de agricultura, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) e sindicatos rurais. O trabalho foi realizado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e está inserido no projeto “Dinâmica espaço-temporal do uso da terra nas bacias hidrográficas dos rios Macacu e Caceribu: subsídios ao planejamento ambiental”, coordenado pela Embrapa Solos.

2 - ÁREA DE ESTUDO

As bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu estão localizadas na parte leste da bacia da Baía de Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro. Apresentam grande diversidade de ambientes e se estendem das escarpas serranas às planícies costeiras, passando por colinas, maciços

e tabuleiros. A região das planícies e maciços costeiros foi a que sofreu maiores alterações na sua configuração original, por receber forte influência da expansão urbana da região Metropolitana do Rio de Janeiro, acrescida de obras de drenagens e aterramentos que modificaram o curso dos seus rios. Nas escarpas serranas, as maiores altitudes e o relevo acidentado funcionaram como barreira à ocupação e ao desenvolvimento de atividades humanas, apresentando ainda áreas contínuas de floresta, atualmente protegidas sob a forma de unidades de conservação. Em conjunto, as duas bacias possuem uma área de aproximadamente 2.073 km², o que representa em torno de 51% de toda a área de captação da região hidrográfica da Baía de Guanabara (Figura 1).

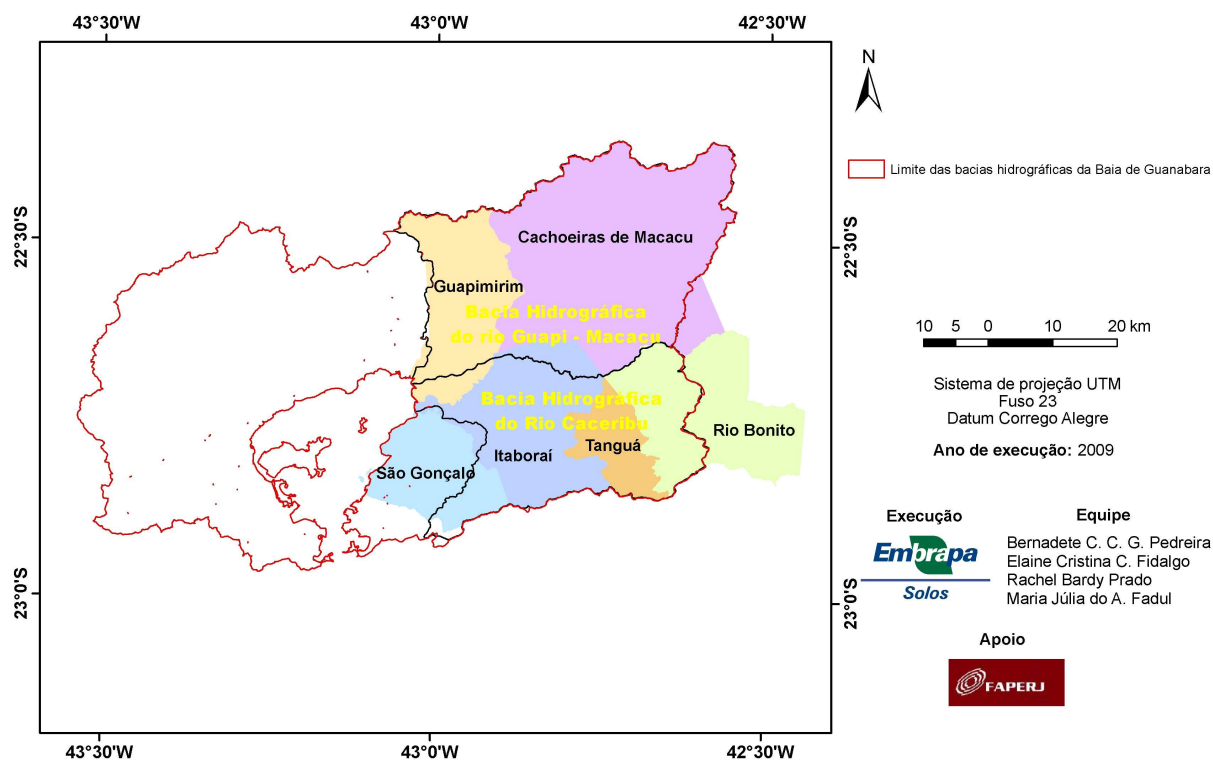


Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, na Baía de Guanabara, RJ.

Fonte: Projeto Dinâmica espaço-temporal do uso da terra nas bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, RJ: subsídios ao planejamento ambiental, 2009.

3 - TRANSFORMAÇÕES RECENTES E IMPLICAÇÕES NA DEMANDA E OFERTA DE ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE GUAPI-MACACU E CACERIBU.

3.1 - Implantação do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro – COMPERJ

A instalação do COMPERJ em Itaboraí, tem como objetivo aumentar a produção nacional de produtos petroquímicos, com o processamento de cerca de 150 mil barris/dia de óleo pesado nacional e estará orientado para a produção de resinas termoplásticas e combustíveis e para o estímulo à instalação de indústrias de bens de consumo que têm nos produtos petroquímicos suas matérias-primas básicas, PETROBRAS (2008). As obras de terraplanagem do COMPERJ

começaram em 2008 e as previsões atuais de finalização da construção e início da operação são para o ano de 2015. Estima-se que tal empreendimento trará mudanças significativas nas dinâmicas social, econômica e ambiental na região estudada, que se refletirão tanto na demanda quanto na oferta de recursos hídricos. Além disso, terá um enorme potencial de atração de empresas chamadas de “terceira geração petroquímica”, que abrangem indústrias consumidoras dos insumos produzidos pelas indústrias de primeira e segunda geração, além de indústrias consumidoras intermediárias de produtos de material plástico. Na área de serviços, serão atraídas empresas que prestam atividades de apoio ao conjunto de indústrias instaladas, e espera-se um crescimento das atividades na área de serviços associadas ao chamado “efeito-renda”, em função do aumento da renda em salários, lucros, impostos e outros, FIRJAN (2008).

A Petrobras estima que o projeto gere cerca de 212 mil empregos diretos e indiretos. Estudo da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) realizado em 2008 prevê que, na fase de implantação do COMPERJ, o pico de geração de empregos deve ocorrer no triênio 2010-2012, na faixa de 173 mil postos de trabalho, sendo 75 mil na chamada região de influência direta (correspondente aos sete municípios estudados e também, Magé), 65 mil na área de influência ampliada e os demais de outras regiões do Estado. Com a finalização da fase de construção civil da implantação, entre 2012 e 2014, mesmo com o início da implantação das indústrias de produtos de material plástico, poderá ocorrer uma significativa queda dos postos de trabalho.

Estima-se que o Produto Interno Bruto (PIB) gerado pelo COMPERJ possa significar de 37% a 39% do PIB atual da região, trazendo um impacto significativo na economia regional, e também estadual, FIRJAN (2008). Uma das grandes preocupações com a chegada do COMPERJ refere-se à expansão urbana desordenada e à intensificação da especulação imobiliária, o que pode agravar os problemas de infra-estrutura já existentes.

Os dados sobre expansão urbana na região apontaram que há um crescimento e ocupação do território diferenciado pelos estratos de população, com espaços menos privilegiados (áreas públicas ou mais degradadas, áreas alagáveis e beiras de rio) tendendo a serem ocupados por populações de mais baixa renda e áreas mais privilegiadas, destinadas a uma população de classe média a alta, tanto para moradia quanto para lazer. Há indicações de que a instalação do COMPERJ tenda a acentuar os processos já existentes, ou seja, as áreas onde já ocorre uma ocupação desordenada por população de baixa renda tendem a crescer absorvendo a mão-de-obra que chega para trabalhar na construção civil ou os desempregados que chegam em busca de oportunidades de trabalho.

O relatório da FIRJAN (2008) aponta uma preocupação das prefeituras neste sentido e a necessidade de planejamento, organização e fiscalização da ocupação urbana tendo em vista gerar condições efetivas para fixar pessoas formalmente empregadas pelas novas empresas instaladas e

impedir a desestruturação do tecido urbano, questão que também foi abordada no trabalho de campo desta pesquisa.

Outra preocupação, também associada à expansão urbana, colocada principalmente pelos setores vinculados à agropecuária, é o avanço da urbanização sobre áreas anteriormente ocupadas com agricultura. Além disso, há receio em relação ao abastecimento de água devido ao aumento da demanda residencial urbana e das indústrias a serem instaladas, e também quanto à contaminação das águas pelo aumento o volume de esgotos sanitários e de efluentes industriais.

Há muitas incertezas e controvérsias referentes aos impactos do COMPERJ no abastecimento de água da região, em especial no que se refere à demanda de água para o consumo industrial e também quanto ao impacto dos efluentes na qualidade da água. De acordo com o Estudo e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), o COMPERJ terá uma demanda aproximada de 1,5 m³/s de água, mas segundo entrevista com membros do Comitê da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara esta demanda está subestimada e ainda não foi definido se as bacias em questão terão capacidade para suprir a demanda adicional gerada pela instalação do complexo.

As mudanças no uso e ocupação do solo, incluindo a expansão das áreas urbanas e as transformações nas áreas de lavouras e de pastagens, bem como a redução das áreas de matas que poderão ocorrer em virtude do empreendimento poderão gerar reflexos na área de captação e comprometer a oferta hídrica das bacias.

Nos municípios dessa região observa-se a ocorrência de um conjunto de iniciativas em curso, visando minimizar os problemas ambientais, como por exemplo, a criação de parques municipais, Áreas de Proteção Ambiental e reservas particulares, entre outras) e, também a formação de fóruns, conselhos, comitês e instâncias reunindo representantes dos poderes públicos municipais e estaduais, de entidades de representação da população, de organizações não governamentais e representantes de empresas para discutir a vinda do COMPERJ, as questões referentes aos impactos ambientais e aos recursos hídricos deste empreendimento, bem como discutir sobre as formas de utilizar e distribuir entre os municípios afetados, os recursos voltados para ações de compensação ambiental, provenientes da própria Petrobras e também dos governos estadual e federal.

3.2 - Perfil e evolução recente dos sistemas de abastecimento de água

Segundo dados do Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro, FUNDAÇÃO CIDE (2006), para os sete municípios estudados, do total da água fornecida pelos sistemas de abastecimento, 85% do consumo faturado de água é destinado ao consumo residencial. A soma dos consumos faturados de Niterói e São Gonçalo corresponde a quase 75 milhões de m³ de água, cerca de 94% do total de quase 80 milhões de m³ faturados no conjunto desses municípios, ou seja, a

quase totalidade da demanda de água tratada das duas bacias hidrográficas. Por outro lado, o consumo faturado do setor industrial tem uma importância bastante reduzida em todos os municípios. O consumo comercial é o segundo em importância, representando 8% do consumo total faturado nos sete municípios, refletindo a importância deste setor na economia regional. O consumo de água por estabelecimentos públicos é superior ao industrial, representando 5% do total do consumo de água faturado. Chama a atenção que em Cachoeiras de Macacu este setor representa 11% do consumo.

Cabe destacar que estes dados referem-se apenas ao consumo de água tratada ofertada através da rede geral. Não incluem as indústrias, grandes consumidoras de água, que se estabelecem em locais onde possam ter captações próprias, como é o caso da Schincariol, em Cachoeiras de Macacu. Também não está contabilizada, a água residencial obtida através de captação direta em poços ou nascentes. Nos sete municípios, a vazão média faturada pelas concessionárias de água é 2,6 vezes menor do que a vazão média fornecida por elas, o que significa um índice elevado de perdas no faturamento (62%). Segundo entrevista com técnicos da Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), estas perdas podem ter diferentes origens e causas, que vão desde a água desviada e não paga (gatos) até as perdas por vazamentos em tubulações. As menores perdas de faturamento ocorrem em Niterói (30%). Em Cachoeiras de Macacu a vazão fornecida é 21 vezes maior que a vazão faturada, o que representa uma perda no faturamento de 95%. Em São Gonçalo, o consumo faturado de água é menor que o de Niterói, apesar de sua vazão distribuída ser maior que o dobro da vazão de Niterói e de sua população ser o dobro da população de Niterói. Estes índices de perdas no faturamento não necessariamente se referem a perdas “de água”, dado que a existência de gatos pode significar água efetivamente consumida pela população, ou seja, efetivamente utilizada, mas não paga.

Dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2000), referentes à origem da água dão uma dimensão aproximada do grau de cobertura dos sistemas de abastecimento municipais. Do total de domicílios dos municípios estudados, apenas 70% são atendidos pela rede geral de abastecimento. Niterói e São Gonçalo são os municípios com maior cobertura de rede geral, com respectivamente 77% e 80% dos domicílios atendidos por ela. Mesmo assim, apresentam uma cobertura inferior à estadual, que é de 82%. Nestes dois municípios, 14% dos domicílios são abastecidos por poços ou nascentes. Dado seu elevado grau de urbanização, provavelmente este abastecimento ocorre em grande parte por poços rasos, com água de baixa qualidade. E cerca de 7% dos domicílios têm uma situação ainda mais precária, dependendo de outras fontes de abastecimento.

Os municípios com menor cobertura de rede geral são Itaboraí e Tanguá, onde menos de um quarto dos domicílios (24%) tem acesso à água tratada. Entrevista realizada com a Secretaria de

Meio Ambiente, do município de Tanguá, apontou que o atendimento de rede geral é bastante baixo, atendendo de forma insuficiente o centro do município e duas localidades (Piribá e Bandeirantes). Nestes municípios, a maior parte do abastecimento provem de poços (90% são poços rasos e 10% artesianos) ou nascentes. Esta situação também parece ser predominante em Rio Bonito, outro município na área de captação da bacia do Caceribu, porém nesse município há uma maior porcentagem de domicílios com acesso à rede pública (48%). O município de Guapimirim tem índices semelhantes a Rio Bonito no que se refere à cobertura de rede pública e acesso a poços ou nascentes, com a diferença de que em Guapimirim as nascentes parecem ter uma importância maior que os poços.

Apesar de ter indicadores operacionais apontando baixa eficiência do sistema, o município de Cachoeiras de Macacu aparece, nos dados do Censo Demográfico do IBGE (2000), como aquele com maior cobertura de atendimento, com mais de dois terços dos domicílios tendo acesso à rede geral e apenas 14% utilizando poços ou nascentes (maior importância), que podem corresponder em parte aos domicílios rurais.

O plano de desenvolvimento de recursos hídricos da baía de Guanabara, segundo o CONSÓRCIO ECOLOGUS-AGRAR (2005) observava a existência, na região leste, de pequenas captações de água em nascentes e poços, que atendem aglomerações urbanas e condomínios de moradia, operadas diretamente por usuários. Este plano considera que estas captações locais para consumo humano carecem de planejamento adequado e de condições de controle da qualidade e quantidade da água ofertada. Estas informações coincidem com dados obtidos em campo. Em Rio Bonito foi citada a existência de captações abandonadas pela CEDAE (por redução da vazão dos mananciais), que são operadas diretamente por comunidades rurais.

As informações levantadas em campo associam a diminuição das vazões mínimas em alguns pontos de captação de água, aos desmatamentos das nascentes, principalmente na bacia do rio Caceribu. Observa-se que as captações atuais se encontram em áreas mais preservadas, indicando a importância das áreas remanescentes de mata atlântica no abastecimento de água dos municípios desta bacia.

O município de Itaboraí apresenta pouquíssimas manchas de mata atlântica e depende totalmente do sistema Imunana-Laranjal para seu abastecimento de água. Tanguá e Rio Bonito captam água em áreas na margem direita do rio que ainda mantêm remanescentes de florestas, uma vez que a margem esquerda já quase não apresenta áreas contínuas de mata. Destaca-se o fato de que os sistemas de abastecimento dos municípios de Magé e Maricá, que até o momento atual têm sua área de captação fora das duas bacias em estudo (Figura 2), dependem, para sua ampliação, de estender sua captação para o Imunana-Laranjal, sobrecarregando este sistema. Neste sentido, também é importante a manutenção e recuperação de matas e nascentes nestes dois municípios, que

em parte estão nas divisas e têm continuidade com áreas de matas nas bacias do Guapi-Macacu (em Guapimirim, no caso de Magé) e Caceribu (em Itaboraí e Tanguá, no caso de Maricá). Em Guapimirim não há nenhum órgão ou conselho que regule a gestão da água e foi mencionada, pela Secretaria de Meio Ambiente, a existência de inúmeros conflitos entre vizinhos envolvendo o acesso à água de nascentes para abastecimento residencial.

Em todos os municípios o trabalho de campo indicou uma insuficiência no atendimento à população pelas empresas responsáveis pelo abastecimento, tanto no que se refere ao fornecimento de água tratada quanto ao esgotamento sanitário, sendo aparentemente a melhor situação a de Niterói. De uma forma geral, as zonas rurais dos municípios são abastecidas majoritariamente por poços e nascentes.

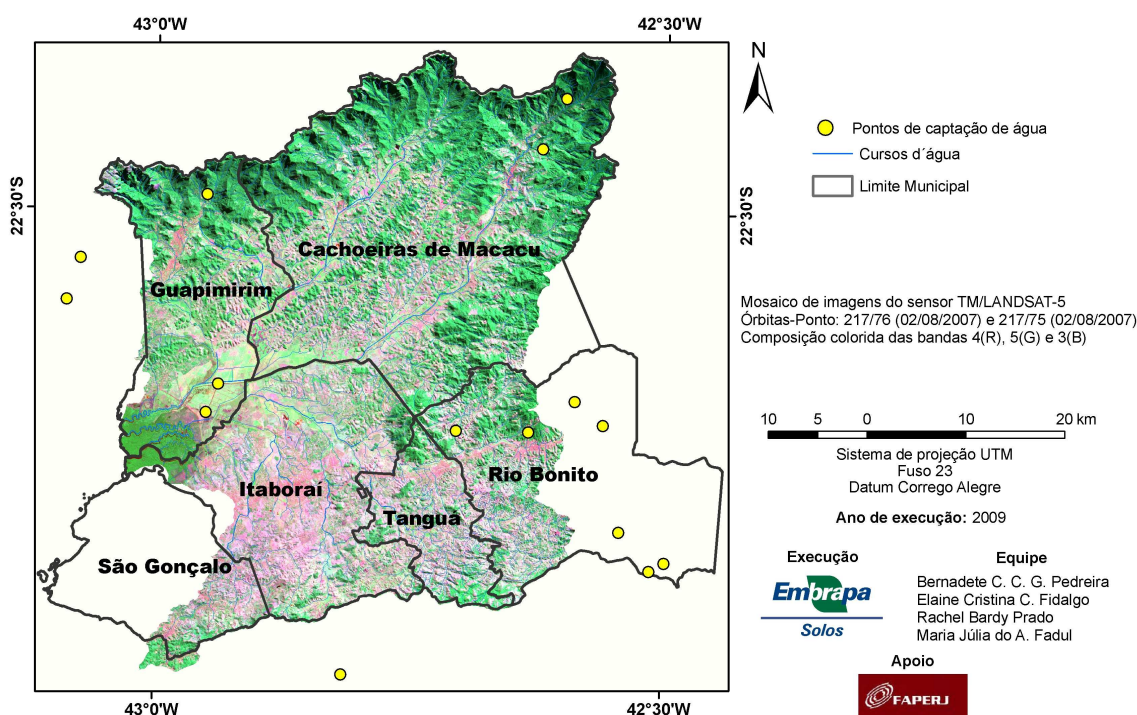


Figura 2 – Pontos de captação de água nas bacias dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, RJ

Fonte: Projeto Dinâmica espaço-temporal do uso da terra nas bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, RJ: subsídios ao planejamento ambiental, 2009.

4 - ALTERAÇÕES NA DEMANDA E CONSUMO RESIDENCIAL DE ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE GUAPI-MACACU E CACERIBU.

No período entre 1996 a 2006, as contagens demográficas feitas pelo IBGE apontam que a população total dos sete municípios, cujo abastecimento de água depende das bacias dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, cresceu 14,9% (1,3% ao ano) e houve na década um aumento absoluto de 237.524 pessoas, o que significa um aumento da demanda por água. Niterói teve uma taxa de crescimento demográfico bastante abaixo dos demais e São Gonçalo teve um crescimento próximo à média estadual. Todos os demais municípios (com exceção de Rio Bonito) cresceram acima da

média do Estado e da meso-região Metropolitana, mantendo a tendência de descentralização da população da região Metropolitana, com uma diminuição da taxa de crescimento demográfico nas cidades mais próximas ao seu núcleo e um aumento desta taxa nos municípios que estão na sua periferia ou mesmo fora da região Metropolitana. Guapimirim foi o município com maior taxa de crescimento demográfico, seguido de Cachoeiras de Macacu e Itaboraí (também na periferia da região). São Gonçalo apesar de apresentar uma taxa anual de crescimento de 1,3%, pelo fato de ter uma população muito superior, é o município que causa maior pressão no aumento da demanda por água nas duas bacias estudadas. Em termos absolutos, sua população aumentou em 127 mil habitantes, pouco mais da metade do aumento total de população nos sete municípios.

Prevendo a necessidade de atender ao aumento da demanda dos serviços de água e saneamento dos municípios da região Metropolitana de Rio de Janeiro e em particular de Niterói, Itaboraí e São Gonçalo, a CEDAE elaborou em 1985 um “plano diretor de abastecimento de água da região Metropolitana”, realizando um conjunto de estudos tendo em vista estimar o crescimento da demanda e buscar soluções para o abastecimento. No que se refere ao Imunana-Laranjal, este plano estimava um aumento da demanda (com base nos índices de crescimento demográfico das décadas anteriores, que eram superiores a 3% ao ano), prevendo uma ampliação da vazão de fornecimento de água para 9 m³/s numa primeira etapa, 14 m³/s numa segunda etapa (em 1995) e 17 m³/s numa terceira etapa, no ano de 2010. O intuito era de aumentar o percentual de atendimento da população urbana dos municípios abastecidos e incluir neste sistema a população urbana dos municípios de Magé e Maricá. Para cobrir este aumento, previu-se uma ampliação da captação do sistema Imunana-Laranjal, que seria atingida com a regularização das águas afluentes ao canal, através da construção de barragens nos seus afluentes, Costa (1999). No entanto, as projeções populacionais não se concretizaram, pois houve uma queda nas taxas anuais de crescimento nas décadas de 1980 e 1990. Além disso, houve reação da população à construção das barragens, tendo em vista impedir que os lagos a serem formados inundassem propriedades e prejudicassem os ecossistemas. A CEDAE acabou optando por não construir as barragens e ampliar a captação do Imunana-Laranjal apenas de 5 m³ para 7 m³, segundo Costa (1999), vazão que permanece até os dias atuais.

A análise da evolução dos sistemas de abastecimento de água no período entre 1996 a 2006 indica que o crescimento populacional não foi acompanhado por mudanças na capacidade dos sistemas de abastecimento, em especial nos municípios da área de captação da bacia. A Tabela 1 apresenta os dados de abastecimento dos municípios, segundo o anuário estatístico da FUNDAÇÃO CIDE (2006).

Tabela 1 - Sistema de abastecimento de água, segundo regiões de governo, municípios e localidades - Estado do Rio de Janeiro.

Regiões de governo, municípios e localidades	Manancial	Vazão distribuída (l/s)	Capacidade de atendimento (habitantes) ⁽¹⁾	Regime de Abastecimento ⁽²⁾
Cachoeiras de Macacu	Rio Macacu	219,0	78 840	permanente
Jupuíba	Rio Macacu	18,4	6 624	permanente
Papucaia	Rio Macacu	36,6	13 176	permanente
Patrulha	Rio Macacu	1,2	432	permanente
Rio Bonito	Rio Bacaxá e Serra	100,0	36 000	permanente
Itaboraí	Canal Imunana	208,5	50 040	permanente
Itambi	Canal Imunana	7,6	1 827	permanente
Porto das Caixas	Canal Imunana	8,8	2 112	permanente
Tanguá	Rio Braçanã	25,0	6 000	permanente
Niterói	Canal Imunana	1 750,0	504 000	permanente
São Gonçalo	Canal Imunana	4 000,0	920 000	intermitente
Marambaia, Apolo II e III	Canal Imunana	80,0	19 200	permanente
Paquetá	Canal Imunana	40,0	9 600	intermitente
Região Metropolitana		54 834,9	13 204 379	
Estado do Rio de Janeiro		63 159,6	16 337 235	

Fonte: Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro - Fundação CIDE, 2006

(1) Capacidade = Vazão x Segundos/dia (utilizado o valor per capita de 300 litros/dia para a Região Metropolitana e 200 litros/dias para as demais regiões); (2) No regime permanente a água tratada é ofertada sem interrupções e no regime intermitente o envio de água aos bairros é alternado.

A análise comparativa com os dados dos anos anteriores aponta que as únicas mudanças havidas neste período se deram em 1999, quando houve um aumento da vazão distribuída pelo sistema Imunana-Laranjal para São Gonçalo, de 2.950 l/s para 4.000 l/s, e uma diminuição da vazão distribuída para Niterói, de 2.000 l/s para 1.750 l/s. Apesar da diminuição, a capacidade de atendimento em Niterói teria subido de 480 mil habitantes para 504 mil, e seu regime de abastecimento passou de intermitente para permanente, metas que parecem ter sido atingidas através de um aumento na eficiência do sistema.

Em São Gonçalo a capacidade de atendimento aumentou de 708 mil habitantes para 920 mil e o regime de abastecimento permaneceu como intermitente. Nos demais sistemas de abastecimento, dos municípios em estudo, não houve nenhuma alteração no período, seja na vazão distribuída, na capacidade de atendimento ou no regime de abastecimento.

A comparação dos dados de capacidade de atendimento com aqueles de população total dos municípios indica que esta capacidade já era insuficiente em 1996 e passou a ser ainda mais insuficiente, em 2006, nos municípios de Tanguá (onde a capacidade de atendimento é de 6 mil pessoas e a população é de mais de 28 mil), Rio Bonito (onde a capacidade de atendimento é de 36 mil pessoas e a população de 46 mil em 1996 e 52 mil em 2006) e Itaboraí (onde a capacidade é em torno de 54 mil e a população quase 185 mil em 1996 e quase 216 mil em 2006). Em Cachoeiras de Macacu, ao contrário, a capacidade de atendimento (quase 79 mil pessoas) é superior à população (43 mil em 1996 e 53 mil em 2006).

O relatório do OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES (2005), ressalta o fato de que em determinadas áreas da região Metropolitana, sobretudo na baixada fluminense, em São Gonçalo e em Itaboraí, existe ainda uma parcela importante da população sem abastecimento adequado de água. Nestas regiões, as áreas de expansão urbana apresentam uma precariedade nas condições de moradia da população, estreitamente relacionadas à falta de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de pavimentação das ruas, e ainda, relacionadas aos aspectos de legalidade da propriedade e insalubridade do imóvel. Em São Gonçalo encontram-se bairros com 35% de domicílios nessa situação. Segundo o mesmo trabalho, nesses municípios existem ainda problemas relativos à frequência irregular do abastecimento, falta de pressão na rede e má qualidade da água que chega às residências. Mesmo em Niterói, as áreas de expansão têm deficiência na cobertura de abastecimento de água.

Dados da pesquisa nacional de saneamento básico, IBGE (2000) revelam que existe necessidade de racionamento de água em praticamente todos os municípios da baixada fluminense, atribuída, na maior parte dos casos, à falta de reservatórios de água e, também de uma setorização do sistema de distribuição. Uma série de usuários capta água diretamente das linhas de adução, sendo estas ligações, em grande parte, clandestinas. Isto provoca falta de água ou distribuição irregular em diversos pontos, e ainda ocasiona pressão excessiva em outros. Embora o abastecimento de água tenha melhorado, os resultados alcançados ainda estão distantes de uma universalização do atendimento. O mesmo estudo reconhece que no município de Niterói, a situação do abastecimento de água melhorou significativamente a partir do início desta década, quando o município delegou a gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário à empresa Águas de Niterói, que opera mais três concessões no Estado, OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES (2005).

No que se refere ao abastecimento residencial, o rápido crescimento demográfico dos municípios nas décadas anteriores, aliado ao perfil da população, levaram a uma série de deficiências no abastecimento de água, havendo claramente uma demanda reprimida de água, que é suprida por outras formas de abastecimento. Se tomarmos os dados referentes ao número total de moradores que não são atendidos por rede geral, é possível estimar a demanda reprimida de água nos municípios estudados, que estaria em torno de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (1 164 l/s) no ano 2000.

Durante os levantamentos de campo foram feitas várias referências ao fato de que as empresas de água têm interesse apenas nas áreas mais centrais e onde há concentração de população, não se comprometendo com bairros mais distantes ou isolados.

Segundo informações da Companhia Águas de Niterói (CAN), repassadas em entrevista, entre 1999 e 2007 Niterói teria tido um aumento na proporção da população atendida por rede geral, que

teria chegado em 2007 a uma cobertura de 90%, incluindo ainda bairros de São Gonçalo que fazem divisa com o município.

5 - USO DA ÁGUA EM CAPTAÇÕES DIRETAS: CONSUMO INDUSTRIAL E AGROPECUÁRIO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE GUAPI-MACACU E CACERIBU.

Além da rede geral de abastecimento de água, há um conjunto de usuários que fazem captação direta de água nas bacias dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, que também precisam ser considerados nos cálculos sobre as mudanças na demanda de água, como é o caso de indústrias instaladas próximas às fontes de água.

Segundo Costa (1999) não havia, na bacia do Guapi-Macacu, muitos empreendimentos industriais com captação significativa. Ele aponta como significativos apenas a Cooperativa Central dos Produtores de Leite (CCPL), em Cachoeiras de Macacu; a Cibrapel e a Klabin, em Guapimirim. Posteriormente a este estudo, a indústria CCPL parou de operar e instalou-se em Cachoeiras de Macacu a indústria de bebidas Schincariol, que é a maior usuária nesta categoria. Pelos dados obtidos é possível perceber que a instalação de uma única indústria que seja grande consumidora de água pode dobrar a demanda por água. Também verifica-se que a soma das captações dessas quatro indústrias é de 210 l/s, equivalente quase à vazão do sistema de abastecimento de Rio Bonito e quatro vezes maior que a vazão média do sistema de abastecimento de Tanguá (27,6 l/s).

Na bacia do rio Caceribu não foram encontradas referências a indústrias grandes consumidoras de água. Em Itaboraí há relatos de diversas olarias e cerâmicas, que têm importância sob o ponto de vista da qualidade da água, mas não sobre a quantidade. Costa (1999) faz referência às indústrias extrativas de areia como sendo “não consuntivas”, ou seja, que utilizam a água, mas não a consomem, observando que se esta atividade não for realizada segundo as normas definidas pelas entidades responsáveis pelo controle (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, FEEMA, Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas, SERLA, atualmente unificadas no Instituto Estadual do Ambiente, INEA e Departamento de Recursos Minerais do Rio de Janeiro, DRM-RJ, ela pode acarretar grandes prejuízos ao ecossistema, do ponto de vista ambiental. A indústria Cibran, em Tanguá, no ramo químico/farmacêutico (antibióticos) seria potencial poluidora de água, mas encontra-se desativada, segundo informações levantadas em trabalho de campo.

Outro tipo de uso com captação direta, que é significativo na bacia, refere-se à irrigação. Em 1996, o censo agropecuário registrou a existência de 1.231 ha irrigados nos municípios que abrangem as bacias dos rios Guapi-Macacu e Caceribu. Esta área encontra-se subestimada porque nem todos os estabelecimentos que informaram irrigar declararam a área irrigada.

A aspersão é o método de irrigação utilizado pelo maior número de estabelecimentos (76% do total de 115 estabelecimentos que informaram o uso de irrigação). A infiltração é utilizada por 12%, a inundação por 7% e 12% utilizam outros métodos. O percentual de estabelecimentos agropecuários que irrigam é pequeno em todos os municípios pesquisados.

Em área irrigada, o município de Itaboraí se destaca, com um total de 665 ha irrigados, para os 10 estabelecimentos que declararam a área irrigada. A análise da área irrigada, por grupos de atividade econômica, indica que apenas dois estabelecimentos representam 95% da área irrigada total declarada, utilizada para produção mista de lavoura e pecuária. Já Cachoeiras de Macacu, outro município com área de irrigação significativa, segundo o Censo Agropecuário do IBGE (1996), apresenta uma maior diversificação das atividades econômicas que utilizam irrigação. A maior área irrigada é destinada à horticultura e produtos de viveiros (224 ha), seguida de lavoura temporária (58 ha) e pecuária (46 ha). Costa (1999) buscou fazer um levantamento da área irrigada na bacia do rio Guapi-Macacu. Naquele ano, tentou-se obter dados do cadastro de irrigantes, mas segundo a EMATER, este estava desatualizado, pois várias captações cadastradas haviam sido abandonadas e outras construídas. Naquela pesquisa, os dados foram levantados junto aos técnicos da EMATER-Rio, os quais para o cálculo do volume de água, consideraram a taxa de evapotranspiração de $30\text{m}^3/\text{ha}/\text{dia}$, nos projetos de irrigação de quase toda a bacia. Apenas em duas áreas (uma em Guapimirim e outra em Cachoeiras), onde a pluviosidade é maior, foi utilizada a taxa de evapotranspiração de $25\text{ m}^3/\text{ha}/\text{dia}$. Esta pesquisa fez um levantamento detalhado das principais captações para irrigação nos municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim e Itaboraí chegando a um total de 2.013 ha, quase o dobro da área indicada pelo censo 1996. Em Cachoeiras de Macacu, os dados levantados por Costa (1999) junto à EMATER, indicaram uma área irrigada 50% superior aos divulgados pelo Censo Agropecuário do IBGE (1996). Em Guapimirim a diferença foi ainda maior, 88 ha no Censo e 1.350 ha no levantamento feito por Costa (1999).

No que se refere à irrigação é importante ressaltar que na década de 1980, o Ministério Extraordinário da Irrigação havia lançado o Programa Nacional de Irrigação (PRONI) e realizou estudos visando o incentivo à agricultura irrigada. Esse programa previa inicialmente um incentivo à irrigação de 8 mil ha na região da bacia do rio Guapi-Macacu, considerando o potencial hídrico da bacia. Na busca de identificar possíveis conflitos no uso da água o governo do Estado, em 1988, criou um grupo que elaborou o “plano de aproveitamento integrado dos recursos hídricos da bacia”, o qual se encarregou de realizar estudos mais aprofundados para dar subsídios à utilização racional e otimizada dos recursos hídricos. Os primeiros cálculos das demandas para abastecimento domiciliar e para irrigação indicaram valores bastante elevados quando comparados ao potencial dos mananciais da bacia do Guapi-Macacu. Os resultados destes estudos indicaram que não se deveria incentivar a irrigação nesta bacia, que acabou sendo excluída do PRONI.

Entrevista realizada com a Secretaria de Meio Ambiente de Tanguá apontou que existe uma proposta deste município para adesão ao Projeto Frutificar, do governo estadual, que incluiria financiamento para a irrigação de fruticultura. Entrevista com técnicos da CEDAE do sistema Imunana-Laranjal e análises de notícias veiculadas pela imprensa indicam que o principal conflito com a irrigação ocorre nos períodos de estiagem. Notícias do Jornal O GLOBO (2007), em meio a uma estiagem, informavam que a antiga SERLA encontrou, em sobrevôo do rio Macacu, cinco “irregularidades”, incluindo duas barragens clandestinas e bombas de captação para irrigação não outorgadas. Desvios de água, em geral feitos à noite, levariam a uma queda de 5 cm no volume do rio, capaz de provocar redução de 8% na distribuição de água.

Além da irrigação, outra demanda de água verificada na bacia é para piscicultura, considerado por Costa (1999) como “uso não consuntivo”. Esse autor faz referência à existência, em Cachoeiras de Macacu, de diversos pequenos empreendimentos de engorda de peixes para venda a pesque-pagues na região Metropolitana do Estado. Técnicos do sistema Imunana-Laranjal entrevistados fizeram menção à existência de inúmeras lagoas, algumas delas utilizadas como pesque-pagues, nesta mesma bacia. Boletim interno da CEDAE (2008), referente ao sistema Imunana-Laranjal, indicava, no item “conflitos existentes” relacionados à irrigação, os açudes particulares e o uso industrial. Na entrevista com técnicos do Imunana-Laranjal foi apontado que, nos períodos de estiagem, é possível notar o rebaixamento do nível do canal quando há captação a montante deste.

6 - PONTOS CRÍTICOS NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE GUAPI-MACACU E CACERIBU.

6.1 - As estiagens

Um dos pontos mais críticos para o abastecimento de água da região em estudo são as estiagens, que ocorrem em geral nos meses de agosto a outubro. Nos últimos dez anos, houve duas grandes estiagens que afetaram o abastecimento, uma em 2003 e outra em 2007. Segundo informações obtidas em entrevista com técnico do sistema Imunana-Laranjal, na última estiagem severa (em 2007), os níveis de captação do canal Imunana-Laranjal caíram de 5,5 m³/s para 3,8 m³/s, um mais baixos, já vistos. Notícia veiculada no Jornal O DIA ONLINE (2003) aponta que, em períodos críticos, já se tem utilizado a transferência de água do rio Guapimirim para o sistema Imunana-Laranjal. Há algum reconhecimento de que o desmatamento na região tenha influência em todo esse processo. Os técnicos da CEDAE entrevistados se referiram ao projeto “Replanta Macacu”, de restauração florestal, que visa o reflorestamento das matas ciliares e recuperação da bacia, realizado em parceria entre a CEDAE, a CAN e a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Cabe ressaltar que a Lei Estadual 4018 de 2002 criou a APA da Bacia do Rio Macacu para

proteger de forma complementar as faixas marginais dos cursos d'água da bacia do rio Guapi-Macacu.

6.2 - Esgotamento sanitário

Um outro ponto crítico que merece ser mencionado, mesmo não sendo objeto desta pesquisa, refere-se à falta de tratamento dos esgotos urbanos, que se reflete na qualidade da água coletada e, portanto, contribui para a redução da disponibilidade de água potável para a população. O rápido crescimento populacional nas últimas décadas e a relativa ampliação dos serviços de abastecimento de água que o acompanhou, tiveram como conseqüência um aumento importante da carga de esgotos domésticos, sem que houvesse obras correspondentes para coleta e tratamento. O relatório do OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES (2005) assinala que nos municípios periféricos, a maior parte das águas servidas são lançadas na rede de drenagem de águas de chuvas ou correm em valas a céu aberto, pois as redes de esgotamento são praticamente inexistentes, levando a um grave comprometimento dos corpos hídricos. Algumas iniciativas de construção de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) foram tomadas no âmbito do programa de despoluição da baía de Guanabara, que não resolveram o problema. Em Niterói, a exigência de tratamento de esgotos foi uma das cláusulas incluídas na licitação ganha pela Companhia de Águas de Niterói.

Segundo informações da pesquisa nacional de saneamento básico, dentre os municípios incluídos neste estudo, apenas em Niterói e São Gonçalo as empresas responsáveis pela distribuição de água se responsabilizam pela rede coletora de esgoto. Nos demais municípios, a concessionária de água é responsável apenas pela rede de água. Nas entrevistas realizadas com as secretarias de meio ambiente desses municípios foi mencionado o fato de que este é um problema que a privatização não resolveu, pois são vultosos os recursos para instalação de coleta e tratamento de esgotos e nem as empresas nem as prefeituras investem nisso.

Por conta das exigências do contrato, Niterói é o município onde a concessionária fez maior investimento no esgotamento sanitário, mas mesmo assim o montante coletado e conduzido para tratamento é muito inferior ao que é gerado. No município de São Gonçalo, a rede geral de esgoto atende cerca de 41% de seus domicílios e apenas parte dele é tratado. Parte dos esgotos é lançada em valões e transportada para o córrego Marimbondo e o rio Porto da Pedra, causando sérios problemas sanitários, de inundações e de aumento da carga orgânica incidente na baía de Guanabara. De acordo com dados do Censo Demográfico do IBGE (2000), 8% dos domicílios de São Gonçalo lançavam seus esgotos em valas, enquanto 40% dos domicílios teriam fossa séptica, o que torna a situação um pouco menos grave, dado que nesse caso, o esgoto sofre algum tratamento.

Aproximadamente 25% dos domicílios dos municípios de Guapimirim, Itaboraí, Rio Bonito e Tanguá têm seus esgotos ligados à rede geral. Os dados indicam que o principal sistema de

esgotamento sanitário nestes municípios é a fossa séptica, utilizada por quase a metade dos domicílios, o que indicaria uma menor gravidade do problema. No entanto, uma parcela significativa de domicílios destes municípios tem seus esgotos lançados em valas a céu aberto, atingindo 15% em Itaboraí e 14% em Tanguá.

Quanto à qualidade da água dos sistemas de abastecimento dos municípios dependentes das bacias dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, as maiores ameaças estão colocadas para o sistema Imunana-Laranjal, uma vez que os demais sistemas de abastecimento fazem suas captações em áreas a jusante do lançamento de esgotos sanitários. Técnicos do sistema Imunana-Laranjal entrevistados observaram que nos últimos anos o lançamento de esgoto na bacia cresceu muito. Neste sentido, a garantia da qualidade da água deste sistema depende fundamentalmente do tratamento dos esgotos das áreas urbanizadas do município Cachoeiras de Macacu, uma vez que o rio Macacu atravessa a sede do município e os bairros de Japuiba e Papucaia antes de chegar à captação do canal Imunana-Laranjal. Em Cachoeiras de Macacu, os indicadores de esgotamento sanitário não são dos melhores sendo que 47% dos domicílios têm seus esgotos ligados à rede geral, sem tratamento, 7% lançam seus esgotos em valas a céu aberto e 7% lançam diretamente nos rios. Entre os municípios da área de captação das duas bacias, Cachoeiras de Macacu é aquele com menor porcentagem de domicílios com fossa séptica (17%) e com maior porcentagem de fossa rudimentar (20%).

O trecho ao longo da RJ-116, entre Papucaia e a cidade de Cachoeiras de Macacu - no qual o traçado da estrada acompanha aproximadamente o curso do rio Macacu - é um dos que apresenta uma mancha inicial de conurbação, embora ainda esparsa, mas em processo de crescimento, que tende a ser acelerado pela sua proximidade do local onde irá ser instalado o COMPERJ.

Ainda em relação à qualidade da água, outro ponto crítico refere-se aos efluentes industriais. Levantamento feito pelo CONSÓRCIO ECOLOGUS-AGRAR (2005) aponta algumas das principais indústrias potencialmente degradadoras do meio ambiente, que estão concentradas no município de São Gonçalo, sendo a maior parte ligadas às atividades químico/farmacêutica e de alimentos, porém estas indústrias estão a jusante da captação de água para o abastecimento. Segundo dados da antiga FEEMA, a poluição industrial mais visível na Baía de Guanabara é a relacionada às indústrias de pescados e de estaleiros, localizadas principalmente em Niterói, próximas a ponte Rio-Niterói. Além das empresas citadas, aparecem também no mesmo levantamento, como potencialmente poluidoras, as olarias e fábricas de cerâmica, presentes em Itaboraí, Tanguá e Rio Bonito. Entrevista com técnico da Secretaria de Meio Ambiente de Tanguá destacou a presença no município, de duas empresas mineradoras que atuam próximas à Unidade de Conservação da Serra do Barbosão.

6.3 - Disponibilidade de dados e informações

Por último, cabe ressaltar outro ponto crítico, de diferente ordem, referente à indisponibilidade de dados que permitam um processo de planejamento e monitoramento do uso das águas nas bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu. Esta pesquisa se deparou com uma carência de dados públicos sobre as informações hidrológicas e de abastecimento, e houve uma grande dificuldade na obtenção de informações, em alguns casos porque não existem ou não estão sistematizadas, em outros porque elas não estão acessíveis.

As informações sobre os sistemas de abastecimento de água estão dispersas entre as diferentes empresas de cada município, ou mesmo dentro dos diferentes setores de uma mesma empresa, como no caso da CEDAE. Com a privatização dos sistemas de abastecimento, as empresas concessionárias passaram a tratar os dados de captação e consumo de água como dados estratégicos de mercado e, portanto, sigilosos. Há também um receio no fornecimento de dados que possam levar a denúncias sob o ponto de vista ambiental ou de qualidade da água. As entrevistas indicaram que mesmo as prefeituras têm dificuldade de acesso a dados básicos das empresas, como bairros e número de domicílios atendidos, com as respectivas vazões fornecidas.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), criado pelo governo federal em 1995 e atualmente vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, do Ministério das Cidades revelou muitas imprecisões e limitações nos dados para a análise ao nível local, inclusive pelo fato de ser um levantamento amostral, que não abrange todos os municípios e também porque o grau de detalhamento necessário nas análises locais é maior do que o fornecido pelo Sistema.

Por outro lado, parecem ser insuficientes as informações sobre o sistema hidrológico, conforme já apontado por Costa (1999) e confirmado pelas informações obtidas junto ao setor de hidrologia da antiga SERLA - Superintendência Estadual de Rios e Lagoas, criada em 1975. Em 1999 a SERLA já era responsável pela manutenção da rede de estações hidrometeorológicas, sendo relatado que a rede havia sofrido redução no número de estações e os históricos apresentavam períodos com falhas, o que dificultava o tratamento estatístico dos dados. Na bacia do rio Guapi-Macacu havia somente três estações de monitoramento em funcionamento. Em 2008 a SERLA disponibilizava os dados brutos de nível de água dos mananciais, mas não há estudos ou sistematizações destes dados, o que exige profissionais especializados. No Estado do Rio de Janeiro foi implantado a partir de 1999, um sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos, tendo como principal objetivo a reversão do quadro de degradação de seus rios e lagoas. A partir da criação, pela Agência Nacional de Águas (ANA), do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH), a SERLA convocou os usuários já cadastrados nos sistemas anteriores a se recadastrarem, tendo em vista unificar os cadastros de usuários de águas de domínio da União e dos

estados e ser um pré-requisito para obtenção de outorga de direito de uso da água no Rio de Janeiro. Este cadastro deveria fornecer um conjunto de dados sobre os diferentes tipos de usuários de água, mas informações sistematizadas deste cadastro não estão disponíveis ao acesso público.

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das dinâmicas social, econômica e do uso da terra nas bacias dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, bem como dos sistemas de abastecimento de água nos municípios envolvidos nesta pesquisa reforçam a importância de um planejamento ambiental para garantir a manutenção das reservas de água destas bacias. Do ponto de vista econômico, o setor de serviços é o responsável pela ocupação da maior parte da população dos municípios estudados. Mesmo que a implantação do COMPERJ possa alterar significativamente o montante do PIB da região e aumentar a participação do setor industrial, é provável que se mantenha a importância do setor terciário, tanto em valor adicionado, quanto na geração de postos de trabalho.

Do ponto de vista demográfico, os municípios da região em estudo sofrem importante influência da expansão da região Metropolitana sobre sua dinâmica populacional, mesmo no caso dos municípios de Cachoeiras de Macacu e Rio Bonito que não se encontram oficialmente incluídos nela. Essa importância se acentua no caso dos municípios de São Gonçalo e Itaboraí, que têm apresentado índices de crescimento populacional expressivos e tendem a causar maiores pressões no sistema de abastecimento de água. Com exceção de Niterói, todos os demais municípios caracterizam-se por abrigar populações de baixa renda e tendem a ter um crescimento sobre áreas de baixada, inundáveis e sem infra-estrutura. É possível que a instalação do COMPERJ acentue estes problemas, em especial nos municípios de Itaboraí, São Gonçalo e Tanguá, mas provavelmente acentuando a tendência de aumento do grau de conurbação ao longo das estradas, abrangendo também os municípios de Cachoeiras de Macacu (Distrito de Papucaia) e Rio Bonito.

Em 2006, a porcentagem da área total dos municípios ocupada por estabelecimentos agropecuários era de cerca de um terço do seu território. As pastagens ocupam a maior parte da área dos estabelecimentos. A agricultura é praticada principalmente por agricultores familiares, sendo que essa atividade assume maior importância nos municípios de Rio Bonito e Cachoeiras de Macacu. A especulação imobiliária por um lado pressiona as propriedades menores localizadas em áreas próximas a matas e nascentes para chácaras de final de semana e, por outro pressiona áreas maiores nas baixadas, como ocorrido em Rio Bonito em fazendas de criação extensiva de gado, para loteamentos urbanos.

O levantamento e a análise dos sistemas de abastecimento de água confirmam a importância estratégica da bacia do rio Guapi-Macacu, que alimenta o Canal Imunana e que, por sua vez, abastece os municípios de São Gonçalo, Niterói e Itaboraí. Essa bacia é responsável atualmente pelo

fornecimento de uma vazão média cerca de 6.000 l/s para os municípios em foco. No que se refere à quantidade de água, atenção especial deve ser dada para o uso da terra no município de Cachoeiras de Macacu, onde estão localizadas suas principais nascentes e rios. Mesmo que muitas das nascentes destes dois rios formadores desta bacia já estejam protegidas por unidades de conservação, pela sua importância, toda a zona rural deste município merece uma atenção especial. Também o esgotamento sanitário urbano é estratégico, pois o rio Macacu atravessa a sede de Cachoeiras de Macacu e também outros bairros localizados às margens da RJ-116, antes de chegar à captação no canal Imunana. Na apresentação do sistema de abastecimento de água da área de estudo evidenciou-se que há atualmente uma demanda reprimida, devido à insuficiência nos serviços de abastecimento de água tratada, em especial para o consumo residencial, de maior peso nesta região. As entrevistas de campo, os dados secundários e estudos realizados sobre as privatizações nos sistemas de abastecimento de água apontam uma série de limitações e problemas no abastecimento, bem como na relação entre as prefeituras e as concessionárias.

Uma parte expressiva das bacias ainda apresenta cobertura florestal protegida por unidades de conservação (32%), e a presença destas áreas de mata protegidas por lei parece ser fator primordial de garantia para o abastecimento de água, dado que todas as captações importantes se dão nessas áreas. Além disso, este estudo mostra que no período em estudo (1996 a 2006) houve uma diminuição da vazão mínima em pontos de captação de água onde a cobertura vegetal foi reduzida, o que mostra a importância da manutenção e recomposição das matas ciliares e das matas ao redor das nascentes dos rios.

Sob o ponto de vista do planejamento ambiental, merece menção a carência de dados públicos sistematizados sobre hidrologia e abastecimento de água. Atualmente com a incorporação da SERLA ao INEA, existem instâncias diferenciadas para tratar a questão da qualidade e quantidade da água. Espera-se, portanto, uma regularização do monitoramento dos recursos hídricos e uma melhoria na organização e disponibilização dos dados para a sociedade.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro / FAPERJ pelo apoio financeiro concedido para a realização deste estudo e às pessoas ligadas às Instituições estaduais e municipais que contribuíram na disponibilização de dados e informações.

BIBLIOGRAFIA

CONSÓRCIO ECOLOGUS- AGRAR (2005) “Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, Relatório Final - Síntese”, Rio de Janeiro.

COSTA, H. (1999). “Subsídios para Gestão dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Macacu, São João, Macaé e Macabu”, Rio de Janeiro: SEMA.

- FIRJAN / FGV. (2008). “COMPERJ – Potencial de Desenvolvimento Produtivo”. Estudos para o desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro, n.1, maio.
- FUNDAÇÃO CIDE. (2006). Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: CD-Rom.
- CEDAE. (2007). “Manutenção preventiva no Sistema Imunana-Laranjal”. Disponível em: <www.cedae.rj.gov.br>. Acesso em 04/12/2007.
- CEDAE. (2008). “Investimento na recuperação ambiental”. Disponível em: <www.cedae.rj.gov.br>.. Acesso em 28/02/2008.
- IBGE.- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.(1996). ”Censo Agropecuário – Ano 1996”. Rio de Janeiro. Parcialmente disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> . Acesso em julho 2008.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2000). “Censo Demográfico – Ano 2000”. Rio de Janeiro. Parcialmente disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em julho 2008.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.(2000). “PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - Ano 2000”, Rio de Janeiro. Disponível em: < www.bme.ibge.gov.br>. Acesso em julho 2008.
- IBIOATLÂNTICA. (2008). “IBio estabelece diálogo na bacia Guapi-Macacu”. Disponível em: <<http://www.bioatlantica.org>>, Acesso em julho de 2008.
- IBIOATLÂNTICA. (2008). “Mosaico Central Fluminense se prepara para chegada do COMPERJ”. Disponível em: < <http://www.bioatlantica.org/noticias.asp?offset=10>>. Acesso em 22 de julho de 2008.
- OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. (2005). “Capítulo II - Região Metropolitana do Rio de Janeiro”. In: Observatório das Metrôpoles. “Projeto Análise das Regiões Metropolitanas do Brasil – Relatório Final. Rio de Janeiro: IPPUR-UFRJ/FASE (versão eletrônica). Disponível em: <http://www.observatoriodasmetrosoles.ufrj.br/como_anda/como_anda_RM_riodejaneiro.pdf> Acesso em outubro/2008.
- O DIA ONLINE. (2007). “Rio vive sua pior estiagem desde 2003 – Com a falta d’água, CEDAE interrompeu até fornecimento a cervejaria e endureceu luta contra gatos em S.Gonçalo”. Notícia postada em 17/10/2007 por Élcio Braga e Marcos Galvão.
- O GLOBO. (2004). “SERLA restringe captação de água no Rio Macacu – estiagem provoca redução do fornecimento”. Notícia postada em 14/out/2004. .
- PETROBRAS. (2008). “COMPERJ Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro”. Disponível em: <<http://www2.petrobras.com.br/PETROBRAS/portugues/comperj.asp>> . Acesso em 2008.

confused with those of pumas <i>P. concolor</i> making it difficult to determine priority areas. There has been some attempts to obtain a formula to differentiate between the two species however this can be time consuming and requires some experience. We propose the use of a computer based image processing system in order to facilitate studies with these species. A set of 44 footprints from jaguar (23) and puma (21) was obtained in Sonora.

These footprints were used to generate a program based in a Generalized Linear Model (GLM) that uses two shape descriptors (a boundary based orientability measure and boundary length) to classify the footprints. From the existing data set, the GLM was able to classify the footprints with an accuracy of 75%. A larger data set is expected to increase the classification accuracy. Additional shape descriptors may be added for further improvement. This will provide a method of easy access to carry further studies at a really low cost.

314902 EVALUATING THE STATUS OF TIGERS IN INDIA

Yadvendradev V Jhala, Qamar Qureshi, Rajesh Gopal

We estimate tiger occupancy, individual population extent, size, and connectivity in 17 Indian states. All forests were surveyed at approximately 20 km² (beat) resolution using 88,000 personnel working for 10 days (Nov. 2005 - March 2006) for quantifying carnivore signs on trails, prey encounters on transects, anthropogenic pressures, and habitat parameters. Twenty layers of information were generated in a GIS from remotely sensed and attribute data on landscape characteristics and the "human footprint". Tiger density using camera traps and ungulate abundance using distance sampling were estimated at 29 sites. Indices of tiger abundance and covariate data were then regressed against tiger densities to predict tiger abundance in a double sampling framework. Tiger occupancy and density were determined by prey abundance, human impact, landscape and habitat characteristics. From 300,000 km² of potential tiger habitat 93,700 km² was occupied. The Shivalik-Gangetic Plain landscape had 9 tiger populations with 5177 km² occupied by 259-335 tigers. Central Indian and Eastern Ghat Landscape had 19 populations with 48,600 km² occupied by 486-718 tigers. The Western Ghat Landscape has 6 populations with 34,100 km² occupied by 336-487 tigers. The North Eastern Hills and the Brahmaputra Flood Plains has an occupancy of 4,230 km², while Sunderbans has a tiger occupancy of 1586 km².

METHODS: Land use planning for conservation

306063 CHALLENGES FOR CONSERVATION: ADDITIONAL ISSUES IN DEVELOPING STRATEGIES AND ACTIONS FOR CONSERVING BIODIVERSITY

Carlos Frederico Duarte Rocha, Helena Godoy Bergallo, Elaine C. C. Fidalgo, Maria Alice S Alves, Marta B Costa, Monique Van Sluys, Mariella Camardelli Uzêda, Thomaz C.C. Costa, Marcos A Santos, Antonio C.R. Cozzolino

World Biota and environments have experienced a high erosion of biological diversity due to human actions. In the last decades, criteria to identify priority areas for conservation have been refined based on the cumulative body of knowledge, which drove conservation strategies and actions to protect biological diversity. In many cases these strategies were predominantly based on the occurrence of remarkable local species richness and/or occurrence of endemics or threatened species. Here, we describe our experience as an

additional way of thinking conservation which focuses on the fact that regions of a political unit differ in socioeconomic and biological aspects, which in turn, should generate specific sets of conservation strategies. Our target was Rio de Janeiro State, Brazil (an area with high biological diversity under extreme human pressure). Our approach was based on how defining strategies and actions for conservation is a quite complex process which should involve a large set of aspects, that must be considered together, including biological, sociological, ecological, geomorphological, climatological, hydrological, economical and the actual landscape status among others. Along three years we gathered georeferenced data on all these aspects, complemented by biodiversity inventories in the field. The dataset were interrelated showing that the nine regions differed remarkably among them and, generated a different set of strategies to accommodate regional realities.

METHODS: Population viability analysis

315144 A NOVEL APPROACH TO HABITAT MODELING SPECIES VIABILITY

Mark R. Lethbridge

In fluctuating environments such as semi-arid areas, herbivore populations respond directly to fluctuations in food resources. Such fluctuations are principally determined by rainfall. Thus it is often useful to model annual herbivore population growth rates directly with rainfall. Bioclimatic envelopes and regression approaches, which relate species occurrence to environmental variables, have traditionally been used to construct species-specific habitat models. In this study the Ivlev numerical response model was used to model the annual population growth rates of the threatened Yellow-footed Rock-wallaby (*Petrogale xanthopus xanthopus*) with rainfall. Positive growth rates were found to be associated with higher rainfalls, while negative growth rates were associated with lower rainfalls. In a novel approach, the long-term population growth rates were then interpolated across the landscape in a GIS using rainfall gauge information to create a habitat model. This model was used to test a range of climate change scenarios on the future viability of this threatened species. These models suggest that in the absence of threat abatement, this species is likely to decline in areas where there is a predicted future decrease in rainfall

METHODS: Protected area planning and design

314924 ESTABLISHING A COMMUNITY-MANAGED WILDLIFE SANCTUARY ON CALAYAN ISLAND, NORTHERN PHILIPPINES

Cynthia Adeline A. Layusa, Carl H. Oliveros, Noreen Marie G. Follosco

The island of Calayan in northern Philippines is exceptional, retaining forest that covers 60% of its 196 sq km land area. It harbors an island-endemic species of forest bird, the Calayan Rail, and most likely, other undescribed endemic taxa. However, it is under pressure from timber poaching, slash-and-burn farming and land conversion. The unique forest on this island currently does not have any protected area status. The establishment of a locally-managed wildlife sanctuary was initiated to offer protection to the island's watershed and wildlife resources. A participatory approach was employed to ensure the involvement of the local community: a Participatory Resource Mapping (PRM) of important physical, socio-cultural and economic features within the proposed site, SWOT analysis of local capacity, and a meeting with legislators and key local government agencies to get legislative support. As a result, a list of rules and regulations, volunteer wardens,



Produção de matéria seca e qualidade nutricional do capim-tanzânia em função de doses de nitrogênio, potássio e magnésio¹

Alberto C. de Campos Bernardi²; José Carlos Polidoro³; Vinícius Benites³

¹Trabalho financiado pelo convênio Embrapa / Magnesita S/A

²Embrapa Pecuária Sudeste Cx.P.339, CEP: 13560-970 São Carlos – SP. e-mail: alberto@cnpse.embrapa.br

³Embrapa Solos. R. Jardim Botânico, 1024. CEP: 22460-000 Rio de Janeiro - RJ. e-mail: polidoro@cnps.embrapa.br; vinicius@cnps.embrapa.br

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação com nitrogênio, potássio e magnésio sobre a produção de matéria seca e qualidade nutricional do capim-tanzânia. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 X 2, com 3 repetições. Os tratamentos utilizados foram 3 doses de N e K₂O (1º ano: 100, 500 e 1000 kg ha⁻¹ como uréia e KCl e 2º ano: 100, 400 e 800 kg ha⁻¹ como nitrato amônio e KCl) aplicados na presença e ausência de 300 kg/ha de MgO, na forma de magnesita calcinada. As adubações foram feitas a lanço na entrelinha do capim-tanzânia após os cortes da forragem. Os resultados indicaram que houve demanda por magnésio em sistema de adubação intensiva de pastagem, e que o fornecimento de magnesita calcinada foi eficiente em suprir magnésio às plantas. O balanceamento nutricional proporcionado pelo fornecimento de magnésio, levou a uma economia na adubação, pois com menores doses de N observou-se produção de MS equivalente à obtida nas maiores doses.

Palavras-chave: digestibilidade, FDN, FDA, *Panicum maximum*, proteína bruta

Dry matter yield and nutritional quality components of Tanzania grass due nitrogen, potassium and magnesium levels

Abstract: The main objective of this paper was evaluate the effect of nitrogen, potassium and magnesium fertilization on dry matter yield and nutritional quality components status of Tanzania grass. The experimental design adopted was a 3 X 2 factorial randomized blocks with 3 replications. Treatments comprised 3 levels of N and K₂O (1st year: 100, 500 and 1000 kg ha⁻¹ as urea and KCl; 2nd year: 100, 400 and 800 kg ha⁻¹ as ammonium nitrate and KCl) applied with 0 or 300 kg/ha of calcined magnesite. Fertilization was done in broadcast method between lines of Tanzania grass after forage cut. The results indicate that there was a demand for magnesium in intensive fertilized pastures systems, and the calcined magnesite was effective in supplying magnesium to plants. The nutritional balance provided by MgO prompted to save fertilizer, since the lowest N levels led to equivalent dry matter yield obtained in the highest N levels.

Keywords: ADF, crude protein, digestibility, NDF, *Panicum maximum*

Introdução

Os níveis de adubação utilizados nos sistemas intensivo são muito mais elevados que os utilizados na maioria das outras culturas, devido a alto potencial de resposta das gramíneas tropicais à adubação. Em condições edafo-climáticas adequadas, o N é o fator de maior impacto na produtividade da planta forrageira tropical bem estabelecida e dos animais que a utilizam, sendo o responsável pela sustentabilidade da produção (Cantarella et al., 2002).

Outros nutrientes, como o magnésio, também podem limitar a resposta da produção de forrageiras de maior exigência nutricional, especialmente nos sistemas intensivos onde relações inadequadas dos nutrientes, ou desequilíbrio dos minerais no solo podem interferir de maneira prejudicial na nutrição mineral das plantas, e conseqüentemente, limitar a produção de forragem. Por isso, muitas vezes, a adubação nitrogenada tem apresentado respostas produtivas abaixo das esperadas.

O magnésio participa no metabolismo vegetal por estar no centro da molécula de clorofila, participar dos processos de transferência de energia e ativação de enzimas, inferir na absorção de outros nutrientes e atuar no balanço hídrico da planta. Os resultados de Corrêa (1996) e Pereira (2001) com cultivares de *Panicum maximum* mostraram a influência do Mg na produção de MS, número de perfilhos e a área foliar. Uma alternativa para a correção ou manutenção de uma relação Ca:Mg adequada no solo

pode ser a aplicação do gesso combinado com o óxido de magnésio (MgO), produto da calcinação do mineral magnesita (MgCO₃). Este insumo pode agir no solo como corretivo de acidez e fornecer o nutriente Mg.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação com nitrogênio e potássio e sua interação com a adubação com magnesita calcinada, sobre a produção de matéria seca e qualidade nutricional do capim-tanzânia.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP (22°01'S e 47°54'W; 856 m acima do nível do mar). O clima da região é tropical de altitude, Cwa (classificação de Köppen) com 1502 mm de precipitação pluvial anual, e temperaturas médias mínimas e máximas de 16,3°C (julho) e 23°C (fevereiro), respectivamente. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (LVAd), textura média. As características químicas do solo, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, antes do início do experimento, foram respectivamente: pH_{CaCl2} = 5,4 e 4,5; M.O. = 20 e 16 g/dm³; P_{resina} = 20 e 7 mg/dm³; K = 1,6 e 1,0 mmol/dm³; Ca = 17 e 8 mmol/dm³; Mg = 7 e 3 mmol/dm³; CTC = 49 e 46 mmol/dm³; V = 53 e 46%; B = 0,24 e 0,19 mg/dm³; Cu = 1,6 e 1,7 mg/dm³; Fe = 27 e 17 mg/dm³; Mn = 11,6 e 3,9 mg/dm³; Zn = 1,9 e 0,3 mg/dm³ e as características físicas: areia = 690 g/kg; argila = 251 g/kg; e silte = 59 g/kg.

A forrageira capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia - 1) foi semeada em dezembro de 2005 com densidade de plantio de 10 kg/ha de sementes. A saturação por bases do solo foi elevada para 70% e foram aplicados 100 kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato simples (18% P₂O₅) e 30 kg de FTE BR-12 (1,8% de B; 0,8% de Cu; 3% de Fe; 2% de Mn; 0,1% Mo; 9% Zn). Em outubro de 2006, após corte de nivelamento, foram estabelecidas as parcelas experimentais de 6 m², com área útil de 3 m² e iniciados os tratamentos. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 X 2, com 3 repetições. Os tratamentos no primeiro ano (2006/07) constaram de 3 doses de nitrogênio em cobertura (100, 500 e 1000 kg ha⁻¹) e as mesmas doses de K₂O (100, 500 e 1000 kg ha⁻¹) com 0 e 300 kg/ha de magnesita calcinada (94,4% MgO) aplicada a lanço sem incorporação. No segundo ano (2007/08) foram utilizadas as doses de nitrogênio em cobertura de 100, 400 e 800 kg ha⁻¹ de N, e as doses de K₂O de 100, 500 e 1000 kg ha⁻¹ com 0 e 300 kg/ha de magnesita calcinada (94,4% MgO) aplicada a lanço sem incorporação. As fontes de nitrogênio utilizadas foram uréia (45% N) no primeiro ano e nitrato de amônio (33% N) no segundo ano, já o KCl (60% K₂O) foi utilizado em ambos períodos. As adubações nitrogenada e potássica foram aplicadas a lanço nas entrelinhas do capim-tanzânia, após cada corte e parcelada em 6 aplicações.

Entre outubro e abril de 2006 e 2007 foram realizados seis cortes em cada ano agrícola, quando as plantas atingiram entre 100 e 120 cm de altura, mantendo um resíduo de 35 cm. A produtividade do capim Tanzânia foi avaliada em cada corte, pela produção de biomassa fresca, amostrada na área útil das parcelas, com intervalo de 35 dias entre os cortes. As amostras do material colhido foram levadas à estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até peso constante, para determinação da matéria seca (MS). Então foram determinados o teor de proteína bruta (Nogueira et al., 2005), os conteúdos de fibras em detergente neutro (FDN) e fibras em detergente ácido (FDA) pela metodologia proposta por Souza et al. (1999), e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, pela técnica de Tilley & Terry (1963).

Foram realizadas as análises de variância e ajustadas equações de regressão para a produção de matéria seca parâmetros de qualidade e teores de nutrientes na parte aérea em função das doses de aplicação de nitrogênio e potássio e da magnesita calcinada.

Resultados e Discussão

Os resultados a produção de matéria seca do capim-tanzânia obtidos no primeiro ano do experimento (Figura 1A) indicaram resposta linear sem a utilização de MgO, com a produção máxima de 12,3 t/ha de MS obtida com a dose de 1000 kg/ha de N e de K₂O aplicados parceladamente após cada corte. Com a utilização de MgO (dose de 300 kg/ha) observou-se a ausência de efeito das adubações nitrogenada e potássica, pois não houve diferenças entre as produções de matéria seca dos tratamentos testados. A mesma tendência foi observada no segundo ano (Figura 1B), com produção máxima de 14.452 kg/ha de MS para a dose máxima testada de N (800 kg/ha), porém com a adição de 300 kg/ha de magnesita novamente não houve resposta à adubação nitrogenada. Estes resultados concordam com aqueles apresentados anteriormente por Corrêa (1996) e Pereira (2001).

Não houve interação entre as doses de N e K₂O e o fornecimento de MgO nos parâmetros de qualidade analisados: FDN, FDA, digestibilidade *in vitro* e proteína bruta (Figura 2). A digestibilidade *in vitro* teve comportamento quadrático com a variação das doses de N e K₂O sendo que os maiores valores, em ambos anos de avaliação, foram 67,4 e 69,5 % obtidos com as doses de 879 e 735 kg/ha. A FDA apresentou decréscimos lineares com o aumento das doses de N e K₂O apenas no 2º ano. Os valores de FDN não foram alterados com os tratamentos. Não houve interação significativa do fornecimento de

MgO sobre os valores de proteína bruta na parte aérea do capim-tanzânia, os quais aumentaram linearmente com o aumento das doses de N e K₂O.

Conclusões

Os resultados indicam que há uma demanda por magnésio em sistemas de adubação intensiva de pastagem, e que o fornecimento de MgO foi eficiente em suprir este nutriente às plantas. Este balanceamento nutricional proporcionado pela magnesita, elevou a uma economia na adubação, pois com menores doses N obteve-se produções equivalentes de MS que as obtidas nas maiores doses.

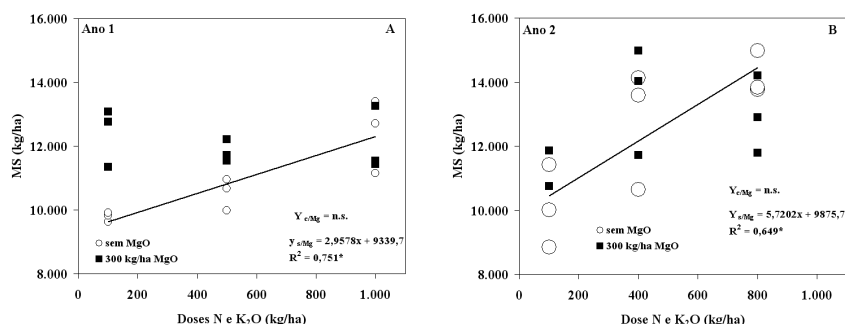


Figura 1 Produção de matéria seca (kg ha⁻¹) pelo capim-tanzânia em função das doses de fertilizantes nitrogenado e potássico com e sem a aplicação de MgO nos anos agrícolas de 2006/7 (A) e 2007/8 (B).

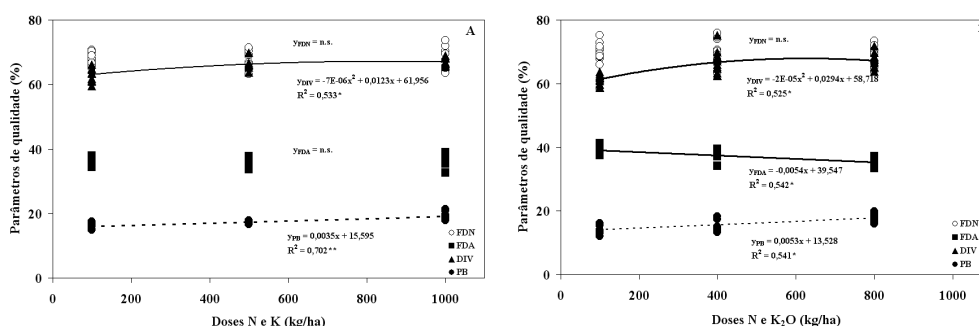


Figura 2 Parâmetros de qualidade (FDN, FDA, DIV e proteína bruta) do capim-tanzânia em função das doses de fertilizantes nitrogenado e potássico com e sem a aplicação de MgO nos anos agrícolas de 2006/7 (A) e 2007/8 (B).

Literatura citada

- CANTARELLA, H.; CORREA, L.A.; PRIMAVERSI, O.; PRIMAVERSI, A.C. Fertilidade do solo em sistemas intensivos de manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 19., 2002. Inovações tecnológicas no manejo de pastagens. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 2002. P.99-131.
- CORRÊA, B.D. **Doses de nitrogênio e magnésio afetando aspectos produtivos e bioquímicos dos capins Colômbio, Tanzânia-1 e Vencedor**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1996. 124p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1996.
- PEREIRA, W.L.M. **Doses de potássio e de magnésio em solução nutritiva para capim-Mombaça**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2001. 124p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2001.
- NOGUEIRA, A.R.A.; CASTRO, A.L.; BERNARDI, A.C.; ZANOTTO, D.L.; SOUZA, G.B.; BARROCAS, G.E.G.; CARNERIO, H.; LIMA, J.R.; FERREIRA, J.R.; MARTINI, M.; MARTINS, N.G.; FREITAS, S.C.; BEZERRA, V.S. Análise de alimentos. In: NOGUEIRA, A.R.A.; SOUZA, G.B. **Manual de laboratórios: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. p.201-329.
- SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A.; SUMI, L.M.; BATISTA, L.A.R. **Método alternativo para determinação de fibra em detergente neutro e em detergente ácido**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 1999. 15p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 5).
- TILLEY, J.A., TERRY, A.R. A two-stage technique for in vitro digestion of forages crops. **Journal of the British Grassland Society**, Hurley, v.18, n.1, p.104-111, 1963.

Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para avaliação de impactos à sustentabilidade associados à expansão da Cana-de-açúcar

Joyce Maria Guimarães Monteiro¹
Heitor Luiz da Costa Coutinho¹
Lilian Bechara Elabras Veiga²

RESUMO: A implementação de políticas públicas que promovam a mudança de uso do solo demanda o desenvolvimento de ferramentas que avaliem os possíveis impactos futuros destas políticas, visando promover a sua sustentabilidade. Para medir os impactos resultantes da implementação destas políticas, um grupo de indicadores de sustentabilidade foi selecionado pelo projeto SENSOR – União Européia (www.sensor-ip.org, EU FP-6), a partir dos indicadores desenvolvidos pelo Eurostat (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>). Este trabalho apresenta esses indicadores de sustentabilidade e analisa sua aplicabilidade para descrever os principais impactos do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil. A região centro-sul é a maior produtora de cana-de-açúcar em todo o país, sendo esta uma cultura que vem apresentando grande crescimento nesta região. Os indicadores selecionados pela EU não são suficientes para medir os principais impactos da expansão do cultivo da cana-de-açúcar. Outros indicadores devem ser selecionados visando uma avaliação ex-ante dos impactos das políticas públicas relacionados à expansão da cultura da cana-de-açúcar visando a produção de biocombustíveis.

Palavras-chave: Uso do solo, biocombustível União Européia

INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta indicadores de sustentabilidade e analisa sua aplicabilidade para prognosticar os principais impactos da expansão do cultivo da cana-de-açúcar na região Centro-Sul brasileira. O projeto SENSOR-EU reúne 15 países para “desenvolver uma ferramenta para a avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais (*Sustainability Impact Assessment Tools, SIAT*) em diferentes cenários resultantes da implementação de

políticas públicas de mudança de uso do solo, de forma a garantir a sustentabilidade” (SENSOR 2004). Em 2006, o projeto SENSOR-EU foi expandido para quatro países fora da União Européia, dentre os quais o Brasil. As projeções de expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil indicam que a produção do etanol brasileiro tem grande potencial de crescimento em função da crescente demanda do mercado nacional e internacional. A região centro-sul do país concentra 86% deste cultivo. Uma das maiores preocupações está em se estabelecer indicadores de sustentabilidade da expansão da agricultura canavieira no país para mensurar os impactos ambientais, sociais e econômicos, de maneira integrada. Este artigo apresenta uma primeira análise da correspondência dos indicadores selecionados pelo projeto SENSOR-EU à realidade brasileira. A identificação e seleção de indicadores de sustentabilidade podem contribuir para uma avaliação ex-ante dos impactos da expansão do cultivo da cana-de-açúcar em diferentes cenários. Como primeiro passo propõe-se verificar se os indicadores selecionados pelo SENSOR-EU são suficientes para medir os principais impactos do cultivo da cana-de-açúcar, ou se outros indicadores devem ser selecionados e ainda outros a serem desenvolvidos.

MATERIAL E MÉTODOS

A fim de analisar os impactos da implementação de políticas públicas de mudança de uso do solo e visando garantir a sustentabilidade, um conjunto de indicadores de sustentabilidade foi selecionado pelo projeto SENSOR – União Européia (www.sensor-ip.org, EU FP-6) a partir dos indicadores desenvolvidos pelo Eurostat

¹ joyce@cnpes.embrapa.br; heitor@cnpes.embrapa.br Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ Cep 22460-000

² lveiga@ppe.ufrj.br Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ - Programa de Planejamento Energético. Centro de Tecnologia, Bloco C sala 211. Cidade Universitária- Ilha do Fundão Cep 21941-972

(<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>). Estes indicadores de sustentabilidade selecionados são apresentados e analisados quanto a sua aplicabilidade para prognosticar os principais impactos da expansão do cultivo da cana-de-açúcar na região Centro-Sul brasileira. Para tanto se realizou uma ampla busca nas bases de dados da Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), verificando se existe correspondência entre os indicadores europeus e os desenvolvidos pela CEPAL para a realidade Latina Americana e pelo IBGE para o Brasil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil tem um grande potencial para a expansão da produção do etanol a partir do cultivo da cana-de-açúcar. No Brasil, a produção de cana-de-açúcar ocorre primordialmente nas regiões Centro-Sul e Nordeste, sendo muito concentrada na região Centro-sul (86% em 2006) (IBGE/PAM, 2008). Dentre os principais impactos à sustentabilidade causados pela produção de cana-de-açúcar destacam-se a alteração da cobertura vegetal, o desencadeamento ou agravamento de processos erosivos e a conseqüente perda de solo e água, demanda de grande volume de água para o cultivo, a alteração da dinâmica da fauna e a perda de diversidade biológica pela implantação de monocultura de forma concentrada (VIEIRA, 2006). A queima da palha da cana utilizada na colheita manual, intensifica os impactos negativos relacionados a essa cultivo. Com a expansão do cultivo canavieiro são esperados impactos negativos nos meios biótico, físico e antrópico (MORAES, 1999).

O conceito de indicadores de desenvolvimento sustentável foi apresentado na Agenda 21, no documento resultante da *United Nations Conference on Sustainable Development* – (UNCED - Rio-ECO92), como se segue: “Os Indicadores de desenvolvimento sustentável devem fornecer as bases necessárias ao processo de tomada de decisão em todos os níveis e contribuir para auto-regular a sustentabilidade de sistemas integrados de desenvolvimento”.

Os indicadores do projeto SENSOR foram selecionados a partir dos indicadores desenvolvidos pela Comissão da União Européia (*Commission of the European Community* –CEC). Assim, no projeto

SENSOR-EU foram selecionados, a partir dos indicadores definidos pelo CEC, uma listagem de indicadores ambientais, econômicos e sociais, capazes de medir os impactos resultantes de políticas públicas de mudança de uso do solo nos países integrantes da União Européia. Considerando apenas os indicadores ambientais proposto pelo projeto SENSOR EU, realizou-se uma ampla busca nas bases de dados da Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com o objetivo de verificar a transferabilidade dos indicadores europeus à realidade Latino-Americana e Brasileira. A Tabela 1 apresenta os impactos e os indicadores selecionados pelo projeto SENSOR e assinala os indicadores encontrados nas bases do CEPAL e IBGE.

Conforme apresentado na Tabela 1 percebe-se que grande parte dos indicadores selecionados pelo projeto SENSOR-EU não foram desenvolvidos pelo CEPAL e pelo IBGE. Este fato pode ser atribuído às diferentes políticas, características e demandas de cada país.

CONCLUSÕES

A identificação e seleção de indicadores pode contribuir para uma avaliação ex-ante dos impactos à sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar em diferentes cenários resultantes da implementação de políticas públicas de mudança de uso do solo, conforme proposto pelo SENSOR-EU. Esses resultados podem direcionar a formulação de políticas públicas que levem a sustentabilidade dessa atividade na região Centro-sul do Brasil. No entanto, os impactos decorrentes da expansão da cana-de-açúcar no Brasil para a produção de etanol ocorrem em função do histórico da produção do etanol no país, das técnicas agrícolas aplicadas e de aspectos ambientais, sociais, culturais e políticos do país. Em uma primeira análise, uma parte significativa dos indicadores de sustentabilidade ambiental propostos para mensurar os impactos resultantes de políticas públicas de mudança de uso do solo nos países integrantes da União Européia difere dos indicadores ambientais desenvolvidos pelo CEPAL e IBGE. Conclui-se que os indicadores desenvolvidos pelo SENSOR parecem não ter correspondência com os impactos da expansão da cana-de-açúcar na realidade do país. Novos indicadores devem ser selecionados entre os indicadores de sustentabilidade

propostos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004) e outros a serem desenvolvidos para a realidade brasileira.

REFERÊNCIAS

- COMISSÃO ECONÔMICA PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE, CEPAL: Estatísticas para a América Latina e Caribe: disponível em <http://www.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp>.
- CONAB (2007) Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de-açúcar. Disponível em www.conab.gov.br.
- IBGE/PAM (2008) IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2005. Pesquisa Agrícola Municipal-PAM. Disponível em www.sidra.ibge.gov.br/bda/PAM.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.
- IBGE (2004) - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, “Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, Brasil”, IBGE, Rio de Janeiro, RJ.
- MAPA (2008) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ Assessoria de gestão estratégica. Projeções do Agronegócio Mundial e Brasil 2006/07 a 2017/18. Brasília-DF
- MORAES, M.A.F.D. (1999) A desregulamentação do setor sucroalcooleiro Brasileiro. Tese doutorado em Ciências, Economia Aplicada. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- SENSOR – IP, disponível em: <http://www.sensor-ip.eu>
- VIEIRA, J. N. de S. (2006). A Agroenergia e os Novos Desafios para a Política Agrícola no Brasil. In: O Futuro da Indústria: Biodiesel, Série Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, n. 14, pp. 37-48. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior-MDIC/Instituto Euvaldo Lodi-IEL/Núcleo Central.

Tabela 1. Indicadores Ambientais

Impacto	Indicadores Ambientais		
	União Européia	América Latina	MS Brasil
	Sensor	Cepal	IBGE
1- Qualidade do Ar	Amônia (NH ₃)		x
	Óxido de Nitrogênio -NO _x	x	
2- Água	Nitrogênio excedente		
	Fósforo excedente		
	Uso de Agrotóxicos	x	x
	Captação de Água	x	
3- Solo	Erosão do Solo		x
	Compactação do Solo		
4- Clima	Estoque e seqüestro de carbono		
	Gás Carbônico - CO ₂	x	
	Metano - CH ₄	x	
5- Recursos Naturais	Consumo de energia	x	
	Produção de energia por fonte	x	x
6- Biodiversidade e paisagem	Proporção de habitats terrestres com risco de eutrofização		
	Varição da População de aves em áreas agrícolas		
	Volume de madeira morta		
	Áreas de conservação	x	x
	Mudança de Pastagem natural para uso agrícola		
	Agregação Espacial		
	Diversidade de paisagem		
7 – Uso do Solo	Mudança da cobertura do solo por classe		
8- Geração e reciclagem resíduos	Água residual e resíduo sólido	x	
9- Riscos Ambientais	Risco de incêndio florestal		x
10- Energia	Consumo de energia em transporte		
	Consumo de energia - aquecimento e eletricidade		

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Utilização de imagens de alta resolução para o mapeamento do uso e cobertura do solo na microbacia do córrego Pito Aceso - Região de Mata Atlântica - RJ”

RACHEL BARDY PRADO⁽¹⁾, THAYS BARBOSA CAMPOS BARCELLOS⁽²⁾, LUIZ FELIPE GUANAIS REGO⁽³⁾, GUILHERME KANGUSSU DONAGEMMA⁽⁴⁾ & ANA PAULA DIAS TURETTA⁽⁵⁾

RESUMO – O presente estudo teve como propósito obter o mapa de uso e cobertura do solo da microbacia do córrego Pito Aceso-RJ, que fica no bioma Mata Atlântica. Para tal foram utilizadas imagens de alta resolução do satélite Ikonos II. O *software* utilizado para o processamento das imagens foi o Definiens Developer 7.0. Foi aplicada a segmentação, mas as bordas dos segmentos se apresentaram em fractais, o que dificultou um pouco a classificação das imagens. Foram obtidas 11 classes de uso e cobertura do solo, sendo que as matas em estágio avançado e inicial são as classes predominantes em termos de área. Por outro lado, a agricultura (culturas anuais e perenes) é a principal atividade econômica da microbacia. A partir de trabalho de campo foi possível identificar que existem algumas práticas conservacionistas do solo na região como o sistema em pousio, mas outras práticas também importantes poderiam ser introduzidas, além da implantação de sistemas alternativos e sustentáveis como os Sistemas Agroflorestais (SAF).

Palavras-Chave: Uso e cobertura do solo, imagens de alta resolução, manejo conservacionista do solo.

Introdução

O uso e manejo inadequado do solo e a mudança de cobertura têm sido fatores responsáveis pela degradação ambiental e desmatamento dos principais biomas brasileiros, com destaque para a Mata Atlântica. Na microbacia do Pito Aceso predominam áreas com elevada declividade (acima de 45°). Estas áreas são definidas, segundo a legislação, como Áreas de Proteção Permanente (APPs). No entanto, graças ao processo histórico de ocupação das terras da bacia do Rio Paraíba do Sul, nestas áreas se pratica atividades

agropecuárias muitas vezes sem a preocupação conservacionista.

Especificamente nesta microbacia ainda há significativos fragmentos florestais em estágios sucessionais diversos, inclusive alguns remanescentes de Mata Atlântica. Desde a sua colonização, vem sendo praticado um sistema de agricultura migratória, que consiste em dividir a terra em glebas com diferentes tipos de cultivo (perenes e anuais), alternando com parcelas em descanso onde a vegetação natural regenera e, posteriormente, voltando a parcela a ser utilizada novamente por cultivos. Dentre os benefícios desse sistema, destaca-se a incorporação de matéria orgânica.. Contudo, devido ao maior rigor da legislação ambiental nos últimos anos, este sistema encontra-se em decadência.

Buscando compreender a distribuição espacial dos diferentes usos e da cobertura vegetal, bem como o manejo agrícola utilizado nesta microbacia é que se propôs o presente estudo, que insere-se em projetos desenvolvidos na área pela Embrapa Solos e seus parceiros. Para tal, fez-se uso de ferramentas de sensoriamento remoto e realizou-se viagens de reconhecimento de campo na área de estudo.

Como se trata de uma área relativamente pequena foi viável a utilização de imagens de alta resolução. Contudo, o processamento destas imagens despande de um tempo considerável. Sendo assim, optou-se por utilizar a classificação automática em detrimento da visual. Para Rossini-Penteado et al. 2007 [1], a utilização de técnicas automáticas ou semi-automáticas de classificação de imagens orbitais despontam como uma tendência crescente, devido a menor subjetividade dos resultados, rapidez e facilidade na obtenção de informações de interesse. Por fim, os resultados deste estudo poderão subsidiar o planejamento do uso e manejo do solo na microbacia estudada, bem como o pagamento por serviços ambientais.

^(1,4,5) Pesquisador(a) da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1.024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 22460-000 (rachel@cnpq.embrapa.br; donagemma@cnpq.embrapa.br, anaturetta@cnpq.embrapa.br)

⁽²⁾ Aluna de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica – PUC-RJ, Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 22453-900 (thatabcampos@gmail.com)

⁽³⁾ Professor do Departamento de Geografia da Pontifícia Universidade Católica – PUC-RJ, Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 22453-900 (regoluiz@geo.puc-rio.br)

Material e Métodos

A microbacia hidrográfica do córrego Pito Aceso encontra-se essencialmente em área rural, situada no 4º Distrito de Barra Alegre, pertencente ao Município de Bom Jardim, na região Serrana Fluminense (Figura 1). Este córrego é afluente indireto do rio Paraíba do Sul e esta microbacia possui aproximadamente 500 hectares, com altitudes variando de 650m a 1.700m, sendo o relevo bastante movimentado, do tipo montanhoso. O clima é do tipo Mesotérmico, com temperaturas bem distribuídas ao longo do ano. A precipitação média anual, segundo informações da estação Meteorológica de Nova Friburgo, é de 1.400 mm, concentrados no período chuvoso. Os principais tipos de solos encontrados são: Cambissolos Háplicos, Argissolos Amarelos e Acinzentados e Latossolo Vermelho.

As classes para comporem o mapa de uso e cobertura da terra foram selecionadas com base no conhecimento prévio da área de estudo (trabalhos de verificação terrestre em campo), sendo elas: Mata Estágio Inicial (estágio inicial de regeneração), Mata Estágio Avançado (estágio avançado de regeneração), Culturas Anuais (milho, feijão, arroz, inhame, batata-doce, mandioca e outras), Culturas Perenes (principalmente café e banana), Solo Exposto, Pasto Sujo (início de capoeira), Pasto Limpo (com gramínea apenas), Área Construída (sedes de propriedades e galpões), Afloramento Rochoso, Nuvem/Sombra e Outros (para pequenos segmentos que não puderam ser identificados com a classificação aplicada).

Foram obtidas duas imagens de acervo do satélite Ikonos II, por ter o custo reduzido, sendo uma de 28-05-2004 (recobrimo grande parte da microbacia em questão) e a outra de 13-02-2002 (recobrimo área de vegetação permanente, na porção mais elevada da microbacia). Ambas possuíam menos de 10% em cobertura por nuvens. As bandas utilizadas foram as multiespectrais Azul (0.45 - 0.52 μ), Verde (0.52 - 0.60 μ) e Vermelho (0.63 - 0.69 μ), com resolução espacial de quatro metros.

As imagens foram obtidas já ortoretificadas e ainda foi realizado um registro a partir de base cartográfica na escala 1:5.000, utilizando-se o *software* ARCGIS 9.1 (ESRI, Inc., Redlands, CA). A projeção cartográfica adotada foi a Universal Transversa de Mercator (UTM), datum SAD69, fuso 23. Em seguida, as imagens foram exportadas em formato TIFF e importadas para o *software* Spring 5.0, obtendo-se um mosaico banda a banda que recobria a área de estudo. Foram aplicadas técnicas de contraste e obtenção de imagem falsa cor.

Em seguida passou-se à segmentação e classificação pelo *software* Definiens Developer 7.0, aplicando o módulo multiresolução para a segmentação. O valor do parâmetro de escala utilizado foi de 30 (este é um fator único que leva em conta a área e o valor da similaridade dos pixels na definição dos objetos). O fator de forma utilizado foi de 0,1 e o de compacidade de 0,5 no primeiro nível hierárquico.

Tais fatores foram definidos de forma empírica, realizando-se sucessivas segmentações com valores de parâmetros distintos, sendo escolhidos os valores que geraram segmentos mais significativos para a delimitação das feições relacionadas à área de estudo.

A classificação aplicada foi a orientada a segmentos utilizando do método do vizinho mais próximo. A classificação pelo vizinho mais próximo é semelhante à tradicional classificação supervisionada, onde é necessário que se escolham áreas de treinamento cujos valores dos descritores (tanto espectrais quanto de forma e textura) definirão as respectivas classes, Xiaoxia et al., 2004 [2].

Foi realizada a pós-classificação para editar alguns segmentos que foram classificados erroneamente. O resultado da classificação foi exportado fazendo uso do módulo *Smoothing filters* (filtro que permite uma suavização das bordas dos segmentos classificados). A partir destes procedimentos realizados no LABGIS da PUC-Rio foi obtido o mapa de uso e cobertura da terra para a microbacia hidrográfica do córrego Pito Aceso – RJ. Na sequência, foi calculada a área para cada classe de uso e cobertura do solo em meio SIG.

Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta o resultado da segmentação, classificação e edição aplicadas no mosaico de imagens Ikonos II. Pode-se observar que o segmentador gerou segmentos com limites em fractais ou bastante rugosos, avançando para a classe vizinha, o que dificultou a classificação. Este fato foi bastante visível para o café (Culturas Perenes), por este uso possuir entrelinhas com solo exposto intercaladas ao café que confundem o segmentador. O dispositivo *Smoothing filters*, de suavização de bordas, foi aplicado, mas não reduziu muito o efeito fractal das bordas das classes, uma vez que se trata de área rural, onde os objetos não possuem limites bem definidos como ocorre em áreas urbanas. Desta forma, identificou-se a necessidade de utilização de outros métodos de suavização de bordas para melhorar a classificação deste tipo de imagem de alta resolução.

É importante destacar ainda que para este estudo foram utilizados dispositivos básicos do Definiens Developer 7.0, uma vez que este *software* é bastante robusto, permitindo que sejam levados em conta na classificação, além do nível de cinza, a forma, a textura e funções de SIG (tamanhos de bordas de objetos, as suas relações topológicas entre si, distâncias ao próximo elemento da mesma classe e/ou de uma outra classe). Outro método que também pode melhorar o processo de segmentação e classificação de imagens Ikonos II é a fusão de bandas multiespectrais (resolução espacial de 4m) com a banda pancromática que possui melhor resolução espacial (1m).

O mapa de uso e cobertura do solo para a microbacia hidrográfica do córrego Pito Aceso – RJ, obtido pode ser observado na Figura 3 e as áreas calculadas para cada classe encontra-se na Tabela 1.

Observa-se que trata-se de uma microbacia com predomínio de áreas de cobertura vegetal em estágio avançado, principalmente nas áreas mais elevadas

(45,16%). As áreas que estão em pousio ou foram abandonadas e não serão mais utilizadas para a agropecuária, foram denominadas de mata em estágio inicial de regeneração, correspondendo a 18,06% da microbacia. Estas são áreas com potencial para o desenvolvimento de sistemas agroflorestais, com manejo sustentável e geração de renda ao produtor, desde que não se encontrem em áreas de APP.

As áreas com pasto foram separadas em pasto limpo (em utilização atual para a pecuária e que, de modo geral, são bem manejados nesta microbacia, não sendo observados processos erosivos apesar da declividade elevada) e pasto sujo (que não estão sendo utilizados atualmente, onde a regeneração da vegetação começa a se iniciar, podendo ser também denominado por capoeira). O pasto de modo geral corresponde a 17,09% da microbacia. As classes de solo exposto e área construída são pouco expressivas, sendo constituídas pelas estradas, residências e galpões dos produtores rurais (1,3%), não sendo usos preocupantes em relação aos processos erosivos e degradação ambiental.

Em relação à agricultura na microbacia, apesar de não ser predominante em termos de área, é a principal fonte de renda dos produtores rurais, sendo praticadas tanto culturas perenes (6,29%) quanto as anuais (8,36%). As culturas perenes predominantes são o café e a banana. Recentemente o plantio de eucalipto tem sido introduzido em pequenas áreas da microbacia, mas ainda se confunde com a vegetação natural, não podendo ser distinguido neste trabalho.

As culturas anuais predominantes são o milho, feijão, arroz, inhame, batata-doce, mandioca e em menor escala a horticultura. As culturas perenes são praticadas geralmente em áreas de maior declividade que as anuais, sendo as últimas praticadas inclusive às margens do córrego Pito Aceso (área de APP), uma vez que não há vegetação ciliar.

A utilização de fertilizantes e pesticidas é comum, podendo contaminar os corpos d'água superficiais e subterrâneos, bem como os solos. O solo é preparado manualmente para o plantio, não havendo problemas de compactação e a rotação e consórcio de culturas também são praticados – sistema de pousio já descrito, além do espaçamento das plantas ser pequeno, o que evita a erosão. No entanto, algumas práticas conservacionistas como, por exemplo, o plantio direto e em nível não são ainda utilizadas e poderiam ser introduzidas. Muitas das culturas anuais são irrigadas a partir de água superficial. Não existe uma cooperativa dos produtores rurais nesta microbacia. Desta forma, os mesmos dependem dos atravessadores para comercialização do seu produto.

Conclusões

A segmentação mostrou-se uma interessante ferramenta para facilitar a classificação de imagens de alta resolução, no intuito de mapear o uso e cobertura da terra em áreas rurais. Porém, as bordas dos

segmentos apresentam mal definidas, devido a alta resolução espacial e espectral das imagens, influenciando na qualidade da classificação. A utilização do *software* Definiens Developer 7.0 foi importante, apesar de seu custo ser elevado, pois tem disponíveis recursos que permitem melhorar a classificação e também facilita o processo de pós-classificação.

A microbacia em questão possui uma cobertura vegetal bastante significativa e algumas práticas agropecuárias de manejo adequado do solo têm sido as responsáveis por não haver processos erosivos e de degradação do solo em estágio avançado. Mas outras práticas conservacionistas poderão ser adotadas para melhor preservação dos recursos naturais.

Áreas de APPs e de reserva legal precisam ser preservadas. Mas para tal, é preciso que haja um planejamento participativo territorial da microbacia, levando em consideração não somente os aspectos ambientais, como também os sociais, visto que grande parte da área nesta microbacia, encontra-se em áreas de APPs.

Agradecimentos

Os autores agradecem o auxílio do projeto PRONEX-PUC-Rio para a aquisição das imagens Ikonos II.

Referências

- [1] ROSSINI-PENTEADO, D.; MARQUES, M. L.; GUEDES, A. C. M.; GIBERTI, P. P. C. Classificação orientada por regiões em imagem Ikonos para a identificação e análise da cobertura do solo urbano de Ubatuba (SP). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13, 2007. Florianópolis. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 661-669. CD-ROOM.
- [2] XIAOXIA, S.; JIXIAN, Z.; ZHENGJUN, L. An Object-Oriented Classification Method on High Resolution Satellite Data. 25th ACRS. Chiang Mai, Thailand. 2004. p. 347-350.

Tabela 1. Resultado do cálculo de áreas para as classes de uso do solo obtidas.

Classe de uso e cobertura do solo	Percentual (%)
Mata Inicial	18,06
Mata Avançado	45,16
Culturas Anuais	8,36
Culturas Perenes	6,29
Solo Exposto	0,75
Pasto Sujo	8,26
Pasto Limpo	8,83
Área Construída	0,55
Afloramento Rochoso	3,66
Nuvem/Sombra	0,02
Outros	0,06

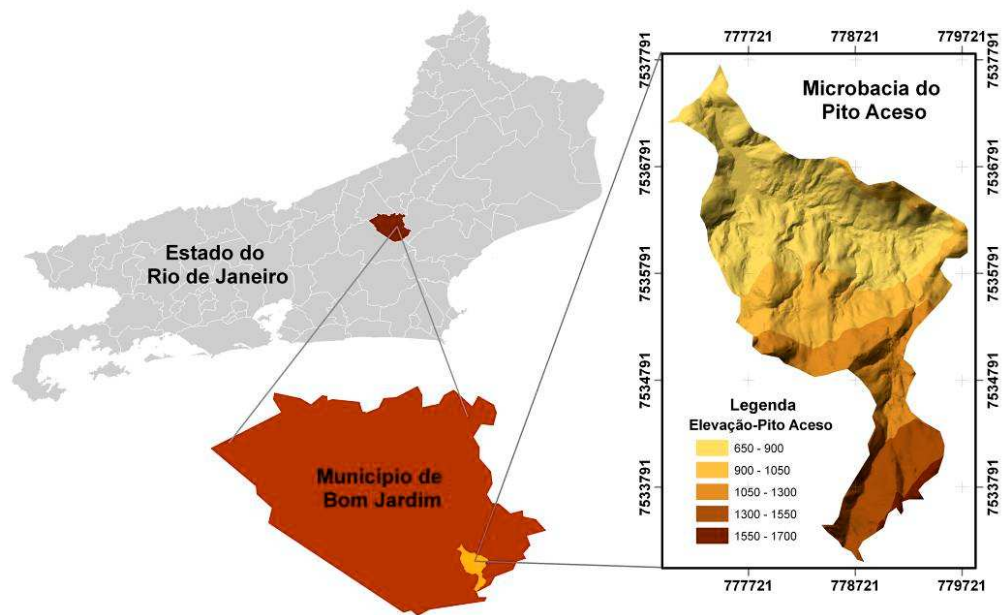
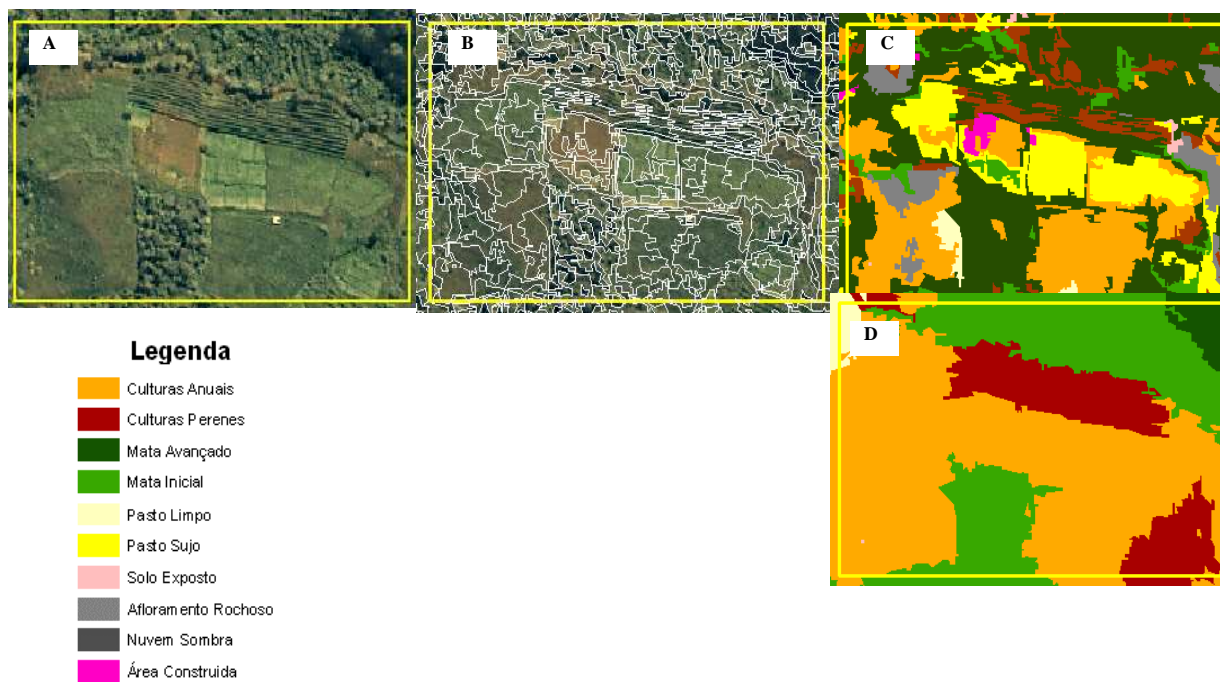


Figura 1. Localização da área de estudo.



- A) Composição colorida bandas 3,4,5 (RGB) de parte da área de estudo
- B) Segmentação Definiens Developer 7.0
- C) Classificação Definiens Developer 7.0, sem edição
- D) Resultado da edição da classificação do Definiens Developer 7.0

Figura 2. Resultado da segmentação, classificação e edição das imagens de alta resolução no Definiens Developer 7.0.

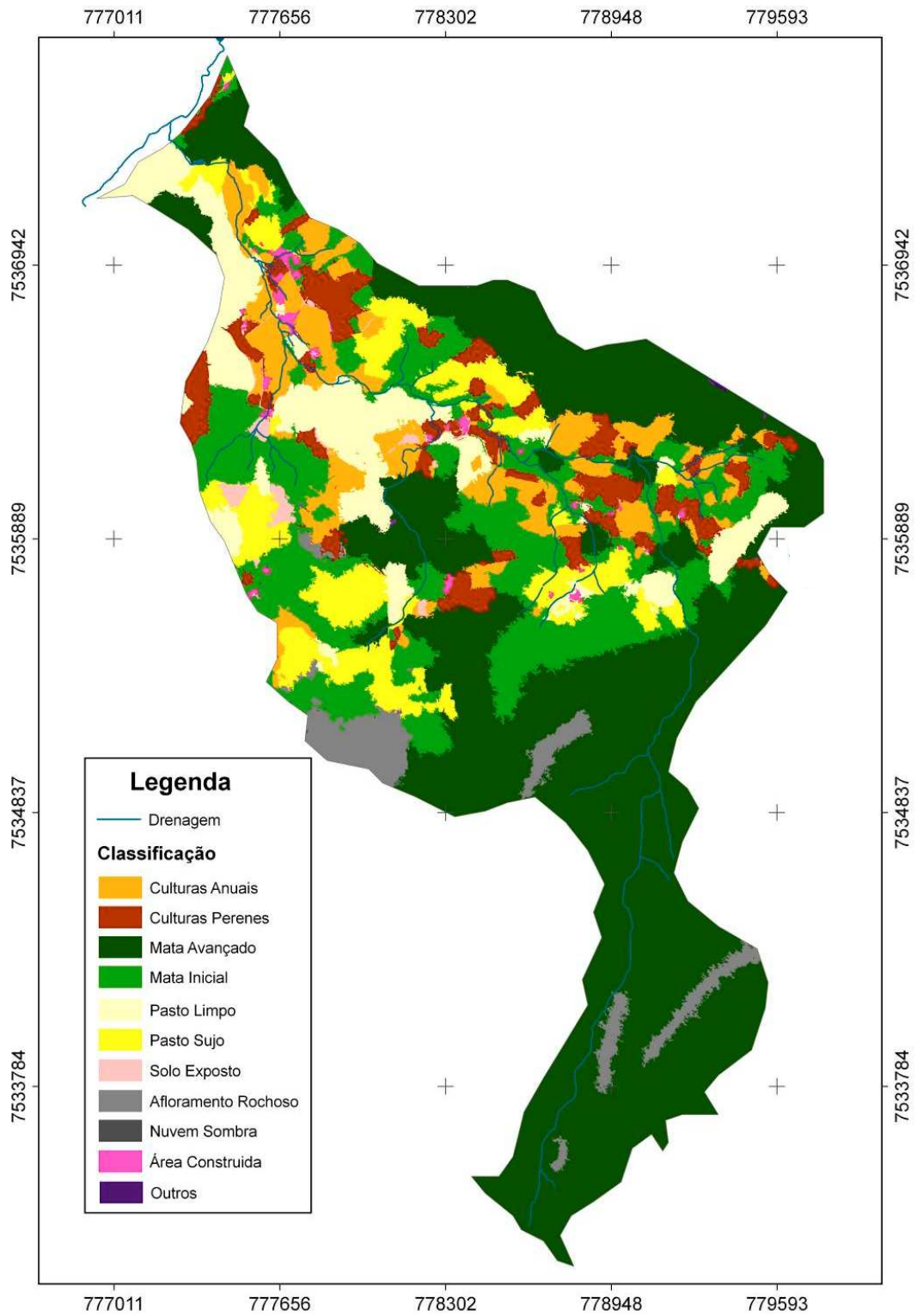


Figura 3. Mapa de uso e cobertura do solo da microbacia hidrográfica do córrego Pito Aceso – RJ.

Escala original 1:5.000

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Mapeamento dos Solos do Sul da Folha de Cajazeiras-Ceará Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto – Parte II”

MANOEL MESSIAS SARAIVA BARRETO⁽¹⁾, FRANCISCO OCIAN BASTOS MOTA⁽²⁾, RAIMUNDA NEUMA DA COSTA BARRETO⁽¹⁾, FRANCISCO DE ASSIS BEZERRA LEITE⁽¹⁾, FRANCISCO ROBERTO BEZERRA LEITE⁽¹⁾, SONIA BARRETO PERDIGÃO DE OLIVEIRA⁽¹⁾, ELBER LEITE BRAGA⁽¹⁾, SÉRVULO FERNANDES CUNHA⁽¹⁾ & MARGARETH SÍLVIA BENÍCIO DE SOUZA CARVALHO⁽¹⁾

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo identificar e mapear os solos do sul da folha Sistemática DSG/SUDENE Cajazeiras (SB.24-Z-A-VI). A metodologia empregada foi a recomendada pelo Centro Nacional de Pesquisas de Solos da EMBRAPA. Realizou-se uma interpretação da imagem Landsat utilizando-se o software Spring 5.0, e para geração do mapa de solos o programa ArcGis 9.2. Este trabalho dá subsídios para projetos com fins de planejamento para uso sustentável da terra. Foram delimitadas as unidades de mapeamento compostas por Neossolos Litólicos, Luvisolos, Cambissolos, Neossolos Flúvicos, Vertissolos e Argissolo.

Palavras-Chave: (solos; mapeamento; classificação)

Introdução

São relevantes as pesquisas que visem o levantamento e inventário dos recursos naturais, capazes de permitir a exploração dos mesmos de uma maneira conservacionista. As informações contidas em levantamento de solos podem ser consideradas a primeira aproximação para solução dos problemas relacionados ao uso da terra[1]. A identificação e mapeamento dos solos e sua distribuição espacial, servem como subsídio para planejamentos agrícolas, evitando a perda da sua capacidade produtiva por compactação e erosão; levantamentos do uso da terra; estudos de terras para irrigação; monitoramentos ambientais e outros. Os mapas pedológicos são também documentos muito úteis no planejamento inicial das cidades, ou em planos diretores, indicando locais mais apropriados para escavações, na seleção de áreas para estabelecimento de cinturão verde, cemitérios, aterros, entre outros usos, ou auxiliando na formulação de políticas de uso do solo[1]. O objetivo principal de um levantamento pedológico é subdividir áreas heterogêneas em parcelas mais homogêneas [2]

para tal, faz-se necessário o uso de tecnologias que permitam a separação preliminar dessas áreas, a fim de direcionar e facilitar o trabalho no campo. Neste estudo objetivou-se a identificação e o mapeamento de solos de parte da folha Sistemática DSN/SUDENE Cajazeira, em escala de 1:100.000 no sentido de gerar informações e subsidiar projetos com fins de planejamento para uso sustentável da terra.

Material e Métodos

A. Trabalho de Escritório

Entre os materiais cartográficos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho destacam-se: Mosaico Geocover/Landsat, datado de 24/05/2000; Imagem SRTM – NASA, e as Cartas Topográficas da DSG/SUDENE de 1974 na escala 1:100.000 em formato digital. Para geração e manipulação dos dados foram utilizados os SIG's ArcGIS.9.0 e SPRING 5.0, Erdas Imagine 9.0 e Global Mapper. Adotou-se como fonte de informação e base cartográfica para o tema solos, a imagem do mosaico Geocover (Landsat TM7), que tem resolução 14,25m. As imagens utilizadas no desenvolvimento do trabalho, foram georreferenciadas fazendo-se uso do software Erdas Image. Transformou-se inicialmente a Imagem SRTM que tinha resolução original de 90m para 14,25m, através de uma reamostragem, utilizando-se o software Global Mapper, resultando assim uma imagem SRTM com a mesma resolução da Geocover. Em seguida foi feita uma fusão da imagem Geocover com a imagem SRTM gerada, resultando um arquivo em formato raster, isto é, uma imagem MDT (Modelo Digital de Terreno), que disponibilizou informações planialtimétricas da área de estudo. Através do software Spring, realizou-se a interpretação preliminar da imagem resultante, levando-se em consideração aspectos diversos como: relevo, textura, tonalidade fotográfica, padrão de drenagem dentre outros, por meio dos quais foram traçados os limites das diversas unidades de solos.

⁽¹⁾ Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídrico - FUNCEME. Av. Rui Barbosa, 1246 Aldeota. E-mail (neuma, sonia ,elber , messias, luizcarlos)@funceme.br; servulofc@gmail.com;

⁽²⁾ Bolsista CNPQ (BCR – Bolsa Desenvolvimento Científico Regional) da Universidade Federal do Ceará. Campus Cariri. ocian@ufc.br;

Foram realizadas viagens ao campo para observação e checagem da delimitação das unidades de mapeamento identificadas na interpretação das imagens. Com informações obtidas em campo, procedeu-se uma reinterpretação da imagem efetuando-se algumas modificações na delimitação das unidades de solos.

B. Trabalho de Campo

A fase inicial dos trabalhos consistiu na elaboração da legenda preliminar, para identificação e distribuição das diversas unidades de mapeamento. Para tanto, procedeu-se a um percurso geral da área a ser mapeada, visando um melhor conhecimento dos diversos solos. No decorrer desta fase dos trabalhos, procuraram-se correlacionar os tipos de solos com os fatores de formação (relevo, vegetação, clima e material originário). Foram, ainda, anotadas observações referentes à altitude, drenagem, declividade, erosão e uso agrícola. Tomando por base estas informações, estabeleceu-se o conceito das diversas unidades de mapeamento e determinaram-se os elementos básicos de fotointerpretação, os quais foram utilizados na delimitação das manchas de solos nas imagens de satélite. O exame dos perfis fez-se através de cortes de estradas, barrancos de erosão, trincheiras e, ainda, por meio de sondagens com trado. Na medida em que os trabalhos de campo se desenvolviam, procederam-se mudanças na legenda, adaptando-a e atualizando-a, quando preciso. Durante o trabalho de campo, descreveu-se e coletou-se 4 perfis representativos, num total de 14 amostras, que foram encaminhadas para análises físicas e químicas. Na descrição dos perfis foram consideradas as recomendações quanto ao registro das características dos solos e demais critérios constantes do “Soil Survey Manual”[3], “Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo”[4], e “Definição e Notação de Horizontes e Camadas de Solo” [5].

Resultados

A. Resultados Esperados

Obtiveram-se resultados satisfatórios na identificação desta classe temática, a partir dos elementos de interpretação (textura, tonalidade, cor, forma e padrão) como também quanto à quantificação e a espacialização dos diversos tipos de solos encontrados na área de estudo.

Foram identificadas as seguintes ordens de solos: Neossolos Litólicos, Luvissolos, Cambissolos, Neossolos Flúvicos, Vertissolos, Argissolos e Afloramentos de Rocha, que se subdividiram conforme apresentadas na Tabela 1.

Discussão

As ordens dos solos encontrados estão descritos até o quarto nível categórico e se distribuem geograficamente com menor ou maior expressão. Os Neossolos Litólicos apresentam grande expressão na região, ocorrendo nas áreas de relevo que variam do suave ondulado ao montanhoso e estão geralmente compondo unidades de mapeamentos (RL's) simples ou como componente principal de associações com os Luvissolos, Argissolos e Afloramentos de Rochas. Aparecem ainda, como segundo componente das unidades TCo1 e TCo4. Além da diversidade das formas de relevo, os solos dessas unidades são recobertos por vegetação de caatinga hipoxerófila ou hiperxerófila o que favorece a remoção superficial de sedimentos, e faz predominar solos rasos e pouco profundos. Entre essas unidades estão as RY3 e RY4 compostas por solos formados pela dinâmica da distribuição da rede fluvial da região recobertos por florestas caducifólias de várzea, apresentando associações complexas de Neossolos Flúvicos, Vertissolos e Cambissolos.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos e analisados pode-se concluir que:

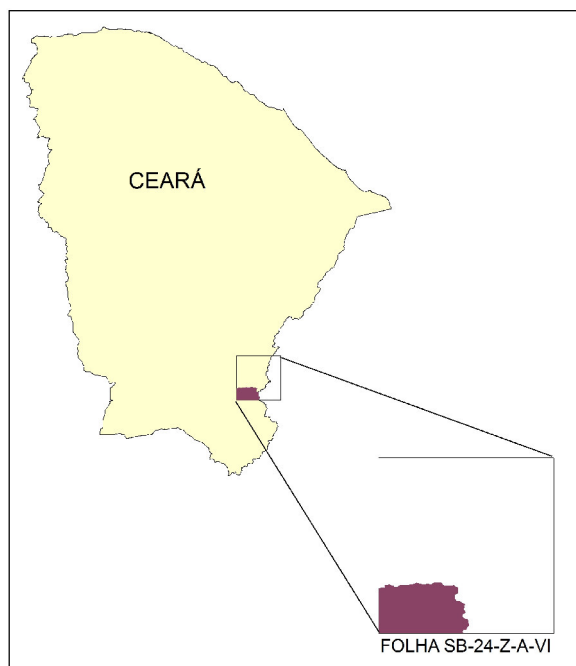
- Obteve-se maior facilidade na interpretação das imagens através da junção da SRTM e a Geocover-Lansat TM7.
- Técnicas de geoprocessamento podem ser utilizadas como ferramentas de grande importância para levantamento de solos, por auxiliar na construção da legenda preliminar e na delimitação de áreas com características homogêneas, além de indicar possíveis locais de descrições de perfis e coleta de amostras.

Referências

- [1] OLIVEIRA, J.B de. 2008. Pedologia Aplicada. 3ª ed. Piracicaba. FEALQ. 592p.
- [2] IBGE. 2007. Manual Técnico de Pedologia. 2ªed. Rio de Janeiro: IBGE. 323p.
- [3] ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. 1951. Soil Survey Staff. **Soil survey manual**. Washington, D. C: USDA. 503p. (USDA. Agriculture Handbook, 18).
- [4] SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C. de.; SANTOS, H. G. ; KER, J. C. ; ANJOS, L. H. C. 2005. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Viçosa: SBCS. 100p.
- [5] EMBRAPA. 1988 **Definição e notação de horizontes e camadas do solo**. Rio de Janeiro. 54p

Tabela 1. Categorias e valores de inscrição para o XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Sigla	Classe
TCo1	Associação de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico lítico, textura média/argilosa, relevo suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico, textura média e argilosa, relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaiss e granito + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico, textura média/argilosa relevo suave ondulado + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico léptico, textura média, fase pedregosa relevo suave ondulado substrato gnaiss e granito, todos A moderado, fase caatinga hipoxerófila (40 - 20 - 20 - 20%).
TCo4	Associação de: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média muito cascalhenta ou não/média cascalhenta e argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário, textura média, substrato gnaiss, ambos A fraco e moderado, fase epipedregosa caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado e ondulado (60 - 40%).
RY3	Associação complexa de: NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico solódico e típico + NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico solódico e típico, ambos A fraco, moderado e chernozêmico, textura arenosa, média e argilosa + VERTISSOLO HÁPLICO Órtico típico, A fraco e moderado, textura argilosa, todos fase floresta caducifólia de várzea relevo plano (100%).
RY4	Grupo indiferenciado de: NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e suave ondulado e NEOSSOLO FLÚVICO Sódico típico, textura indiscriminada, fase relevo plano e CAMBISSOLO FLÚVICO Sódico típico, textura média/argilosa fase relevo suave ondulado, todos A moderado, fase floresta caducifólia de várzea (100%).
RL16	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário, A fraco e moderado, textura média cascalhenta ou não, fase epipedregosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado e forte ondulado substrato micaxisto e gnaiss (100%).
RL34	Associação de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário, textura média cascalhenta ou não, fase relevo ondulado e forte ondulado substrato gnaiss-granítico + LUVISSOLO HÁPLICO Órtico típico, textura média cascalhenta/argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado, ambos A fraco e moderado, fase epipedregosa caatinga hiperxerófila (65 - 35%).
RL36	Associação de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário, A fraco e moderado, textura média, substrato biotita - gnaiss + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, A moderado, textura média/média, ambos fase epipedregosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado a forte ondulado (60 - 40%).
RL39	Associação de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário, textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado a forte ondulado substrato micaxisto + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico léptico, textura média/argilosa cascalhenta, relevo forte ondulado, ambos A fraco, fase caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA (55 - 25 - 20%).
RL40	Associação de: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário, A moderado, textura média, fase epipedregosa relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaiss + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico léptico, A moderado, textura média/argilosa, fase epipedregosa ou não relevo forte ondulado, ambos fase caatinga hipoxerófila (70 - 30%).
RL41	NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico e fragmentário, A fraco e moderado, textura média, fase epipedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato biotita - gnaiss (100%).



XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Adequabilidade do Uso das Terras Agrícolas no Município de Araras, SP”⁽¹⁾

LAURO CHARLET PEREIRA⁽²⁾; GUSTAVO SOUZA VALLADARES⁽³⁾; SERGIO GOMES TÔSTO⁽⁴⁾

RESUMO: Os estudos de adequação do uso agrícola das terras permitem identificar áreas com alto risco de degradação por apresentarem uso mais intensivo que a potencialidade de suas terras, assim como podem indicar áreas com uso adequado ou mesmo aquelas em que o uso está abaixo do potencial produtivo de suas terras.

O presente trabalho objetiva avaliar se as terras agrícolas no município de Araras, SP estão sendo subutilizadas, sobreutilizadas ou encontram-se com uso adequado, através da interseção digital dos mapas de aptidão agrícola e de uso e cobertura das terras da área estudada. O estudo pode se constituir em uma importante ferramenta para o planejamento e desenvolvimento rural, de forma sustentável. Para a elaboração do mapa de adequabilidade das terras usou-se o mapa de aptidão agrícola Oliveira & Berg [1] e o mapeamento do uso e cobertura das terras Valladares & Tôsto[2]. Conclui-se que dado a uma boa aptidão agrícola, as terras do município apresentam-se na sua maioria com uso adequado.

Palavras-chave: sustentabilidade, risco de degradação, planejamento agroambiental

INTRODUÇÃO

O uso inadequado, não sustentável, dos recursos naturais contribui para a degradação ambiental dos diferentes ecossistemas brasileiros, com reflexo imediato sobre a perda de produtividade do setor agrícola e a conseqüente deterioração da qualidade de vida da população Pereira[3].

A ação antrópica sobre os ecossistemas, com o objetivo de produzir alimentos e outros produtos agrícolas, gera impactos ambientais de diferentes naturezas e intensidades, dependendo do tipo de ocupação das terras (culturas anuais, perenes, exploração pecuária, florestal etc.), dos sistemas de produção (mais ou menos intensivos, com maior ou menor uso de insumos externos) e da localização

das atividades agrícolas no contexto ecológico (clima, solo, relevo, etc.).

Quando não são respeitadas as potencialidades e limitações da capacidade produtiva do solo, pode correr a sua subutilização ou sobreutilização e, por isso, os estudos de adequabilidade de uso tornaram-se de grande importância para o diagnóstico, não só de usos equilibrados, mas também de eventuais desequilíbrios e risco agroambiental.

Nesse contexto, este trabalho objetiva analisar a adequabilidade do uso das terras do município de Araras, SP, comparando o uso atual das terras com a aptidão agrícola, utilizando a ferramenta de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

MATERIAL E MÉTODOS

O Município de Araras, SP está localizado entre as longitudes de 47°15' e 47°30' a oeste de Greenwich e as latitudes de 22°10' e 22°30' S, A área agrícola ocupa uma área de aproximadamente 644 km².

Para a elaboração do mapa de adequabilidade do uso das terras recorreu-se ao mapa de aptidão agrícola (Oliveira & Berg, 1985) e ao de uso e cobertura das terras. Com o auxílio do software ArcGis 9.0, realizou-se uma interseção com os mapas em formato vetorial (Figura 1). Para efetuar o mapeamento de uso e cobertura das terras, foi realizada a interpretação analógica da imagem CBERS 2, multi espectral, com 20 metros de resolução espacial, adquirida em 21 de julho de 2007, com órbita 155-125 e intensa checagem de campo.

O mapa de adequabilidade e uso das terras apresenta as seguintes classes:

Classe de uso adequado – refere-se às áreas em que o uso atual está de acordo com a indicação da aptidão agrícola das terras;

⁽¹⁾ Apoio financeiro: EMBRAPA, FAPESP, PIBIC/CNPq

⁽²⁾ O primeiro autor é Eng^o Agr^o, Doutor em Planejamento e Gestão Ambiental, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP 340 – Km 127,5 – Caixa Postal 69 – Jaguariúna – SP- CEP 13820000. Email: lauro@cnpem.embrapa.br

⁽³⁾ O segundo autor é Eng^o Agr^o, Doutor em Ciências do Solo, Professor Adjunto do Departamento de Ciências do solo, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Avenida Mister Hull 2977, Campus do PICI, Fortaleza, CE, CEP 60356000. Email: valladares@ufc.br

⁽⁴⁾ O terceiro autor é Eng^o Agr^o, Doutorando em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente da UNICAMP, Pesquisador da Embrapa Solo, Rua Jardim Botânico, 1024, RJ-RJ CEP 22460000. Email: sgtosto@gmail.com

Classe de sobreutilização – refere-se às áreas em que o uso atual está acima do potencial agrícola das terras;

Classe de subutilização – refere-se às áreas em que o uso atual está abaixo do potencial agrícola das terras.

No presente trabalho não foi considerado o manejo do solo, sendo que dessa forma, terras consideradas subutilizadas podem estar sendo degradadas devido a ausência de métodos conservacionistas.

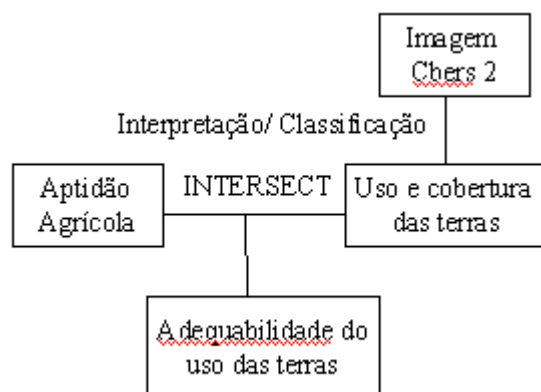


Figura 1. Fluxograma para obtenção do mapa de adequabilidade do uso das terras de Araras, SP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As terras do município de Araras aptas para lavouras ocupam uma área de 53297ha (Tabela 1 e Figura 2), o que representa 89%. Este resultado é reflexo dos solos predominantemente serem de baixa declividade, profundos e muitos apresentam boa fertilidade química, características que favorecem a agricultura.

Como na área de estudo as culturas principais são representadas por cana-de-açúcar e fruticultura, 74% (Tabela 1 e Figura 2) das terras têm seu uso considerado adequado.

Somente 1,3% das terras do município estão com sobreutilização, representadas principalmente por culturas de cana-de-açúcar (556 ha) e anuais (221ha) em solos sem aptidão para esses usos agrícolas (Tabela 1 e Figura 2). Devido à intensidade de uso, tais solos podem ser degradados.

Na Tabela 1 e Figura 2 verifica-se que 25% das terras estão subutilizadas pois, apesar do elevado potencial agrícola, estão ocupados com cultivos menos intensivos como a cana-de-açúcar (3102 ha), pastagens (1296 ha) e vegetação nativa (9367 ha). Porém, a maioria das terras com vegetação nativa está de acordo com a legislação ambiental, o que indica que segundo o ponto de vista agrônomo elas estão subutilizadas, mas sob

a ótica legal e ambiental, o uso é adequado.

CONCLUSÕES

As terras agrícolas de Araras apresentam-se na maioria com uso adequado, apesar da alta intensidade de uso. Este fato deve-se a boa aptidão agrícola das terras.

Há também terras sobreutilizadas, que pode significar riscos agroambientais, além de terras com subutilização, indesejáveis tanto no aspecto social quanto no econômico.

REFERÊNCIAS

- [1] OLIVEIRA, J.B; BERG, M., 1985 **Aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo**. Quadrícula de Araras. Campinas, IAC, 60p.
- [2] VALLADARES, G.S & TÔSTO, S.G., 2007. **Uso e cobertura das terras do município de Araras, Estado de São Paulo**, Embrapa Monitoramento por Satélite. Circular Técnica, Campinas, SP, no prelo.
- [3] PEREIRA, L.C.; NETO, F.L.; PALLONE FILHO,W.J. 2005. Taxa de adequação de uso das terras e riscos de degradação agroambiental. **Revista Científica Rural**. v. 10. n1 p. 39-47

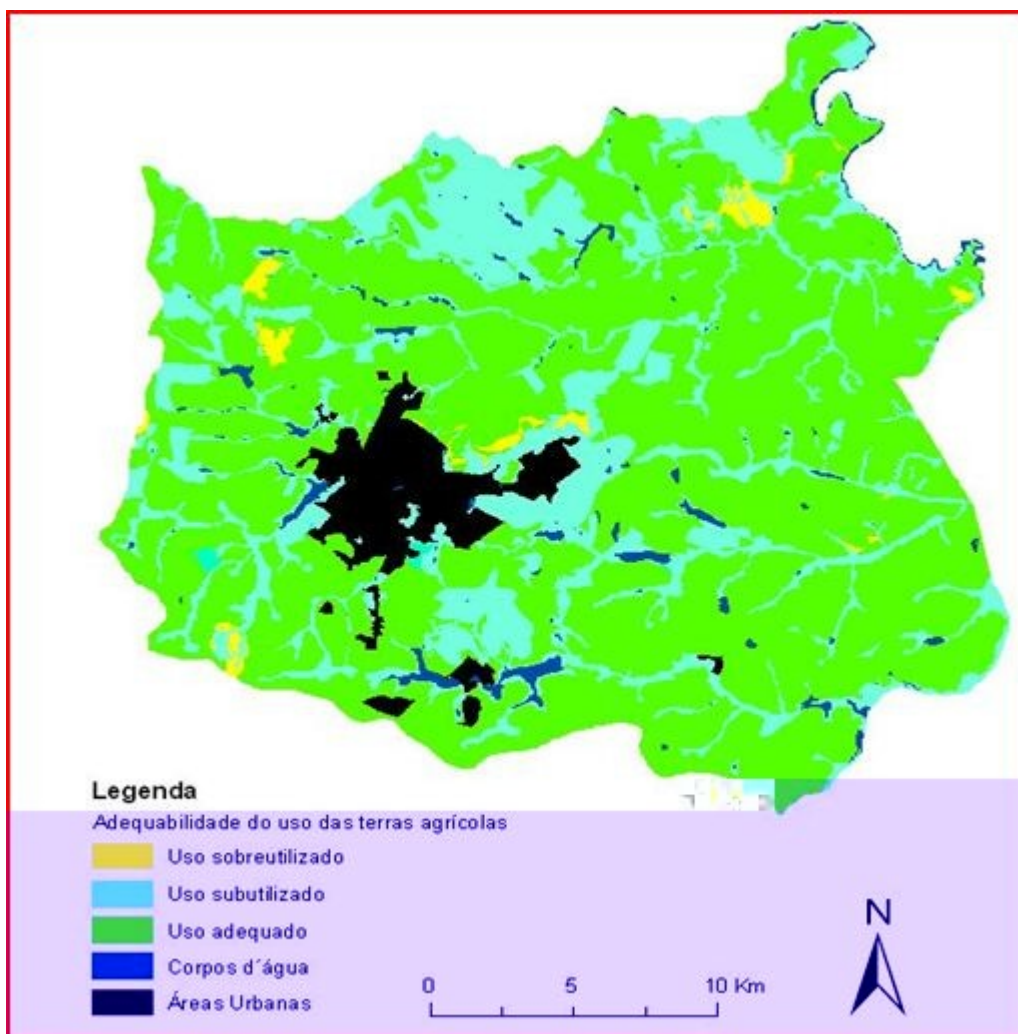


Figura 2. Mapa de adequabilidade do uso agrícola das terras do município de Araras, SP.

Tabela 1. Áreas em hectares e (% em relação aos grupos de aptidão agrícola) das classes de adequabilidade do uso agrícolas das terras de Araras, SP.

Uso e Cobertura	Grupos de Aptidão Agrícola							Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Cultura anual	58 (1,2%)	629 (2,9%)	903 (3,4%)	157 (4,9%)	216 (4,1%)	4 (0,7%)	1 (0,1%)	1967 (6,5%)
Cana-de-açúcar	3102 (66,2%)	13860 (64,7%)	12987 (48,3%)	1361 (42,4%)	2010 (38%)	294 (52%)	262 (31,8%)	33877 (54%)
Fruticultura/ Cafeicultura	819 (17,5%)	2800 (13,1%)	7258 (27%)	880 (27,4%)	597 (11,3%)	1 (0,1%)	9 (1,1%)	12363 (19,3%)
Pastagem	83 (1,8%)	287 (1,3%)	758 (2,8%)	20 (0,6%)	145 (2,7%)	3 (0,5%)	32 (3,8%)	1327 (2,1%)
Silvicultura	0	9 (0%)	124 (0,5%)	45 (1,4%)	20 (0,4%)	0	0	197 (0,3%)
Vegetações nativas	373 (8,0%)	2654 (12,4%)	3557 (13,2%)	574 (17,9%)	2032 (38,4%)	177 (31,3%)	480 (58,4%)	9848 (15,6%)
Total	4435 (100%)	20239 (100%)	25586 (100%)	3037 (100%)	5020 (100%)	479 (100%)	784 (100%)	59579 (100%)
	Uso adequado		Subutilização			Sobreutilização		

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“O Solo e a Produção de Bioenergia: Perspectivas e Desafios”

Adequação de uso da terra e detecção de conflitos na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ

ELAINE CRISTINA CARDOSO FIDALGO⁽¹⁾, WALDIR DE CARVALHO JÚNIOR⁽²⁾, BERNADETE DA CONCEIÇÃO C. G. PEDREIRA⁽²⁾, CÉSAR DA SILVA CHAGAS⁽²⁾

RESUMO - O presente estudo tem como objetivo identificar áreas de conflito de uso, a partir da avaliação integrada de informações geradas pelo mapeamento do uso atual das terras em comparação com as zonas agroecológicas definidas para a bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu. Os resultados obtidos mostram a grande expressão de áreas de unidades de conservação ou cobertas com vegetação natural (aproximadamente 26% e 23% da área da bacia, respectivamente). Já os casos em que o uso é incompatível com a aptidão agroecológica (conflito de uso) abrangem aproximadamente 4% da área. As áreas que requerem atenção totalizam 12% e aquelas áreas em que não se evidencia a existência de conflito, 33%.

Palavras-Chave: (conflito de uso, uso da terra, zoneamento agroecológico)

Introdução

O presente estudo tem como objetivo identificar áreas de conflito de uso, a partir da avaliação integrada de informações geradas pelo mapeamento do uso atual das terras em comparação com as zonas agroecológicas definidas para a bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, todas em escala 1:50.000. Essas informações subsidiaram a elaboração do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, desenvolvido no âmbito do Projeto “Entre Serras e Águas: Consolidação do Corredor Central Fluminense através da elaboração de plano de manejo da APA da Bacia do Rio Macacu”, com recursos do Sub Programa Projetos Demonstrativos Ambientais PDA, Componente Ações de Conservação da Mata Atlântica.

Material e Métodos

A. Área de Estudo

A área estudada compreende a bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu (BHRGM), abrangendo o município de Cachoeiras de Macacu e, parcialmente, os municípios de Itaboraí e Guapimirim, no Estado do Rio de Janeiro, estando localizada entre as coordenadas

UTM 7 488 000 e 7 526 500 m de latitude sul e 699 000 e 752 500 m de longitude oeste e apresenta uma superfície aproximada de 1 265 km² (Figura 1).

B. Método

A análise e a identificação das áreas de conflito de uso iniciaram-se com a reclassificação do mapa de uso das terras elaborado no projeto citado (Fidalgo et al., 2008), com base em valores atribuídos de forma a gerar conjuntos mais generalizados, agrupando classes, conforme é apresentado na Tabela 1, além de transformar a forma de representação de vetorial para matricial, com a mesma resolução do mapa de Zoneamento Agroecológico (30 metros), permitindo assim realizar operações de álgebra de mapas.

A informação espacial, originalmente em formato vetorial, referente às unidades de conservação de proteção integral (UCPI) presentes na área de estudo (IEF, 2006), também foi convertida para o formato matricial, na mesma resolução que os outros temas.

Em seguida utilizou-se uma operação de álgebra de mapas, com a finalidade de se criar uma matriz que representasse os dados de uso da terra e as unidades de conservação de proteção integral (às quais foi atribuído o valor 200), com o objetivo de facilitar um novo cálculo entre esta matriz e aquela que representa o Zoneamento Agroecológico. Essas informações espaciais foram integradas ao Zoneamento Agroecológico.

Todo o processamento digital dos dados georreferenciados foi realizado no programa ArcGIS da ESRI.

Com base nas incidências observadas, resultantes da combinação dos temas Uso da Terra, Unidades de Conservação de Uso Integral e Zona Agroecológica, foi definido um conjunto de regras para identificação dos eventuais conflitos e seus resultados apresentados em mapa na escala 1:50.000.

Resultados

As regras criadas com base nas incidências observadas, resultantes da combinação dos temas Uso da Terra, Unidades de Conservação de Uso Integral e Zona Agroecológica, são descritas a seguir e uma síntese das

⁽¹⁾Primeira autora é pesquisadora da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000. E-mail: efidalgo@cnpq.embrapa.br.

⁽²⁾Segundo, terceiro e quarto autores são pesquisadores da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000.

combinações possíveis é apresentado na Tabela 2 e suas respectivas áreas na bacia, na Tabela 3.

■ – Áreas sem conflito de uso considerando as características do ambiente. Indicam a manutenção da sustentabilidade ambiental e totalizam 33% da área da bacia.

■ – Áreas que requerem atenção, pois podem apresentar conflito entre o uso e a capacidade de utilização das terras definidas pelo zoneamento agroecológico, porém requerem uma análise em campo, face ao nível de detalhe dos mapeamentos temáticos utilizados. As áreas nessas condições abrangem 12% da bacia.

O caso 21 abrange 0,01% da área da bacia e representa áreas em uso com agricultura e consideradas pelo zoneamento agroecológico como aptas para culturas perenes. Devido à restrição ao uso agrícola intensivo, requer análise das culturas em uso e do sistema de manejo face às restrições devidas às características de solo e relevo.

O caso 31 abrange 3% da área da bacia e representa áreas em uso com agricultura e consideradas aptas para pastagem. Da mesma forma que no caso anterior (21), é necessária a análise das culturas em uso e do sistema de manejo utilizado, pois as condições de solo e relevo são mais restritivas ao uso.

No caso 51 (1% da área da bacia) incluem-se áreas sujeitas à inundação e utilizadas com agricultura. O uso agrícola dessa área dependerá do emprego de culturas adaptadas e sistemas de manejo adequados que garantam a sustentabilidade da produção e a preservação da qualidade da água.

O caso 52 (7% da área da bacia) representa áreas sujeitas à inundação e utilizadas com pastagens. Como no caso anterior (51), dependerá do emprego de espécies adaptadas e sistemas de manejo adequados que garantam a sustentabilidade ambiental.

No caso 43 (0,06% da área da bacia), estão incluídas áreas impróprias para uso agrossilvipastoril cobertas por vegetação em estágio inicial de regeneração. Indica-se essas áreas para continuidade do processo de regeneração da vegetação, sendo inadequado seu uso.

■ – Áreas onde o uso das terras está em conflito com o tipo de utilização preconizado pelo zoneamento agroecológico. Elas abrangem 4% da área da bacia. São áreas impróprias para uso agrossilvipastoril, porém

utilizadas com agricultura (41, área de pequena expressão na bacia, 0,07%) ou pastagem (42, aproximadamente 4%). Da mesma forma que as áreas que requerem atenção, estas regiões precisam ser checadas em campo, procurando confirmar o diagnóstico e melhorar a compreensão dos processos de ocupação das mesmas.

■ – Área com vegetação natural, porém fora de unidade de conservação, que totaliza aproximadamente 23% da área da bacia. Seu uso não é permitido pela legislação atual.

■ – Área de unidade de conservação de proteção integral, que abrange 26% da área da bacia. Neste caso, as regras de uso são definidas nos respectivos planos de manejo, desta forma, não foi feita a detecção de conflitos ou a adequação de uso.

■ – Área urbanizada, que ocupa aproximadamente 3% da área da bacia. Neste caso, as regras de uso são definidas em legislação municipal.

■ – Situações não encontradas na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu empregando o método adotado.

O mapa gerado, Adequação e conflito de uso da terra, pode ser visualizado na Figura 2.

Conclusões

Na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu observa-se a grande expressão de áreas de unidades de conservação ou cobertas com vegetação natural (aproximadamente 26% e 23% da área da bacia, respectivamente). Os casos em que o uso da terra mostra-se incompatível com a aptidão agroecológica, evidenciando conflito de uso, abrangem aproximadamente 4% da área. As áreas que requerem atenção totalizam 12% e aquelas áreas em que não se evidencia a existência de conflito, 33%.

Referências

- [1] FIDALGO, E.C.C.; PEDREIRA, B.C.C.G.; ABREU, M.B.; MOURA, I.B.; GODOY, M.D.P. 2008. *Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 31p. (Documentos / Embrapa Solos; 105).
- [2] INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. 2006 [Online]. *Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro*. Mapa colorido. Homepage: <http://www.ief.rj.gov.br/unidades/mapa/mapaucs.jpg>.



Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu.

Adequação e Conflito de Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Guapi-Macacu

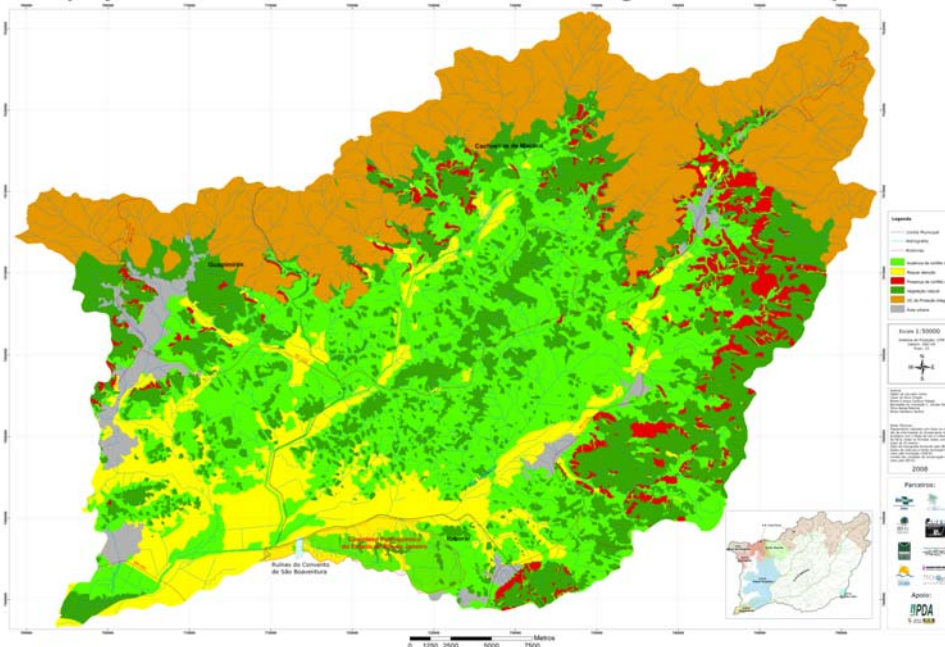


Figura 2. Adequação e conflito de uso da terra em relação às zonas agroecológicas.

Tabela 1. Valores utilizados na reclassificação do mapa de uso das terras da BHRGM.

Classe do mapa de Uso da Terra	Nova Classe
Solo exposto	1
Agricultura	1
Pastagem	2
Floresta Inicial (Vegetação em estágio inicial de regeneração)	3
Área urbana	4
Campo inundado	5
Campo de altitude	100
Afloramento rochoso	100
Floresta Médio (Vegetação em estágio médio de regeneração)	100
Floresta Densa (Vegetação em estágio avançado de regeneração)	100
Mangue	100

Tabela 2. Regras para identificação de conflitos de uso da área de estudo.

Zoneamento Agroecológico	Uso da terra reclassificado e unidade de conservação de proteção integral						
	Agricultura (1)	Pastagem (2)	Veg. Est. Inicial (3)	Área Urb. (4)	Campo Inund. (5)	Várias (100)	UCPI (200)
Área apta para agricultura anual (1)	11	12	13	300	15	100	200
Área apta para agricultura perene (2)	21	22	23	300	25	100	200
Área apta para pastagem (31)	31	32	33	300	35	100	200
Área apta para culturas adaptadas (32)	51	52	53	300	55	100	200
Área imprópria para uso agrossilvipastoril (4)	41	42	43	300	45	100	200

Tabela 3. Área na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu das classes resultantes da integração uso da terra e Zoneamento Agroecológico.

Classe	Área na bacia (ha)
11	41 695
21	14 745
41	5 508
100	28 521
200	32 295
300	3 737

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Adição de matéria orgânica em Latossolo Amarelo e seu reflexo na adsorção de pireno.

SILVIO CÉSAR GODINHO TEIXEIRA⁽¹⁾, JOSINO DA COSTA MOREIRA⁽²⁾, LUIS FILIPE VIEIRA FERREIRA⁽³⁾, ANABELA SOUSA OLIVEIRA⁽⁴⁾, DANIEL VIDAL PÉREZ⁽⁵⁾, MÔNICA REGINA DA COSTA MARQUES⁽⁶⁾

RESUMO – Nesse trabalho, extraiu-se a matéria orgânica de um Organossolo e esse material foi adicionado a um Latossolo Amarelo. Nesse solo modificado estudou-se a adsorção de pireno, um hidrocarboneto policíclico aromático, que apresentou um coeficiente de distribuição normalizado pelo teor de carbono orgânico 214% maior que o solo sem a adição da matéria orgânica.

Palavras-Chave: (Latossolo Amarelo; matéria orgânica; pireno)

Introdução

Os mais abundantes solos no Brasil são os Latossolos que ocupam aproximadamente 39% da área total do país e distribuem-se em praticamente todo território nacional. Eles são resultantes das transformações no material originário ou oriundos de sedimentos pré-intemperizados onde predominam, na fração argila, minerais nos últimos estágios de intemperismo (caulinitas e óxidos de ferro e alumínio), sendo os silicatos predominantes na fração areia. São geralmente pouco férteis, de textura variável, de média a muito argilosa, geralmente muito profundos, porosos, macios e permeáveis, apresentando pequena diferença no teor de argila em profundidade. Existem variados tipos de Latossolos, que se diferenciam, dentre vários outros atributos, pela sua cor, fertilidade natural, teor de óxidos de ferro e textura. O Latossolo Amarelo (LA) ocorre em diversas regiões desde as áreas elevadas dos planaltos do Sul do Brasil até a região amazônica. A textura é argilosa ou muito argilosa ao longo do perfil, sendo que o horizonte A é relativamente escuro. Por ser profundo, e muito poroso em condições naturais, não existe limitação física do solo para o desenvolvimento radicular em profundidade. São solos distróficos ou

állicos, portanto, é baixo o potencial nutricional em sub-superfície, o que limita o enraizamento, que é mais comprometido ainda devido à baixa quantidade de água disponível às plantas. Apresentam-se com baixo teor de matéria orgânica e por essas características os Latossolos Amarelos representam muito bem os solos degradados das regiões onde ocorrem ocupação desordenada do solo e mau uso dessa matriz.

Uma das estratégias para melhoria dos atributos físico-químicos do solo é a adição de matéria orgânica. Em relação à dinâmica de poluente como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, nesse trabalho representado pelo pireno (PYR), a literatura atribui a matéria orgânica o papel de principal sítio de adsorção. Assim, o objetivo desse trabalho é estudar a melhoria dos atributos físico-químicos de um LA pela adição de matéria orgânica (MO) extraída de um Organossolo (O) e avaliação da capacidade de adsorção de pireno antes e depois do aporte de MO.

Material e Métodos

A. Extração de matéria orgânica

A extração de MO do O seguiu o método preconizado pela Associação Internacional de Substância Húmicas, do inglês *International Humic Substances Society – IHSS*. Resumidamente o método consiste em remover a matéria orgânica do solo através de uma solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹. A fração húmica foi identificada por espectrometria de infravermelho (FTIR) realizada em um espectrofotômetro Perkim Elmer modelo Spectrum One FTIR. Após extração, foi preparada uma solução do material extraído por diluição em água bidestilada em pH neutro e adicionado NaN₃ como agente biocida para que a solução apresentasse concentração de 0,01 mol L⁻¹. Esta solução foi adicionada ao solo em seqüência.

B. Adição de matéria orgânica extraída de O em LA

A solução de matéria orgânica extraída do O foi

⁽¹⁾ Primeiro autor é Doutorando do Laboratório Tecnologia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20550-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁽²⁾ Segundo autor é Pesquisador do Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Av. Brasil, 4365, Manguinhos, 21040-360, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁽³⁾ Terceiro autor é Professor do Centro de Química-Física Molecular e Instituto de Nanociência e Tecnologia, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Avenida Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal.

⁽⁴⁾ Quarto autor é Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Portalegre, Lugar da Abadessa, 7301-901 Portalegre, Portugal.

⁽⁵⁾ Quinto autor é Pesquisador da Embrapa Solos, Jardim Botânico, 1029, Jardim Botânico, 22460-000, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Apoio financeiro: CAPES e CNPq.

⁽⁶⁾ Sexto autor é Professora do Laboratório Tecnologia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20550-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

APOIO FINANCEIRO: CNPq e FAPERJ

adicionada ao LA e este material ficou sob repouso para secagem em ambiente anóxico e ao abrigo da luz por 15 dias. Em seguida, esse material foi macerado em almofariz de ágata e o carbono orgânico foi determinado por oxidação térmica e determinação por infravermelho.

C. Testes de adsorção de pireno em LA e LA modificado com adição de matéria orgânica (LA MO).

Preparou-se uma curva de adsorção com soluções de 15, 30, 45, 60, 75 e 100 $\mu\text{g L}^{-1}$ obtidas com um padrão de PYR (Aldrich 98%) solúvel em um sistema água deionizada e CaCl_2 e NaN_3 0,01 mol L^{-1} . Os testes de adsorção de PYR foram realizados utilizando-se 1 g de solo e 40 mL de solução de PYR em cápsulas de vidro âmbar. As suspensões de solo foram submetidas à agitação mecânica por 24 horas (tempo de equilíbrio). Após a centrifugação a 4500 rpm, o sobrenadante foi analisado por espectroscopia de fluorescência em um espectrofluorímetro Perkin Elmer, modelo LS 45, no comprimento de onda de excitação de 335 nm e emissão de 376 nm. Para a análise estatística empregou-se o teste F e o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Utilizaram-se os softwares Minitab (10,0), Origin (6,0), Isofit (2,1) e SAS (9,0).

Resultados

A. Resultados Esperados

Nesse trabalho, obteve-se a melhoria da qualidade dos atributos físico-químicos mensurada através do aumento do teor de carbono orgânico do solo. Pela análise do espectro de FITR foi observado que o material extraído do solo consistia em matéria orgânica propriamente dita e argilas. Foi observado nos estudos de adsorção que ocorreu aumento da adsorção de pireno mensurado através da quantidade de pireno adsorvida no solo, fator conhecido como Q.

Discussão

Os espectro de FITR está apresentado na figura 1. Revelou que em 3391 cm^{-1} apresenta o estiramento da ligação N-C. A partir dessa banda, ocorrem bandas sobrepostas que indicam carbono sp, sp², sp³ estiramento da ligação O-H em 1633 cm^{-1} um banda sobreposta que indica ácido carboxílicos e água, em 1100 cm^{-1} banda sobrepostas que a principal representa a ligação Si-O das argilas. O espectro de FTIR da fração húmica do solo foi comparada ao espectro de FTIR obtido a partir do ácido húmico

padrão obtido da Sigma Aldrich (figura 2). Os espectros apresentam muitas semelhanças excluindo-se o fato de que no padrão não ocorrem bandas proeminentes referentes a ligação Si-O.

Já diferenças no teor de carbono orgânica do solo são apresentadas na tabela 1, que representou um aumento de 10,58 para 33,23 kg L^{-1} .

A curva de adsorção de PYR no LA está apresentada na figura 3. Ela apresentou-se linear e a isoterma que melhor descreve o seu comportamento foi a de Freundlich ($R^2=0,991$) com coeficiente de Freundlich (kf) de 87,32. Com a adição de MO, a isoterma apresentou perfil diferente, passando a ser não linear (Freundlich, $R^2=0,897$; kf= 161,59). A isoterma que melhor explicou essa curva foi o modelo duplo de Langmuir Freundlich ($R^2=0,952$). A capacidade de adsorção avaliada pelo coeficiente de distribuição normalizado pelo teor de carbono orgânico, representando um aumento de 214% na capacidade de adsorção de pireno com a adição de MO.

O valor de $1/n$, que indica a natureza dos sítios de adsorção, também mudou. Para LA foi de 0,92, para LA MO, foi de 1,90, indicando que os sítios de adsorção mudaram de sítios de baixa energia para sítios de alta energia.

Conclusões

A adição de MO de um O em um LA melhorou os atributos físico-químicos do LA e aumentou a capacidade de adsorção de pireno no LA, avaliada através do aumento do coeficiente de distribuição normalizado pelo teor de carbono orgânico.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj) pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGORPECUÁRIA. 1999. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro:Embrapa Serviço Nacional de Levantamento e conservação de solos.

Tabela 1. Resultados de carbono orgânico e pH das amostras analisadas.

Solos	Carbono orgânico (mg kg^{-1})	pH
LA	1,4	5,1
LA + MO	24	5,9

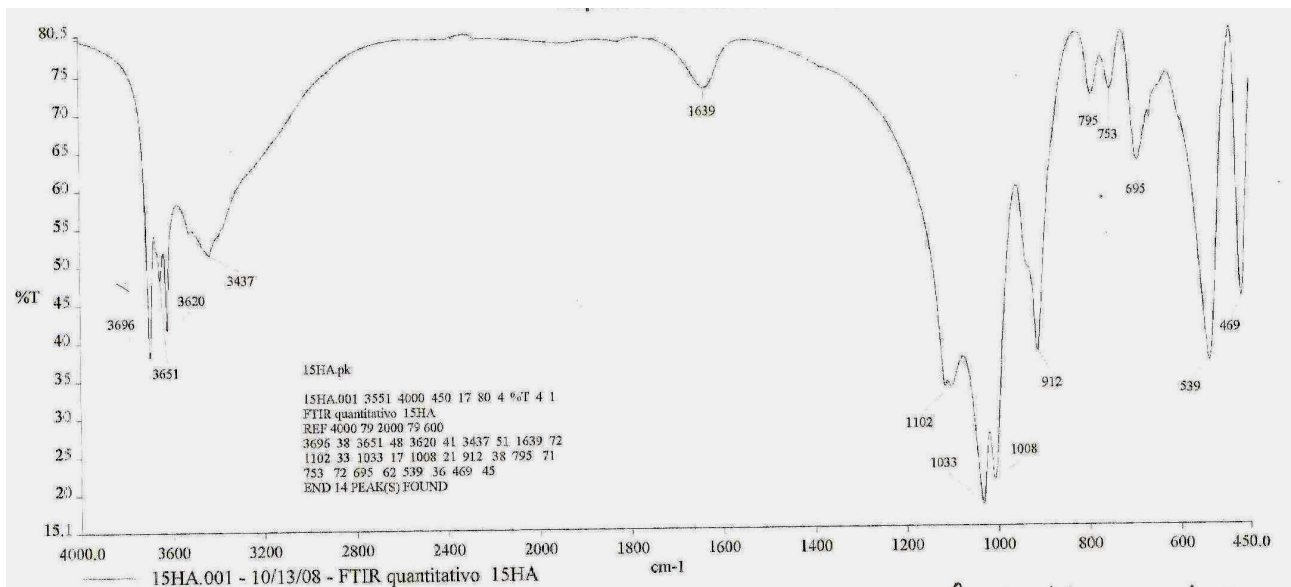


Figura 1. Espectro de Infravermelho com transformada de Fourier do material orgânico extraído do Organossolo e adicionado ao Latossolo Amarelo.

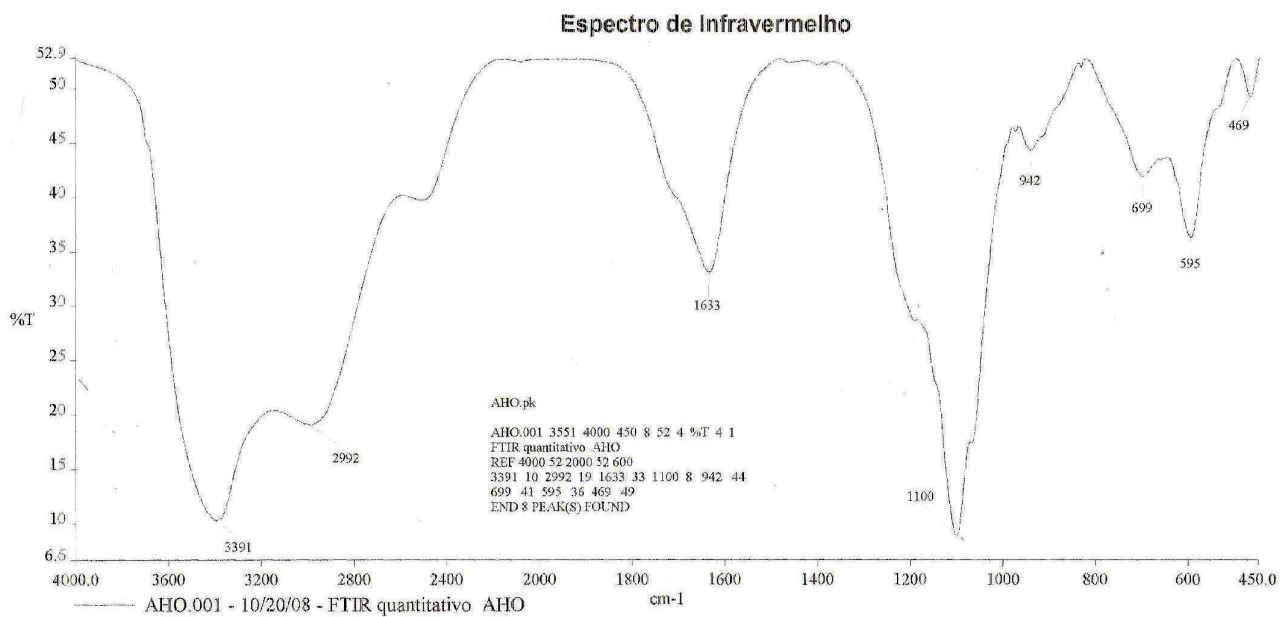


Figura 2. Espectro de Infravermelho com transformada de Fourier das substâncias húmicas Aldrich.

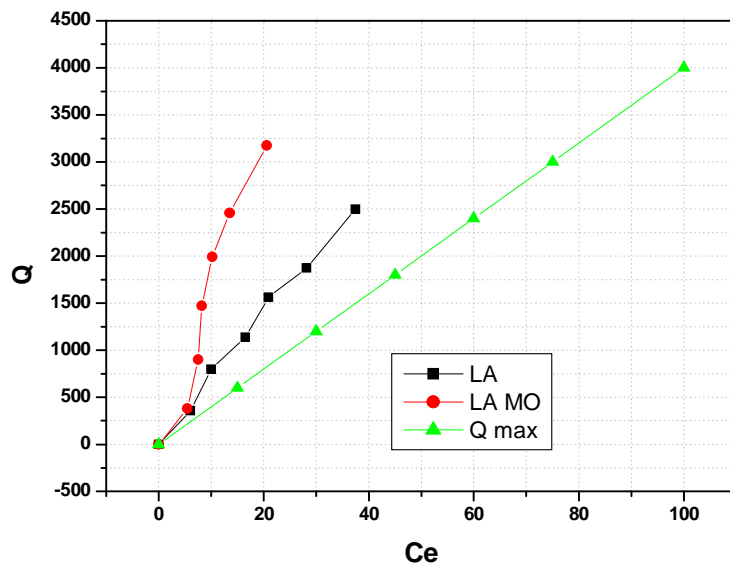


Figura 3. Adsorção de pireno em Latossolo Amarelo (LA) e no mesmo Latossolo Amarelo após adição de matéria orgânica (LA MO), além da quantidade máxima de pireno adsorvível (Qmax).

Análise das classes de relevo e uso das terras no município de Petrolândia-PE, utilizando técnicas de geoprocessamento

RAFAEL RODRIGUES DA SILVA⁽¹⁾, FABIO FERNANDES DA SILVA⁽²⁾ ANA LÚCIA BEZERRA CANDEIAS⁽³⁾ & JOSÉ COELHO DE ARAÚJO FILHO⁽⁴⁾

Resumo - Este trabalho mostra uma análise das classes de relevo e uso das terras no município de Petrolândia-PE. Para isto utilizou-se técnicas de Geoprocessamento e dados das imagens SRTM e TM/Landsat5. O uso destas imagens possibilitou o conhecimento prévio das classes de relevo, do uso das terras e da geração de mapas, auxiliando o uso, manejo e conservação das terras.

Palavras-Chave: SRTM; TM/Landsat 5; Petrolândia.

Introdução

A utilização das informações de declividade e uso e cobertura das terras são de extrema importância no planejamento de atividades agrícolas, levantamentos pedológicos entre outros estudos ambientais. Essas informações podem ser geradas por meio de produtos oriundos de sensores remotos aliados a adequadas técnicas de processamento de imagens e geoprocessamento.

A extração de classes de declividade é tradicionalmente realizada pelo uso de MDE (Modelo digital de Elevação) obtidos de cartas topográficas em ambientes de Sistema de Informações Geográficas (SIG). O MDE do SRTM (Shuttle RADAR Topographic Mission) apresenta-se como uma opção na extração dessas variáveis. Mais informações sobre o SRTM podem ser vistas em outro estudo [1].

O conhecimento do uso e cobertura das terras, obtidos através da utilização de imagens TM/Landsat 5 tem se mostrado uma ferramenta indispensável na aquisição destes dados.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar as classes de relevo e uso e ocupação das terras do município de Petrolândia – PE por meio das imagens SRTM e TM/Landsat 5, respectivamente.

Material e Métodos

Localização e extensão da área

Petrolândia localiza-se na região semi-árida, no sertão do Estado de Pernambuco, na Microrregião de Itaparica. Limita-se ao norte com município de Floresta; ao sul com município de Jatobá e o Estado da Bahia, a oeste com o Estado da Bahia; e a leste com município de Tacaratu. A sede municipal possui

coordenadas geográficas: latitude 09° 04' 08" S e longitude 38° 18' 11" W [2], com altitude de 310 m.

Neste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: (1) imagens TM/Landsat 5, na órbita/ponto 216/066 e bandas 3 (vermelho), 4 (infravermelho) e 5 (infravermelho médio) de 01/11/2008; (2) imagem SRTM-3; (3) Mapa de solos na escala de 1:100.000[3]. As fases de processamento foram realizadas no aplicativo Envi 4.5, e a elaboração dos mapas e manipulação espacial dos dados foram realizadas no programa ArcGIS V. 9.0.

O mapa de declividade foi gerado a partir de correção do MDE do SRTM e interpolação da grade pelo método bilinear para 30m. O produto gerado foi classificado de acordo com Ramalho Filho e Beek [4] para as classes de relevo: 0 – 3% (plano), de 3 – 8% (suave-ondulado), de 8 – 13% (Moderadamente Ondulado), de 13 – 20% (Ondulado), de 20 – 45% (Forte Ondulado) e maior que 45% (Montanhoso).

O mapa de uso e cobertura das terras foi gerado a partir da classificação não supervisionada da imagem TM/Landsat pelo método ISODATA [5]. No processo de classificação foram definidos 10 classes e um limiar de aceitação de 95%. Após a classificação foi realizada um remapeamento de classes por análise visual e determinadas as seguintes classes: Corpos d'água, caatinga, agricultura e solo exposto.

Resultados e Discussão

De acordo com o mapa com as classes de declividade (Figura 1), observou-se que o relevo predominante do município é o suave ondulado representando 45,55% da área, conforme (Tabela 1).

O mapa de uso e ocupação das terras (Figura 2) apresentou resultados satisfatórios na avaliação visual, sendo este posteriormente classificado em quatro classes e verificado uma predominância da cobertura de caatinga na área em estudo. Também possibilitou verificar as áreas de solo exposto e as áreas ocupadas pela agricultura.

Através da verificação do mapa de Reconhecimento de solos do município de Petrolândia, PE na escala de 1:100.000 [6] em comparação com o mapa de uso e ocupação das terras, observa-se a predominância das atividades agrícolas em áreas irrigadas e não irrigadas, sendo estas distribuídas nos solos de textura arenosa (Neossolo Quartzarênico) em transição com solos de textura média (Cambissolos e Latossolos) e em áreas de

⁽¹⁾ Eng.º Agr.º Mestrando do PPG em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, UFPE. Rua Acadêmico Hélio Ramos s/nº CEP. 50740-530. E-mail: rodriguesrafael@click21.com.br

⁽²⁾ Eng. Cartógrafo Mestrando em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

⁽³⁾ Prof. Adjunto III do Departamento de Engenharia Cartográfica – DECARTE, UFPE.

⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240.

solos com textura argilosa com ocorrência de Cambissolos e Vertissolos, muito embora as áreas de Vertissolos serem mais susceptíveis a erosão.

Conclusões

O uso das imagens SRTM e TM/LANDSAT-5 juntamente com as técnicas de geoprocessamento possibilitou o conhecimento prévio das classes de relevo e do uso das terras do município de Petrolândia, apresentando resultados satisfatórios. Sendo estes mapas de grande importância para o uso manejo e conservação das terras.

As classes de relevo obtidas com esta metodologia dão subsídio para a elaboração de mapas de solos em diversas escalas.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio dado pelo DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA (Depto. de Engenharia Cartográfica), ao mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação e a EMBRAPA Solos UEP Nordeste.

Referências

- [1] SILVA, F. F.; CANDEIAS, A. L. B. Dados SRTM: Como Utilizá-los? Um Exemplo na Ilha de Itamaracá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 2006, Florianópolis.
- [2] Parahyba, R. da B. V.; Silva, F.H. B. B. da; Silva, F. B. R. e; Araújo Filho, J. C. de ; Lopes, P. R. C. *Diagnóstico Agroambiental do Município de Petrolândia - Estado de Pernambuco*. Rio de Janeiro, 2004. 25p.
- [3] ARAÚJO FILHO, J. C. de; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B. da; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R. de; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, F. B. R. e; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P. dos; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B. da; LUZ, L. R. Q. P. da; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco. Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). 1 CD-ROM.
- [4] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 3a. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS, 1994. 65p.
- [5] Mather, P. M. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction*. 2ª. ed. Canadá: John Wiley & Sons, 1999. 292p.
- [6] EMBRAPA SOLOS UEP NORDESTE. <http://www.uep.cnps.embrapa.br> Acessado em: 27/06/2009.

Tabela 1. Classes de relevo e de declividade do Município de Petrolândia-PE.

Classes de Relevo	Classes de Declive (%)	Área	
		(ha)	(%)
Plano	0 - 3	30.780,15	34,56
Suave Ondulado	3 - 8	40.570,17	45,55
Moderadamente Ondulado	8 - 13	13.929,01	15,64
Ondulado	13 - 20	2.665,82	2,99
Forte Ondulado	20 - 45	974,35	1,09
Montanhoso	> 45	141,71	0,16
TOTAL		89.061,21	100

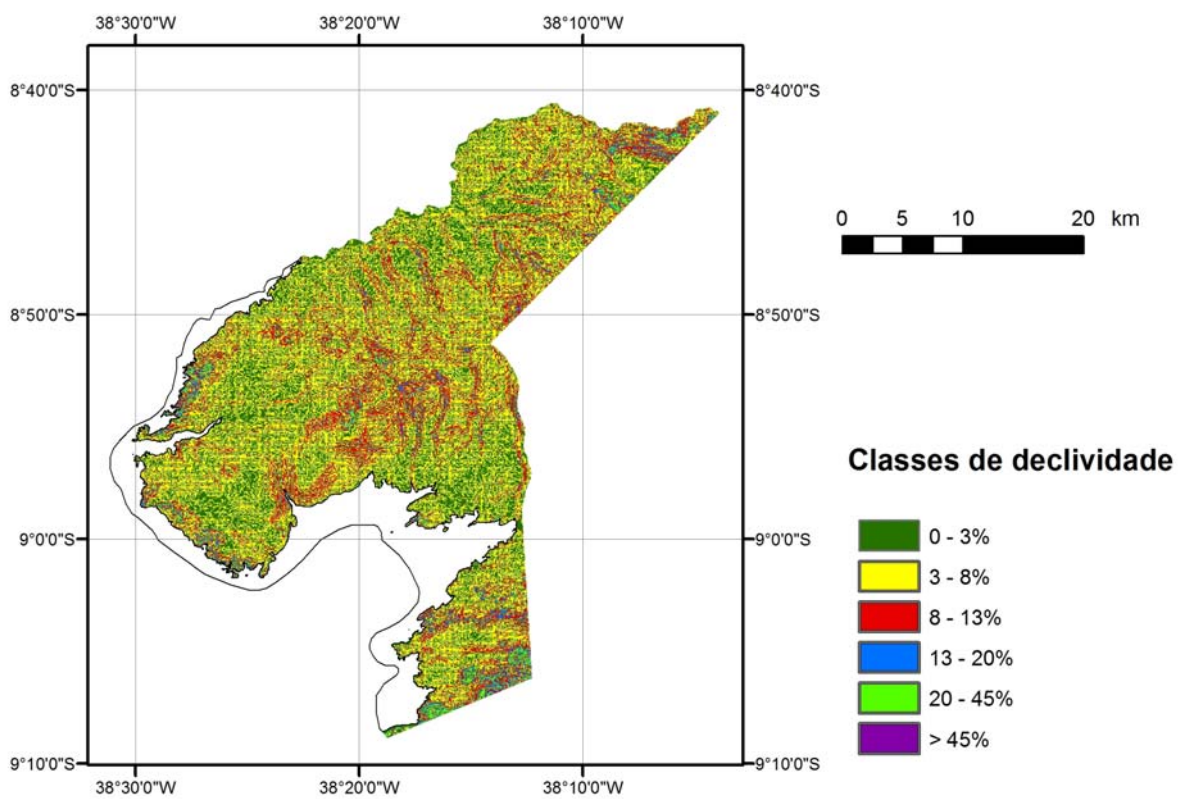


Figura 1. Classes de declividade do Município de Petrolândia-PE.

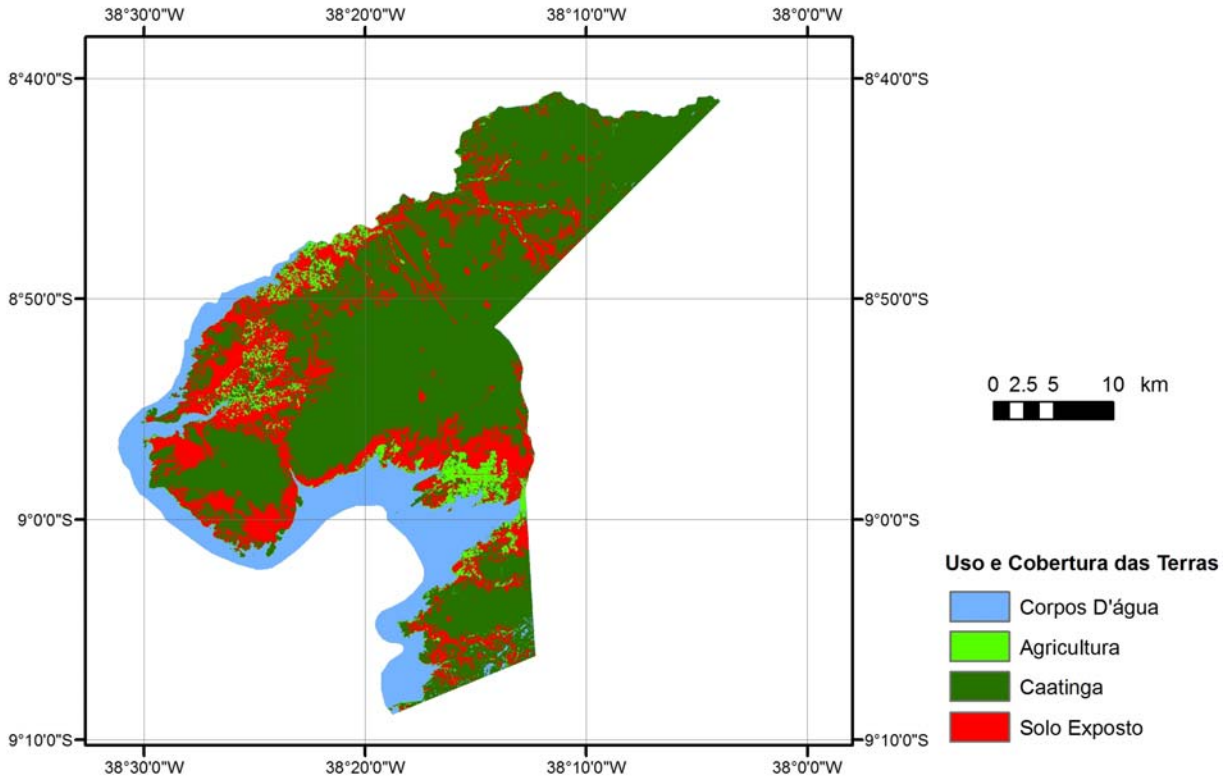


Figura 2. Uso e cobertura das terras do Município de Petrolândia-PE.

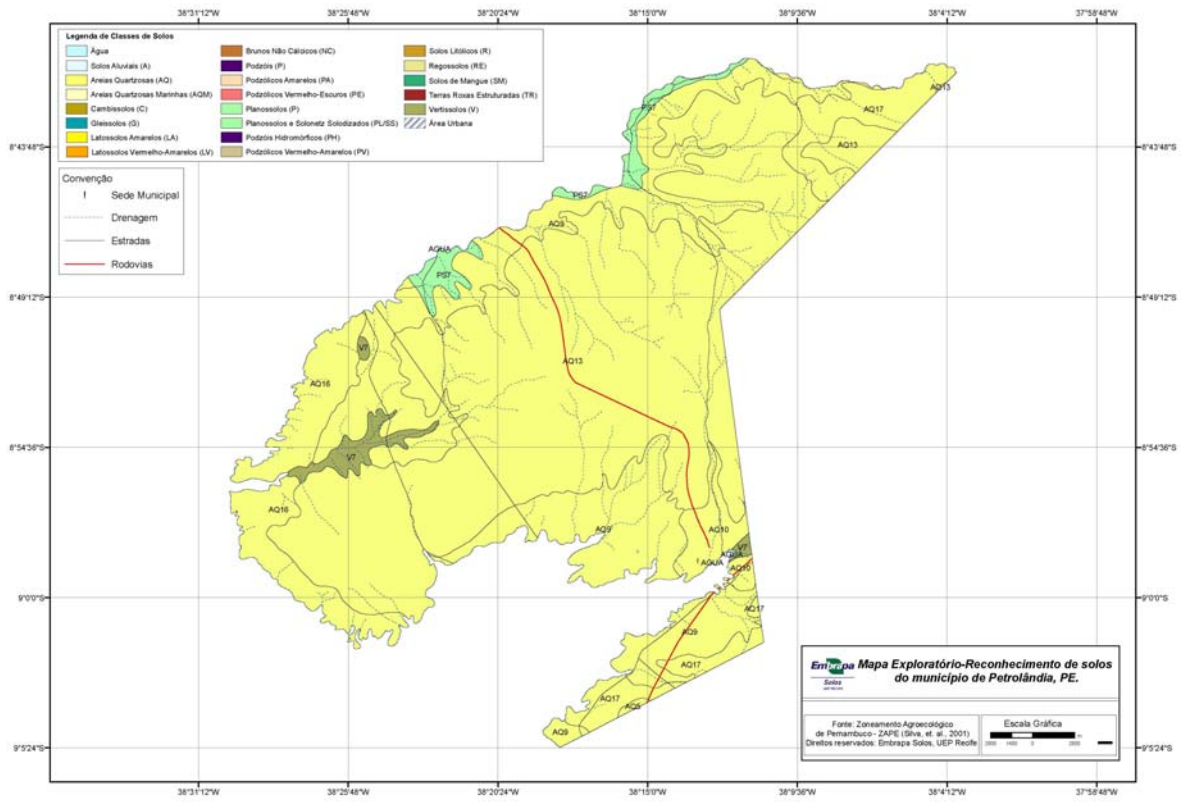


Figura 3. Mapa de solos Município de Petrolândia-PE, Fonte[8]

Análise de estabilidade de agregados de fragmentos de mata com diferentes usos no seu entorno

Renato Valadares de Sousa Moreira⁽¹⁾, Mariella Camardelli Uzêda⁽²⁾, Guilherme Kangussú Donagema⁽³⁾, Iurí Ribeiro⁽⁴⁾ & Mariana de Andrade Iguatemy⁽⁵⁾.

Resumo

Agregação do solo é uma importante característica física, pois o volume de poros é responsável por propriedades como retenção de água, aeração, infiltração e resistência a erosão. Este trabalho teve por objetivo analisar o impacto de diferentes usos do solo vizinhos a área de vegetação nativa sobre a estabilidade dos agregados nesses fragmentos florestais. Foram selecionados seis fragmentos de mata, sendo três com milho no entorno e três com pasto. As amostras foram coletadas no entorno e no interior dos fragmentos, depois foram levadas para o laboratório onde foram processadas. Os resultados das análises das amostras de 0-10cm apontaram haver diferença significativa apenas no entorno dos fragmentos, onde o uso do solo com milho apresentou menor estabilidade. Na profundidade 10-20cm foram encontradas diferenças no interior dos fragmentos, sendo que os fragmentos circundados por pasto apresentaram agregados mais estáveis. A partir dos resultados encontrados pode-se concluir que fragmentos com o uso menos intensivo no seu entorno irão apresentar o solo melhor estruturado, assim gerando melhores condições para a germinação de sementes e menor vulnerabilidade a erosão.

Palavras-Chave: (agregados, fragmentação e mata atlântica)

Introdução

A Mata Atlântica encontra-se fragmentada, e é formada por um mosaico de fragmentos de mata e áreas antropizadas. As áreas alteradas atualmente dominam a paisagem da Mata Atlântica e muitas vezes são formadas por áreas agrícolas e pastagens, que podem gerar impactos aos remanescentes de vegetação nativa. Os impactos podem ser observados nos diversos compartimentos dos ambientes, inclusive no solo, foco deste trabalho.

O agregado, expressão da qualidade física do solo, tem sua formação ditada por diversos fatores, como: exudatos orgânicos de plantas, substâncias orgânicas proveniente da ação de microrganismos do solo e outros compostos orgânicos (1).

O crescimento das raízes concede a aproximação das partículas à medida que as raízes exercem força sobre as partículas minerais na sua expansão pelo espaço poroso. A absorção de água pelas raízes também pode causar secamento na região próxima às raízes, causando um aumento na força de coesão entre as partículas (10).

Assim como as raízes, a macrofauna do solo também contribui para a agregação do solo. A atividade da macrofauna concede melhorias na física do solo, cavando e revolvendo o mesmo, favorecendo a penetração de raízes, infiltração de água e aeração, causando um melhoramento na estrutura do solo (5).

A porosidade do solo é influenciada por vários processos, resultando em uma distribuição de poros de diferentes tamanhos (3). Os macroporos, que favorecem altas taxas de infiltração e aeração do solo, dependem da estabilidade dos agregados (4). Os microporos são responsáveis pela retenção de água e nutrientes no solo. Com isso a estabilidade dos agregados se torna muito importante para a germinação de sementes, expansão do sistema radicular no perfil do solo e na redução dos processos erosivos.

A partir da fragmentação dos habitats ocorre um efeito de borda, através de um sistema de sucessão rápida, com espécies pioneiras que podem ser percebidas em todo o fragmento (7). Assim, o efeito de borda favorece o estabelecimento de algumas espécies em detrimento de outras, alterando a distribuição do sistema radicular.

O processo de fragmentação produz modificações drásticas na paisagem e em escalas menores acarreta alterações nos fragmentos em virtude das áreas vizinhas, utilizadas com agricultura ou pecuária (8). Assim pode-se inferir que quanto mais intenso for o uso do solo no entorno dos fragmentos, maiores as modificações na paisagem, podendo ampliar o isolamento entre áreas de vegetação nativa, intensificando o efeito da fragmentação sobre propriedades do solo.

Pouco foi estudado sobre o efeito do cultivo sobre fragmentos em áreas contíguas e seu impacto sobre a agregação do solo na borda e interior dessas áreas nativas.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o impacto que diferentes usos do solo no entorno de fragmentos florestais causam a estabilidade dos agregados do solo desses fragmentos.

Material e Métodos

Os fragmentos selecionados para o estudo estão localizados no município de Cachoeiras de Macacu (RJ), inseridos na bacia Guapi-Macacu. Para isso foram selecionados seis fragmentos, de mesmo tipo de solo, sendo que três com milho no entorno e três com pasto. Cada fragmento foi dividido em três ambientes: (i) clareira: parte do fragmento onde há uma intensa dinâmica de regeneração, por sofrer interferências do meio externo, como vento; (ii) núcleo: parte do fragmento que sofre menos interferência do meio externo, pois esta situado entre a borda e a clareira do fragmento; (iii) borda: área

1-Bolsista de Iniciação Científica Embrapa Agrobiologia Cnpq/PIBIC - BR-465, Km 47, Ecologia, Seropédica, RJ CEP:23851970.

2- Pesquisadora Embrapa Agrobiologia- BR-465, Km 47, Ecologia, Seropédica, RJ CEP:23851970.

3- Pesquisador Embrapa Solos-Rua Jardim Botânico, 1.024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ

4- Bolsista de Iniciação Científica Embrapa Agrobiologia- BR-465, Km 47, Ecologia, Seropédica, RJ CEP:23851970.

5-Bolsista de Doutorado Programa Binacional de Inov. Tec. e Pesq. em Agropecuária. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- BR-465, Km 47, Ecologia, Seropédica, RJ CEP:23851970.

e-mail:mariella@cnpab.embrapa.br; Fonte financiadora: Embrapa Agrobiologia

limítrofe entre o fragmento e a área alterada externa a ele, ambiente mais vulnerável as ações antrópicas, além de outros fatores externos como maior penetração de luz e incidência de vento.

Para realização das amostragens cada um destes ambientes foi identificado a partir de 10 metros do início do fragmento (bordadura) e as amostras foram coletadas em 3 pontos, localizados ao acaso, em diagonal numa faixa de 20 m, dentro de cada ambiente. As faixas de 20 metros dos diferentes ambientes distam em 10 metros umas das outras, evitando o efeito entre os ambientes. As amostras indeformadas para avaliação da agregação do solo foram obtidas para as profundidades de 0-10 e 10-20 cm.

Nas áreas de cultivo de milho e pastagem, localizadas no entorno dos fragmentos, as amostragens seguiram o mesmo delineamento anteriormente descrito

O método utilizado foi descrito por MADARIL (2004) (4). As amostras passaram pelo tamisador seco em um jogo de peneiras de 4 e 2mm. Do material retido entre as peneiras foram retiradas duas amostras de 25g e uma de 10g. A amostra de 10g foi colocada em estufa a 105° C para que fosse obtido o peso seco. As duas amostras de 25g foram umedecidas por no mínimo uma hora e colocadas no tamisador úmido, com um jogo de peneiras com malha de 2mm, 1mm, 0,5mm, 0,250mm, 0,125mm. Neste, as amostras foram agitadas por 15 minutos a 40 rpm. O conteúdo retido em cada peneira foi colocado em estufa entre 35 e 40° C, e posteriormente pesado.

O fracionamento dos agregados foi feito através da força destrutiva aplicada, onde se puderam separar agregados estáveis.

A estabilidade dos agregados foi medida a partir do diâmetro médio ponderado (DMP) e o percentual de agregados da classe 2mm, após a etapa do fracionamento.

O cálculo da DMP foi realizado através da fórmula:

$$DMP = \sum_{i=1}^n X_i W_i$$

Wi= proporção de cada classe de agregados em relação ao total

Xi= diâmetro médio de cada classe de agregados

Foram feitas análises de variância para comparação entre os ambientes do interior dos fragmentos (agroecossistema, borda, núcleo e clareira) em cada tipo de entorno (milho e pasto). As comparações entre os ambientes (ex. Borda pasto; borda milho) foram realizadas através de teste t (p<0,05).

Resultados

A partir dos resultados obtidos se percebe que as amostras na profundidade 0-10cm apresentam diferença na estabilidade dos agregados entre

agroecossistemas (pasto e milho), onde a cultivo de milho apresentou menor estabilidade de agregados (DMP: milho- 2,06; pasto- 2,83; t= 3; p=0,00005/ classe>2mm: milho- 0,59; pasto-0,92; t= 3,04; p=0,00005) (Figura 1). Na área com pasto, apesar da menor quantidade de agregados maior que 2mm, foram obtidos valores maiores de DMP quando comparados as áreas de milho (Figura 1).

Na profundidade de 10-20 cm pode-se notar diferença significativa na estabilidade dos agregados entre as bordas dos fragmentos circundados por milho e por pasto, onde as áreas de borda circundada por milho apresentaram menor estabilidade de agregado (DMP: borda fragmento com entorno milho- 2,7; borda fragmento com entorno pasto- 2,86; t= 3; p=0,00005/ >2mm: borda fragmento com entorno milho- 0,86; borda fragmento com entorno pasto- 0,93; t=2,5; p=0,02). Os fragmentos com milho no seu entorno apresentaram como tendência menor estabilidade dos agregados do que as áreas com pasto no entorno em todos os ambientes, no entanto, as diferenças significativas foram nas bordas dos fragmentos (Figura 2).

Discussão

Em relação a profundidade 0-10cm, a diferença na estabilidade dos agregados ocorrida entre as áreas cultivadas com pasto e milho, pode ter ocorrido em razão do preparo intensivo do solo recebido pela área de milho que por ser uma cultura anual, sofre o uso de maquinários de maneira mais freqüente que o pasto. Em solos que apresentam características naturais favoráveis ao cultivo, o preparo convencional degrada as propriedades físicas, pois o revolvimento rompe os agregados, compacta o solo abaixo da camada preparada e o deixa descoberto (2). Com isso, se torna muito importante a adoção de práticas de cultivo que agridam menos a estrutura do solo, como exemplo, o plantio direto. O cultivo do solo proporciona uma redução na estabilidade dos agregados, quando comparado a estabilidade antes do desmatamento(9). Outro fator que pode ter contribuído para melhor agregação do solo na área com pasto foi o sistema radicular fasciculado da forrageira(6), que possivelmente favoreceu a formação de agregados mais estáveis do que na área com milho.

Na profundidade de 10-20cm, a diferença entre as borda dos fragmentos, pode ser causado pelo efeito de borda e proximidade deste ambiente da área de cultivo. Provavelmente o efeito de borda nos fragmentos com milho no entorno é mais intenso, favorecendo o maior recrutamento de espécies pioneiras, com sistema radicular mais superficial, em detrimento de espécies secundárias e secundárias tardias, com sistema radicular mais profundo.

Alterações na florística dos diferentes ambientes dos fragmentos estudados e abundância de sistema radicular são aspectos que podem ser determinantes para a compreensão dos resultados obtidos. Estes parâmetros se encontram em avaliação.

Conclusões

O uso menos intensivo do solo interfere menos na estabilidade dos agregados dentro e fora dos fragmentos..

Estudos mais detalhados para avaliação da florística bem como da distribuição do sistema radicular nesses fragmentos são necessários para melhor entendimento da influência do uso do solo no entorno das áreas de vegetação nativa e os processos de manutenção e regeneração dessas áreas.

Agradecimentos

Agradeço a toda equipe da Embrapa Agrobiologia que colaborou para obtenção dos resultados.

Referências

- [1] BASTOS, R. S.; Mendonça, E. S.; ALVAREZ, V. H.; CORRÊA, M. M.; COSTA, L. M. 2005. Formação e Estabilização de Agregados do Solo Influenciados por Ciclos Umedecimento e Secagem após Adição de Compostos Orgânicos com Diferentes Características Hidrofóbicas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:11-20
- [2] BERTOL; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A., 2004. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28(1): 155-163
- [3] LIMA, H. V.; LIMA, C. L. R.; LEÃO, T. P.; COOPER, M.; SILVA, A. P.; ROMERO, R. E. 2005; Tráfego de máquinas agrícolas e alterações de bioporos em área sob pomar de laranja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:677-684
- [4] MADARIL, B. E., 2004. FRACIONAMENTO DE AGREGADOS, Procedimento para uma Estimativa Compartimentada do Seqüestro de Carbono no Solo. *Embrapa Comunicado técnico 22*. Rio de Janeiro, RJ. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, p. 1-10.
- [5] PRIMAVERSI, A., 2002. O efeito da meso e macrofauna sobre a estrutura e fertilidade do solo. In: *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*, p.148. Editora: Nobel. São Paulo.
- [6] SILVA, I.F. & MIELNICZUCK, J. 1997. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 20:113-117.
- [7] TABARELI, M.; LOPES, A. V. 2008. Edge-effects Drive Tropical Fragments Towards an Early-Successional System. *Biotropica*, 40(6): 657-661.
- [8] WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. 2005. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.5, p.487-494
- [9] OLIFIERS, N. & CERQUEIRA, R. Título in ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S. 2006. *Biologia da Conservação: Essência*, p. 261-279. Editora: Rima. São Paulo.
- [10] ZONTA, E.; BRASIL, F.; GOI, S.R. & ROSA, M.M.T. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico 2006. In: FERNANDES, M.S., ed. *Nutrição mineral de plantas*, p.7-52. Viçosa., MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

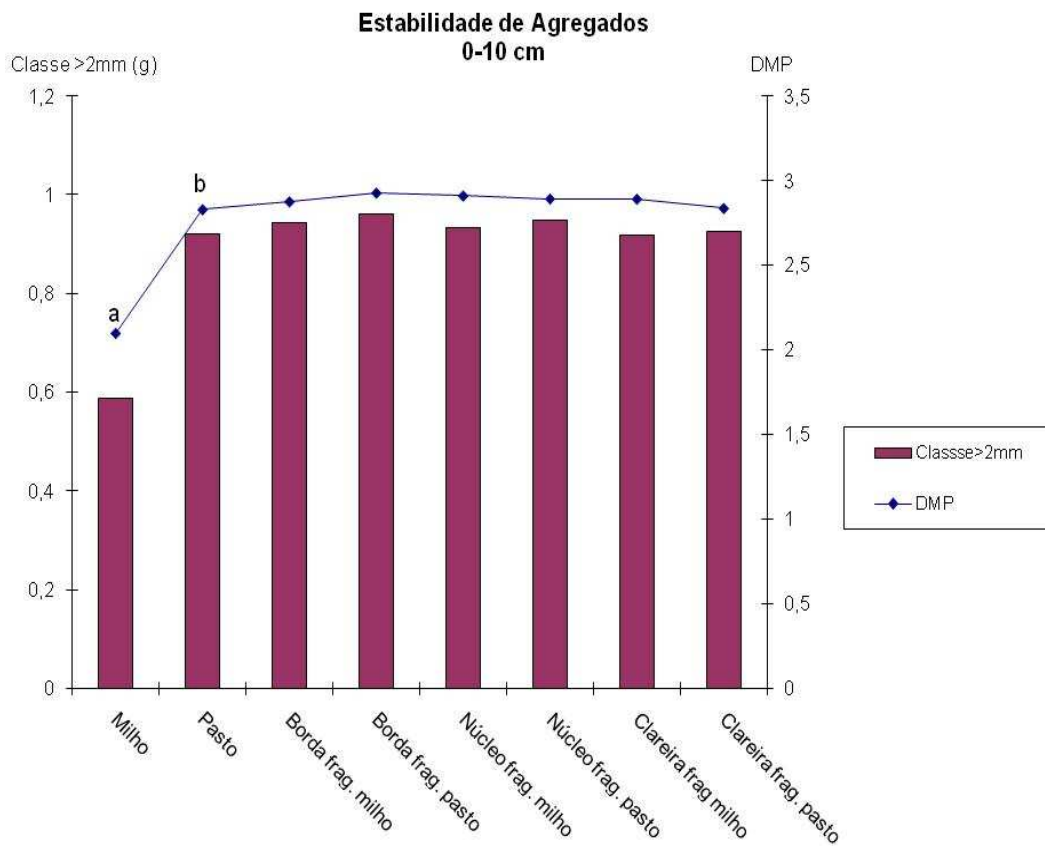


Figura 1. Agregados >2mm e DMP (diâmetro médio ponderado) em profundidade de 0-10cm em fragmentos com entorno de milho e pasto em ambientes de clareira, núcleo, borda e matriz na Bacia Guapi-Macacu-RJ. As barras que se apresentam seguidas por letras indicam que houve diferença estatística entre elas; a- indica agregados menos estáveis; b- indica agregados mais estáveis ($t= 3,04$; $p=,0$)

Estabilidade de Agregados 10-20 cm

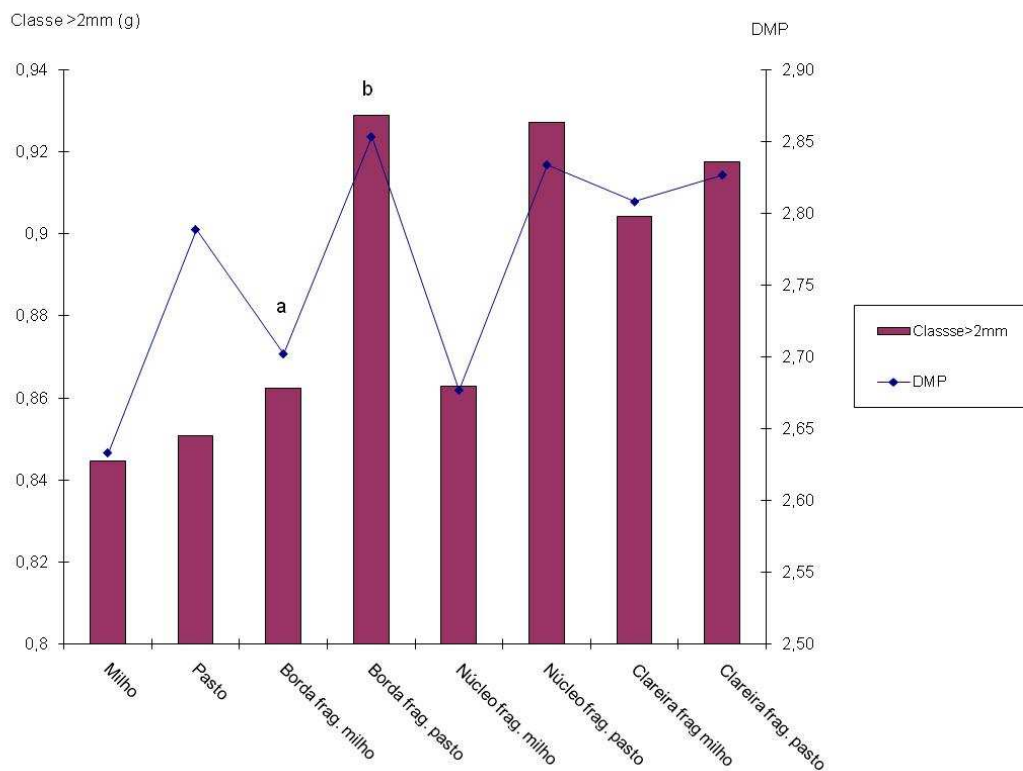


Figura 2. Agregados >2mm e DMP (diâmetro médio ponderado) em profundidade de 10-20cm em fragmentos com entorno de milho e pasto em ambientes de clareira, núcleo, borda e matriz na Bacia Guapi-Macacu-RJ. As barras que se apresentam seguidas por letras indicam que houve diferença estatística entre elas; a- indica agregados menos estáveis; b- indica agregados mais estáveis ($t=2,5$; $p=,02$)

Aptidão Agrícola das Terras do Município de Tracunhaém, Pernambuco

ANTONIO RAIMUNDO DE SOUSA⁽¹⁾, ADEMAR BARROS DA SILVA⁽²⁾, MAURO C. DOS SANTOS⁽³⁾, LUCIANO J. O. ACCIOLY⁽²⁾, HILTON L. F. DA SILVEIRA⁽⁴⁾, LUIZ GONZAGA BIONE FERRAZ⁽¹⁾, JOSÉ NUNES FILHO⁽¹⁾ & JOSÉ NILDO TABOSA⁽¹⁾

RESUMO – A classificação da aptidão agrícola das terras é elaborada em função das potencialidades e limitações do ambiente, sendo, portanto, de fundamental importância na seleção de áreas destinadas à exploração agropecuária. Este trabalho teve como objetivo elaborar, com base no levantamento de solos (escala 1:25.000), a aptidão agrícola das terras do município de Tracunhaém (PE), visando subsidiar o planejamento de atividades agropecuárias. Foram consideradas as seguintes características dos solos: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água ou deficiência de oxigênio, suscetibilidade à erosão e impedimento à mecanização. As classes de aptidão foram definidas como boa, regular, restrita e inapta, refletindo a intensidade das limitações dos solos. As terras do município foram enquadradas em grupos de aptidão. As do grupo 1 apresentam aptidão boa para lavouras nos níveis de manejo com alta e média tecnologia e ocupam cerca de 1.500 ha. São áreas com predomínio de Argissolos profundos, bem drenados, com relevo variando de plano a ondulado. As terras do grupo 2 ocupam aproximadamente 4.200 ha e apresentam aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo empregando baixo e médio nível tecnológico. Neste grupo predominam Argissolos Vermelhos profundos, bem drenados e de boa fertilidade. Os cultivos devem ser concentrados nas áreas de relevo ondulado. As terras do grupo 3 (aptidão restrita para lavouras) ocupam cerca de 290 ha. São áreas de Argissolos com baixa fertilidade, relevo ondulado e forte ondulado e alta suscetibilidade à erosão. No grupo 4, com cerca de 5.700 ha, predominam as terras com aptidão para pastagem plantada. São áreas com Neossolos Litólicos associados com Argissolos, Planossolos e Gleissolos, apresentando diversas limitações para uso com lavouras. A capacidade de suporte animal deve ser observada para evitar degradação dos pastos e do solo.

Palavras-Chave: (Solos, Potencial Agrícola, Zona da Mata)

Introdução

Os solos do município de Tracunhaém na quase totalidade são cultivados com a cultura da cana-de-açúcar, principal atividade do setor primário da

economia desde o século XVI. Culturas como banana, graviola, acerola, milho, mandioca e hortaliças folhosas são encontradas em pequenas áreas. Na pecuária, destaca-se a criação de bovinos. Percebe-se, de modo geral, que o uso e a ocupação dos solos do município ocorrem de forma desordenada. A ocupação indiscriminada dos diferentes ambientes, desconsiderando as suas potencialidades e limitações, favorece a ação dos agentes erosivos, acelera os processos de degradação ambiental e prejudica toda a sociedade.

No planejamento das atividades agropecuárias deve-se considerar a potencialidade das unidades de solo, a fim de reduzir os fatores restritivos e contemplar o seu uso e manejo (aplicação de insumos, práticas de controle da erosão etc.), possibilitando, assim, maior rendimento das culturas, assegurando a sustentabilidade dos diversos ambientes. Os objetivos do presente trabalho foram interpretar o levantamento de solos e elaborar a classificação do potencial agrícola das terras do município, disponibilizando informações indispensáveis ao planejamento agroambiental, à assistência técnica e extensão rural.

Material e Métodos

O município de Tracunhaém localiza-se na microrregião setentrional da Mata pernambucana cuja distância do Recife é de aproximadamente 60 km. Ocupa uma área de 118 km², possui uma população em torno de 13.000 habitantes e tem como atividades principais o cultivo de cana-de-açúcar, a agricultura familiar (milho e mandioca) e o artesanato de barro. A cobertura vegetal original era de floresta subcaducifólia, atualmente com poucos remanescentes.

Com relação ao clima, pela sistemática de Köppen, prevalece o tipo As', ou seja, tropical chuvoso, com chuvas concentradas nos meses de abril a julho [1]. A pluviometria média anual é de 1.200mm.

A formação geológica de grande parte da área é de rochas cristalinas, do Pré-Cambriano indiviso, constituídas por gnaisse com biotita e granito [2]. A região é composta por topografia dominada por vales em forma de V e encostas com declividades variando de 10% a 40%. O relevo varia de plano a forte ondulado, com alguns locais apresentando problemas de erosão. As áreas com relevos plano e suave ondulado estão restritas aos topos esparsos, estreitos e compridos e às planícies fluviais.

⁽¹⁾ Pesquisador do IPA - Instituto Agronômico de Pernambuco. Av. Gal San Martin, 1371, Bongü. Recife, PE, CEP 50761-000. E-mail: ar@ipa.br.

⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife. Rua Antonio Falcão, 402, Boa Viagem. Recife, PE. CEP 51020-240.

⁽³⁾ Professor do Deptº. de Solos da Univ. Federal Rural de Pernambuco. Av. Manoel de Medeiros s/n. Dois Irmãos. Recife, PE, CEP 91501-970.

⁽⁴⁾ Analista da Embrapa Solos UEP Recife. Rua Antonio Falcão, 402, Boa Viagem. Recife, PE. CEP 51020-240.

Apoio financeiro: Promata.

A classificação da aptidão agrícola das terras foi realizada com base no levantamento de solos do município, na escala 1:25.000 (Tabela 1) [3]. Os critérios utilizados na classificação foram os determinados por Ramalho Filho & Beek [4]. O sistema tem caráter interpretativo que possibilita a avaliação do potencial das terras para lavouras, silvicultura, pastagem natural e pastagem plantada, e terras não indicadas para uso agrícola (indicadas para preservação da flora e da fauna). No que se refere à avaliação das condições agrícolas das terras, consideraram-se os seguintes fatores de limitação de uso dos solos: deficiência de água, deficiência de oxigênio ou excesso de água, deficiência de fertilidade, suscetibilidade à erosão e impedimento à mecanização. Quanto aos graus para cada fator de limitação do solo, foram considerados: nulo, ligeiro, moderado, forte, muito forte e extremamente forte. Tratando-se de práticas agrícolas, foram estabelecidos os seguintes níveis de manejo: A (baixo nível tecnológico), B (médio nível tecnológico) e C (alto nível tecnológico). Quanto aos grupos de aptidão, 1, 2 e 3 são os melhores para lavouras, conforme os níveis de manejo. Os grupos 4 e 5 identificam áreas para pastagem plantada e silvicultura e/ou pastagem natural respectivamente. O grupo 6 identifica as áreas para preservação da flora e da fauna. As classes são definidas como boa, regular, restrita e inapta, para cada tipo de utilização, e influenciam a intensidade com que as limitações afetam as terras.

Resultados

A classificação da aptidão agrícola das terras do município foi enquadrada em cinco grupos e nove subgrupos, com as respectivas áreas e correspondentes percentuais (Tabela 2), e apresentadas na Figura 1.

As terras do subgrupo 1''(a)BC ocupam cerca de 10 km² e correspondem à associação de Argissolos Amarelos e Vermelho-Amarelos. São solos profundos e muito profundos, situados em relevos plano e suave ondulado e que têm como principal limitação a deficiência de fertilidade. As do subgrupo 1''(a)Bc ocupam 4,7 km², com solos similares aos do subgrupo anterior, porém apresentando relevo ondulado e pedregosidade.

O subgrupo 2ab abrange 40,7 km² com predomínio de Argissolos Vermelhos associados com Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos. Os solos apresentam boa fertilidade, são bem drenados e o relevo varia de ondulado a forte ondulado. Ainda no grupo 2, o subgrupo 2(a)bc ocupa 1,5 km², constituído de Argissolos Amarelos associados com Espodossolos, ambos apresentando baixa fertilidade.

As terras do subgrupo 3(ab) ocupam 2,9 km² com Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos profundos e pouco profundos, ambos apresentando baixa fertilidade, relevo ondulado e forte ondulado.

Nas terras do grupo 4, subgrupos 4P (40,27 km²) e 4p (16,84 km²) ocorrem Neossolos Litólicos (RL) associados com Argissolos, Planossolos Háplicos (SX) e Gleissolos Háplicos (GX) sódicos e solódicos, que apresentam diversas limitações para uso com lavouras, como pouca profundidade (RL e SX), deficiência de drenagem (SX e GX), presença de sais (GX), pedregosidade (RL), relevo (RL) e dificuldade de mecanização (RL, SX e GX).

As terras do grupo 5, subgrupos 5S(n) e 5(n), totalizam 0,15 km². Nelas, predominam Argissolos profundos e pouco profundos, em relevo forte ondulado.

Discussão

De acordo com a classificação da aptidão agrícola (Tabela 2 e Figura 1) as terras do subgrupo 1''(a)BC são boas para lavouras nos níveis de manejo B e C e restritas no manejo A, tendo como principal limitação a deficiência de fertilidade, que conduz à necessidade de investimentos em corretivos e fertilizantes. As do subgrupo 1''(a)Bc apresentam aptidão restrita no manejo A, boa no manejo B e regular no manejo C. O relevo ondulado e a pedregosidade existente dificultam a mecanização e obrigam a maiores investimentos em práticas de manejo e conservação do solo.

As terras do subgrupo 2ab são consideradas regulares para lavouras nos níveis de manejo A e B. De modo geral, apresentam como principais limitações o relevo ondulado e forte ondulado, dificultando a mecanização e exigindo práticas intensivas de controle de erosão. Os cultivos devem ser concentrados nas áreas de relevo ondulado. As áreas de relevo forte ondulado e de Neossolos Litólicos devem ser destinadas para preservação da fauna e da flora. No subgrupo 2(a)bc, as terras apresentam aptidão restrita no manejo A e regular nos manejos B e C. A baixa fertilidade dos solos exigem altos investimentos em insumos para melhorar a produtividade.

As terras do subgrupo 3(ab) são de uso restrito para lavouras nos níveis de manejo A e B. Os fatores limitantes são pouca profundidade, baixa fertilidade, relevo ondulado e forte ondulado e alta suscetibilidade à erosão, devendo-se utilizar práticas intensivas de manejo e conservação de solos.

Merecem destaque, por constituir a maior parte da área do município (48%), as terras do grupo 4. São consideradas boas e regulares para pastagem plantada, porém é fundamental que se observe a capacidade de suporte animal nesses ambientes, uma vez que o excesso de animais pode causar a degradação dos pastos e do solo. Os solos apresentam diversas limitações para uso com lavouras, como pouca profundidade, deficiência de drenagem, presença de sais, pedregosidade, relevo e dificuldade de mecanização.

As terras do grupo 5, subgrupos 5s(n) e 5(n), inexpressivas em termos de ocupação, são consideradas de aptidão boa para silvicultura, para coberturas vegetais permanentes e restritas para pastagens naturais, tendo como principais limitações a pouca profundidade do solo e o relevo forte ondulado.

Conclusões

O município dispõe de 1.400 hectares de terras com aptidão boa para lavouras no nível de média tecnologia (manejo B) e cerca de 1.000 hectares no nível de alta tecnologia (manejo C), porém devem ser adotadas práticas de manejo e conservação de solos.

Mais 4.000 hectares de terras, do município, têm aptidão regular para lavouras nos manejos A e B. Os cultivos devem ser concentrados nas áreas de relevo ondulado e utilizando práticas de controle de erosão.

Cerca de 5.700 hectares apresentam aptidão boa e regular para pastagem plantada. Entretanto, deve-se observar a capacidade de suporte animal para evitar a degradação dos solos e pastagens.

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. V. 1. Recife: Sudene, 1973, 359p. (Boletim Técnico, 26).
- [2] SILVA, F. B. R.; SANTOS, J. C. P.; SILVA, A.B.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. B. V.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SOUZA NETO, N. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LOPES, O. F.; LUZ, L. R. Q. P.; LEITE, A. P.; SOUZA, L.; GONZAGA, M. C.; SILVA, C. P.; VAREJÃO-SILVA, M.A. & BARROS, A. H. C. Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco. Embrapa – Solos UEP Recife. Governo do Estado de Pernambuco. Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária. Recife – PE. 2001. CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 35).
- [3] SOUSA, A. R.; SILVA, A. B.; SANTOS, M. C.; NUNES FILHO, J.; ACCIOLY, L. J. O.; FERRAZ, L. G. B. Caracterização dos principais solos do município de Tracunhaém, Pernambuco. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 17. 2008, Rio de Janeiro, RJ. Anais... Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2008. 4 p. (CD-ROM).
- [4] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3a. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS, 1994. 65 p.

Tabela 1. Unidade de mapeamento e predominância de solo, com respectiva área e correspondente percentual, no município de Tracunhaém (PE).

Unidade de Mapeamento de Solo	Área (km²)	%
PV (Argissolo Vermelho)	42,94	36,4
PVA (Argissolo Vermelho-Amarelo)	10,21	8,7
PA (Argissolo Amarelo)	8,27	7,0
PAC (Argissolo Acinzentado)	0,08	0,1
GX (Gleissolo Háptico)	16,84	14,3
RL (Neossolo Litólico)	38,17	32,4
SX (Planossolo Háptico)	1,37	1,1
Total	117,88	100,00

Tabela 2. Grupo, subgrupo, área e correspondente percentual das classes de aptidão agrícola das terras no Município de Tracunhaém (PE).

Grupo	Subgrupo	Área (km²)	% da área total
1	1"(a)BC	10,71	9,08
1	1"(a)Bc	4,72	4,00
2	2ab	40,70	34,53
2	2(a)bc	1,54	1,31
3	3(ab)	2,95	2,50
4	4P	40,27	34,16
4	4p	16,84	14,29
5	5S(n)	0,09	0,08
5	5(n)	0,06	0,05
Total		117,88	100,00

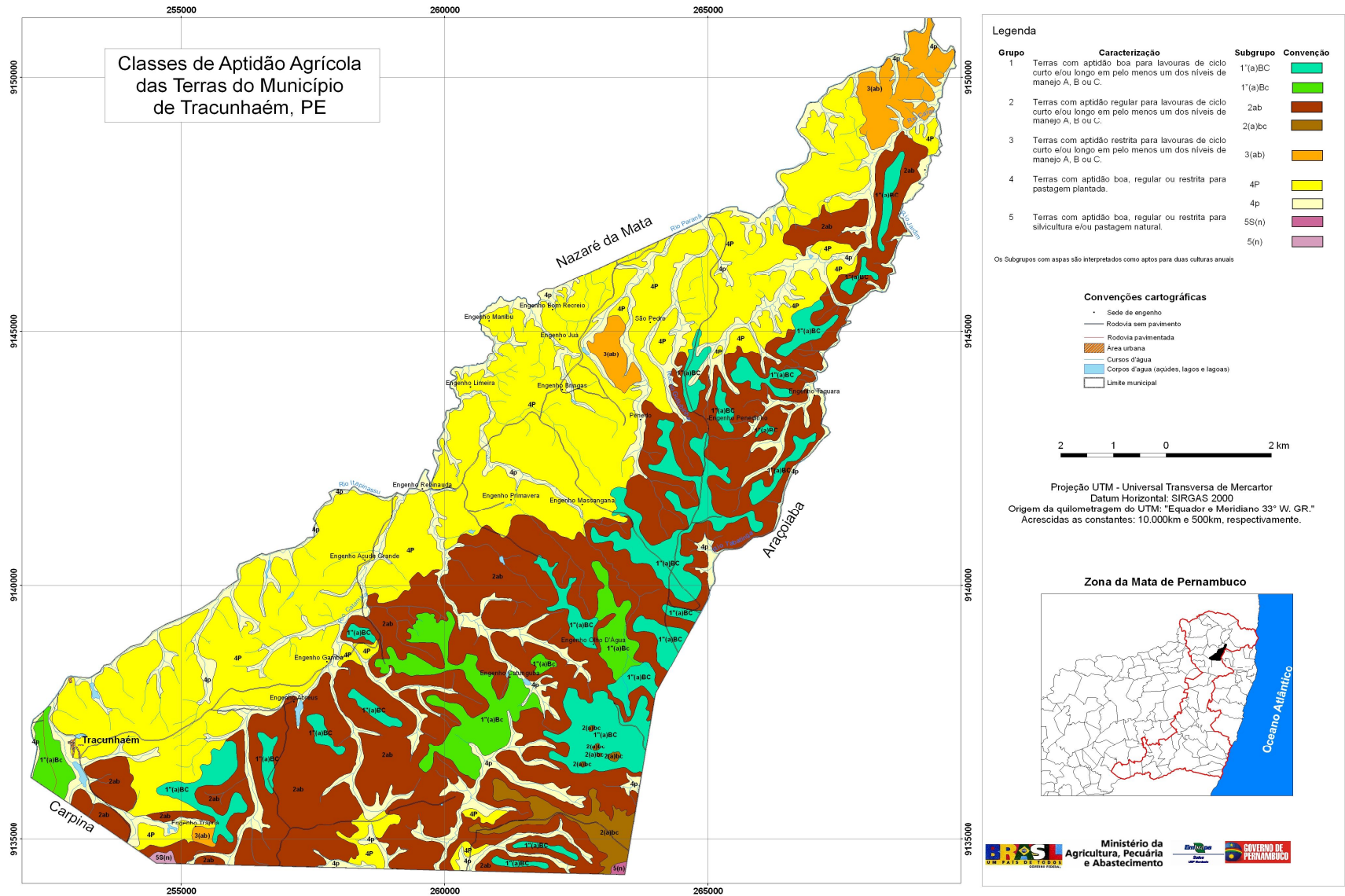


Figura 1. Classes de aptidão agrícola das terras do município de Tracunhaém, Pernambuco.

APTIDÃO PEDOLÓGICA DA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO PARA A CULTURA DO CAJUEIRO, PARA USO DAS TERRAS COM MÉDIO NÍVEL TECNOLÓGICO (MANEJO B).

JOSÉ CARLOS PEREIRA DOS SANTOS⁽¹⁾, ALEXANDRE HUGO CESAR BARROS⁽²⁾, RAFAEL RODRIGUES DA SILVA⁽³⁾, HILTON LUÍS FERRAZ DA SILVEIRA⁽⁴⁾, MARIA SÔNIA LOPES DA SILVA⁽⁵⁾, DAVI FERREIRA DA SILVA⁽⁶⁾

RESUMO - O presente estudo objetivou avaliar o potencial pedológico da área da Zona da Mata pernambucana, para a cultura do cajueiro. O trabalho usou como base o “Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco”, na escala 1:100.000. A interpretação foi feita para o uso das terras empregando médio nível tecnológico (manejo B). Foi inexpressiva a área com solos de aptidão boa para a cultura do cajueiro na região estudada, na escala de detalhamento deste trabalho. Os melhores solos enquadraram-se na classe regular e ocuparam 2.945 km² (26% da área). Corresponde, principalmente, aos solos de textura arenosa das classes dos Neossolos Quartzarênicos e Espodosolos, e aos solos de textura argilosa, porém com boas condições físicas, das classes dos Argissolos e Latossolos profundos. Ressalva-se que este estudo abordou somente a aptidão pedológica, ou seja, não considerou os aspectos climáticos, os quais deverão ser também avaliados para um conhecimento mais efetivo do potencial da região para a produção do cajueiro em condições não irrigadas.

Palavras-Chave: (Aptidão pedológica; cajueiro; Pernambuco).

Introdução

Originário da América Tropical, o cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) pertence à família Anacardiaceae, que inclui árvores e arbustos tropicais e subtropicais, encontrando-se disperso numa extensa faixa compreendida entre os paralelos 27° N, no Sudeste da Flórida, e 28°S, na África do Sul.

A maior diversidade de cajueiro, única espécie cultivada e a de maior dispersão do gênero, encontra-se no nordeste brasileiro, em diversos ecossistemas, especialmente nas zonas costeiras, compondo a vegetação de praias, dunas e restingas. É provável que o seu cultivo tenha origem no nordeste brasileiro, onde

toda uma tradição de exploração pelas tribos indígenas da região é descrita pelos primeiros colonizadores [1].

O agronegócio do caju constitui uma atividade de elevada expressão econômica e social no nordeste brasileiro. Da castanha (fruto) e do pedúnculo (pseudofruto) são obtidos inúmeros derivados, dentre os quais destacam-se: amêndoas, refrigerantes, sucos, doces, néctares, polpas, líquido da castanha (LCC). Em Pernambuco, esta cultura ainda não tem sido explorada com todo o potencial de que dispõe o estado.

O ponto de partida para o desenvolvimento sustentável de qualquer ramo do agronegócio está na definição adequada de áreas com potencial para a exploração da cultura. O presente trabalho se propõe a fazer esta avaliação, sob o ponto de vista pedológico, para a Zona da Mata de Pernambuco.

Material e Métodos

A. Área de estudo

A área de estudo selecionada para este trabalho foi a da Zona da Mata Pernambucana definida pelos paralelos 7° 22' 31" S e 8° 54' 00" S e pelos meridianos 34°48' 26" S e 36° 07' 32" W. A área de estudo totaliza 11.221km² (11% da área do estado) e concentra uma população rural de mais de 500 mil pessoas, distribuídas em 57 municípios. Sua localização, no contexto da região Nordeste do Brasil, pode ser vista na Figura 1.

B. Base de dados

O documento básico usado na avaliação da aptidão dos solos para a cultura do cajueiro foi o “Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade de Solos do Estado de Pernambuco”, na escala 1:100.000 [2].

A Tabela com as exigências edáficas da cultura foi elaborada considerando-se a possibilidade do agricultor empregar médio nível tecnológico (manejo B), conforme Ramalho Filho e Beek [3]. Nesse manejo o agricultor empregará nível moderado de tecnologia e de recursos financeiros no manejo das terras e da cultura. Em geral, considera-se a possibilidade de uso de tração animal e de

¹ Pesquisador da UEP Nordeste, Embrapa Solos, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240. josecarlos@uep.cnps.embrapa.br

² Pesquisador da UEP Nordeste, Embrapa Solos, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240.

³ Eng.º Agr.º Mestrando do PPG em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco. Rua Acadêmico Hélio Ramos s/nº CEP. 50740-530.

⁴ Analista da UEP Nordeste, Embrapa Solos, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240.

⁵ Pesquisador da UEP Nordeste, Embrapa Solos, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240.

⁶ Assistente da UEP Nordeste, Embrapa Solos, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240.

alguma correção da fertilidade do solo e controle de pragas doenças. Não se considera o uso de irrigação.

C. Classes de aptidão pedológica

Foram adotadas as seguintes classes de aptidão dos solos com base no boletim da FAO [8]:

Classe boa: compreende as terras sem limitações significativas para produção sustentada de uma determinada cultura, no nível de manejo considerado. Admite-se algumas restrições desde que não sejam suficientes para reduzir a produtividade ou os benefícios de forma muito expressiva e não aumente os insumos acima de um nível aceitável.

Classe regular: compreende as terras que apresentam limitações moderadas para produção sustentada de uma determinada cultura, no nível de manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos para se obter boas produtividades. Ainda que atrativas, as vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras de classe com "aptidão boa".

Classe marginal: compreende as terras que apresentam limitações fortes para produção sustentada de uma determinada cultura, no nível de manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então, aumentam os insumos necessários de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.

Classe inapta: compreende as terras sem aptidão para exploração sustentável da cultura.

O enquadramento dos solos nas classes de aptidão acima foi feito por meio do cruzamento de suas características e, ou, de aspectos ambientais considerados importantes para o desenvolvimento da cultura, com as exigências da cultura. Na interpretação foram considerados os seguintes aspectos do solo e do ambiente a estes associados: relevo, profundidade, fertilidade, pedregosidade, drenagem, textura, natureza da argila e salinidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentadas as proporções dos solos da Zona Mata de Pernambuco com aptidão boa, regular, marginal e inapta, para a cultura do cajueiro. Observa-se que somente uma proporção inexpressiva (10 km², equivalente a <0,1 %) da área avaliada é formada por solos com aptidão boa ao desenvolvimento da cultura.

As áreas com aptidão regular totalizam 2.945 km² (26 % da área).

Os solos considerados marginais e inaptos para a cultura ocupam a maior proporção da Zona da Mata pernambucana, somando 7.864 km² (70 % da área), sendo 3.003 km² (27 %) de terras marginais e 4.861 km² (43 %) de terras inaptas.

Os tipos de terrenos (cidades, afloramentos rochosos, leitos de riachos, etc.) ocupam 393 km² (3,5 % da região estudada).

Os solos de melhor aptidão para o cajueiro, aqui considerados como sendo de aptidão boa, são aqueles profundos, bem drenados, não pedregosos, de textura média (com domínio de argila de atividade baixa e boas condições físicas), de boa fertilidade natural e em relevo plano e suave ondulado. Foram muito poucos os solos que apresentaram todas estas características em uma mesma classe.

Na classe de aptidão regular foram enquadrados os solos com características semelhantes aos da classe boa, diferindo destes por admitir a textura argilosa (com domínio de argila de atividade baixa e com boas condições físicas), textura arenosa, e baixa fertilidade natural. Corresponde, geralmente, às classes dos Argissolos profundos e Latossolos, ambos em relevo plano e suave ondulado, e aos Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos bem drenados.

Nos solos de aptidão regular, a textura (argilosa ou arenosa) e a fertilidade natural, foram os principais fatores limitantes que impediram que estes solos fossem enquadrados em uma classe melhor de aptidão. No caso dos Latossolos e Argissolos, em alguns casos, o relevo um pouco acidentado, juntamente com a textura argilosa, também poderão ter limitado a aptidão.

A baixa fertilidade natural apresentada pela maior parte dos solos da região avaliada foi considerada como uma limitação moderada à cultura, restringindo a aptidão para a classe regular, em função do nível tecnológico considerado admitir somente correções moderadas da fertilidade.

A. Espacialização da aptidão pedológica

A distribuição espacial do potencial pedológico para a cultura do cajueiro na Zona da Mata de Pernambuco é apresentada na Figura 2. Os diferentes ambientes foram enquadrados nas classes de potencial alto, médio, baixo e muito baixo, com base na proporção de ocorrência, na unidade de mapeamento, de solos com aptidão boa, regular, marginal e inapta, conforme abaixo:

- Potencial alto: unidades de mapeamento constituídas por 50% ou mais de solos com aptidão boa.
- Potencial médio: unidades de mapeamento constituídas por 25 a 50% de solos com aptidão boa, e/ou, onde a soma de aptidão boa com regular é maior ou igual a 50%.
- Potencial baixo: unidades de mapeamento de solos contendo entre 0 e 25% de solos com aptidão boa, e/ou, a soma de solos de aptidão boa com regular situa-se entre 25 e 50%.
- Potencial muito baixo: unidades de mapeamento sem a ocorrência de solos com aptidão boa, e, a ocorrência de solos com aptidão regular é inferior a 25%.

Conclusões

Foi inexpressiva a área com solos de aptidão boa para a cultura do cajueiro na Zona da Mata de Pernambuco, no manejo empregando média tecnologia. Os melhores solos enquadraram-se na classe regular e ocupam 2.945 km² (26% da área). Corresponde, basicamente, às classes dos Argissolos profundos e Latossolos, ambos em relevo plano e suave ondulado, e aos Neossolos Quartzarênicos e Espodosolos bem drenados. Nestes solos considerados regulares, as maiores limitações pedológicas são a textura argilosa, nos Argissolos e Latossolos, e a textura arenosa, nos Neossolos Quartzarênicos e Espodosolos. A fertilidade natural representou uma limitação moderada em todos estes solos.

Ressalva-se que este trabalho trata somente da aptidão pedológica. Os aspectos climáticos necessitam também ser avaliados para se ter um conhecimento mais efetivo do potencial da região para a cultura do cajueiro em condições não irrigadas.

Agradecimentos

Ao Banco do Nordeste do Brasil pelo financiamento do projeto, e a bibliotecária Quitéria Sônia Cordeiro, pela normalização e referenciação bibliográfica.

Referências

- [1] CRISÓSTOMO, L. A. SANTOS, F. J. S.; OLIVEIRA, V. H.; RAIJ, B. van.; BERNARDI, C. A. de C.; SILVA, C. A.; SOARES, I. **Cultivo do cajueiro anão precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. p.
- [2] ARAÚJO FILHO, J. C. de; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B. da; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R. de; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, F. B. R. e; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P. dos; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B. da; LUZ, L. R. Q. P. da; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). 1 CD-ROM.
- [3] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3a. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS, 1994. 65p.
- [4] SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Recife, 1990. p. (SUDENE. Série Pluviometria 1 a 10).
- [5] DIRETORIA DE ROTAS AÉREAS **Tabelas Climatológicas** Rio de Janeiro: Ministério da Aeronáutica, 1967 Vol. 1.
- [6] SUDENE. **Normais Climatológicas da Área da SUDENE**. Recife: Convênio com o Serviço de Meteorologia, 1963. p.
- [7] ELLIS, J.; VALENÇA, A. S. Desvio Padrão da Temperatura Média Mensal no Brasil. Instituto Nacional de Meteorologia. **Boletim Técnico**, n. 22, p.1-75, 1982.
- [8] FAO. **A framework for land evaluation**. Rome, 1976. 72 p. (FAO Soil Bulletin, 32).

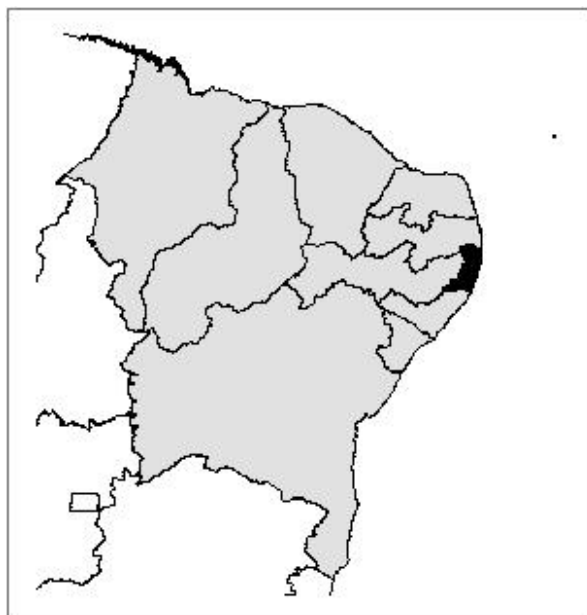


Figura 1 – Localização da área de estudo no Nordeste do Brasil.

Tabela 1 – Distribuição das áreas nas diferentes classes de aptidão pedológica para a cultura do cajueiro (Manejo B).

APTIDÃO	Area km ²	%
BOA	10	<0,1%
REGULAR	2.945	26%
MARGINAL	3.003	27%
INAPTA	4.861	43%
TIPOS DE TERRENO	393	4%
TOTAL	11.213	100%

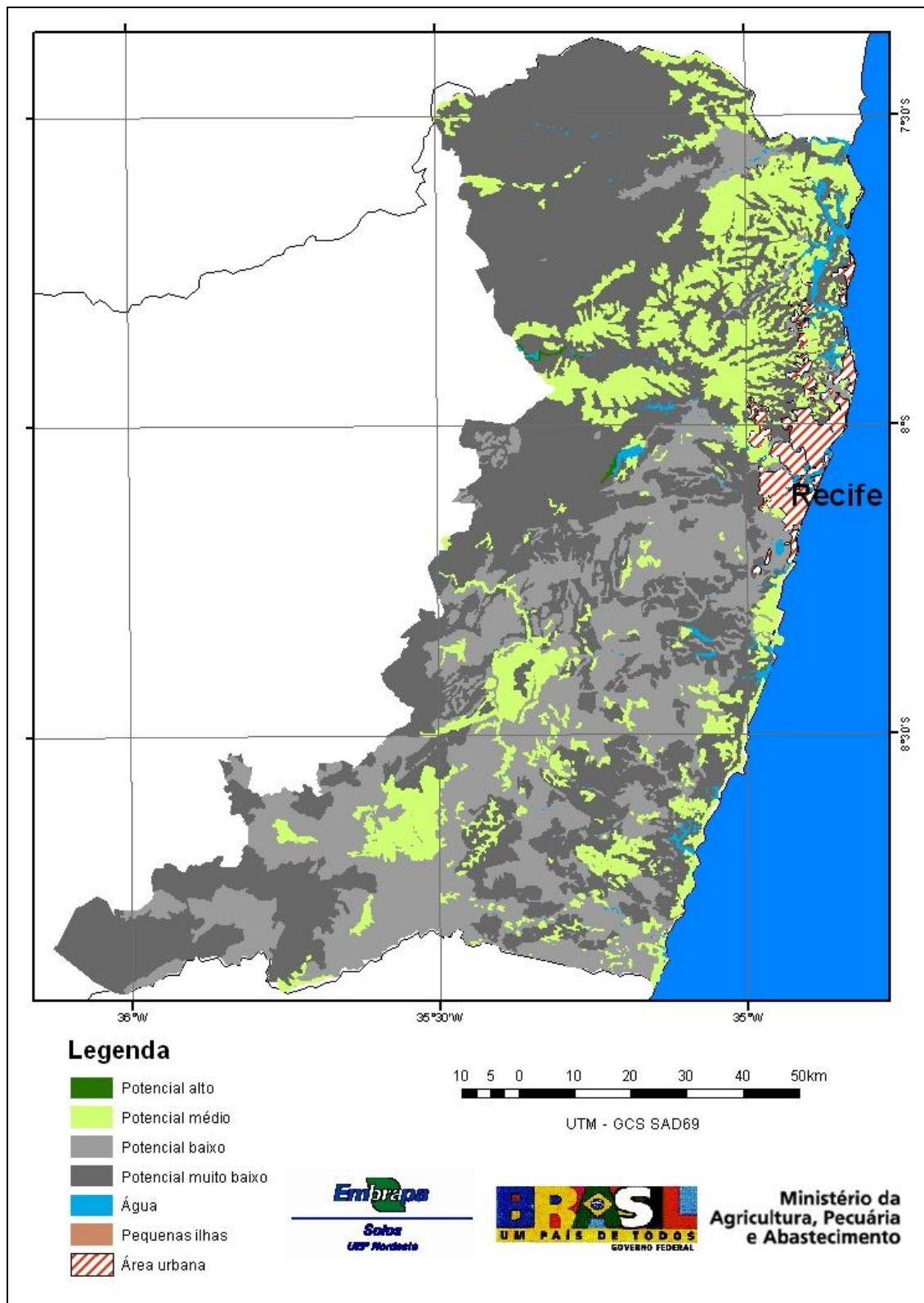


Figura 2. Distribuição espacial, na Zona da Mata de Pernambuco, dos locais de ocorrência de solos de melhor aptidão para a cultura do cajueiro, para o manejo das terras com alto nível tecnológico.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Avaliação do potencial de produção agroflorestal das terras do entorno da Termelétrica Endesa Fortaleza, CE para o desenvolvimento da agricultura familiar”

ANA PAULA TURETTA⁽¹⁾, ALUÍSIO GRANATO DE ANDRADE⁽¹⁾, JOÃO BOSCO CALVALCANTE ARAÚJO⁽³⁾, JOSÉ COELHO DE ARAÚJO FILHO⁽²⁾, BRAZ CALDERANO⁽¹⁾

RESUMO: Neste trabalho são apresentados os resultados do Projeto “Avaliação e Difusão de Tecnologias para o Desenvolvimento da Agricultura Familiar da Área do Entorno da Central Geradora Termelétrica Fortaleza/CE – CGTF” desenvolvido pela Embrapa Solos em parceria com a Embrapa Agroindústria Tropical. O projeto se desenvolve junto às famílias de pequenos produtores que foram realocadas em função da passagem de uma linha de transmissão de energia elétrica no Complexo do Pecém, CE. Tendo como objetivo demonstrar a importância da adoção de tecnologias adaptadas para convivência com o semi-árido brasileiro e que possibilitem uma melhor qualidade de vida para os Agricultores Familiares, optou-se por adotar as premissas dos Sistemas Agroflorestais – SAF’s, visando o desenvolvimento sustentável. Foi realizada a avaliação do potencial agrícola da área e a seleção de culturas e criações de animais de forma participativa, buscando resgatar o conhecimento local e introduzir novas tecnologias.

Palavras-Chave: agricultura familiar; SAF, caatinga; planejamento ambiental.

Introdução

A agricultura familiar é uma forma de produção em que o núcleo de decisões, gerência, trabalho e capital é controlado pela família. No Brasil, são cerca de 4,5 milhões de estabelecimentos (80% do número de estabelecimentos agrícolas), dos quais 50% no Nordeste. Em geral, são agricultores com baixo nível de escolaridade que diversificam os produtos cultivados para diluir custos, aumentar a renda e aproveitar as oportunidades de oferta ambiental e disponibilidade de mão-de-obra. Por ser diversificada, a agricultura familiar traz benefícios agro-socioeconômicos e ambientais.

Segundo GUIMARÃES FILHO (2000) [1], na zona semi-árida do Nordeste brasileiro, a insignificante taxa de adoção de tecnologias geradas pela pesquisa tem sido, em sua maior parte, atribuída à questão sociocultural: o pequeno agricultor seria “resistente” às inovações tecnológicas? Para evitar esse tipo de problema é necessário conhecer a realidade das famílias, do ambiente em que vivem e buscar sempre incorporar o conhecimento local no pacote de tecnologias que serão propostas. É importante também

ter uma visão sistêmica não só da propriedade, mas do potencial edafoambiental disponível.

No presente trabalho serão apresentados resultados referentes ao levantamento dos solos, ao uso e cobertura da área e o sistema de produção agroflorestal definido após integração dessas informações e ampla discussão com famílias de agricultores familiares representativas do perfil sócio econômico da região.

Material e Métodos

A. Estratégia de Ação

Para identificar os fatores potenciais e limitantes ao desenvolvimento da agricultura familiar na área contemplada pelo projeto foi realizada uma caracterização geral da área, tendo como base informações já disponíveis¹. Especificamente no entorno da CGTF, foi realizado mapeamento dos solos, uso e cobertura das terras e desenvolvimento participativo da composição do SAF a ser implementado.

B. Identificação da Área

A Central Geradora Termelétrica Fortaleza (CGTF) está localizada no município de Caucaia, na região metropolitana de Fortaleza (CE) e faz parte da infraestrutura do Complexo Industrial e Portuário do Pecém. O município possui uma área aproximada de 1.228 km² e sua sede está aproximadamente a 20 km da capital Fortaleza (Figura 1).

C. Mapeamento Detalhado dos Solos

O levantamento detalhado de solos e da aptidão agrícola das terras envolveu uma superfície de aproximadamente 36 ha na área do entorno da Central Geradora Termelétrica – Fortaleza (CGTF), no município de Caucaia – CE.

O objetivo foi mapear os solos do entorno da CGTF, visando a indicação das melhores “terras” para produção sustentável da agricultura familiar da área.

A principal base cartográfica utilizada para a execução do levantamento de solos foi uma carta planialtimétrica na escala 1:2.500 fornecido pela ENDESA – Fortaleza e COELCE/INGENDESA DO BRASIL Ltda.

Os levantamentos pedológicos objetivam a pesquisa da variabilidade e distribuição das características edafo-ambientais (morfológicas, químicas e físicas) na paisagem, tendo como base a caracterização edafo-ambiental da área. As descrições e coletas de solos foram realizadas conforme

¹ Fontes consultadas: “Relatório EIA/RIMA do Emissário de Recalque de Esgoto Pré-Tratado das Termelétricas”, IPECE, IBGE.

Santos et al. (2005) [2] e a classificação taxonômica de acordo com a Embrapa (SANTOS et al., 2006) [3]. Também será avaliado o grau de limitação das terras para agricultura em diferentes classes de solos RAMALHO FILHO & BEEK, 1995) [4].

O levantamento pedológico foi executado no nível de detalhe, com exames em trincheiras e complementados por perfurações, numa proporção média 1,1/ha. Durante os trabalhos de campo, foram abertos e descritos 04 perfis dos solos mais representativos nos quais foram coletados um total de 16 amostras para análise completa (física e química). Também foram coletados 08 amostras nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm para análise de fertilidade do solo.

D. Uso e Cobertura dos Solos do Sítio da CGTF

O mapa de uso e cobertura do solo na área do entorno da CGTF foi gerado a partir de uma imagem de satélite de alta resolução (Quickbird, resolução de 4 m, cedida pela SEINFRA²) e base cartográfica fornecida pela SEINFRA (Mosaico de Imagens - Escala 1:10.000). O processamento do mapa foi executado no software ArcGis 9.1 (ESRI, Inc., Redlands, CA).

E. SAF

O modelo implementado foi elaborado a partir da vivência dos agricultores, constituindo uma construção participativa do conhecimento. Essa abordagem tem como vantagem a apropriação “natural” do saber, com geração de resultados validados em condições reais.

Foi realizado um corte seletivo da caatinga, por meio de implemento que tritura a fitomassa e permite a formação de cobertura morta, denominado Tip Tamba. Esse equipamento foi desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental em conjunto com universidades alemãs de Göttingen e Bonn, e visa desenvolver novas alternativas de cultivo sem a utilização do fogo por meio do manejo da vegetação secundária em descanso. O preparo de área via derruba-e-queima, é a prática mais usual na agricultura familiar, que por sua vez é substituído pelo corte e trituração mecanizada da capoeira, que passa a ser utilizada como cobertura morta do solo para os cultivos em plantio direto, permanecendo nos módulos dezenas de carnaúbas (*Copernicia prunifera*), planta típica do nordeste brasileiro.

Resultados

A. Mapeamento Detalhado dos Solos

Os solos foram identificados por suas propriedades morfológicas, físicas e químicas complementados por averiguação relacionadas aos aspectos de profundidade efetiva, drenagem, pedregosidade, etc.

Nas áreas com melhores potencialidades para agricultura foram concentrados maior número de observações em relação as demais áreas com diversas restrições para fins de uso agrícola.

A área do levantamento do ponto de vista

pedológico, é pouca complexa. Suas variações de solos se relacionam, sobretudo, com a geologia, aspectos de relevo, drenagem e pedregosidade/rochosidade. As classes de solos identificadas no campo são descritas a seguir.

1) Argissolos Amarelos

Na área mapeada frequentemente ocorrem barreiras a percolação de água como, por exemplo, horizontes petroplínticos (pedregosos) e horizontes plínticos. Os solos quando secos ficam extremamente duros.

Além disto, os solos também apresentam limitações de fertilidade natural.

2) Planossolos Nátricos

Neste estudo esta classe está representada pela unidade SN. São solos não recomendados para uso com agricultura convencional.

3) Tipos de Terreno

São áreas do terreno que não constituem solos. São áreas de empréstimo (escavadas) (TT1) ou de aterro com cascalho, calhaus e matacões (TT2). Antes da retirada do material de empréstimo podia ser classificados como Argissolos Amarelos Eutrocoesos e Argissolos Amarelos Eutrocoesos planossólicos. A unidade TT1, áreas de empréstimo, é mais recomendadas para preservação ambiental.

B. Legenda de Solos

A legenda dos solos, que também engloba alguns tipos de terreno, foi organizada por unidades de mapeamento, estabelecidas com base nos procedimentos normativos de levantamentos pedológicos (Embrapa, 1995) [6]. Na concepção das unidades de mapeamento, buscou-se sempre a discriminação de padrões de áreas representativas de segmentos da paisagem com o máximo de homogeneidade possível, na escala de 1:2.500, particularmente, levando em conta os dados morfológicos dos exames e dos perfis de solo.

As unidades de mapeamento são, de fato, os padrões de áreas que aparecem individualizados nos mapas e podem ocorrer em uma ou mais manchas de solos. Cada uma delas é representada por um código alfanumérico, começando com a simbologia do solo seguido de um número de ordenamento. Essa simbologia consta nas especificações vigentes no sistema brasileiro de classificação de solos (Embrapa, 2006) [4].

ARGISSOLOS AMARELOS

PAe1 – ARGISSOLO AMARELO Eutrocoeso típico A fraco e moderado textura média/argilosa fase endopedregosa caatinga hipoxerófila com carnaúba relevo plano e suave ondulado.

PAe2 – ARGISSOLO AMARELO Eutrocoeso planossólico A fraco e moderado textura arenosa/agilosa fase endopedregosa caatinga hipoxerófila com carnaúba relevo plano.

PLANOSSOLO

SN – PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico A fraco e moderado textura média(leve)/média fase caatinga hipoxerófila e floresta ciliar de carnaúba relevo plano.

TIPOS DE TERRENO

TT1 – TIPO DE TERRENO – representa área de empréstimo escavada na profundidade de 1 m a 1,5 m.

TT2 – TIPO DE TERRENO – representa área de aterro com cascalho, calhaus e matacões, e servindo também

2 SEINFRA: Secretaria de Infra-estrutura do Estado do Ceará.

como estrada.

As unidades de mapeamento listadas na legenda de solos foram quantificadas em termos de área conforme consta na tabela 1.

C. Aptidão Agrícola das Terras

O sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (Ramalho & Beek, 1994) [5] considera 3 níveis de manejos: A (primitivo), B (pouco desenvolvido) e C (desenvolvido).

A tabela 2 apresenta uma síntese das classes de aptidão agrícola das terras mapeadas.

D. Uso e Cobertura do Solo

Para o mapa de uso e cobertura do solo foram definidas cinco classes de mapeamento, conforme apresentado na tabela 3 e na figura 6.

Em função da baixa pluviosidade, a vegetação predominante é a Caatinga Hipoxerófila, representada no mapa pela classe 2. Essa única classe ocupa mais de 50% da área considerada, apontando para a sua relevância no contexto da região.

Conforme apresentado na tabela 3, também é possível perceber que as classes que supõem algum tipo de intervenção antrópica, representadas pelas classes 3 e 4 (Pastagem e Infra-estrutura/Solo exposto respectivamente) no mapa, correspondem a aproximadamente 26% da área mapeada, o que demonstra que a área ainda foi pouco explorada.

E. SAF implementado

A limpeza seletiva dos terrenos permitiu preservar as carnaúbas e os limites da propriedade foram arborizados com o Neen (*Azadirachta Indica*), planta indiana em espaçamento 2 x 2 servindo como quebra vento e fornecedor de insumos para confecção de inseticidas naturais; em cada módulo foram plantados 900 mudas de caju (*Anacardium occidentale L.*) enxertados clones CCP 76 em espaçamento 7 x 7, esse tem como diferencial a resistência à seca e frutos de melhor qualidade, visando a venda de caju para mesa; 21 (vinte e uma) mudas de acerola (*Malpighia emarginata*) em espaçamento 7 x 7 e 21 mudas de graviola (*Annona muricata*) em espaçamento 7 x 7, nas entrelinhas foram plantadas 2 (duas) manivas de mandioca (*Manihoc esculenta*).

No entorno das residências, foram plantadas mudas de goiaba (*Psidium guajava*), limão-taiti (*Citrus aurantifolia*) (Christm.) Swingle, coqueiro-anão (*Cocos nucifera L.*), manga-rosa (*Mangifera Indica*) e bananeira.

Na segunda etapa do projeto serão implantados nos módulos, galinheiros para produção de aves para corte e postura e canteiros para produção de hortaliças

Conclusões

Essa primeira etapa do projeto teve como objetivo

conhecer os recursos do meio físico e social da área da CGTF e seu entorno para, dessa maneira, gerar um planejamento de atividades passíveis de serem implementadas na área em harmonia com as características sócio-ambientais da mesma.

As informações obtidas pelo mapa de “Uso e cobertura do solo” apontam para um baixo aproveitamento do uso da terra destinado à agropecuária que demonstra a necessidade de um melhor aproveitamento da atividade, através da implementação de práticas de manejo e culturas adequadas ao clima e solo do município e que possuam valor de mercado capaz de gerar melhoria na distribuição de renda da população.

Algumas condições naturais da área demandam a utilização de estratégias específicas para o aproveitamento da mesma para a agricultura de sequeiro. O elenco de culturas que pode ser produzido aproveitando a umidade durante a estação chuvosa é restrito, podendo-se mencionar o milho, feijão, mandioca, entre outros. Entretanto, é prudente dizer que as incertezas e as irregularidades das condições pluviométricas tornam arriscado fazer agricultura na dependência de chuvas com critérios de sustentabilidade.

O modelo de desenvolvimento rural proposto dará condições para produção e auto-suficiência e visa valorizar cada membro da família. Nessa perspectiva, os Sistemas agroflorestais – SAF’s representam uma boa alternativa, uma vez que têm sido amplamente promovidos como sistemas de produção agrícola sustentável e particularmente atraente para regiões onde o uso de insumos externos representa um ônus para o produtor, como no caso de agricultores familiares.

Agradecimentos

A ANEEL/Endesa Fortaleza pelo apoio financeiro ao projeto.

Referências

- [1] GUIMARÃES FILHO, C. Metodologias de experimentação com os agricultores. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 141p.; (Agricultura Familiar; 5).
- [2] SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; Santos, H.G.; ANJOS, L.H.C. Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo. 5ª ed. Viçosa – SBCS/CNPS, 2005. 92p.
- [3] SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. II. Inclui apêndices.
- [4] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. rev., Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 65p. 1994.



Figura 1: Localização da área de estudo.

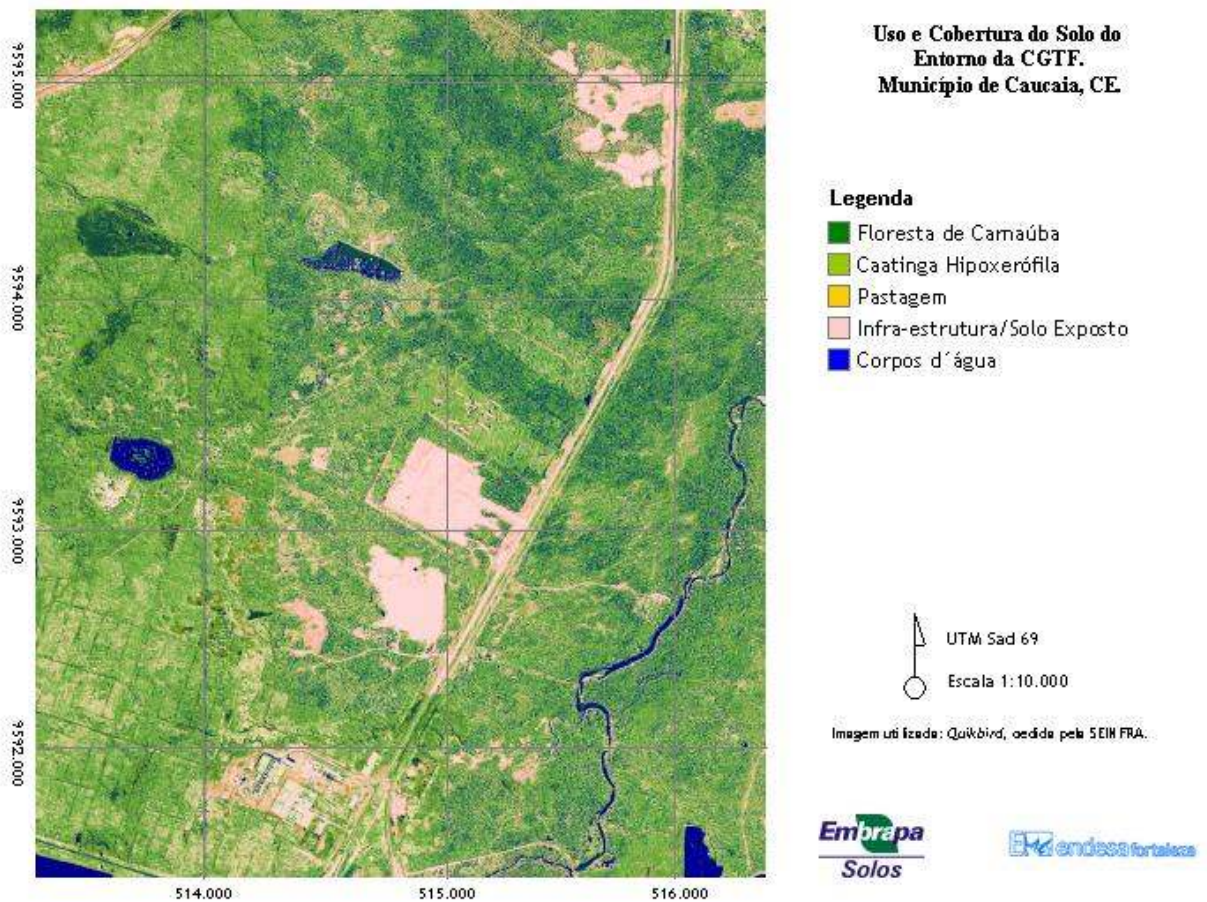


Figura 2: Uso e cobertura do solo da área de estudo.

Tabela 1: Unidades de mapeamento e extensão.

Unidade de mapeamento	Área (ha)	%
PAd1	15,10	41,10
PAd2	2,20	6,10
SX	6,10	16,50
TT1	4,90	13,62
TT2	1,90	5,30
Área da bacia do açude (escavada)	4,80	13,38
Águas internas	1,00	2,80
Total	36,00	100,00

Tabela 2: Classes de Aptidão Agrícola das terras (sem irrigação) do Entorno da CGTF.

Unidade de Mapeamento	Subgrupo de Aptidão	Classe de Aptidão	Área (ha)	%
PAe1	2 (abc)	Restrita para lavouras	15,10	41,10
PAe2	5 s	Regular para silvicultura	2,20	6,10
SN	5 n	Regular para pastagens natural	6,10	16,50
TT1 e TT2	6	Sem aptidão Agrícola	6,80	18,92
Águas internas	6	Espelho d'água (preservação)	5,80	16,18
	Total		36,00	100,00

Tabela 4: Classes de uso e cobertura do solo e suas respectivas representatividades no mapeamento.

Classe	Descrição	Representatividade no mapeamento (%)
1. Floresta de Carnaúba	Ocorre principalmente em áreas rebaixadas e ao longo das linhas de drenagem. Porte arbóreo.	15,44
2. Caatinga Hipoxerófila	Vegetação característica da área, devido ao clima semi-árido. Caracteriza-se por ser bastante esparsa. Porte arbóreo/arbustivo.	53,57
3. Pastagens	Representa áreas onde a vegetação nativa foi retirada. Não apresenta indivíduos arbóreos e/ou arbustivos.	21,14
4. Infra-estrutura/Solo exposto	Áreas com infra-estrutura (edificações, rodovias...) e com solo exposto.	5,32
5. Corpos d'água	Canais de drenagens, lagoas e açudes.	4,54

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Avaliação da Capacidade de Uso das Terras da Quadrícula de Araras, SP”⁽¹⁾

LAURO CHARLET PEREIRA⁽²⁾, SERGIO GOMES TÔSTO⁽³⁾ & GUSTAVO SOUZA VALLADARES⁽⁴⁾

RESUMO - O uso da terra, sem o prévio conhecimento do potencial produtivo do solo, pode desencadear os indesejáveis processos erosivos e a consequente degradação ambiental, com perda da capacidade produtiva do sistema (arraste de solo e fertilizantes), assoreamento, eutrofização de rios e mananciais, principalmente. Este trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de uso das terras do município de Araras, SP, que pode se constituir numa importante ferramenta de planejamento e desenvolvimento rural, de forma sustentável. Como metodologia, adotou o sistema de classificação de terras, conforme Lepsch [1]. Os resultados indicaram que o município possui excelente potencial produtivo, pois 91,4% de suas terras são apropriadas para culturas anuais, perenes, pastagens, reflorestamento e vida silvestre. Concluiu-se que a classe II foi a de maior significância, tanto pelo seu elevado potencial e opções de uso agrícola, quanto pela sua extensão territorial (79,4% da área municipal).

Palavras-chave: planejamento, conservação de solo, meio ambiente, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O uso adequado dos recursos naturais requer, antes de tudo, o conhecimento de seu potencial e limitações, a fim de conciliar produção agrícola com agressão mínima possível, ou seja, compatibilizar o uso agrícola das terras com a conservação ambiental.

No caso do recurso natural solo, quando utilizado de forma incorreta, não considerando seus atributos intrínsecos (características físicas, químicas e morfológicas) e fatores condicionadores (relevo, clima, geologia, cobertura vegetal), que refletem a sua real potencialidade, pode desencadear processos indesejáveis de erosão, com sérios danos

socioeconômicos e ambientais, como: arraste da camada superior do solo; perda de nutrientes necessários à produção agrícola; redução na qualidade da cultura, bem como na sua produção; redução na capacidade de infiltração e na capacidade de retenção de umidade; assoreamento e eutrofização de rios e mananciais, dentre outros.

Neste sentido, estudos de avaliação do potencial agrícola das terras, constituem-se em importantes instrumentos que podem subsidiar políticas de planejamento e desenvolvimento rural, dentro da ótica de sustentabilidade.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de uso das terras do município de Araras-SP.

MATERIAL e MÉTODOS

O município de Araras-SP possui uma área de 278.865ha e acha-se localizado entre as seguintes coordenadas geográficas: 22° 00' a 22° 30' S e 47° 00' a 47° 30' WG.

A partir do levantamento pedológico da quadrícula de Araras, Oliveira [1], fez-se a avaliação da capacidade de uso das terras, seguindo-se a metodologia de Lepsch [2]. Para a declividade, utilizou-se a própria classe de declive e seu respectivo relevo, extraídos do mapeamento dos solos da área estudada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que o município de Araras apresenta 254.747ha ou 91,4% da área total, como pertencentes ao Grupo A, que são terras apropriadas para culturas anuais, perenes, pastagens, reflorestamento e vida silvestre. Esse valor retrata bem a predominância de terras com baixa declividade e solos com boas características para o uso agrossilvopastoril. Apenas cerca de 9.759ha ou 3,5% da área foram classificadas como

⁽¹⁾Apoio financeiro: EMBRAPA, FAPESP, PIBIC/CNPq

⁽²⁾O primeiro autor é Eng^o Agr^o, Doutor em Planejamento e Gestão Ambiental, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP 340 – Km 127,5 – Caixa Postal 69 – Jaguariúna – SP- CEP 13820000. Email: lauro@cnpm.embrapa.br

⁽³⁾O segundo autor é Eng^o Agr^o, Doutorando em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente, Pesquisador da Embrapa Solo, Rua Jardim Botânico, 1024, RJ-RJ Cep 22460000. Email: sgtosto@gmail.com

⁽⁴⁾O terceiro autor é Eng^o Agr^o, Doutor em Ciências do Solo, Professor Adjunto do Departamento de Ciências do Solo, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Avenida Mister Hull 2977, Campus do PICI, Fortaleza, CE, CEP 60356000. email: valladares@ufc.br

para uso com qualquer tipo de cultivo, prestando-se apenas para proteção e abrigo da fauna e flora silvestre, recreação e turismo, além de armazenamento de água em açudes, totalizaram cerca 12.045ha, equivalentes a 4,3% da área total (Tabela 1).

Entre as classes de capacidade de uso, a II (com as subclasses IIe e IIe, s) – Terras que apesar das limitações moderadas, dado aos riscos moderados de depauperamento, são boas para ser cultivadas – é a mais extensa, pois cobre 221.256,3ha ou 79,4% da área. Para que ocorra uma produção segura e sustentável (colheitas médias e elevadas de culturas anuais adaptadas à região), estas terras necessitam de práticas de conservação do solo e água, de fácil execução, como: plantio em contorno, plantas de cobertura, cultura em faixas, controle de água, proteção contra enxurradas, além das aplicações de corretivos e fertilizantes para melhoria da fertilidade. Segue a classe III (subclasse IIIe, s) – Terras próprias para lavouras em geral, mas são sujeitas a severos riscos de depauperamento, principalmente no caso de culturas anuais – com 19.026,8 , perfazendo 6,8% da área. As demais classes de capacidade de uso apresentam expressão espacial mais modesta, conforme a Tabela1.

Como se trata de um sistema de avaliação de terras, com forte apelo conservacionista, é importante ressaltar que as classes refletem o grau de limitação (que cresce da classe I para a classe VIII), enquanto que as subclasses expressam a natureza dessa limitação. No presente trabalho, as subclasses foram definidas com base nas seguintes limitações, ou seja:

- e : limitações pela erosão presente e/ou risco de erosão;
- s : limitações relativas ao solo;
- a : limitação por excesso de água e/ou risco de inundação.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados, pode-se fazer as seguintes conclusões sobre a capacidade de uso das terras do município de Araras:

- possui grande potencial agrícola, onde 91,4% de suas terras são apropriadas para culturas anuais, perenes, pastagens, reflorestamento e vida silvestre;
- predominância de terras com baixa declividade e solos com boas características para o uso agrossilvopastoril; e a classe II foi a mais significativa, tanto pelo potencial e opções de uso, quanto pela sua expressiva extensão territorial (79,4% da área municipal).

REFERÊNCIAS

- [1] OLIVEIRA, J. B. de; MENK, J. R. F.; BARBIERI, J. L.; ROTTA, C. L.; & TREMOCOLDI, W. 1982. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**: quadrícula de Araras. Campinas, SP: Instituto Agrônômico. 180p.
- [2] LEPSCH, I. F (Coord.); BELLINAZZI JR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R.; & LEPSCH, I. F. 1991. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª Aprox. Campinas: SBCS. 175p.

Tabela 1. Grupos, classes e subclasses de capacidade de uso das terras, com respectivas áreas e percentual de ocupação.

Grupos	Classes e subclasses	Área	
		hectares (ha)	%
A	Ile	21.159,1	7,6
	Ile, s	200.097,2	71,8
	IIIe, s	19.026,8	6,8
	IVe, s	14.463,9	5,2
	subtotal	254.747,0	91,4
B	Ve, s	3.808,0	1,4
	VIe, s	1.428,5	0,5
	VIIe	3.728,2	1,3
	VIIe, s	795,0	0,3
	subtotal	9.759,7	3,5
C	VIIIa, a	12.045,7	4,3
	subtotal	12.045,7	4,3
	Área urbana	1.676,0	0,6
	Lagoas e represas	537,0	0,2
	subtotal	2.213,0	0,8
	Total	278.765,4	100,0

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Avaliação da fertilidade do solo sob diferentes usos no Sudoeste Goiano”

DEIVIDE DA SILVA CASTRO⁽¹⁾, VINICIUS DE MELO BENITES⁽²⁾, GILSON PEREIRA SILVA⁽³⁾, GUSTAVO ANDRÉ SIMON⁽³⁾, KÁTIA APARECIDA DE PINHO COSTA⁽³⁾, RENATO LARA DE ASSIS⁽³⁾, ANTÔNIO JOAQUIM BRAGA PEREIRA BRAZ⁽³⁾ & JOSÉ CARLOS BENTO⁽⁴⁾

RESUMO - O uso e manejo dos solos são importantes condicionantes da variabilidade de atributos do solo. Com objetivo de estudar os efeitos do uso do solo sobre seus atributos químicos, avaliaram-se os resultados das análises de 496 amostras de solos na profundidade de 0 - 0,2 m, realizadas pelo Laboratório de Análises de Solos e Folhas da Fesurv - Universidade de Rio Verde, enviadas por produtores de milho, soja e pecuaristas da região do Sudoeste Goiano, no ano de 2005. Os resultados demonstraram que as pastagens ocupam as áreas mais pobres em nutrientes e de menores teores de argila, enquanto as culturas do milho e da soja as áreas de maior fertilidade e de maiores teores de argila. Essa marcante diferença deve ocorrer pela contínua correção e manutenção da fertilidade nas culturas de grãos e a baixa aplicação de tecnologia nas áreas de pastagens, fato muito observado na região, e agora comprovado numericamente.

Palavras-Chave: (milho, soja, pastagens)

Introdução

O solo se apresenta como um ambiente heterogêneo e desempenha funções importantes por meio de seus atributos físicos, químicos e biológicos, onde procura estocar e promover a ciclagem de elementos na biosfera e atuar como um tampão ambiental (Larson & Pierce [1]). Apesar disso, os solos tem sido degradado pela intensificação do uso agrícola. Essa atividade levou a degradação de aproximadamente 40 % das terras cultivadas do planeta (Tilman [2]). Frente a esse cenário, a avaliação da degradação do solo pela agricultura torna-se uma ferramenta interessante para avaliar sua qualidade sob diferentes usos e manejos, para que se adotem técnicas para sua conservação e utilização adequadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a fertilidade do solo, em diferentes sistemas de uso na região do sudoeste goiano, a partir de uma base de dados pré existente.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido a partir da consulta aos resultados das análises de solos do banco de dados do Laboratório de Análises de Solos e Folhas (LASF) da Fesurv - Universidade de Rio Verde. Foram selecionados os resultados das análises de 496 amostras de solos da profundidade de 0 - 0,2 m, enviadas por produtores de milho, soja e pecuaristas da região do Sudoeste Goiano, no ano de 2005, as quais continham a descrição do uso do solo. A análise química e textural do solo seguiram a metodologia da EMBRAPA [3].

Inicialmente, verificou-se a consistência dos dados adotando-se os valores lógicos limites para atributos de fertilidade do solo gerados, eliminando-se os casos fora do padrão (Ex. pH > 14). Após essa filtragem, procedeu-se a análise estatística descritiva dos atributos, e adotou-se o limite de $X + 3 DP$, sendo X a média do atributo e DP o desvio padrão, como limite estatístico superior para o critério de inserção, sendo que valores acima deste limite foram eliminados da base. Após essa verificação, restaram 400 amostras, assim distribuídas: 33 amostras da cultura do milho com macronutrientes (sendo apenas 17 amostras com resultados de textura e 4 de micronutrientes); 159 amostras de pastagens com macronutrientes (sendo 101 amostras com resultados de textura e 63 de micronutrientes) e 208 amostras para a soja com macronutrientes (sendo 120 amostras com resultados de textura e 88 de micronutrientes).

Foram realizadas análises estatísticas descritivas (componentes de média) para avaliação dos níveis máximo, mínimo e médio dos macros, micronutrientes e da textura do solo, bem como, aplicado o Teste t de student a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar.

Resultados e discussão

Os valores de pH ($CaCl_2$) variaram de 4,59 a 5,26, sendo os menores valores nas áreas de pastagens considerados baixos por Sousa & Lobato [4]. Nessas áreas foram observados teores de alumínio (Al) maiores que $0,33 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 1), valores que provavelmente estão causando efeitos fitotóxicos, afetando o desenvolvimento

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Graduando do Curso de Agronomia, FESURV - Universidade de Rio Verde. Caixa Postal 104, Rio Verde, GO. CEP 75901-970. E-mail: deivide_castro@yahoo.com.br

⁽²⁾ Segundo Autor é Pesquisador da EMBRAPA SOLOS.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Professor Titular da Faculdade de Agronomia, FESURV - Universidade de Rio Verde. Caixa Postal 104, Rio Verde, GO. CEP 75901-970.

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Graduando do Curso de Biologia e responsável técnico do laboratório de Solos da FESURV - Universidade de Rio Verde. Caixa Postal 104, Rio Verde, GO. CEP 75901-970.

Apoio financeiro: Projeto Aduba Brasil, Convênio (IPI / Funarbe / Embrapa)

radicular. Os solos do Cerrado, em geral, são altamente intemperizados e ácidos, com pequenas quantidades de nutrientes essenciais para o crescimento das plantas (Lopes & Cox [5]). Martha Júnior et al. [6] explicam que o crescimento de raízes das plantas é reduzido na presença de excesso de Al, sendo igualmente afetado pela deficiência de cálcio (Ca). Um sistema radicular pouco desenvolvido limita a absorção de água de nutrientes e conseqüentemente a produtividade das culturas. Esses dois resultados, aliados aos sempre baixos valores dos demais nutrientes, devem ser os responsáveis pela degradação das pastagens, fato frequentemente observado na região. Costa et al. [7] relatam que a falta de nutrientes no solo é uma das principais causas da degradação de pastagens. Além disso, o próprio tempo de cultivo promove acidificação do solo, devido à lixiviação e extração de bases pelas plantas, exsudação de ácidos orgânicos pelas raízes, hidrólise do Al e, como conseqüência, aumento dos teores de H⁺ e Al. Por outro lado, as áreas de milho e soja apresentaram os maiores valores de pH e menores de Al, além de maiores valores dos demais nutrientes (Tabela 1), significativamente superiores aos encontrados na pastagem (Tabela 4). Tal fato deve ser resultante da contínua aplicação de corretivos e fertilizantes para a manutenção da produtividade dessas culturas. Para os micronutrientes, apesar de não haver uma tendência bem definida entre os tipos de uso (Tabela 2). Provavelmente devido ao baixo número de produtores que requisitam esse tipo de análise; as pastagens apresentaram maiores teores de ferro (Fe) que nos solos cultivados com soja, e menores teores de zinco (Zn), que nas áreas sob cultivo de soja e milho (Tabela 2). Este fato deve estar relacionado às características dos solos da região, já que seu material de origem apresentam altos teores de Fe e baixos teores de Zn, o que reforça a idéia de ser o Zn um dos micronutrientes mais limitantes para o aproveitamento agrícola dos solos do Cerrado (Lopes & Cox [5]; Magalhães et al. [8]). Já a diminuição nos teores de Fe nas áreas sob soja, e aumento nos teores de Zn nas áreas de milho e soja (Tabela 2 e 4), pode estar relacionado às adubações com fórmulas contendo Zn, o que é comum à ocorrência na região.

Pode se observar que as áreas com culturas de grãos apresentaram uma maior quantidade de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), fato que, provavelmente, esteja relacionado à adição de calcário na superfície, reciclagem do Ca e Mg via decomposição de palhadas e aumento da CTC do solo, capaz de reter mais cátions (Bayer & Mielniczuk [9]).

Nas áreas de cultivo convencional e pastagem degradada, apresentaram baixos teores de fósforo (P), o qual pode ter sido evidenciados pela forma de uso e manejo do solo. Segundo Falesi [10], o P disponível na camada superficial do solo reduz drasticamente com o tempo, após o estabelecimento de atividades agrícolas, como a pastagem principalmente.

Em relação aos teores de potássio (K), observa-se que as áreas sob cultivo de grãos apresentam teores superiores aos observados nas áreas sob pastagem e, entre os grãos, as áreas sob cultivo de milho apresentam teores significativamente superiores ao encontrado nas áreas sob soja (Tabelas 2 e 4). Esse fato pode estar relacionado ao uso intensivo de fórmulas ricas em K e a menor exportação desse nutriente pela cultura do milho, em relação a cultura da soja.

Os teores de matéria orgânica estiverem sempre menores nas áreas de pastagens, 30 e 40% inferiores, em relação ao milho e a soja, respectivamente. Mais uma vez, demonstrando um avançado estado de degradação das áreas de pastagens na região. Perón & Evangelista [11], relatam que uma das principais causas da degradação das pastagens é a redução da fertilidade do solo, em razão de nutrientes perdidos no processo produtivo, na erosão, lixiviação, volatilização, fixação em argila e diminuição da matéria orgânica do solo.

Pode-se observar que em solos de cultivo de grãos apresentaram maiores quantidades de matéria orgânica em relação aos solos de cultivo de pastagens (Tabela 1).

Além disso, apesar de não constar das informações do banco de resultados, grande parte das áreas das amostras de solos de milho e soja utilizam o sistema de plantio direto, sistema em que existe preservação da matéria orgânica do solo, pois o sistema de cultivo é um dos principais fatores que condiciona a velocidade de decomposição/mineralização da matéria orgânica do solo e dos resíduos vegetais deixados pelas culturas, plantas de coberturas e, ou, pela vegetação espontânea (Amado et al. [12]). Fernandes et al. [13] também observaram aumento no teor de matéria orgânica do solo em SPD, após oito anos de cultivo na camada superficial do solo. Mesmo assim, é sério o problema, pois a falta de informações de que nas áreas de pastagens a matéria orgânica está preservada, a avaliação do sistema de manejo assume importância. O resultado deve ser um alerta para as pesquisas com o uso e conservação das pastagens nessa região, principalmente para os pesquisadores que almejam resultados sobre a qualidade de uso dos solos.

No caso da textura dos solos, observou-se que os mais argilosos são ocupados pelas culturas anuais, enquanto as pastagens ocupam os solos mais arenosos (Tabela 3), o que também pode afetar os teores dos nutrientes retidos no solo. Os solos mais argilosos tendem a apresentar maior CTC, apresentam menor decomposição da matéria orgânica, e conseqüentemente maior estabilidade química desta (Mielniczuk et al. [14]). Isso pode acarretar um sistema mais frágil nas áreas de pastagens, mais uma razão para a adoção de práticas que visem a manutenção da matéria orgânica como forma de uso e conservação das mesmas. Para Bayer & Bertol [15], o incremento em matéria orgânica do solo é um processo lento, o que exige um período de tempo geralmente longo para acontecer, sendo imprescindível que se elimine o revolvimento do solo e se utilizem culturas de cobertura com elevado aporte de biomassa seca.

Conclusões

Os resultados obtidos permitem inferir que a fertilidade do solo foi afetada pelo uso e manejo dado aos solos da região do Sudoeste Goiano. As áreas de pastagens ocupam os solos mais arenosos e de menores teores de macro e micronutrientes, à exceção do Fe, e o milho e a soja as áreas mais argilosas e com maiores teores de macro e micronutrientes. Além disso, os teores de matéria orgânica do solo, ao contrário do esperado, foram menores nas áreas de pastagens, indicando um sistema frágil com necessidades de práticas para manutenção de sua sustentabilidade.

Agradecimentos

Aos funcionários do Laboratório de Análises de Solos e Folhas da Fesurv – Universidade de Rio Verde, pelo valioso auxílio na prospecção e confecção do banco de dados, agradecendo também a International Potash Institute pelo apoio financeiro, por meio do Projeto Aduba Brasil, convênio (IPI / Embrapa / Funarbe).

Referências

- [1] LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. 1994. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, *Soil Science Society of America Special Publication* 35:37-51.
- [2] TILMAN, D. 1999. *Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 96: 5995-6000.
- [3] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. 2 ed. Rio de Janeiro. 212p.
- [4] SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. 2002. *Cerrado – Correção do Solo e Adubação*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 416p.
- [5] LOPES, A.S.; COX, F.R. 1977. A survey of the fertility status of surface soils under cerrado vegetation in Brazil. *Soil Science Society of America Journal*, p.742-747.
- [6] MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. 2007. *Cerrado – Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 224p.
- [7] COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; RODRIGUES, C.; SEVERIANO, E.C. 2008. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu: I. Alterações nas características químicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 1591-1599.
- [8] MAGALHÃES, R.T.; OLIVEIRA, I.P.; KLIEMANN, H.J. 2002. Relações da produção de massa seca e as quantidades de nutrientes exportados por *Brachiaria brizantha* em solos sob o manejo pelo sistema “barreirão”. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 32: 13-20.
- [9] BAYER, C.; MIELNICZUK, J. 1997. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 21: 105-112.
- [10] FALES, I.C. 1976. *Ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia brasileira*. Belém: Embrapa/CPATU. 193p. (Boletim Técnico 1).
- [11] PERON, A.J.; EVANGELISTA, A.R. 2004. Degradação de Pastagens em regiões de Cerrado. *Ciência e Agrotecnologia*, 28: 655-661.
- [12] AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J. & AITA, C. 2002. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26: 241-248.
- [13] FERNANDES, L.A.; FURTINI NETO, A.E.; VASCONCELLOS, C.A. & GUEDES, G.A.A. 1998. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em Latossolo sob vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 247-254.
- [14] MIELNICZUK, J. et al. 2003. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (Ed.) *Tópicos em Ciência do Solo*, vol. 3. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 209 – 248.
- [15] BAYER, C. & BERTOL, I. 1999. Características químicas de um cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23: 687-694.

Tabela 1. Valores médios de pH (CaCl₂), matéria orgânica (MO), macronutrientes, alumínio trocável (Al³⁺), capacidade de troca de cátions a pH 7 (H+Al), capacidade de troca de cátions total (CTC), soma de bases (SB), saturação por bases (V), saturação por alumínio (m), em amostras de solos sob soja, milho e pastagens no Sudoeste Goiano.

Características	Soja	Milho	Pastagem
pH (CaCl ₂)	5,06	5,26	4,59
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,34	2,80	1,05
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,78	0,77	0,43
K ⁺ (mg dm ⁻³)	83	119	55
P-Mehlich-1 (mg dm ⁻³)	4,8	6,1	2,1
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,11	0,12	0,33
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	4,37	3,91	3,40
SB (cmol _c dm ⁻³)	3,34	3,87	1,62
CTC (cmol _c dm ⁻³)	7,70	7,78	5,03
m (%)	4,8	5,4	32,8
V (%)	42,8	46,5	27,6
Matéria Orgânica (g Kg ⁻¹)	25,9	22,0	15,3

Tabela 2. Teores médios de micronutrientes em amostras de solos em áreas sob soja, milho e pastagem.

Características	Soja	Milho	Pastagem
Fe (mg dm ⁻³)	59	109	139
Mn (mg dm ⁻³)	51,9	56,3	30,8
Cu (mg dm ⁻³)	2,7	1,9	2,0
Zn (mg dm ⁻³)	3,9	3,9	1,2

Tabela 3. Teores médios de argila, silte e areia em amostras de solos sob soja, milho e pastagens no Sudoeste Goiano.

Características	Soja	Milho	Pastagem
Argila (g kg ⁻¹)	510	340	300
Silte (g kg ⁻¹)	120	70	60
Areia (g kg ⁻¹)	370	590	640

Tabela 4. Significância dos contrastes entre as médias dos resultados, par a par, de análises de solos em áreas ocupadas com pastagens, milho e soja, no Sudoeste Goiano.

Característica	Soja vs Milho	Soja vs Pastagem	Milho vs Pastagem
pH	*	*	*
Ca	ns	*	*
Mg	ns	*	*
K	*	*	*
P(Mehlich)	ns	*	*
Al	ns	*	*
H+Al	ns	*	*
SB	ns	*	*
CTC	ns	*	*
m%	ns	*	*
V%	ns	*	*
MO	ns	*	*
Argila	*	ns	ns
Silte	*	ns	ns
Areia	*	ns	ns
Fe	ns	*	ns
Mn	ns	*	ns
Cu	ns	*	ns
Zn	ns	*	*

^{ns}Não significativo, *Significativo a 5% pelo teste t.

AVALIAÇÃO DO TEOR PSEUDO-TOTAL DE CHUMBO EM DOIS LATOSSOLOS CONTAMINADOS ARTIFICIALMENTE E SUBMETIDOS A DIFERENTES TRATAMENTOS COM FOSFATOS.

SHIRLEI APARECIDA DE OLIVEIRA¹, SÍLVIO ROBERTO DE LUCENA TAVARES², DANIEL VIDAL PÉREZ,² MARIA LUIZA FÉLIX MARQUES KEDE³, LUIZ CARLOS BERTOLINO³.

RESUMO - A preocupação com o desenvolvimento de estudos na área ambiental está crescendo a cada dia. Metais pesados são elementos que quando disponíveis em grandes quantidades na natureza podem causar danos irreversíveis. Portanto, foi desenvolvido estudo em casa-de-vegetação da Embrapa Solos-RJ, como o objetivo de avaliar o teor de chumbo presente em dois latossolos (Latossolo Vermelho Escuro- LE e Latossolo Amarelo- LA) submetidos a diferentes tratamentos com fontes de fósforo. Uma contaminação foi induzida nos solos com a adição de solução de nitrato de chumbo [Pb (NO₃)₂] obtendo-se uma concentração final de 7.000 mg.kg⁻¹. Em seguida, foram realizados os seguintes tratamentos nos solos com a adição de fosfatos: (T0) contaminado somente com chumbo; (T1) ácido fosfórico; (T2) rocha fosfatada; (T3) ácido fosfórico e rocha fosfatada. Amostras de solos foram coletadas após o período de 1.000 da concretização dos tratamentos, de forma a avaliar o comportamento do Pb presente nos solos. A metodologia utilizada para a determinação do teor pseudo-total do metal nos solos foi à digestão por água régia (HCL 37% + HNO₃ 65%) em forno microondas. Os resultados indicaram que o Latossolo Vermelho Escuro (LE), rico em matéria orgânica, apresentou maiores concentrações de Pb que o Latossolo Amarelo (LA). O tratamento (T1) obteve as maiores concentrações do metal. O extrator água régia mostrou-se adequado para a avaliação da contaminação do chumbo nos solos. Sendo assim, o uso de testes rápidos e de baixo custo para a quantificação do teor pseudo-total de metais pesados torna-se recomendável, principalmente na avaliação de técnicas de remediação.

Palavras-Chave: (Chumbo, Fosfato, Extrator Químico).

Introdução

O problema da contaminação dos solos por metais pesados tem merecido atenção especial nos últimos anos. No Brasil, diversas áreas contaminadas por chumbo têm sido descobertas. O Chumbo é um metal tóxico que apresenta um tempo de permanência no solo bastante longo, pois esse elemento apresenta uma baixa solubilidade, podendo persistir relativamente

imóvel. Assim, o uso de fontes de fósforo para a remediação ambiental é apontado em alguns estudos como uma técnica promissora, devido a sua capacidade de reduzir a disponibilidade e toxidez de metais pesados em solos, principalmente nos tratamentos por contaminação de chumbo [1] [2][3]. A combinação de diferentes técnicas de remediação deverá ser um ponto chave na investigação futura, de forma a otimizar as eficiências dos diferentes processos.

A análise química do teor pseudo-total de metais pesados no solo constitui um parâmetro importante para a obtenção de dados sobre o acúmulo destes elementos ao longo do tempo e, conseqüentemente, na avaliação da contaminação do solo.

Dessa forma, desenvolveu-se estudo em casa-de-vegetação da Embrapa Solos como objetivo de avaliar o teor de chumbo presente em dois latossolos (Latossolo Vermelho Escuro- LE e Latossolo Amarelo- LA) e submetidos a diferentes tratamentos com fosfatos.

Material e Métodos

Para a realização do experimento foram coletados, até uma profundidade de 10 cm, dois tipos de solo: um Latossolo Amarelo (Rio de Janeiro - RJ) predominantemente caulínítico e um Latossolo Vermelho-escuro (Lavras-MG) oxidíco e rico em matéria orgânica. As propriedades químicas dos solos foram caracterizadas segundo a metodologia EMBRAPA (1997) [4].

Uma contaminação foi induzida nos solos com a adição de solução de nitrato de chumbo [Pb (NO₃)₂], obtendo-se uma concentração final de 7.000 mg.kg⁻¹. Os solos contaminados foram acondicionados em vasos com capacidade para 2 kg e mantidos em casa-de-vegetação da Embrapa Solos - RJ. Posteriormente, submeteram-se os seguintes tratamentos: (T0) contaminado somente com chumbo; (T1) ácido fosfórico (28,5 ml); (T2) rocha fosfatada (207 g); (T3) ácido fosfórico (14,25 ml) e rocha fosfatada (104 g). Após o período de 1.000 dias da efetivação dos tratamentos, foram coletadas alíquotas dos solos para análise do teor pseudo-total do elemento [5]. Para isso, foi utilizada a técnica de digestão por água régia em forno de microondas, modelo Anton Paar – Multiwave 3000 da Embrapa Solos. Esse método consistiu no emprego de mistura ácida 3:1 (ácido clorídrico/ácido nítrico). A determinação do teor de chumbo nos solos foi

⁽¹⁾ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Centro de Tecnologia, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 21945-970, shirlei@coc.ufrj.br

⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1.024, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 22460-000,

⁽³⁾ Professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua Francisco Portela, 794, Rio de Janeiro, RJ, CEP 24435-000.

avaliada a partir de Espectrômetro de Emissão Atômica com Plasma Induzido (ICP-OES), modelo PERKIN ELMER pertencente ao LASP da Embrapa Solos.

Como parte dos protocolos analíticos, foram utilizados os seguintes materiais de referência certificados: MRC 2709 – San Joaquin Soil (metais em solos) e MRC 2710 – Montana Soil (teor elevado de traços de metais).

A quantificação do pH e da matéria orgânica presente nos solos torna-se imprescindível para o estudo em questão, pois são variáveis que interferem na disponibilidade e retenção de metais pesados nos solos. Sendo assim, essas análises foram obtidas com base no método EMBRAPA (1997) [4].

Para aquisição dos dados estatísticos foram realizadas análises de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias Tukey por meio do programa estatístico SISVAR. Devido o experimento ser em vasos o delineamento foi inteiramente casualizado.

Resultados

Após o período de 1000 dias da concretização dos tratamentos nos solos, nota-se que os valores de pHs mantiveram-se em faixas próximas, com relação ao tipo de tratamento submetido, apresentando o mesmo comportamento em ambos os solos (Figura 1). O tratamento (T1) que utilizou somente o ácido fosfórico (H_3PO_4) foi o que favoreceu a maior redução do pH nos dois solos, cujo valor encontrado foi de 3,4 e 3,9 no Latossolo Amarelo (LA) e Latossolo Vermelho Escuro (LE), respectivamente.

Com base nos resultados do teor de matéria orgânica (Figura 2), observa-se uma disparidade na concentração existente nos solos. O Latossolo Vermelho Escuro (LE) apresenta concentrações elevadas se comparado ao Latossolo Amarelo (LA). No LE os teores de matéria orgânica variaram em torno de 53,4% a 57,9% g/kg e no LA entre 5,9% a 7,8% g/kg.

Com base na análise de significância e variância certificou-se que os valores absolutos e percentuais (mg de Pb /kg se solo) foram significativos para: Solo, tratamento e as interações solo x tratamento (Tabela 1).

Na avaliação do teor pseudo-total do chumbo nos solos (Tabela 2), verifica-se que o Latossolo Vermelho Escuro (LE) apresentou uma maior significância em extrair o chumbo do que o Latossolo Amarelo (LA).

Considerando os tratamentos como fonte de variação (Tabela 2), constatou-se que o tratamento (T1) foi o mais eficiente na recuperação do metal presente nos solos. O tratamento (T3) apresentou uma significância em extrair o chumbo menor apenas que o T1. Os tratamentos T0 e T2 obtiveram a mesma significância na recuperação do chumbo.

Ao avaliar a relação solo x tratamento os resultados se mostraram significativos (Figura 3). O tratamento

(T1), em ambos os solos, contribuiu para uma maior concentração total do Pb. No T0 observa-se uma discrepância entre os solos em recuperar o metal, sendo o LE mais expressivo que o LA. No T2, o LE também foi mais eficaz na recuperação. No T3, a significância foi similar nos dois solos.

No Latossolo Vermelho Escuro (LE) os tratamentos T0 e T1 apresentaram a mesma expressão na concentração total de Pb no solo. Os tratamentos T2 e T3 alcançaram a mesma significância. Dessa forma, os tratamentos conseguiram a seguinte extração total de Pb na ordem decrescente: $T1=T0>T3>T2$.

No Latossolo Amarelo (LE) os tratamentos demonstraram um comportamento diferenciado, sendo o T1 o mais eficiente na recuperação do Pb. Nos tratamentos T0 e T2 a concentração do metal alcançou a mesma significância. Assim, a concentração total de Pb nesse solo seguiu a seguinte ordem decrescente: $T1>T3>T0=T2$.

Deste modo, foi possível visualizar que nos dois solos, os tratamentos T1 e T3 mostraram o mesmo comportamento, atingindo a mesma significância. Contudo, no LA, a recuperação do Pb foi maior do que no LE em ambos os tratamentos, obtendo as respectivas médias: 29,7% e 26,5% no T1 e 26,9% e 24% no T3.

Discussão

A maior recuperação do Pb no LE pode ser imputado ao alto teor de matéria orgânica e de óxidos de ferro nesse solo. Cabe ressaltar, que na formação de complexos organo-metálicos insolúveis os metais são imobilizados, da mesma forma que os óxidos de ferro apresentam elevada capacidade adsorptiva de elementos traços regulando a sua mobilidade no solo. Logo, essas variantes podem contribuir para uma maior retenção do metal no solo.

Os baixos valores de pHs nos dois solos, e em todos os tratamentos, pode ser um indicativo que essa acidez propicia uma maior mobilidade do Pb nos solos.

O tratamento (T1) por ser composto somente de ácido fosfórico (H_3PO_4) possui uma cinética de reação mais rápida, que colabora para a imobilização do Pb no solo.

O tratamento (T3) apresentou uma significância em extrair o chumbo menor apenas que o T1. Convém destacar, que nesse tratamento há a presença de fosfato na fase líquida e sólida, logo as reações ocorrem de forma mais lenta do que no T1 onde os fosfatos encontram-se somente na fase líquida.

A maior eficiência do LA em recuperar o metal nos tratamentos T1 e T3 pode estar associado as características desse solo em relação ao LE, como já mencionado. No LE a matéria orgânica e os óxidos de ferro competem com os fosfatos na retenção do metal, o que não ocorre no LA, onde a rocha fosfatada e o ácido fosfórico podem agir mais livremente.

Conclusões

A extração por água régia empregando o método de preparação da amostra com o uso do microondas, além ser mais rápida, se mostrou adequada para a determinação da

concentração pseudo-total do metal, podendo ser indicada para o monitoramento ambiental. A partir dos resultados foi observado concentrações elevadas do teor pseudo-total do Pb em ambos os solos.

A remediação de solos contaminados por chumbo utilizando fontes de fosfatos é comprovadamente eficaz no que diz respeito à imobilização de íons metálicos, além de ser uma técnica de baixo custo e de fácil implementação.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPS – RJ) e ao Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

Referências

- [1] KEDE, M.L.F.M. Comportamento do chumbo em latossolos após aplicação de rocha fosfatada brasileira:

subsídio para remediação ambiental de áreas contaminadas. Tese de Mestrado. Rio de Janeiro. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. 68p. 2006.

- [2] CAO X.R.; MA, L.Q.; CHEN, M.; SINGH S.P.; HARRIS, W.G. Phosphate-induced Metal Immobilization in a Contaminated Site. *Environmental Pollution*, 2003; 122:19-28.
- [3] YANG, J.; MOSBY, D.E.; CASTEEL, S.W. Lead immobilization using phosphoric acid in smelter contaminated Urban Soil. *Environ.Sci.* 2000.
- [4] EMBRAPA; Manual de Métodos de Análise de Solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 2ª ed., 1997. 212p.]
- [5] BERROW, M.L., STEIN, W. Extraction of metals from soils and sewage sludges by reflux with aqua regia. *Analyst*, v.108, p.227-285, 1983

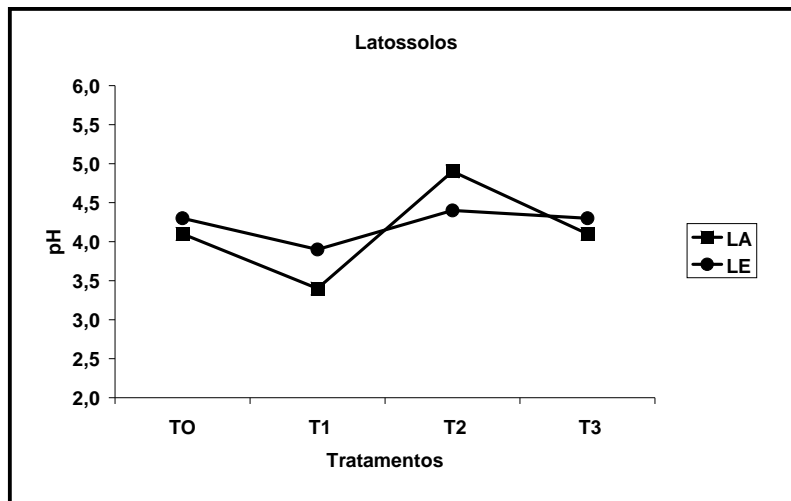


Figura 1: Valores de pH do Latossolo Amarelo-LA e Latossolo Vermelho Escuro-LE após 1.000 dias da realização dos tratamentos.

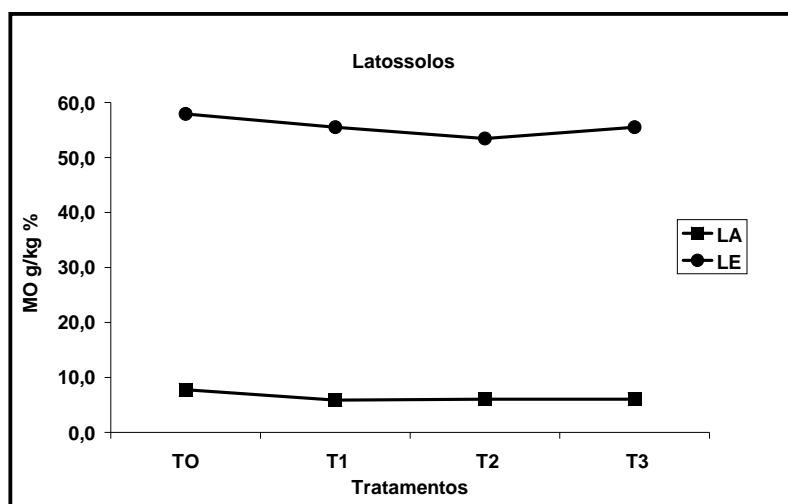


Figura 2: Valores da concentração de matéria orgânica (g/kg) no Latossolo Amarelo-LA e no Latossolo Vermelho Escuro-LE após 1.000 dias da realização dos tratamentos.

Tabela 1: Significâncias entre os solos, tratamentos e interação solo x tratamento 1.000 dias após a aplicação dos fosfatos.

Fatores de variação	Extração com Água
	Régia
	Pb (mg.kg ⁻¹)
Solo	**
Tratamento	**
Solo x Tratamento	**
C.V.	5,65

** - significativo a $P < 0,01$

Tabela 2. Médias das concentrações de Pb nos solos após 1.000 dias da aplicação dos fosfatos.

Solos	Extração com Água
	Régia
	Pb (mg.kg ⁻¹)
LA	4557,5 B
LE	4933,3 A
C.V	5,65

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 3: Média das concentrações de Pb nos tratamentos 1.000 dias após aplicação dos fosfatos.

Tratamento	Extração com Água Régia
	Pb (mg.kg ⁻¹)
T0- Controle	4519,8 C
T1- H ₃ PO ₄	5316,1 A
T2- Rocha	4327,1C
T3 - Misto	4818,3 B
C.V.	5,65

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença significativa (P< 0,05) pelo teste de Tukey.

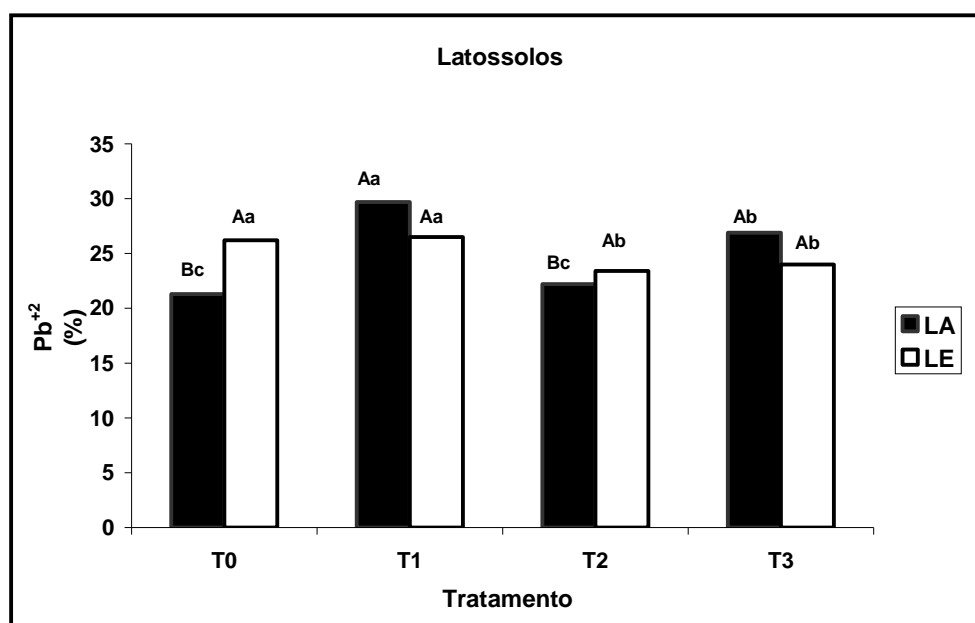


Figura 3: Média das Concentrações de Pb (%) nos solos após 1.000 dias da aplicação dos tratamentos.

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença significativa entre os solo. (P< 0,05) pelo teste de Tukey.
 Letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença significativa entre os tratamentos para cada solo. (P< 0,05) pelo teste de Tukey.

Capacidade de Retenção de Água em Amostras de Diferentes Horizontes de Solo na Bacia do Rio Urucu - Amazonas

ALANA KAREN DA COSTA DA SILVEIRA⁽¹⁾, WENCESLAU GERALDES TEIXEIRA⁽²⁾, GILVAN COIMBRA MARTINS⁽²⁾, MARIA DO ROSÁRIO LOBATO RODRIGUES⁽²⁾, MARCOS BACIS CEDDIA⁽³⁾, RODRIGO DEMONTE FERRAZ⁽⁴⁾, ENIO FRAGA DA SILVA⁽⁴⁾ & RODRIGO SANTANA MACEDO⁽⁶⁾

RESUMO - A retenção da água no solo representa a capacidade de armazenamento de água que o solo possui, sendo baseada na relação entre a sucção e umidade volumétrica. A retenção da água nos proporciona observar o provável comportamento do solo não saturado conforme é submetido ao aumento da sucção, ou seja, o secamento do solo quanto ao aumento das forças matriciais do solo. A retenção de água no solo ocorre em função da estrutura nos baixos valores potenciais condicionado pela frequência de macro e microporos e pela granulometria e mineralogia das partículas nas elevadas tensões. O objetivo deste trabalho foi avaliar a retenção de água, a densidade do solo e água disponível em diferentes horizontes do solo em áreas de floresta primária na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura – Urucu – AM. Os resultados mostraram que os valores de densidade do solo apresentou variação de valores bastante reduzido (entre 659 a 919 kg m⁻³) nos horizontes superficiais das classes de solos estudados, estes valores são devidos a intensa atividade biológica de insetos e raízes que ocorrem nestes horizontes nas áreas com cobertura de floresta primária.

Palavras-Chave: (curva de retenção da água no solo; Urucu; Cambissolo)

Introdução

A retenção da água no solo representa a capacidade de armazenamento de água que o solo possui, sendo baseada na relação entre a sucção e umidade volumétrica. A retenção da água nos proporciona observar o provável comportamento do solo não saturado conforme é submetido ao aumento da sucção, ou seja, o secamento do solo quanto do aumento das forças matriciais do solo. A retenção de água no solo ocorre em função da estrutura nos baixos valores potenciais condicionado pela frequência de macro e microporos e pela granulometria e mineralogia das partículas nas elevadas tensões. Existem muitos fatores que interferem na capacidade de retenção de água de um solo, como a estrutura, textura e a mineralogia do solo (Silva, 2005). A determinação da retenção da água pelo solo a diferentes potenciais é uma

O objetivo deste trabalho foi avaliar a retenção de água em sete potenciais, estimar a água disponível e avaliar a densidade do solo nos horizontes de cinco perfis em áreas de floresta primária na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura – Urucu – AM.

Material e Métodos

Foram analisados os horizontes de cinco perfis para comparação da retenção de água num Argissolo vermelho-amarelo, três Cambissolos Háplicos e um Gleissolo Háplico em floresta primária, localizados na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura na Província Petrolífera da Petrobras no rio Urucu, município de Coari - AM, localizada entre os paralelos de 4° 45' e 5° 05' S e os meridianos de 65° 00' e 65° 25' W.

Amostras indeformadas foram coletadas em triplicata com anéis metálicos com volume de 100cc, as análises foram realizadas no Laboratório de Física do Solo do Centro de Pesquisa Agriflorestais da Amazônia (CPAA) – Embrapa Amazônia Ocidental, utilizando sete tensões para avaliação da capacidade de retenção de água em cada horizonte, para as baixas tensões 0; 1.0; 1.5; e 1.8 com mesa de tensão e média e alta tensões 2.0; 3.0 e 4.2 pF utilizou-se as câmaras de pressão de Richards. Para estimar os valores da densidade do solo umidade de saturação determinou-se a massa do solo e o volume coletado no cilindro. Foi feita a média com os dados de umidade a cada tensão, estimada a capacidade de água disponível (pela diferença entre pF 1.8 – pF 4.2).

Resultados

Na Tabela 1 são apresentados os valores da umidade do solo em diferentes horizontes avaliados em sete potenciais dos cinco perfis estudados e também os dados da capacidade de campo (pF 1.8), ponto de murcha (pF 4.2) e água disponível.

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Geógrafa Bolsista do Projeto Petro Solo Amazonas convênio UFRRJ/PETROBRAS/FAPUR e Estagiária da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Manaus, AM, CEP 69010-970. E-mail: alana.silveira@cpaa.embrapa.br

⁽²⁾ Segundo Autor é Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Manaus, AM, CEP 69010-970.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Professor Adjunto do Departamento de Solos do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro BR 465, km 07, CEP 23851-970

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ.

⁽⁵⁾ Quinto Autor é Mestre em Agronomia tropical pela Universidade Federal do Amazonas.

Apoio financeiro: Convênio PETROBRAS/UFRRJ/FAPUR & REDE CT-PETRO AMAZÔNIA

Discussão

Os valores de capacidade de campo (p.F 1.8) variaram entre 0,44 e 0,28 $m^3 m^{-3}$ e os valores para ponto de murcha variaram entre 0,04 a 0,28 $m^3 m^{-3}$, estimou-se a disponibilidade de água de cada horizonte obtendo valores que variaram de 0,34 a 0,14 (Tabela 1).

Os valores da magnitude abaixo de 0,20 são considerados indicativos de baixa quantidade de água disponível. Estes valores foram identificados nos horizontes subsuperficiais da área de ocorrência de Argissolos, Cambissolos e Gleissolos.

Todos os perfis estudados apresentaram valores crescente da densidade aparente com a profundidade conseqüentemente a porosidade total é reduzida nos horizontes. Tendo o solo uma menor capacidade de retenção de água nos horizontes subsuperficiais.

A densidade do solo apresentou variação entre os valores bastante reduzido (entre 659 a 919 $kg m^{-3}$) nos horizontes superficiais das classes de solos estudados, estes valores são devidos a intensa atividade biológica de insetos e raízes que ocorrem nestes horizontes nas áreas com cobertura de floresta primária. Na área da Província Petrolífera do rio Urucu - Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, há áreas alteradas devido à remoção da vegetação e de material de solo (jazidas) para a construção e manutenção de estradas, esta remoção dos horizontes superficiais expõe na superfície do terreno horizontes compactos, com valores de densidade do solo em alguns perfis superiores a 1500 $kg m^{-3}$. Estes valores para solos de textura fina (predominantemente partículas de silte e argila) são indicativos de horizontes de elevada compactação natural, devido a baixa intensidade do processo pedogenético nestes horizontes.

As áreas com ocorrência de Gleissolos Háplicos apresentam valores elevados de densidade já nas camadas superficiais do solo. Estes solos que apresentam o predomínio de partículas minerais da fração silte devem ser evitadas para abertura de jazidas, devido as características subsuperficiais estudadas serem limitantes ao desenvolvimento de várias espécies de plantas.

A retenção de água na saturação (pF 0) indica a porosidade total do solo, mostrando valores que variaram de 0,59 a 0,35. Com um decréscimo com a profundidade a excessão do Gleissolo Háplico que apresentou a camada Cg2 com valor de porosidade semelhante a camada superficial e reduzido em relação as camadas mais profundas.

A pequena redução da água retida com o aumento do potenciais aplicados entre pF 0 e pF 1.8 indica a presença de grande percentual da água retida em microporos do solo (Tabela 1). A baixa retenção de água no pF 4.2 em vários horizontes é indicativo da textura do solo com predomínio nestes horizontes com baixa retenção de água neste potencial (pF 4.1) de partículas de silte e areia fina.

Conclusões

Os horizontes subsuperficiais dos solos predominante na Província Petrolífera do Urucu se apresentam compactos com elevados valores de densidade do solo e muitos horizontes apresentam baixa quantidade de água disponível.

A predominância de poros de pequeno diâmetro nestes horizontes dos solos condiciona que grande parte da água retida se encontra com elevada energia potencial e de difícil acesso a raízes e com baixa velocidade de infiltração.

Estes fatos podem ser um dos responsáveis pelo baixo sucesso da regeneração natural e reflorestamentos em algumas jazidas.

Conclusões

Os horizontes subsuperficiais dos solos predominante na Província Petrolífera do Urucu se apresentam compactos com elevados valores de densidade do solo e muitos horizontes apresentam baixa quantidade de água disponível.

A predominância de poros de pequeno diâmetro nestes horizontes dos solos condiciona que grande parte da água retida se encontra com elevada energia potencial e de difícil acesso a raízes e com baixa velocidade de infiltração.

Estes fatos podem ser um dos responsáveis pelo baixo sucesso da regeneração natural e reflorestamentos em algumas jazidas.

Agradecimentos

À Rede CTPetro Amazônia (recursos da FINEP e PETROBRAS), Projeto PI-2 - Dinâmica do solo, pelo apoio logístico e suporte financeiro.

Ao convênio UFRRJ/FAPUR/PETROBRAS - Projeto Petrossolos pela bolsa concedida.

Embrapa Amazônia Ocidental - Centro de Pesquisas Agrofloreais da Amazônia (CPAA) por conceder a infraestrutura para o desenvolvimento da pesquisa.

Referências

- [1] CRUZ, M.E.G.; TEIXEIRA, W.G.; MARTINS, G.C.; MACEDO, R.S.; LIMA, H.N.; & RODRIGUES, M.R.L. 2005. Levantamento das bases pedológicas disponíveis para o município de Coari - AM. 2º Workshop técnico científico da rede CTPetro ome do Periódico, CD-ROM. P.1-14.
- [2] FERRAZ, R. M.; FRAGA, E.; TEIXEIRA, W.G.; MARTINS, G.C.; MACEDO, R. S.; RODRIGUES, M.R.L. 2007. Caracterização pedológica de alguns solos da Província Petrolífera de Urucu - Município de Coari - AM. Relatório Técnico - Rede CTPETRO - PI2 - Dinâmica do solo. In: Relatório Técnico Final Fase II. Rede CTPETRO Amazônia. Manaus. 1-15 pg.
- [3] MACEDO, R.S.; TEIXEIRA, W.G.; MARTINS, G.C.; RODRIGUES, M.R.L. 2008. Caracterização química e física da camada superficial do solo em clareiras com diferentes idades de revegetação na Província Petrolífera de Urucu, Coari - AM. In: XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo Rio de Janeiro - RJ.
- [4] SILVA, A.M. Banco de dados de curvas de retenção de água de solos brasileiros. 2005. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos - SP
- [5] TEIXEIRA, W. G.; MACEDO, R. S.; MARTINS, G. C.; ENCINAS, O. C.; RODRIGUES, M R L. 2008. Monitoramento da cor dos horizontes superficiais do solo como indicador da recuperação de áreas alteradas na base de operações geólogo Pedro de Moura - COARI-AM. In: VII Simpósio Nacional Recuperação de Áreas Degradadas, Curitiba - PR.

Tabela 1: Dados dos valores médios da densidade aparente, retenção de água em diferentes tensões e água disponível em horizontes das principais classes de solo da Província Petrolífera de Urucu - Coari - AM

Horizontes	Profundidade cm	Densidade Aparente kg m-3	pF 0	pF 1.0	pF 1.5	pF 1.8	pF 2.0	pF 3.0	pF 4.2	Água disponível
Argissolo Vermelho-Amarelo – P2										
A	0 – 7	919	0,55	0,50	0,47	0,45	0,36	0,31	0,12	0,32
BA	7 – 30	1122	0,48	0,45	0,44	0,42	0,35	0,33	0,19	0,23
Bt1	30 - 47	1167	0,48	0,46	0,45	0,44	0,37	0,35	0,21	0,22
Bt2	52 – 68	1107	0,50	0,48	0,46	0,45	0,40	0,39	0,26	0,18
BC	89 – 108	1230	0,49	0,47	0,46	0,45	0,39	0,38	0,28	0,16
C1	130 – 174	1366	0,45	0,42	0,41	0,40	0,36	0,34	0,26	0,14
Cambissolo Háplico – P3										
A	0 – 8	729	0,59	0,48	0,40	0,36	0,31	0,25	0,04	0,32
Bi	44 – 110	1245	0,43	0,40	0,37	0,34	0,26	0,17	0,09	0,24
C	110 – 145	1237	0,48	0,46	0,44	0,44	0,39	0,38	0,24	0,19
Cambissolo Háplico - P4										
A	0 – 7	659	0,54	0,47	0,39	0,35	0,27	0,22	0,09	0,34
Bi1	23 – 54	1079	0,51	0,46	0,42	0,41	0,35	0,34	0,18	0,22
C	145 – 175	1207	0,49	0,46	0,45	0,44	0,39	0,38	0,23	0,20
Cambissolo Háplico – P5										
A	0 – 5	898	0,57	0,50	0,44	0,42	0,32	0,30	0,14	0,27
Bi1	49 – 125	1180	0,45	0,43	0,40	0,39	0,33	0,32	0,18	0,20
Bi2	125 – 187	1575	0,45	0,41	0,37	0,34	0,27	0,26	0,19	0,14
Gleissolo Háplico - P6										
Cg1	3 – 39	1489	0,35	0,33	0,32	0,32	0,19	0,17	0,06	0,25
Cg2	39 – 76	1588	0,34	0,31	0,31	0,30	0,26	0,21	0,06	0,23
Cg3	76 – 105	1251	0,46	0,44	0,43	0,43	0,35	0,34	0,16	0,26
Cg4	105 – 155	1373	0,43	0,41	0,40	0,39	0,34	0,33	0,18	0,21

Caracterização dos principais solos do município de Coruripe, Alagoas

ADEMAR BARROS DA SILVA⁽¹⁾; ELMO CLARCK GOMES⁽²⁾; LUCIANO J. de O. ACCIOLY⁽¹⁾;
HILTON L. F. DA SILVEIRA⁽³⁾ & DAVI F. DA SILVA⁽⁴⁾

RESUMO - A caracterização e a espacialização dos solos constituem informações fundamentais para avaliar o seu comportamento sob diferentes tipos de exploração. Este estudo teve como objetivos realizar o levantamento de solos do município (escala 1:100.000) e disponibilizar informações sobre as características dos solos, visando subsidiar o planejamento agroambiental do município. Coruripe localiza-se na Mesorregião Geográfica do Leste Alagoano e tem como atividade principal o cultivo de cana-de-açúcar. A descrição dos perfis e a classificação dos solos foram feitas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Neste estudo foram mapeadas as classes Latossolo, Argissolo, Espodossolo, Gleissolo, Neossolo Quartzarênico, Organossolo e Solos Indiscriminados de Mangue. Nas unidades de mapeamento LAd (Latossolos) e PAd1 a PAd4 (Argissolos) os solos ocorrem em relevo plano e suave ondulado, são profundos, bem drenados e apresentam baixa fertilidade. Corrigindo a deficiência de fertilidade esses ambientes tornam-se bastante produtivos. Nas unidades PACd1 e PACd2 os Argissolos Acinzentados apresentam fertilidade muito baixa, pouca retenção de umidade e drenagem deficiente, portanto, são ambientes com baixo potencial agrícola. Na unidade PVAd os Argissolos com predomínio de relevo forte ondulado apresentam alto risco de erosão e devem ser destinados à preservação ambiental. Fazendo-se a drenagem e corrigindo-se a fertilidade dos solos, as unidades GXd1 e GXd2 (Gleissolos) passam a apresentar alto potencial para produção de hortaliças, cana-de-açúcar e pastagens. As unidades ESKo (Espodossolo), OJs (Organossolo) e SM (Solos de Mangue) apresentam problemas de fertilidade, drenagem deficiente e horizonte sulfúrico. São ambientes de baixo potencial agrícola e devem ser destinados para preservação ambiental. A unidade RQog (Neossolo Quartzarênico), em função da fertilidade natural muito baixa e problemas de drenagem, apresenta potencial muito baixo para lavouras.

Palavras-Chave: (ambientes; caracterização; potencial)

Introdução

Para o sucesso dos empreendimentos agrossilvipastoris é de fundamental importância o conhecimento dos diversos ambientes onde as atividades serão desenvolvidas. Dessa forma, o solo, sendo o principal recurso natural utilizado para a produção de alimentos e outros bens de consumo, requer cuidados especiais. Portanto, o uso, a ocupação e o manejo dos solos devem ser feitos de acordo com suas potencialidades e limitações. Isto pode significar ocupação territorial com racionalidade.

A identificação, a caracterização e a espacialização dos solos são informações básicas para avaliar o seu comportamento sob diferentes tipos de exploração. Segundo Resende et al. [1], o conhecimento de ecossistemas é facilitado quando divididos em segmentos representativos dos seus diversos recursos naturais. Estes interagem entre si e particularmente na distribuição dos solos. Portanto, estratificação feita por meio do levantamento de solos é essencial para melhor entendimento dos ambientes em nível local.

Este trabalho tem como objetivos promover o levantamento de solos (escala 1:100.000) do município de Coruripe, discutir os resultados e disponibilizar as informações como subsídios ao planejamento agroambiental.

Material e Métodos

Coruripe localiza-se na Mesorregião Geográfica do Leste Alagoano, Microrregião de São Miguel dos Campos, distante 131 km de Maceió. Limita-se ao norte com Jequiá da Praia e Teotônio Vilela, ao sul com Feliz Deserto, a leste com o Oceano Atlântico e ao oeste com Penedo. Ocupa uma área de 913 km² (de acordo com a digitalização feita com base na escala 1:100.000, a área do município ocupa cerca de 970 km²), possui uma população de 42.272 habitantes e tem como atividade principal o cultivo de cana-de-açúcar [2]. Culturas de subsistência como feijão, milho e mandioca ocorrem de forma pouco expressiva, quando comparadas com o cultivo da cana.

No município a altitude máxima é de 150 m no tabuleiro e 3 m na planície fluvial. Os principais rios que drenam a área são Coruripe, Conduípe, Piauí, Poxim e Jequiá [2]. No que se refere ao clima, pela sistemática de Köppen, prevalece o tipo As', quente sub-úmido, a estação chuvosa se adianta para o outono, antes do inverno, com

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife, R. Antonio Falcão 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51020-240, ademar@uep.cnps.embrapa.br

⁽²⁾ Eng. Agrônomo – Pedólogo. Rua Waldemar Nery C. Monteiro, 416, sala 101, Recife, PE, CEP 51030-140.

⁽³⁾ Geógrafo - Analista da Embrapa Solos UEP Recife, R. Antonio Falcão 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51020-240.

⁽⁴⁾ Assistente da Embrapa Solos UEP Recife, R. Antonio Falcão 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51020-240.

pluviometria média anual em torno de 1.490mm (concentrada de abril a julho), apresentando deficiência hídrica no verão e excedente no inverno [3]. A temperatura média anual é de 26°C. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro e os meses mais frios julho e agosto.

A vegetação dominante original nos tabuleiros e encostas era de floresta subperenifólia, atualmente muito modificada (predomínio de cana-de-açúcar), e nas baixadas, floresta subperenifólia de várzea e campos hidrófilo e higrófilo de várzea, também com bastante modificação.

Quanto à litologia e material de origem, grande parte da área dos tabuleiros e encostas dos vales apresenta sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos do grupo Barreiras - Terciário. As várzeas dos fundos dos vales apresentam sedimentos de composição granulométrica diversificada do período Quaternário e nos ambientes de restinga sedimentos arenoquartzosos [2].

O levantamento de solos, na escala 1:100.000, foi feito de acordo com as normas de estudos pedológicos [4]. Nos trabalhos de campo, foram utilizadas as cartas planialtimétricas de Piaçabuçu (SC.24-Z-B-III) e de São Miguel dos Campos (SC.24-X-D-VI), editadas pela Sudene/Serviço de Cartografia do Exército. A prospecção dos solos foi desenvolvida procurando-se percorrer toda a área do município, fazendo-se caminhamentos estratégicos, utilizando-se as estradas disponíveis. Os conhecimentos para separação das classes de solo e unidades de mapeamento foram estabelecidos a partir das observações da superfície do terreno e por meio de exames dos solos em cortes de estradas, mini-trincheiras e com auxílio de trado. Nos lugares representativos, foram feitas descrições de perfis com coleta de amostras de solo para análises físicas e químicas. A descrição dos perfis e a coleta de amostras de solos foram feitas de acordo com Lemos & Santos [5] e a classificação pedológica de acordo com as normas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [6].

Resultados

Os resultados do levantamento de solos do município podem ser observados nas Tabelas 1 e 2 e na Figura 1. Na Tabela 1 observam-se as Unidades de Mapeamento de solos identificadas e suas respectivas áreas de abrangência. A legenda e a espacialização dos solos encontram-se na Figura 1. Os resultados de análises físicas e químicas de amostras de solos coletadas nos perfis podem ser verificados na Tabela 2.

Discussão

No município foram identificadas e mapeadas as classes Latossolo, Argissolo, Espodossolo, Gleissolo, Neossolo Quartzarênico, Organossolo e Solos Indiscriminados de Mangue.

A unidade de mapeamento LAd (Tabela 1 e Figura 1) ocupa uma área de 18,6 km² com predomínio de Latossolo Amarelo associado com Argissolo Amarelo. São solos profundos, bem drenados, localizados em áreas de tabuleiros com relevo plano e suave ondulado. Apresentam boas características físicas, no entanto, tratando-se da condição química natural, os valores de soma de bases (S), de capacidade de troca catiônica (T), de fósforo (o valor alto do perfil analisado significa que o solo recebeu adubação) e de carbono orgânico são baixos (Tabela 2), indicando a necessidade do uso de corretivos e fertilizantes para melhorar a fertilidade do solo e a produção das culturas.

As unidades de mapeamento PAD1 a PAD4 (Tabela 1) abrangem aproximadamente 595 km² (62% do município). Nelas predominam os Argissolos Amarelos abruptos fragipânicos associados, principalmente, com Latossolos Amarelos e Argissolos Acinzentados (Figura 1). Esses solos ocorrem nos tabuleiros costeiros, em relevo plano e suave ondulado. São solos minerais com horizonte A fraco e moderado, acúmulo de argila em subsuperfície (exceto os Latossolos), caracterizando o horizonte B textural, e, argila de atividade baixa. De modo geral, são profundos (alta capacidade de armazenamento de água), bem drenados (os Argissolos localizados em áreas abaciadas apresentam problemas de drenagem) e de textura variando de arenosa a média/argilosa. Com relação às análises químicas (Tabela 2), verifica-se que o Argissolo Amarelo apresenta valores baixos de soma de bases (S) e de capacidade de troca catiônica (T), ou seja, apresenta fertilidade baixa. O teor alto de fósforo na camada superficial indica que esse local recebeu adubação, naturalmente os teores de fósforo e carbono orgânico são baixos. Portanto, da mesma forma que os Latossolos, os Argissolos necessitam de correção e aplicação de fertilizantes químicos e orgânicos, e também do uso de práticas de manejo e conservação do solo, incluindo técnicas que favoreçam a drenagem nas áreas abaciadas, para melhoria da produtividade.

Os Argissolos Acinzentados Distrocoesos fragipânicos de textura arenosa e média/média e argilosa predominam nas unidades PACd1 e PACd2 associados com Argissolos Amarelos e Espodossolos Ferrihumilúvicos (Figura 1), ocupando 84 km², cerca de 9% do município (Tabela 1). Os Argissolos localizam-se em áreas planas de tabuleiros com suaves depressões e os Espodossolos predominantemente na parte central das depressões. Em geral, os solos apresentam fertilidade muito baixa, pouca retenção de umidade e drenagem deficiente, portanto, são ambientes com baixo potencial agrícola. As exigências para reduzir essas restrições são maiores, quando comparadas com as unidades de solos discutidas anteriormente.

Na unidade PVAd, com 142 km², que corresponde a 15% do município (Tabela 1 e Figura 1), predomina o Argissolo Vermelho-Amarelo associado com Argissolo Amarelo e Gleissolo Háptico. Esses Argissolos localizam-se nas encostas dos vales que dissecam os tabuleiros, apresentam relevo ondulado e forte ondulado, são profundos, bem drenados, no entanto, como discutido

anteriormente, apresentam como limitações ao uso agrícola baixa fertilidade (Tabela 2) e riscos de erosão, sendo mais indicados para preservação permanente, principalmente aqueles localizados em relevo forte ondulado. O Gleissolo ocorre no fundo dos vales e apresenta problemas de drenagem.

Na unidade ESKo predomina o Espodossolo Ferrihumilúvico Órtico espessarênico associado com o Argissolo Acinzentado (Figura 1). Esses solos apresentam textura superficial arenosa, relevo plano e ocupam, no município, cerca de 28 km² (Tabela 1). Os Espodossolos ocorrem em áreas ligeiramente abaciadas e os Argissolos nas bordas de suaves depressões. Em geral, são ambientes com fertilidade muito baixa (Tabela 2) e de pouca retenção de umidade. Na época das chuvas podem apresentar excesso de água nas áreas abaciadas. O potencial agrícola é muito baixo.

As unidades GXd1, GXd2 e GZn correspondem às várzeas dos fundos de vales (baixadas fluviais) onde ocorre a associação de Gleissolos Háplicos e Sállicos com os Neossolos Flúvicos, ocupando 28 km², que corresponde a 3% da área municipal (Tabela 1 e Figura 1). Os Gleissolos são solos minerais mal ou muito mal drenados (hidromórficos) que apresentam sequência de horizontes A-Cg. Caracterizam-se pela forte gleização, em decorrência do ambiente redutor (saturação por água por um longo período), associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica [3]. São muito argilosos, apresentam baixos teores de fósforo (Tabela 2) e sérias limitações ao uso agrícola em função da presença do lençol freático elevado e do risco de inundação. Fazendo-se a drenagem e corrigindo-se as deficiências químicas, os Gleissolos Háplicos e os Neossolos Flúvicos passam a apresentar alto potencial para produção de hortaliças, cana-de-açúcar e pastagens. O Gleissolo Sállico apresenta adicionalmente problemas de salinidade e sodicidade que não são corrigidos facilmente.

Na unidade OJs, com 19,5 km², ocorre a associação de Organossolo Tiomórfico e Gleissolo Tiomórfico (Tabela 1 e Figura 1), localizada nas várzeas próximas da foz do rio Coruripe. Esses solos apresentam horizontes sulfúricos, má drenabilidade e dificuldade de trânsito, ou seja, são ambientes com sérias limitações para o uso agrícola. São áreas mais apropriadas para preservação ambiental.

A unidade SM ocupa 7,9 km², também localizada na foz do Rio Coruripe, e é caracterizada pela associação de Solos Indiscriminados de Mangue e Gleissolo Háplico. Esse ambiente apresenta sérios problemas de drenagem e devem ser destinados para preservação ambiental.

A unidade RQog (Figura 1) ocorre num ambiente de restingas, ocupando 26 km². É uma associação de

Neossolo Quartzarênico (áreas planas com pequenas elevações) com Espodossolo Humilúvico (áreas ligeiramente abaciadas). São solos profundos, no entanto, apresentam fertilidade natural muito baixa e problemas de drenagem, em função do lençol freático elevado, portanto, de potencial muito baixo para lavouras.

Conclusões

Os solos das unidades de mapeamento LAd e PAd1 a PAd4 ocupam 64,5% da área municipal, ocorrem em relevo plano e suave ondulado, são profundos, bem drenados, no entanto, apresentam baixa fertilidade. Corrigindo a deficiência de fertilidade e implementando práticas eficientes de uso, manejo e conservação de solos e da água esses ambientes tornam-se bastante produtivos.

Nas unidades PACd1 e PACd2, ocupando cerca de 9% do município, os solos apresentam fertilidade muito baixa, pouca retenção de umidade e drenagem deficiente, portanto, são ambientes com baixo potencial agrícola.

Na unidade PVAd (15% da área), os Argissolos com predomínio de relevo forte ondulado apresentam alto risco de erosão e devem ser destinados à preservação ambiental.

Fazendo-se a drenagem e corrigindo-se a baixa fertilidade dos solos, as unidades GXd1 e GXd2 passam a apresentar alto potencial para produção de hortaliças, cana-de-açúcar e pastagens.

As unidades ESKo, OJs e SM ocupam cerca de 6% do município. Os solos apresentam problemas de fertilidade, drenagem e horizonte sulfúrico. São ambientes de baixo potencial agrícola e devem ser destinados para preservação ambiental.

A unidade RQog (2,8% da área), em função da fertilidade natural muito baixa e problemas de drenagem, apresenta potencial muito baixo para lavouras.

Referências

- [1] RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de & CORRÊA, G. F. 2002. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT. 338p.
- [2] INSTITUTO ARNON DE MELO. 2006. Municípios de Alagoas – Coruripe. Maceió: Encartes da Gazeta de Alagoas, p. 252-257.
- [3] EMBRAPA. 1975. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Alagoas. Rio de Janeiro: SNLCS/Ministério da Agricultura/Sudene. Boletim Técnico, 35. (Série Recursos de Solos, 5).
- [4] EMBRAPA. 1995. Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Produção de Informação – SPI. 101p.
- [5] LEMOS, R. C. de & SANTOS, R. D. dos. 1995. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3ª ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 83p.
- [6] EMBRAPA. 2006. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306p.

Tabela 1. Unidades de mapeamento de solos com respectivas áreas e distribuição percentual no município de Coruripe (AL).

Unidade de Mapeamento*	Área (km ²)	%
LAd	18,6	2,0
PAd1	62,2	6,5
PAd2	330,9	34,8
PAd3	143,3	15,0
PAd4	59,5	6,2
PACd1	60,5	6,3
PACd2	23,9	2,5
PVAd	142,4	15,0
ESKo	28,6	3,0
GXd1	8,3	0,9
GXd2	10,7	1,1
GZn	9,3	1,0
OJs	19,5	2,1
SM	7,9	0,8
RQog	26,6	2,8
Total	951,1	100

*Ver legenda de solos da Figura 1. LA= Latossolo Amarelo; PA=Argissolo Amarelo; PAC=Argissolo Acinzentado; PVA= Argissolo Vermelho-Amarelo; ESK=Espodosolo Ferrihumilúvico; GX=Gleissolo Háptico; GZ= Gleissolo Sáfico; OJ=Organossolo Tiomórfico; SM=Solos de Mangue; RQ=Neossolo Quartzarênico; d=Distrófico; e=Eutrófico; n= Sódico; o=Órtico; s=Sápico; g=Hidromórfico.

Tabela 2. Características físicas e químicas dos principais solos do município de Coruripe (AL).

Horiz.	Prof.	A.G	A.F	Silte	Arg.	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	T	V	m	C org.	P	
	cm	-----%-----				-----cmol _c kg ⁻¹ -----										----%----	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
ARGISSOLO AMARELO abruptico fragipânico textura arenosa/muito argilosa																		
Ap	0-20	83		5	12	2,47	1,37	0,21	0,04	4,09	0,10	2,07	6,26	65	2	14,1	59	
AB	20-55	75		5	20	1,73	0,35	0,07	0,03	2,18	0,10	0,49	2,77	78	4	5,3	1	
BA	55-85	49		9	42	2,43	0,32	0,02	0,04	2,81	0,11	0,63	3,60	78	4	3,7	1	
Btx	85-135	30		14	56	1,08	0,65	0,03	0,03	1,79	0,27	1,87	3,93	45	13	2,3	<1	
Bt	135-210+	23		17	60	1,08	0,59	0,03	0,03	1,73	0,16	1,27	3,16	54	8	2,1	<1	
GLEISSOLO SÁLICO Sódico típico textura muito argilosa																		
Ap	0-20	5	7	33	55	2,0	5,59	0,17	0,41	14,1	1,75	5,52	21,4	66	11	21,2	2	
Cg	20-75	1	2	30	67	1,3	7,96	0,14	1,51	23,4	0,35	4,86	28,5	82	1,5	8,6	1	
Cgvzn1	75-120	1	1	27	71	0,8	6,57	0,19	2,22	21,8	0,4	5,37	27,6	79	2	4,9	<1	
Cgvzn2	120-180	0	1	22	77	0,4	6,99	0,32	3,04	25,2	0,53	5,04	30,8	82	2	6,0	<1	
LATOSSOLO AMARELO coeso típico textura argilosa																		
Ap	0-25	74		5	21	1,51	1,16	0,05	0,06	2,8	0,25	2,08	5,11	54	8	9,5	16	
BA	25-50	62		13	25	1,32	1,01	0,02	0,06	2,4	0,25	0,75	3,41	71	9	4,6	4	
Bw1	50-115	55		9	36	1,42	0,86	0,01	0,05	2,3	0,2	0,18	2,67	88	6	2,8	<1	
Bw2	115-200+	37		15	48	1,57	1,01	0,01	0,06	2,7	0,1	0,49	3,24	82	4	2,1	2	
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrocoeso petroplântico textura média/argilosa																		
Ap	0-15	28	27	21	24	1,98	1,40	0,29	0,03	3,8	0,21	2,78	6,78	56	5	9,6	4	
Btc1	15-55	13	12	25	50	1,29	1,69	0,05	0,03	3,1	0,86	2,47	6,39	48	22	5,2	1	
Btc2	55-120	17	10	24	49	0,8	1,6	0,05	0,03	2,5	1,7	9,89	14,0	18	40	4,1	1	
C	120-180+	18	14	25	43	0,39	2,19	0,11	0,03	2,7	1,41	8,58	12,7	21	34	3,1	1	
ARGISSOLO ACINZENTADO Distrocoeso fragipânico textura arenosa/média																		
Ap	0-25	71		5	24	2,38	0,88	0,13	0,03	3,4	0,36	5,88	9,66	35	10	17,1	88	
A2	25-75	59		9	32	0,51	0,2	0,03	0,03	0,8	1,87	4,97	7,61	10	71	10,6	7	
A3	75-110	57		9	34	0,25	0,25	0,02	0,02	0,5	1,7	3	5,2	10	75	6,3	2	
Btx	110-200+	38		13	49	0,35	0,31	0,02	0,02	0,7	1,52	1,57	3,79	18	68	2,1	1	
ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO Órtico espessarênico dúrico e fragipânico textura arenosa																		
Ap	0-25	88		4	8	1,91	0,56	0,01	0,01	2,5	0,05	1,61	4,15	60	2	12,3	26	
E	25-75	90		4	6	0,15	0,4	0,01	0,01	0,6	0,3	2,67	3,54	16	34	6,9	3	
Bh	75-175	88		5	7	0,15	0,25	0,01	0,01	0,4	0,0	0,12	0,55	76	2	9,3	3	
Bsm	175-180+	Não coletado																
ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO Sápico e Hêmico térnico																		
Ajp	0-20	14	24	43	19	3,59	4,19	0,19	0,56	8,5	9,11	14,6	32,24	26	52	72,9	1	
2Hdo	20-32	45	16	30	9	3,89	3,1	0,05	0,33	7,4	4,35	19,8	31,52	23	37	97,1	1	
3Cgj	32-50+	20	16	36	28	2,69	1,99	0,11	0,25	5,0	7,8	13,5	26,32	19	61	45,5	1	

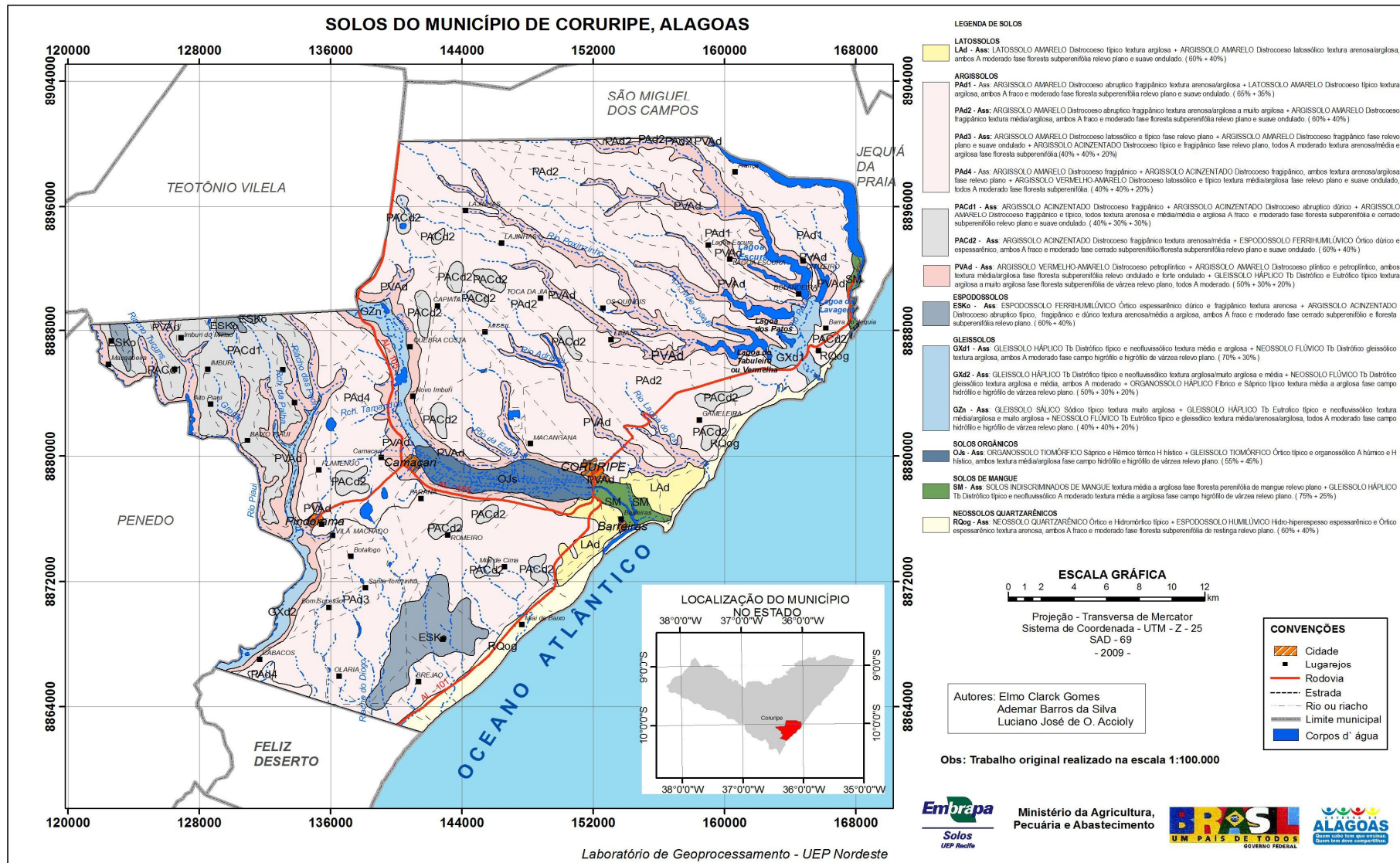


Figura 1. Solos do município de Coruipe, Alagoas.

Caracterização e Classificação dos Solos dos Assentamentos Agrícolas Sebastião Lan I e II no município de Casimiro de Abreu/RJ.

José Ronaldo de Macedo¹; Enio Fraga da Silva¹, Claudio Lucas Capeche¹, Adoildo da Silva Melo², Khetlen Leitão³, Isaias Fagundes Leal⁴

RESUMO - O trabalho teve como objetivo a caracterização dos solos, distribuição espacial e aptidão agrícola das áreas dos assentamentos Sebastião Lan I e II, que apresentam problemas químicos que podem ser resumidos em: ocorrência generalizada de alumínio trocável em níveis tóxicos; ocorrência localizada, porém freqüente, de caráter tiomórfico; Intensa oxidação da matéria orgânica; acidez generalizada da água e do solo e carência generalizada de nutrientes. Foram coletados vinte pontos de fertilidade e descritos 15 perfis de solo, sendo analisados as suas propriedades químicas. Foram identificadas na área seis classes de solos: Argissolo Amarelo; Gleissolo Háptico; Gleissolo Melânico, Gleissolo Tiomórfico; Organossolo Háptico e Organossolo Tiomórfico, diretamente relacionadas a posição topográfica no terreno. A variação da plintita ocorre desde a superfície até 100 cm de profundidade, indicando caracteres tiomórficos e tíonicos, separando os Gleissolos Tiomórficos e Organossolos Tiomórficos.

Palavras-Chaves: (solos tiomórficos, aptidão agrícola, assentamentos, Inkra)

Introdução

A presença de solos Tiomórficos, ou seja, sulfatados ácidos ocorre em condições especiais de formação, geralmente associados a solos orgânicos ou minerais formados em sedimentos marinhos recentes em ambiente redutor, sendo encontrados segundo Pons (1973) apud Souza Júnior et al. [1] em todas as zonas climáticas do planeta.

A acumulação de material sulfídrico é descrito no Sistema Brasileiro de Solos - Embrapa [2] como uma situação associada principalmente a áreas costeiras e próximos a foz de rios que transportam sedimentos não calcários, em solos ou sedimentos permanentemente saturados com água salobra, podendo ocorrer também em alagadiços de água fresca se houver enxofre na água.

Porém no Brasil há poucos relatos deste solo, apesar de situarem geralmente em áreas de alagadiços costeiros. Segundo Oliveira et al (1992); Lani (1998) e Usina Coruripe (1997) apud Souza Júnior [1] estes estão situados no município de Campos no Rio de

Janeiro, no litoral sul do estado de São Paulo e do Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Alagoas.

Neste ambiente de oxidação além da produção do ácido sulfúrico, este pode induzir a formação de sulfato de ferro, denominado jarosita, ocorrendo à transformação da pirita nesse outro mineral (Soil Taxonomy, [3]). Fenômenos como este já foram relatados nas condições africanas por Aubrun (1998) apud Oliveira et al. [4] e, é considerada como um produto da reação de oxidação da matéria orgânica e sulfetos, acentuada pelo desenvolvimento de bactérias sulfato-oxidantes que auxiliam nesta transformação.

A transição de material sulfídrico para um horizonte sulfúrico, que caracteriza um solo Tiomórfico, segundo a descrição do Soil Taxonomy [3] requer poucos anos, sendo resultado da drenagem do solo, principalmente através da drenagem artificial ou, até mesmo, pelas condições aeróbias a que o solo é submetido, favorecendo ao acúmulo em camadas no perfil do solo.

Souza Júnior et al. [1] afirmam que para serem utilizados na agricultura devem ser adotadas práticas de manejo que evitem ou reduzam a acidez. Por este motivo Seiller (1992) apud Souza Júnior et al. [1] recomenda que o conhecimento das características do solo, bem como de outras variável como ambiente, clima, fatores hidrológicos (inundação, métodos de irrigação e qualidade de água) e econômicos são imprescindíveis para uma prática adequada.

Neste contexto Oliveira et al [4] não recomenda a utilização deste tipo de solo para as atividades agrícolas, pois quando drenados há excessiva acidez (pH em água < 3,5), limitações de ordem química como, por exemplo, a presença de grande quantidade de alumínio e manganês em níveis tóxicos elevados e; quando não drenados apresentam elevado lençol freático, favorecendo assim para um ambiente inapropriado ao desenvolvimento do sistema radicular.

Contudo diversos trabalhos em solos sulfatados ácidos no Brasil realizado por Lani (1998) e Usina Coruripe (1997) apud Souza Júnior [1]; Prada-Gamero et al.[5] e Ferreira [6], bem como na Índia por Mathew et al. [7] e Ritzema et al. [8] demonstram que a utilização destes solos é viável quando o manejo é empregado corretamente.

O objetivo deste trabalho é o de mapear os solos das áreas dos assentamentos Sebastião Lan I e II,

¹ Pesquisadores Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, RJ, CEP: 22.460-000. jrmacedo@cnps.embrapa.br.

² Assistente de Pesquisa da Embrapa Solos

³ Graduanda em Eng. Agrônoma, Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR.

⁴ Mestrando. DRHIMA/COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Av. Brigadeiro Trompowski, s/nº, Prédio do Centro de Tecnologia, Bloco D, 2º andar, sala 204. Cidade Universitária. Rio de Janeiro/RJ. CEP 21941-590

definir o potencial agrícola, via aptidão agrícola e propor uma forma de manejo sustentável para o assentados.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no Assentamento Sebastião Lan I e II, com áreas de cerca de 520 e 1.400 ha, respectivamente, localizado no município de Silva Jardim com localização geográfica de sede de 22° 56' 09" latitude Sul e 42° 19' 90" latitude Oeste, próximo da divisa com o município de Casimiro de Abreu (figura 1).

Foram descritos e coletadas amostras de solo de doze perfis completos e sete perfis extras para as análises químicas, físicas e de ataque sulfúrico, segundo as recomendações do Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos & Santos, [9]). Além disso, foram coletadas 20 amostras de fertilidade em toda a área. Todas as coletas (perfil e fertilidade) foram georeferenciadas.

As amostras deformadas foram pré-tratadas, secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, para a obtenção da TFSA e separação da fração grosseira.

As análises químicas foram realizadas na TFSA e envolveram as determinações física, química e mineralógica. Foram utilizados os métodos propostos pela EMBRAPA [10]. As análises foram realizadas nos laboratórios de química e fertilidade de solos da Embrapa Solos. Análises do extrato da pasta de saturação foram necessários para definição do caráter tiomórfico.

A aptidão agrícola das terras foi feita segundo Ramalho & Beek [11] baseada nos níveis de manejo B e C, devido a atividade essencialmente de agricultura familiar

Resultados

Os estudos de clima, formação geológica e dos perfis do solo poderão contribuir para a compreensão dos processos de sulfatação dos solos, na definição do período de saturação dos solos e na definição das áreas para o cultivo da mandioca, arroz e demais culturas.

Os dados de clima possibilitarão definir os períodos de deficiência hídrica ou deficiência de oxigênio que estarão relacionadas a utilização de irrigação por inundação para o cultivo de arroz.

A profundidade do solo e a presença da piritita poderão proporcionar a refinação do tamanho do lote em função do potencial produtivo e realocação dos assentados.

O manejo da área deverá incluir o manejo da água freática por meio de comportas para minimizar a expressão da sulfatação na área.

Discussão

A região da bacia do rio São João remete-se segundo Embrapa [12] a geologia do Quaternário Aluvionar, período este que se refere à deposição de diversos sedimentos. Já a geomorfologia insere-se no Modelado de Sedimentação Fluviomarina dentro da Unidade de Planícies Costeiras, justamente por apresentar uma morfologia plana conseqüente do material deposicional de sedimentação fluvial e marinha.

O clima da região se caracteriza por ser quente e úmido, sem inverno pronunciado, com temperatura no mês mais frio de 19° C e, sem período de estiagem pronunciado, porém com estação chuvosa no verão como mostra a figura 2.

Na área há um grave problema de inundações periódicas, que esta sendo agravado pela falta de manutenção e da dragagem dos canais dos rios São João, Aldeia Velha e Indaiáçu. A calha desses rios apresenta erosão nas suas bordas e assoreamento no seu leito de mais de dois metros de altura.

O período de baixa intensidade de chuvas ocorre no período de abril a setembro, totalizando seis meses. Uma pequena variação anual na baixa intensidade das chuvas pode se estender de março a outubro. Pode-se, ainda, afirmar que praticamente não há um mês sem ocorrência de precipitação na região (figura 2).

Foram identificados seis classes de solos na área: Argissolo Amarelo; Gleissolo Háptico; Gleissolo Melânico, Gleissolo Tiomórfico; Organossolo Háptico e Organossolo Tiomórfico, diretamente relacionadas a posição topográfica do terreno.

A classe do Argissolo Amarelo tem pequena ocorrência na área, sendo representado por um perfil. A aptidão agrícola desse solo é regular para culturas nos níveis de manejo B e C e Restrita no nível de manejo A (2(a)bc), devido a baixa fertilidade natural (tabela 1). Nesta tabela esta descrita a aptidão agrícola dos solos e seus fatores limitantes.

Dos 15 perfis descritos, em nove perfis predominam os Gleissolos que foram classificados como Gleissolos Hápticos, Gleissolos Melânicos e Gleissolos Tiomórficos. A separação dos Gleissolos Tiomórficos tem como base a presença de horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos na profundidade de até 100 cm. Esta característica pedológica é importante pois facilita a distinção de ambientes menos favoráveis a atividade agrícola. Já os Gleissolos Hápticos apresentam aptidão agrícola 2(a)bc, regular para culturas de ciclo curto nos níveis de manejo B e C e Restrita no nível de manejo A e os Gleissolos Melânicos 3(bc), restrita para culturas nos níveis de manejo B e C (tabela 1).

Os Organossolos Tiomórficos, representados na área por quatro perfis, apresentam horizontes orgânicos com altos teores de enxofre, tornando esses solos ináptos para utilização agrícola com culturas. Sendo indicados com restrição para pastagem plantada (4(p)).

Apesar de apresentarem aptidão agrícola restrita para pastagem plantada, as áreas de Gleissolos

Tiomórficos e Organossolos Tiomórficos devem ser indicadas para preservação, podendo ser consideradas como reservas.

Os principais fatores restritivos indicados pela aptidão agrícola foram os de Fertilidade (principalmente, toxidês de Alumínio e horizontes sulfúricos e/ou materiais sulfídricos), Oxigenação e Mecanização devido a constante saturação hídrica dos solos.

Conclusões

Na área foram identificados seis classes de solos: Argissolo Amarelo; Gleissolo Háptico; Gleissolo Melânico, Gleissolo Tiomórfico; Organossolo Háptico e Organossolo Tiomórfico, diretamente relacionadas a posição topográfica do terreno.

Foram identificados solos tiomórficos e tíonicos em função da profundidade da piritita no perfil.

A profundidade da plintita e o grau de sulfatação da área são outros fatores determinantes para o reordenamento dos produtores e definição das culturas.

Os principais fatores restritivos indicados pela aptidão agrícola foram os de Fertilidade, Oxigenação e Mecanização devido a constante saturação hídrica dos solos.

O manejo do solo deverá, obrigatoriamente, incluir o manejo do lençol freático por meio de comportas, minimizando os efeitos da sulfatação da área.

Agradecimentos

Ao Inbra pelo financiamento das atividades e aos acampados do Sebastião Lan II.

Referências

1. SOUZA JÚNIOR, V.S.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B. Propriedades químicas e manejo de solos tiomórficos da várzea do rio Coruripe, no estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, nº 25, pg 977-986, 2001.
2. EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2ª ed. Editores técnicos: Humberto Gonçalves dos Santos, Paulo Klinger Tito Jacomine, Lúcia Helena Cunha dos Anjos, et al. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.
3. Soil Survey Staff. *Soil Taxonomy: A base system of soil classification for making and interpreting soil*. 2th. ed. United States Department of Agriculture. Washington: U. S. Gov. Print Office, 1999.
4. OLIVEIRA, J. B. Classificação de solos e seu emprego agrícola e não agrícola. 2006. Disponível em: <http://jararaca.ufsm.br/websites/dalmolin/download/textospl/classif.pdf>. Acesso em: 15/10/2008.

5. PRADA-GAMERO, R.M., VIDAL-TORRADO, P.; FERREIRA, T. O. Mineralogia e físico-química dos solos de mangue do rio Iriri no canal de Bertiooga (Santos, SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, nº 28, p.233-243, 2004.
6. FERREIRA, T. O. Processos pedogenéticos e biogeoquímica de Fe e S em solos de manguezais. *Tese*. (Doutorado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas). Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 2006. 142 p.
7. MATHEW, E. K.; PANDA, R. K.; MADHUSUDAN NAIR. Influence of subsurface drainage on crop production and soil quality in a low-lying acid sulphate soil. *Agricultural Water Management*, nº 47, pg 191-209, 2001.
8. RITZEMA, H. P.; SATYANARAYANA, T. V.; RAMAN, S.; BOONSTRA, J. Subsurface drainage to combat waterlogging and salinity in irrigated lands in India: Lessons learned in farmer's fields. *Agricultural Water Management*, nº 95, pg 179-189, 2008.
9. LEMOS, R.C. & SANTOS, R.D. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 2ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.
10. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análises de Solo*. Rio de Janeiro, 1997. 212p (Embrapa-CNPS, 1)
11. RAMALHO, F. & BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3ª.ed. Embrapa. 65p. 1995;
12. EMBRAPA. Zoneamento Agroecológico dos municípios que compõem os vales dos rios Una, Macaé e São João, a leste do estado do Rio de Janeiro. Embrapa Solos – CNPS. Rio de Janeiro, 81 p., 1990

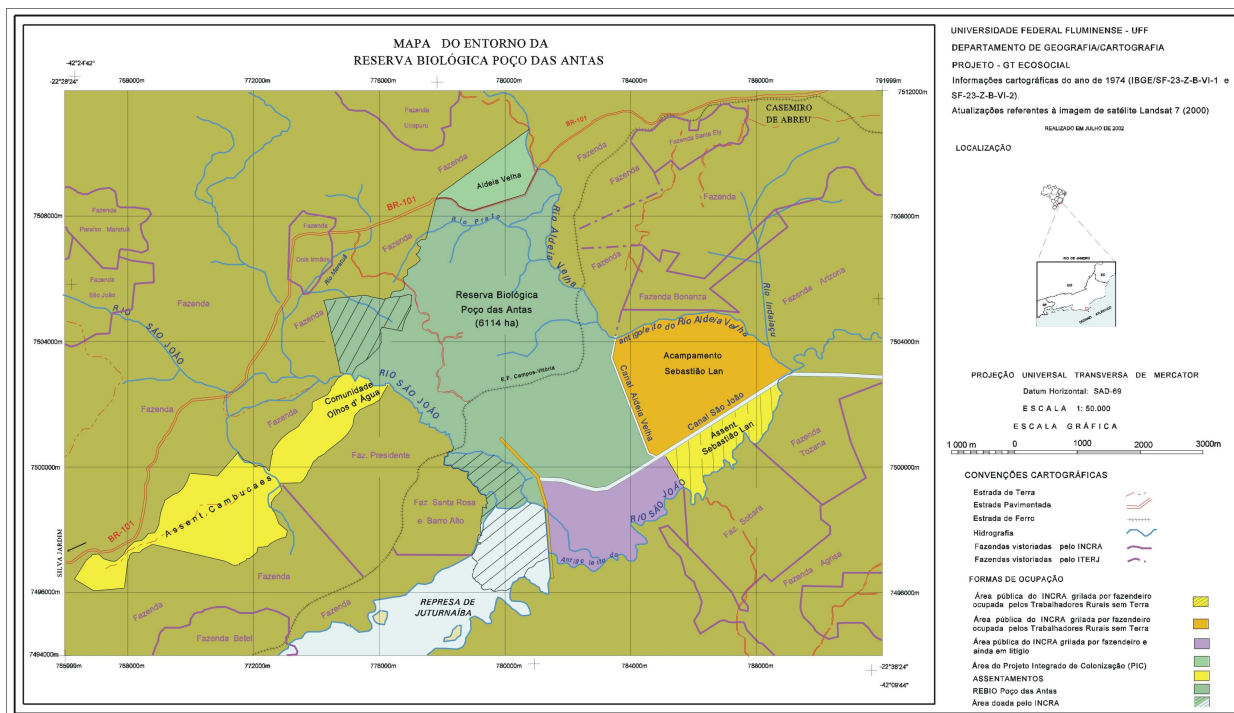


Figura 1 – Localização dos assentamento Sebastião Lan I e II e sua proximidade com a Reserva Biológica Poços das Antas.

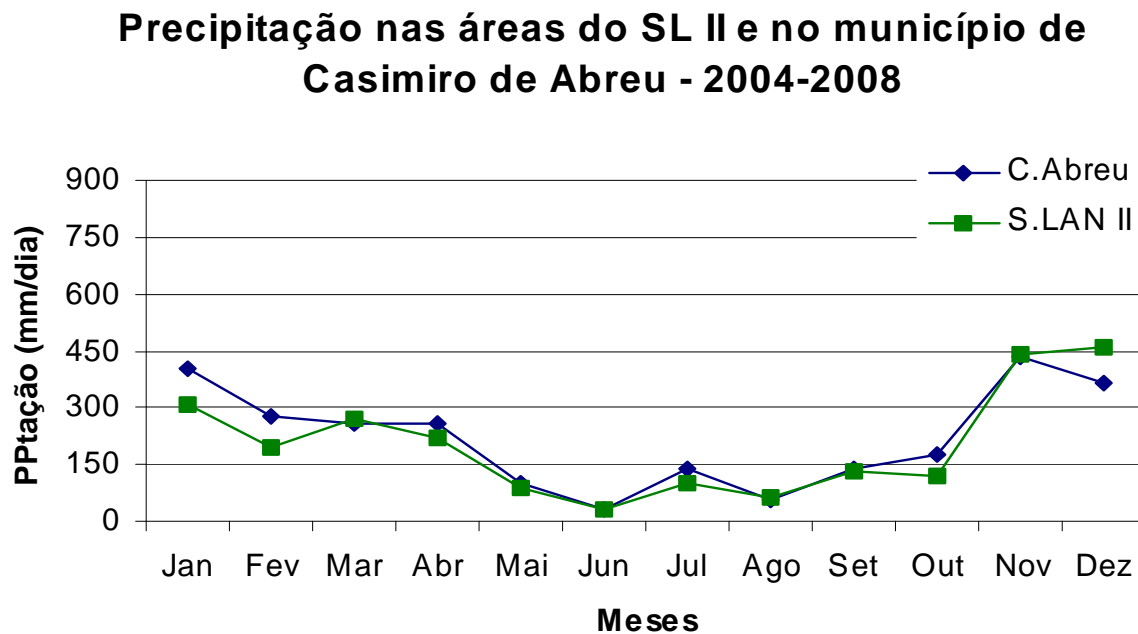


Figura 2 – Caracterização distribuição das precipitações no município de Casimiro de Abreu e na área do assentamento Sebastião Lan II

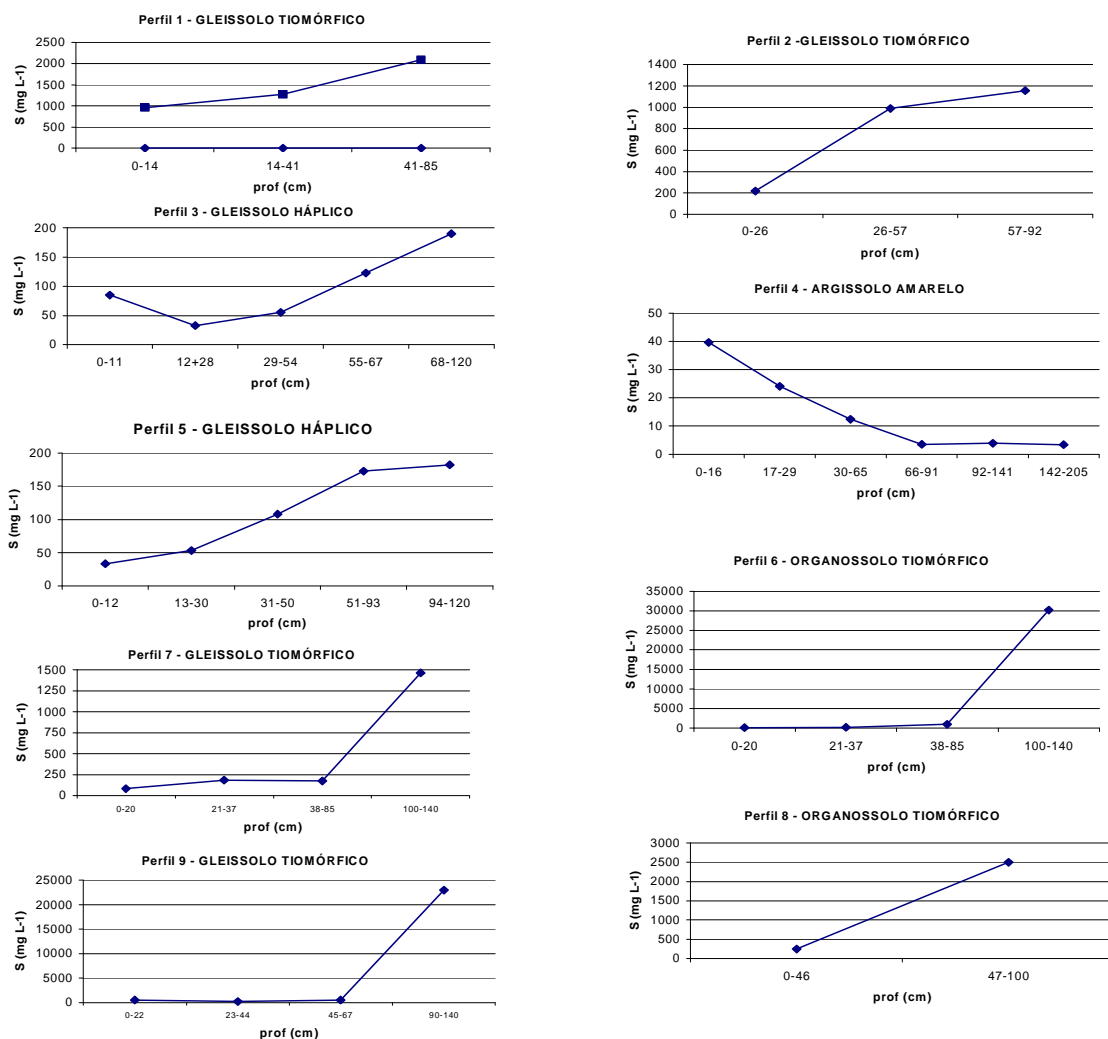


Figura 3 – Perfis de solos e o comportamento do enxofre em profundidade

Tabela 1 - Classificação dos solos, sua aptidão agrícola e os principais fatores limitantes

Perfil	Classe de solo	Aptidão Agrícola	Deficiências
Perfil 1	GLEISSOLO TIOMÓRFICO	4(p)	F, O, m
Perfil 2	GLEISSOLO TIOMÓRFICO	4(p)	F, O, m
Perfil 3	GLEISSOLO HÁPLICO	2(a)bc	f, o, m
Perfil 4	ARGISSOLO AMARELO	2(a)bc	f,
Perfil 5	GLEISSOLO HÁPLICO	2(a)bc	f, o, m
Perfil 6	ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO	4(p)	F, O, M
Perfil 7	GLEISSOLO TIOMÓRFICO	4(p)	F, O, m
Perfil 8	ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO	4(p)	F, O, M
Perfil 9	GLEISSOLO TIOMÓRFICO	4(p)	F, O, m
Perfil Extra 1	GLEISSOLO MELÂNICO	3(bc)	f, O, m
Perfil Extra 2	ORGANOSSOLO HÁPLICO	4(p)	F, O, M
Perfil Extra 3	GLEISSOLO MELÂNICO	3(bc)	f, O, m
Perfil Extra 4	ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO	4(p)	F, O, M
Perfil Extra 5	ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO	4(p)	F, O, M
Perfil Extra 6	GLEISSOLO HÁPLICO	2(a)bc	f, o, m

Caracterização química de resíduos de curtume e seu potencial agrônômico

Lucielio Manoel da Silva⁽¹⁾, Sandra Tereza Teixeira⁽²⁾, Adriana Marlene Moreno Pires⁽³⁾, Daniel Vidal Perez⁽⁴⁾, Paulo Guilherme Salvador Wadt⁽⁴⁾

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi caracterizar quimicamente os resíduos produzidos na indústria de couro para estimar o potencial agrônômico. Os resíduos foram coletados na Indústria curtidora Bom Retiro localizadas em Rio Branco, AC. Foi avaliado o valor pH, condutividade elétrica, umidade e elementos traço (Cd, Pb e Cr) dos resíduos de caleiro, decantador primário, águas gerais e refluxo, coletados no período de janeiro a dezembro de 2007, com frequência quinzenal. Para cada resíduo foram feitas três repetições. Os resultados indicam que dos resíduos avaliados o lodo de caleiro apresenta-se com potencial para aproveitamento agrícola por apresentar valor pH alto, baixa condutividade elétrica e umidade e baixo teor de elementos traços.

Palavras-Chave: (solos; poluição; elementos traços)

Introdução

Para avaliar a melhor forma de disposição dos resíduos se faz necessário a sua caracterização. A análise da composição química de fato, possibilita estimar os efeitos que a aplicação dos resíduos pode causar nas diversas propriedades do solo, avaliar sua capacidade de suprir os nutrientes e os riscos de contaminação do solo [1].

Dentre os resíduos industriais com potencial para aproveitamento agrícola cita-se os resíduos de curtume. A produção de couro, até o estágio wet blue, produz 85% do resíduo ambiental da cadeia produtiva da indústria do couro [2]. De acordo com dados da literatura os resíduos do curtume são ricos em matéria orgânica e altos teores de nitrogênio (N) com potencial para melhorar a fertilidade dos solos tratados [3]. O N é o macronutriente presente em maior quantidade nos resíduos de curtume, devido a sua natureza

protéica, podendo ser uma fonte importante do nutriente em áreas agrícolas [4].

Com relação ao seu potencial poluidor, [5] verificou-se que após o uso de resíduos de curtume na irrigação de trigo e milho os elementos traços estiveram acima do permitido pela legislação [6].

Os resíduos de curtume também apresentam altos teores de Cromo (Cr), utilizado no processo para estabilizar o couro impedindo sua degradação. A presença de Cr³⁺ formado complexos de alta estabilidade com as proteínas da pele pode reduzir a velocidade de decomposição dos resíduos no solo [7].

Desta forma o objetivo do presente trabalho foi estimar, por meio da caracterização química, o potencial de impacto ambiental do uso de resíduos da indústria de couro em área agrícolas.

Material e Métodos

A- Área de estudo

As coletas foram realizadas na Exportadora Bom Retiro Ltda, indústria processadora de couro no sistema wet blue, situada em Rio Branco, AC. Sua produção é de 1000 a 1200 peles de couro bovino/dia. Dentre os resíduos gerados no processamento foram avaliados os seguintes:

1. Águas Gerais: água utilizada em todo o processo exceto o curtimento;
2. Lodo Decantador Primário: resíduo resultante do processo de decantação do tanque de águas gerais;
3. Lodo do processo de refluxo: efluente da etapa caleiro e;
4. Lodo de caleiro: resíduo resultante do processo de caleamento (adição de cal para retirada de gorduras do couro).

B- Coleta e Análise

Os resíduos foram retirados dos tanques de estocagem de janeiro a dezembro de 2007 com uma periodicidade de quinze dias. As coletas foram realizadas com o auxílio de um coletor (recipiente de

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Analista de Sistema Embrapa Acre. E-mail: lucielio@cpafac.embrapa.br

⁽²⁾ Segundo Autor é Pesquisadora de Desenvolvimento Técnico Regional da Embrapa Acre

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Pesquisador da Embrapa.

1000 mL acoplado a um cano de PVC). Antes da coleta da amostra o tanque de armazenamento foi ligeiramente agitado. Amostras dos resíduos foram colhidas de diferentes pontos dentro dos tanques. Os resíduos foram armazenados em garrafas polietileno e encaminhados para o Laboratório de Solos da Embrapa Acre, onde foi determinada a umidade e pH, em seguida foram secas em estufa com circulação forçada de ar (50-60°C), acondicionadas em potes de polietileno e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solos e Resíduos do Instituto Agrônomo de Campinas, SP para determinação dos elementos traços.

Por se tratar de um estudo de caracterização são apresentadas as médias e desvio padrões utilizando o programa SPSS 15.0.

Resultados

O valor pH dos resíduos gerados no processamento do couro pelo sistema wet blue variou entre 7 e 12, sendo que o lodo de refluxo e caleiro apresentaram os maiores valores, provavelmente devido a adição de óxido de cálcio (cal) durante o processo (Tabela 1).

A umidade dos resíduos do curtume foi de aproximadamente 95 %, sendo o lodo de caleiro que apresentou a menor umidade. Quanto a condutividade elétrica observa-se que o caleiro também apresentou em média valores mais baixos dos demais.

Os teores de Pb e Cd encontrados estão abaixo do permitido pela legislação brasileira. O Cr aparece em todos os resíduos do curtume sendo os maiores teores encontrados no lodo oriundo do decantador primário com teor acima do permitido pela legislação para aplicação em áreas agrícola, quando considera o desvio padrão da média (Tabela 1).

Discussão

Na etapa denominada depilação e caleiro removem-se os pelos e o sistema dérmico. Na depilação os íons hidróxila, além de sulfetos e aminas são responsáveis pela ação química sobre os pelos. O caleiro é responsável pelo preparo da pele para o curtimento. Nesta etapa, observa-se uma forte ação sobre o colágeno e outras proteínas, abertura e intumescimento da estrutura fibrosa e ação sobre as gorduras. Vários são os processos de depilação-caleiro utilizados. O mais comum, muito embora apresente graves problemas de poluição, é o sistema cal-sulfeto. Neste sistema, o pH deve estar em torno de 11,5 a

12. O hidróxido de cálcio funciona como fonte de álcali. Sua função é importante, pois o sulfeto de sódio aumenta a alcalinidade e seu efeito sobre o colágeno. Os teores de sulfeto e cal empregados industrialmente são de 2 a 5%, e são obtidos com concentrações de cal na faixa de 2 a 2,5% e de sulfeto, em torno de 2%. Além disso, podem ser usados tenso-ativos na proporção de 0,1 a 0,2%. A alcalinidade dos compostos facilita a penetração e a distribuição uniforme dos agentes do caleiro. Na indústria Curtidora Bom Retiro, AC o sistema adotado é o cal-sulfeto o que explica o caráter alcalino apresentado pelos resíduos.

A umidade do resíduo é um dado importante da caracterização em função de poder limitar a disposição. A grande quantidade de água torna a disposição muito onerosa em função do transporte do mesmo até as áreas de descarte, sendo necessário o resíduo passar por um processo de secagem. Desta forma, o lodo de caleiro foi o que apresentou os menores valores de umidade.

A condutividade elétrica é usada para medir a quantidade de sais presente em solução do solo e no resíduo. Quanto maior a quantidade de sais presente na solução, maior será o valor de CE obtido. O excesso de sais na zona radicular, independentemente dos íons presentes, prejudica a germinação, desenvolvimento e produtividade das plantas [8]. Isso porque uma maior concentração da solução exige da planta um maior dispêndio de energia para conseguir absorver água (efeito osmótico), prejudicando seus processos metabólicos essenciais. Porém, deve ficar claro que cada espécie vegetal possui um nível de tolerância ao excesso de sais.

De acordo com a resolução 375 de Conama [9] os resíduos de decantador primário e águas gerais contêm teores de Cr acima do permitido e não devem ser aplicados a solos agrícolas. Os teores máximos de Cr permitidos em compostos orgânicos de lixo urbano e lodo de esgoto para sua aplicação em solos agrícolas, de acordo com as legislações de alguns países, são listados a seguir em mg kg⁻¹, base seca: Alemanha (100), Suíça (150), EPA (1.200), França (2.000) e Áustria (50 a 300). No Brasil, a proposta de resolução de 26 de outubro de 2006 para a regulamentação de uso agrícola de lodo de esgoto, sugerida pelo Conama, dispõe que o limite máximo de Cr é de 1.000 mg kg⁻¹ (base seca). Para o resíduo de curtume não há, até o momento, uma legislação própria.

De acordo com a legislação do estado do Rio Grande do Sul doses até 1.000 kg/ha podem ser aplicadas na forma de resíduos de curtume [10]. Kray et al. [11] verificaram que tratamentos com 1,3 kg/ha

de Cr não apresentaram efeito fitotóxico no milho e na soja após duas aplicações.

O problema dos altos teores de Cr é a possibilidade de oxidação, sendo necessário avaliar o potencial de oxidação do material de Cr³ para Cr⁶ que é a forma mais tóxica do elemento para seres vivos. Cerca de 80-95% das fábricas do mundo utilizam Cr³ no processo de curtimento do couro. Uma pele curtida com cromo se caracteriza por ser elástica e de fácil polimento, além de possuir grande permeabilidade ao ar e ao vapor.

O uso do Cr é o fator ambiental mais debatido durante todo o processo. O Cr⁶ é tóxico e conhecido por causar irritações na pele e até mesmo câncer. Já o Cr³ tem uma toxicidade bem menor.

Conclusões

O lodo de caleiro apresenta potencial para aproveitamento agronômico por apresentar altos valores de pH, baixa condutividade elétrica e teor de água e teor de elementos traços abaixo dos limites estabelecidos pela legislação.

Agradecimentos

A Exportadora Bom Retiro, a Embrapa Acre e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] MELO, L.C.A. 2007. Caracterização físico-química e comparação de métodos de digestão de resíduos orgânicos. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação UFLA, Lavras, 72p.
- [2] SANTOS, A.M.M.; CORREIA, A.R.; ALEXIM, F.M.B.; PEIXOTO, G.B.T. Panorama do setor de couro no Brasil.

Homepage:

www.bndes.gov.br/conhecimento/setorial/is18_gs2pdf.

- [3] TEIXEIRA, S.T; BERTOTTI, F; PEREZ, D,V; WADT, P.GS. 2008. Alterações nos atributos químicos de solo tratado com lodo de curtume. *Anais... Fert bio*.
- [4] TEDESCO, M.J.; SELBACH, P.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O. 2008. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: SANTOS et al. (Eds.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2ed rev. Porto Alegre: Metrópole, p. 113-135,.
- [5] CHANDRA, R.; BHARAGAVA, R.N.; YADAV, S.; MOHAN, D. 2009. Accumulation and distribution of toxic metals in wheat (*Triticum aestivum* L.) and indican mustard (*Brassica campestris* L.) irrigated with distillery and tannery effluents. *Journal of Hazardous Materials*, 162:1514-1521
- [6] FAO/WHO. 1984. Contaminants. In *Codex Alimentarius*, vol. XVII, Edition 1, FAO/WHO, *Codex Alimentarius Commission*, Rome.
- [7] SELBACH, P. A.; TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C. 1991. Descarte e biodegradação de lodo de curtume no solo. *Revista Couro*, 4:51-62,.
- [8] TOMÉ Jr., J. B. 1997. *Manual para Interpretação de Análise de Solo*. Editora Guaíba: Agropecuária
- [9] CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução n°. 375, de 29 de outubro de 2006. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF.
- [10] RODRIGUES, A.L.M.; ANGHINONI, M.C.M.; TEDESCO, M.J. & GIANELLO, C. 1993. Critérios técnicos para disposição no solo de resíduos sólidos de curtume. In: *CONGRESSO DA UNIÃO INTERNACIONAL DOS QUÍMICOS E TÉCNICOS DA INDÚSTRIA DO COURO*, 22. Porto Alegre. Boletim. Porto Alegre: FEPAM, 14p.
- [11] KRAY,C.H.;TEDESCO,M.J.;BISSANI,C.A; GIANELLO, C. ;SILVA, K.J. 2008. Tannery and coal mining waste disposal on soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:2877-2882.

Tabela 1- Características químicas dos resíduos da indústria de processamento de couro no sistema wet blue.

	Cromo	Cádmio	Chumbo	Umidade	Sólidos totais	pH	CE
CALEIRO							
	-----mg kg ⁻¹ -----			%	g kg ⁻¹		μS cm ⁻¹
Tamanho da amostra	31	31	31	57	57	57	57
Média	18,9	0,5	0,9	84,08	15,92	11,82	1536
Desvio Padrão	22,4	0,0	1,9	16,99	31,00	2,6	31
REFLUXO							
Tamanho da amostra	39	39	39	68	68	68	68
Média	55,82	0,5	6,55	92,76	7,24	10,71	1834,44
Desvio Padrão	107,04	0	36,25	9,29	9,29	2,61	86,79
DECANTADOR							
Tamanho da amostra	42	42	42	71	71	71	71
Média	561,25	0,5	0,62	93,72	6,28	7,8	1793,73
Desvio Padrão	496,47	0,0	0,69	2,18	2,18	1,62	224,81
ÁGUAS GERAIS							
Tamanho da amostra	40	40	40	70	70	70	70
Média	394,92	0,52	0,88	95,49	4,51	8,15	1817,43
Desvio Padrão	511,87	0,11	1,14	3,47	3,47	1,81	111

CARBONO E NITROGÊNIO EM AGREGADOS INFLUENCIADOS POR DIFERENTES USOS EM UM CAMBISSOLO DE BOM JARDIM-RJ

RODRIGO WAGNER PAIXÃO PINTO⁽¹⁾; JULIANA MARTINS FERREIRA⁽¹⁾; THAMYRES LACERDA ROCHA⁽²⁾; YURI XAVIER GIANERINI⁽³⁾; FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO⁽⁴⁾, GUILHERME KANGUSSÚ DONAGEMMA⁽⁴⁾, HEITOR LUIZ DA COSTA COUTINHO⁽⁴⁾, ALUISIO GRANATO DE ANDRADE⁽⁴⁾

RESUMO - Este trabalho teve por objetivo avaliar a compartimentação do carbono e do nitrogênio em diferentes classes de agregados (2,00; 1,00; 0,5; 0,25; 0,125) influenciados por diferentes usos: Mata, Pousio, Pasto, Banana, Mandioca, Horta e Batata. Para tanto, foram coletadas amostras (0-20 cm) utilizando a metodologia dos transectos, em um Cambissolo de Bom Jardim-RJ na região serrana do Rio de Janeiro. Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas na profundidade de 0-20 cm. As classes de agregados (>2; 2-1; 1-0,5; 0,5-0,250 e 0,25-0,125 mm) foram separadas por via úmida. Nas classes de agregados foram determinados o carbono e nitrogênio total, e calculados o estoque de carbono nos agregados para os diferentes usos. A Mata apresentou os maiores teores de C nos agregados, diferindo dos demais usos ($p < 0,01$). Independente do uso, as classes de agregados com maior teor de C foram >2,0; 2-1 e 0,25-0,125 mm. Esse efeito, sobre o teor de N não foi encontrado, havendo diferença apenas entre os usos (sendo o observado na Mata, equivalente aos usos com pousio, banana e batata) foi o que apresentou o maior teor de carbono nas classes de agregados. As maiores reduções nos teores de C foram observadas nos microagregados. Nesse sentido, preservar remanescentes da Mata Atlântica pode representar uma forma de reduzir as emissões de GEE à atmosfera.

Palavras-Chave: (Estoque de carbono; matéria orgânica do solo; agricultura migratória)

Introdução

A Mata Atlântica no decorrer dos anos foi submetida a diversos tipos de usos, devido basicamente aos diferentes ciclos econômicos brasileiros. Ocupava cerca de 1.300.000 km² e atualmente apenas 7% existem de sua cobertura original [1, 2].

Os solos localizados nesse bioma têm por características (de forma bem generalizada) a baixa disponibilidade de nutrientes, argilas com baixa capacidade de troca catiônica, acidez excessiva e baixa

saturação de bases no complexo de troca. A maior parte dos nutrientes é encontrada na forma orgânica, seja na biomassa viva, seja na serrapilheira ou na matéria orgânica do solo (MOS). Destaca-se, portanto, a importância da cobertura vegetal nessa e em regiões tropicais na ciclagem de nutrientes [3]. Em áreas com predomínio de relevo acidentado, como em boa parte desse bioma sofrem acentuadamente com erosão e por isso, sistemas de manejo que preservam a matéria orgânica do solo, podem minimizar as perdas de C e nutrientes dos agroecossistemas.

O agregado representa a expressão de fatores edáficos e climáticos sob a organização das partículas unitárias do solo, de forma a possuir um grau de coesão maior que aquele existente entre os agregados. Porém, essas estruturas são sensíveis ao uso do solo. Vários trabalhos descrevem que o uso do solo reduz o tamanho do agregado, com concomitante redução da sua estabilidade [4, 5, 6]. Avaliar o estado de agregação do solo pode auxiliar o entendimento do impacto de culturas e manejos sobre os estoques de C do solo, além de ser um indicador do estado de degradação física do solo. Ademais, melhorar a estabilidade dos agregados pode ser um meio de se controlar a erosão hídrica em solos tropicais úmidos é através da estabilidade de agregados [7,8], pelo fato de a estabilidade de agregados em água e a erodibilidade do solo serem ligadas diretamente entre si [9].

Este trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição do C orgânico e Nitrogênio de diferentes classes de agregados de um Cambissolo Háplico sob diferentes usos, num sistema de agricultura migratória.

Material e Métodos

A área estudada situa-se no Sítio Cachoeira, cujo proprietário é o Sr. Antônio Isaltino Sandre, localizada nas coordenadas geográficas 22° 09' 62'' S e 42° 17' 14'' W e altitude em torno de 900m, no 4° distrito de Barra Alegre, Município de Bom Jardim, RJ. O relevo local e regional é classificado como montanhoso. Seu domínio florístico é a Floresta Ombrófila Densa. O tipo climático é o mesotérmico úmido, tendo calor bem distribuído o ano

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Graduando do departamento de Geografia e Meio Ambiente da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RIO. Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea – Rio de Janeiro, RJ. CEP: 22453-900. Email: rodrigowpp@hotmail.com

⁽²⁾ Segundo Autor é Graduando de Estatística da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Av. Pedro Calmon, nº 550, Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ - CEP 21941-901.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Graduando de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Fluminense – UFF. Rua Passo da Pátria 156, bloco D, São Domingos, Niterói, RJ, CEP 24210-240.

⁽⁴⁾ Quarto autor é Pesquisador Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, RJ, CEP –22460-000. Apoio financeiro: FAPERJ/CNPQ.

inteiro e com pouco ou nenhum déficit hídrico. A precipitação média anual é de 1.400mm concentrados no verão, segundo a Estação Meteorológica de Nova Friburgo. O solo é predominantemente CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico.

Para amostragem foi utilizados o método dos transectos, com a amostragem em sete usos: Mata, Pousio, Pasto, Banana, Mandioca, Horta e Batata. Foram utilizados três transectos para as amostragens, perfazendo três repetições. Sob cada uso foram coletados blocos de 20 x 10 x 5 cm (altura x comprimento x largura), para a segregação dos agregados utilizando a metodologia citada por Castro Filho et. al [10]. Resumidamente, foram utilizadas 25g de amostras, em duplicata. As mesmas foram umedecidas e secas ao ar por duas horas. Depois, as amostras foram colocadas no Yoder por 15 minutos para a segregação dos agregados via úmida, onde foram separadas nas classes de >2,00; 2-1; 1-0,5; 0,5-0,25; 0,25-0,125. Após este procedimento, as amostras foram levadas à estufa de circulação de ar à 65° graus por 48 horas.

A partir da segregação dos agregados, as amostras foram secas ao ar, maceradas em almofariz e passadas numa peneira (0,210 mm) para homogeneização das amostras. Essas foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo, Planta e Água (LASP) da Embrapa Solos para análise dos teores de C e N. Foi utilizado um analisador por combustão seca, modelo Perkim Elmer, CHN.

Esses dados foram utilizados conjuntamente com o peso de cada classe de agregado para a estimativa do estoque de C (g 25g) em cada classe.

As variáveis (C e N) foram submetidas à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade e sendo detectada diferenças entre os usos (fontes de variação), utilizou-se o teste de Tukey, como método de comparação de médias. Foi utilizado o programa SAS nas para essas análises.

Resultados

Teor de C e N nos agregados

Os teores de C do solo variaram de 1,07 até 4,46 g kg⁻¹, com a Mata apresentando valores significativamente (p<0,01) maiores que os demais usos independentes da classe dos agregados. Não houve diferença entre os demais usos do solo, embora os teores tenham se sido distintos em cada uso. O maior impacto foi para o uso com Banana e o menor para aquelas cultivadas com Batata (Tabela 1). A redução no teor de C do solo após a conversão da floresta nos diferentes usos foi (em média) de 49%, sendo essa perda sentida em maior magnitude na classe de agregado de menor tamanho.

Os maiores teores de C foram encontrados nos agregados maiores (>2 e 1-2 mm) para a Mata e na maior e menor classe para os demais usos da terra, não havendo diferença entre usos, ou seja, o teor de C foi

maior nos maiores agregados e o menor, independente do uso.

Os teores de N não apresentaram diferenças (p>0,05) entre as classes de agregados, independente do uso, embora os maiores valores de N tenham sido encontrados nas classes de 2 mm. A Mata apresentou sempre os maiores teores do elemento, independente da classe do agregado avaliada e do uso, a exceção das classes 0,5 e 0,125 mm sob solo cultivado com batata. Sob o pasto foi observado os menores teores de N (Tabela 2). Os teores de N da Mata foi equivalente aos usos: pousio, banana e batata.

Os estoques de C (g de C por kg de agregados, g kg⁻¹) nos agregados variaram, em relação ao manejo (Figura 1), de 4,06 g kg⁻¹ (Mata) até 1,42g kg⁻¹ (Banana). Mais de 85% do C de todos os agregados estavam retidos nos macroagregados maiores >2,00mm, independente da área amostrada.

Discussão

A redução dos teores de C nas diferentes classes de agregados observada em áreas sob manejo agropecuário está de acordo com diversos outros trabalhos, e relaciona-se com a retirada da cobertura florestal da propriedade e ruptura dos agregados [4,19], embora outros (em menor número) tenham detectado o oposto avaliando camadas diferentes de solo [19,21]. Embora saídas por erosão nesse tipo de ambiente possam ser significativas, nessa mesma propriedade foi utilizado o Cs¹³⁷ como traçador de processos erosivos, não sendo detectadas alterações significativas nas quantidades de sedimentos carregados por escorrimento superficial na propriedade estudada [11].

Em áreas sob banana foi observada redução de 41% nos teores de C do solo. O baixo valor de C no manejo com banana, pode ser relacionado com o fato de ser reduzida a decomposição dos resíduos da bananeira [12], e por isso pequena sua incorporação ao solo. As menores reduções foram observadas em solo sob batata provavelmente pela introdução de fertilizantes nitrogenados a área. É sabido que os teores e os estoques de C do solo podem se elevar quando N é introduzido (química ou biologicamente) aos agroecossistemas [13, 14, 15] e estando o teor de N mais elevado nesse uso, especula-se que essa hipótese possa ser verdadeira.

A área sob uso de horta teve seu teor de C reduzido significativamente (49,5%), comparando-se a Mata, muito provavelmente pelo revolvimento do solo durante manejo da horta. As áreas sob pastagem, pousio e mandioca tiveram teores de C inferiores ao da Mata, mas superiores a banana e a horta. Embora as pastagens são reconhecidamente estocadoras de C no solo, dado a interação que sistema radicular fasciculado e os fungos micorrízicos possuem na construção e estabilização de agregados do solo [16], acredita-se que nesse trabalho esse comportamento não tenha sido detectado em função da profundidade de amostragem (0-20 cm). Alguns outros comentam que áreas sob diferentes usos podem apresentar a concentração e os estoques de C superiores ao de florestas adjacentes, sendo esse efeito detectado apenas quando se avalia profundidades maiores [19,20].

A redução nos teores de N do solo de áreas sob os diferentes usos, em relação a Mata evidencia a importância

da qualidade da serapilheira na estabilização também do N no Cambissolo amostrado e provavelmente uma contribuição da fixação biológica de N₂ de espécies da mata. Embora o agricultor adicione N mineral as áreas de plantio, sob a Mata é que foi observado o maior teor do elemento. Em áreas de pasto foi observado o menor teor. Mesmo que alguns autores demonstrem que gramíneas podem fixar N₂ em associação simbiótica com bactérias endofíticas [17, 18], não ficou evidente o benefício dessa associação para o pasto amostrado. Provavelmente os baixos aportes de nutrientes nessa área (incluindo em P), possam estar limitando a simbiose entre os organismos e a produtividade da pastagem, com conseqüências expressivas nos teores de C e N da mesma.

Com relação a partição do C e do N nas diferentes classes de agregados foi observado que as maiores concentrações de C estavam presentes na classe de 2 mm, corroborando com que Pinheiro et. al [4] e Passos et. al [5] encontraram. Porém, assim como encontrado por Pinheiro et. al [4] e Madari et. al [19], sob a floresta foram observados também teores de C elevados nas classes menores de agregados. As maiores variações nos teores de C foram relacionadas com os agregados de menor tamanho (0,250-0,125 mm). Em média o uso do solo reduziu em 58% o teor de C do solo. Nas demais classes a redução foi equivalente a 45,1; 45,7; 50,5 e 46,7%, para as classes >2; 1-2; 1-0,5; 0,5-0,250mm, respectivamente. Resultados semelhantes, embora que para Latossolo Vermelho, foram encontrados por Passos et. al [5]. Esses autores atribuíram tal fato a maior quantidade de N mineralizável em classes menores de agregados. Para o N, foi observada a mesma tendência de distribuição do N nas classes de agregados.

Os estoques de C no conjunto de agregados de solo sob Mata e em áreas sob diferentes usos (Figura 1) demonstram que a maior parte do C protegido nos agregados é perdida para a atmosfera ou lençol freático (já que a erosão é reduzida na área em estudo [11]). Interessante notar, porém, que embora o diâmetro médio geométrico e o ponderado dos agregados sob os diferentes usos não tenham sofrido redução significativa, em relação a Mata (dados não publicados), os estoques reduziram-se, indicando que para o caso em estudo, o DMG e DMP não foram sensíveis aos usos, mas que o teor de C dos macroagregados e microagregados (m especial) e o estoque de C nas diferentes classes o foram.

A dinâmica de entrada e saída de C e nutrientes de em sistema devem ser bem estudadas para que conclusões precitadas não sejam apresentadas quanto ao melhor uso, mas parece evidente que a manutenção da Mata proporciona, ao menos, maior potencial de estocagem de C no solo; sendo o uso determinante para que esse C seja perdido.

Conclusões

- Os diferentes usos da terra estudados reduziram os teores e estoques de C nos agregados do Cambissolo, comparativamente a área de Mata;
- Os maiores teores de C e N foram encontrados nos maiores macroagregado (>2 e 2-1 mm) e menores nos microagregado (0,250-0,125 mm), independente do uso, sendo as maiores nesses valores observadas para os microagregados;
- O teor de N não diferiu entre as classes de agregados, mas entre os usos, havendo superioridade nos teores do elemento para as áreas de Mata, pousio, banana e batata.
- Preservar remanescentes da Mata Atlântica pode representar uma forma de reduzir as emissões de GEE à atmosfera.

Agradecimentos

Agradecemos a FAPERJ pelo financiamento deste trabalho.

Referências

- [1] MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G., KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- [2] SOS MATA ATLÂNTICA/ INPE/ ISA. 2001. *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica*.
- [3] GOLLEY, F.B. et al. 1978. *Ciclagem de nutrientes em um ecossistema de floresta tropical úmida*. São Paulo: EDUSP, p.82-87.
- [4] PINHEIRO, E.F.M., PEREIRA, M.G., ANJOS, L.H.C. 2004. Aggregate distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 77, p. 79-84.
- [5] PASSOS, R. R., RUIZ, H. A., MENDONÇA, E. S., CANTARUTTI, R. B. 2007. Carbono Orgânico e Nitrogênio em agregados de um Latossolo Vermelho Distrófico sob duas coberturas vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viscosa*, v. 31, p. 1109-1118.
- [6] BARRETO, R. C.; MADARI, B. E.; MADDOCK, J. E. L.; MACHADO, P. L. O. A.; TORRES, ELENO; FRANCHINI,.; COSTA, A. R. 2009. The impact of soil management on aggregation, carbon stabilization and carbon loss as CO₂ in the surface layer of a Rhodic Ferralsol in Southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 132, p. 243-251.
- [7] ROTH, C.H.; PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; MEYER, B.; FREDE, H.-G. 1986. Efeitos das aplicações de calcário e gesso sobre a estabilidade de agregados e infiltração de água em um Latossolo Roxo cultivado com cafeeiros. *Revista Brasileira Ciência do Solo, Viçosa*, v. 10, p. 163-166.
- [8] CASTRO FILHO, C.; VIEIRA, M. J.; CASÃO JUNIOR., R. 1991. Tillage methods and soil and water conservation in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 20, p. 271-283.
- [9] KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.) *Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods*. Madison, WI: Soil Science Society of America, p. 425-442. (Agronomy Monograph N. 9).
- [10] CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. 1998. Estabilidade de agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de

preparo das amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 22, p. 527-538.

- [11] ARAÚJO, E. S. *et al.* 2006. Avaliação do Manejo Agrícola Adotado em Propriedade Familiar da Região Serrana Fluminense quanto ao Potencial de Conservação do Solo. *Circular Técnica*, 15. *Embrapa Agrobiologia*.
- [12] GIANERINI, Y. X., MIRANDA, J. P. L., DONAGEMMA, G. K., BALIEIRO, F. C., LIMA, R. L., COUTINHO, H. L. C. 2008. Estabilidade de Agregados influenciada por diferentes manejos em Cambissolos de Bom Jardim. *XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água*. Rio de Janeiro.
- [13] EVANGELOU, V. & BLEVINS, R.L. 1984. Soil-solutions phase interactions of basic cations in long-term tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49:357-362.
- [14] RESH, S.C.; BINKLEY, D. & PARROTA, J.A. 2002. Greater soil carbon sequestration under nitrogen-fixing trees compared with Eucalyptus species. *Ecosystems*, 5:217-231.
- [15] SISTI, C. P. J., SANTOS, H. P., KOHHAN, R., ALVES, B. J. R., URQUIAGA, S., BODDEY, R.M. 2004. Change in carbon and nitrogen in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 76, p. 39-58.
- [16] TISDALL, J.M., OADES, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33: 141-163.
- [17] BALDANI, J. I.; CARUSO, L.; BALDANI, V. L. D.; GOI, S. R.; DÖBEREINER, J. 1997. Recent advances in BNF with non-legume plants. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 29, nº 5/6, p. 911-922.
- [18] BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R. M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O. C.; REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; PEREIRA, J. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. 2004. Nitrogen Cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. *Agriculture, ecosystems and Environment*, v. 103, p. 389 – 403.
- [19] MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A.; TORRES, E.; ANDRADE, A. G.; VALENCIA, L. I. O. 2005. No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in Rhodic Ferralsol from southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 80, p. 185-200.
- [20] MACHADO, P.L.O.A., SOHI, S.P., GAUNT, J.L. 2003. Effect of no-tillage on turnover of organic matter in a Rhodic Ferralsol. *Soil User and Management*, 19:250-256.

Tabela 1. Teores de Carbono em diferentes classes de agregados (g kg^{-1}).

Manejos	Classes de agregados (mm)				
	>2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,125
Mata	4,46 ± 1,28 A ^a §	3,42 ± 1,09 Aab	2,57 ± 0,81 Ab	2,97 ± 1,06 Ab	2,91 ± 0,39 Aab
Mandioca	2,20 ± 0,21 Ba	1,55 ± 0,07 Bab	1,30 ± 0,04 Bb	1,51 ± 0,09 Bb	1,76 ± 0,23 Bab
Pousio	2,03 ± 0,40 Ba	1,35 ± 0,20 Bab	1,15 ± 0,10 Bb	1,20 ± 0,17 Bb	1,64 ± 0,24 Bab
Banana	1,54 ± 0,16 Ba	1,28 ± 0,14 Bab	1,07 ± 0,08 Bb	1,34 ± 0,19 Bb	1,35 ± 0,19 Bab
Batata	2,29 ± 0,29 Ba	1,90 ± 0,26 Bab	1,86 ± 0,41 Bb	1,71 ± 0,29 Bb	2,30 ± 0,32 Bab
Horta	1,72 ± 0,13 Ba	1,61 ± 0,19 Bab	1,20 ± 0,09 Bb	1,21 ± 0,03 Bb	1,48 ± 0,08 Bab
Pasto	2,28 ± 0,38 Ba	1,68 ± 0,36 Bab	1,20 ± 0,13 Bb	1,36 ± 0,27 Bb	1,60 ± 0,33 Bab

* Letras maiúsculas, numa mesma coluna, descrevem que há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os usos quanto aos teores de C daquela classe de agregado; § Letras minúsculas diferentes, numa mesma linha, indicam que as classes de agregados diferem significativamente ($p < 0,05$) quanto ao teor de C pelo teste Tukey a 5%

Tabela 2. Teores de N em diferentes classes de agregados (g kg^{-1}).

Manejos	Classes de agregados (mm)				
	>2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,125
Mata	0,49 ± 0,18 A	0,38 ± 0,13 A	0,32 ± 0,12 A	0,34 ± 0,10 A	0,32 ± 0,06 A
Mandioca	0,31 ± 0,03 BCD	0,25 ± 0,01 BCD	0,22 ± 0,02 BCD	0,24 ± 0,01 BCD	0,26 ± 0,04 BCD
Pousio	0,35 ± 0,05 ABC	0,30 ± 0,02 ABC	0,27 ± 0,01 ABC	0,24 ± 0,01 ABC	0,29 ± 0,02 ABC
Banana	0,30 ± 0,02 ABC	0,29 ± 0,01 ABC	0,30 ± 0,03 ABC	0,31 ± 0,02 ABC	0,29 ± 0,02 ABC
Batata	0,35 ± 0,03 AB	0,32 ± 0,05 AB	0,32 ± 0,04 AB	0,29 ± 0,03 AB	0,36 ± 0,03 AB
Horta	0,26 ± 0,05 CD	0,24 ± 0,04 CD	0,23 ± 0,04 CD	0,22 ± 0,05 CD	0,20 ± 0,06 CD
Pasto	0,25 ± 0,04 D	0,15 ± 0,03 D	0,12 ± 0,02 D	0,16 ± 0,03 D	0,20 ± 0,03 D

* Letras maiúsculas, descrevem efeito do uso apenas. Não houve efeito da classe de agregado, por isso o conjunto de letras maiúsculo foi repetido para as colunas; § Devido à ausência de significância do efeito da classe, não foi inserido letras minúsculas na tabela.

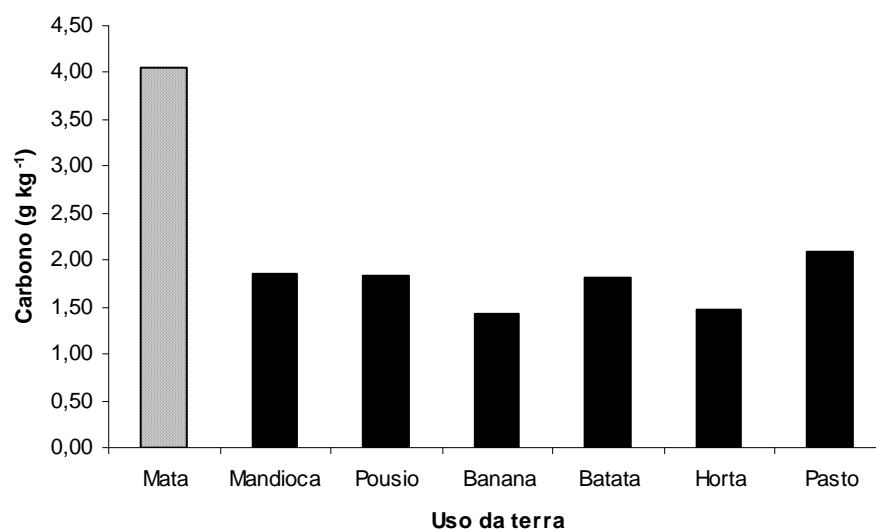


Figura 1. Estoque de carbono ($\text{g de C por kg de agregados}$) em áreas sob diferentes usos na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, Bioma Mata Atlântica.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Carbono orgânico total e substâncias húmicas em Latossolo sob diferentes manejos”

PAULO CARDOSO DE LIMA¹, EGÍDIO BEZERRA NETO²

RESUMO - Sistemas agrícolas que envolvem a reposição de resíduos vegetais apresentam potencial de manter o teor de carbono orgânico total (COT) do solo e de influenciar a proporção de substâncias húmicas (SH) importantes para melhorar a qualidade do solo e contribuir para a sustentabilidade ambiental. O objetivo desta pesquisa foi o de avaliar os teores de COT e das SH em Latossolos Amarelos da zona da mata norte do estado de Pernambuco sob sistema agroflorestal, floresta nativa, agricultura de subsistência e cultivo de cana-de-açúcar, considerando-se as camadas de 0-5, 5-20 e 20-40 cm. O sistema agroflorestal contribuiu para manter o teor de COT do solo. Nas camadas de 0-5 e 5-20 cm este sistema foi o que mais se aproximou da floresta na manutenção do COT; na camada de 20-40 cm, o sistema agroflorestal também contribuiu para manter o teor de COT. O cultivo da cana-de-açúcar não foi eficiente em manter o COT nas camadas mais superficiais, mas foi equivalente à floresta na camada 20-40 cm. O sistema de agricultura de subsistência mostrou-se ineficiente na manutenção do COT. Em todas as camadas de todos os manejos, o teor de carbono na fração ácidos fúlvicos predominou sobre o correspondente na fração ácidos húmicos. Os teores de carbono na fração húmica foram sempre superiores à soma dos teores correspondentes das frações ácidos fúlvicos e ácidos húmicos.

Palavras-Chave: Latossolo Amarelo, substâncias húmicas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, húmica.

Introdução

O Sistema Agroflorestal de Sucessão Vegetal Acelerada (SASVA), um dos manejos agrícolas focalizados neste trabalho, inclui o cultivo diversificado de espécies herbáceas, arbustivas e florestais, procurando-se introduzir as espécies segundo o processo de sucessão natural [1]. A substituição da vegetação florestal por atividade agrícola normalmente afeta não apenas a quantidade, mas também a qualidade da matéria orgânica do solo (MOS). Com relação à quantidade, depois de certo período da remoção da floresta geralmente há uma redução do teor do carbono orgânico total (COT) do solo, com exceção de algumas das áreas em que são introduzidas gramíneas. A redução do COT na

substituição da cobertura florestal por culturas anuais é maior que a da substituição por culturas permanentes. Pode haver um aumento inicial do COT devido ao apodrecimento de raízes, mas em seguida, com a decomposição rápida da MOS, verifica-se a diminuição desse teor. A redução do COT deve-se: (a) ao desaparecimento da serapilheira e diminuição do aporte de resíduos vegetais; (b) ao aumento de oxigenação do solo e atividade microbiana aeróbica com conseqüente mineralização da MOS; e (d) ao aumento da erosão pela remoção da cobertura vegetal e da serapilheira protetora do solo. Em áreas tropicais, tanto no pousio como na floresta secundária, ou ainda no reflorestamento, comumente ocorre a elevação do teor de COT, mas é necessário um longo período de tempo para se recuperar o teor original. Parte significativa das alterações verificadas após a remoção da cobertura vegetal nativa deve-se às variações no teor e qualidade da MOS. Normalmente a MOS representa uma fração modesta da massa dos solos minerais, mas tem profunda influência nas propriedades do solo e do ecossistema em geral. Dentre os componentes da MOS destacam-se as substâncias húmicas (SH) que encerram a maior parte (85 a 90%) do carbono orgânico dos solos minerais [2]. Nos sistemas agroflorestais orgânicos, a reposição da matéria orgânica pode ser constante, assegurando, com a humificação, presença de moléculas orgânicas (polímeros ou supramoléculas) importantes para o suprimento de nutrientes e manutenção das boas propriedades do solo. O principal objetivo deste trabalho, realizado na Zona da Mata Norte de Pernambuco, em ambientes com Latossolos Amarelos, foi o de avaliar a influência do manejo nos teores de COT e nos teores e proporções das SH em solos com alto grau de intemperismo.

Material e Métodos

A. Localização e caracterização das áreas estudadas

O estudo foi realizado no ambiente dos Tabuleiros Costeiros, nos municípios de Abreu e Lima e Igarassú, na zona da mata norte de Pernambuco onde predominam solos da classe dos Latossolos Amarelos distróficos com textura variando de média a argilosa. O relevo local varia de plano a suavemente ondulado e o material de origem dos solos pertence ao Grupo Barreiras, do período Terciário, constituído por sedimentos argilosos e argilo-arenosos. A vegetação primária corresponde à floresta tropical

¹ Pesquisador da Embrapa Solos / UEP Recife, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51020-240. E-mail: paulo@uep.cnps.embrapa.br.

² Professor Associado da UFRPE/Dep. de Química, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP 52171-900. E-mail: egidio@dq.ufrpe.br.

subperenifólia, que originalmente predominava na zona da mata do estado de Pernambuco. O clima é representado, segundo a classificação de Köppen, pelos tipos As' e Ams' [3].

B. Área com floresta e manejos estudados

Os estudos foram conduzidos em 12 áreas, abrangendo três áreas para cada um dos seguintes manejos: a) floresta nativa, remanescente de vegetação da Mata Atlântica, em preservação há pelo menos 40 anos; b) sistema agroflorestal, tendo sido estudado o SASVA no qual foram selecionadas para semeadura ou plantio espécies vegetais herbáceas, arbustivas e arbóreas, segundo os processos sucessionais naturais [1]; c) agricultura de subsistência, que consistiu na rotação de macaxeira ou mandioca, milho e feijão, sendo a preparação do solo e o plantio realizados com enxada; e d) cultivo de cana-de-açúcar com operações mecanizadas de gradagem, subsolagem, eliminação de soqueira e sulcamento, e colheita manual, após queima da palha.

C. Análises químicas e procedimentos estatísticos

Foi feita a determinação do COT do solo conforme o método da EMBRAPA [4], e o fracionamento e determinação do teor de carbono das frações conforme Mendonça & Matos [5]. Foi obedecido um plano de amostragem sistemático [6], com amostras coletadas em intervalos espaciais regulares (Figura 1). O delineamento experimental consistiu de um fatorial 4 x 3, inteiramente casualizado, compreendendo quatro tratamentos: floresta, agrofloresta, agricultura de subsistência e cana-de-açúcar. Para cada tratamento foram selecionadas três áreas, cada uma delas com 2000 m² (40m x 50m), totalizando doze áreas de estudo. Em cada uma destas áreas foram coletadas, em 10 pontos (Figura 1), amostras de solo, nas camadas de 0-5, 5-20 e 20-40 cm, perfazendo, para cada análise, 30 repetições por tratamento em cada camada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, usando-se o programa ASSISTAT [7].

Resultados e Discussão

A. Teores de carbono orgânico total

O teor de COT dos solos sob floresta na camada de 0-5 cm, foi significativamente superior aos dos solos sob os outros manejos (Tabela 1). Os solos sob agrofloresta tiveram os teores mais próximos aos dos solos da floresta, sendo significativamente superiores aos dos solos sob cultivo de subsistência e sob cana-de-açúcar. Considerando as camadas de 0-5 e 5-20 cm, os teores de COT da floresta e agrofloresta foram superiores aos dos outros dois tratamentos. No entanto, na camada de 20-40 cm, o cultivo da cana-de-açúcar, apesar da prática da queimada, e de não receber vinhaça ou não ter reposição de matéria orgânica, mostrou-se equivalente à floresta e superior ao manejo agroflorestal na manutenção do teor de COT. Por sua

vez, a cultura de subsistência foi a que apresentou menor teor de COT. Observa-se que os teores de COT, como normalmente ocorre, decrescem em profundidade, exceto nos solos sob cana-de-açúcar, onde não houve variação significativa entre as diferentes camadas. Considerando-se que os solos sob agrofloresta estiveram anteriormente sob cultura de subsistência, e que os solos de todos os três manejos (agrofloresta, cultura de subsistência e cultura de cana-de-açúcar) estiveram no passado sob floresta, os resultados das camadas de 0-5 e 5-20 cm confirmaram que a floresta, seguida pelo manejo agroflorestal foram superiores à cultura de subsistência e ao cultivo da cana-de-açúcar em manter ou aumentar o C orgânico superficial. Sistemas de agricultura orgânica, em que há adição regular de material orgânico ao solo, também têm elevado ou mantido em níveis satisfatórios o teor de MOS. Sistemas agroflorestais, especialmente como o do SASVA estudado nesta pesquisa, que também evitam inversão da camada superficial e destorroamento do solo, propiciam o aporte freqüente de resíduos vegetais ao solo e aproximam-se mais da diversidade de plantas da floresta, favorecendo a manutenção de níveis satisfatórios da MOS.

B. Teores e proporções de carbono das substâncias húmicas

1. Ácidos fúlvicos

Os teores de carbono na fração ácidos fúlvicos (CAF) (Tabela 1) dos solos sob agrofloresta, agricultura de subsistência e cultura de cana-de-açúcar na camada mais superficial (0-5 cm) foram estatisticamente equivalentes entre si e significativamente inferiores ao correspondente da floresta. Na camada subsequente, de 5-20 cm, os teores de CAF dos solos da agrofloresta foram intermediários entre os da floresta (mais altos) e os da cultura de subsistência e da cultura de cana-de-açúcar (mais baixos). Na camada 20-40 cm os teores de CAF dos solos sob agrofloresta foram equivalentes aos correspondentes da floresta, sendo estes teores intermediários entre o do cultivo de cana-de-açúcar (superior a todos) e o da agricultura de subsistência (inferior a todos). Seguindo o comportamento do COT, os teores de CAF decresceram em profundidade, exceto na cultura de cana-de-açúcar.

2. Ácidos húmicos

Nas camadas de 0-5 e 5-20 cm os teores de carbono na fração ácidos húmicos (CAH) ocorreram distribuídos da mesma forma que os teores de CAF. Os solos sob agrofloresta, agricultura de subsistência e cultivo de cana-de-açúcar tiveram teores de CAH da camada mais superficial (Tabela 1) estatisticamente equivalentes e inferiores aos dos solos sob floresta. Na camada de 5-20 cm, os teores de CAH da floresta e agrofloresta são equivalentes entre si e superiores aos correspondentes dos outros tratamentos, também equivalentes entre si. Na camada mais inferior, todos os solos apresentam teores equivalentes. Os teores de CAH tenderam a ser menores que os de CAF. Como os teores de COT e CAF, os teores de CAH também decrescem em profundidade, exceção para a cultura de cana-de-açúcar.

3. Humina

Constatou-se, em todas as camadas dos diferentes manejos, que os teores de carbono da fração humina (CHU) (Tabela

1) foram superiores aos teores de CAF e de CAH. Esta predominância do CHU está de acordo com resultados de pesquisas anteriores em solos tropicais [8,9]. As camadas 0-5 e 5-20 cm dos solos sob floresta e agrofloresta apresentaram teores de CHU significativamente maiores que os correspondentes da agricultura de subsistência e do cultivo de cana-de-açúcar.

C. Relação CAH/CAF

As médias obtidas para a relação CAH/CAF com valores inferiores a 1,00 mostraram (a) predominância da CAF sobre CAH, para todos os tratamentos e camadas e (b) certa tendência da relação (não confirmada estatisticamente) a baixar em profundidade (Tabela 1). Estas duas características da relação CAH/CAF tenderam a seguir o padrão para solos intemperizados tropicais, ricos em óxidos e sesquióxidos de Fe e Al. A predominância do CAF em solos tropicais também foi constatada por outros autores [10,11 e 12].

D. Correlação entre COT e SH

A análise de correlação entre os teores de COT e dos componentes das SH (CAF, CAH e CHU) de todos os manejos e camadas revelou correlações lineares fortes indicando que as proporções dos componentes estão equilibradas para os solos estudados, ou seja, que os teores de cada componente das SH tenderam a crescer na mesma proporção que os teores de COT (Figura 2).

Conclusões

1) O sistema agroflorestal contribuiu para a manutenção do teor de carbono orgânico total (COT) do solo. Na camada mais superficial (0-5 cm), o sistema agroflorestal foi o que mais se aproximou da floresta na manutenção do COT; nas camadas de subsequentes (5-20 e 20-40 cm), o sistema agroflorestal foi equivalente à floresta na manutenção do COT.

2) O cultivo de cana-açúcar envolvendo as práticas de aração e gradagem e a queima da palhada contribuiu para a diminuição do COT superficial (0-20 cm), mas foi eficiente, capaz de manter este teor na camada 20-40 cm em relação ao solo sob floresta.

3) A agricultura de subsistência, sem reposição de material orgânico, acarretou diminuição dos teores de COT em relação à floresta.

4) Em todos os manejos os solos apresentaram predominância da fração ácidos fúlvicos sobre a fração ácidos húmicos. Já o teor de carbono na fração humina

em todas as camadas de todos os manejos foi superior aos teores de carbono conjuntamente das frações ácidos fúlvicos e ácidos húmicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos engenheiros agrônomos Paulo Roberto de Araújo Viana e Dinara Graziela Alves pela ajuda nas análises de laboratório.

Referências

- [1] GÖTSCH, E. 1995. *O renascer da agricultura*. Rio de Janeiro, AS-PTA. 24p.
- [2] SILVA, I.R. & MENDONÇA, E.S. 2007. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. L. C. (Eds.), *Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS, p.275-374.
- [3] ARAÚJO FILHO, J. C.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B.; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R. et al. 2000. *Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco*. Recife: Embrapa Solos – UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 252p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11).
- [4] EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.
- [5] MENDONÇA, E.S. & MATOS, E.S. 2005. Matéria orgânica do solo; métodos de análises. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 107p.
- [6] PETERSEN, R.G. & CALVIN, L.D. 1965. Sampling. In: BLACK, C.A., (Ed.). *Methods of soil analysis: Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison: American Society of Agronomy, Part 1. p.54-71.
- [7] SILVA, F.A.S. 2008. [Online]. ASSISTAT Versão 7.5 beta. Homepage: <http://www.assistat.com>
- [8] CANELLAS, L.P.; BERNER, P.G.; SILVA, S.G. da; SILVA, M.B.; SANTOS, G.A. 2000. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma topossequência no Estado do Rio de Janeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 133-143.
- [9] CUNHA, T.J.F. 2005. *Ácidos húmicos de solos escuros da Amazônia*. Tese de doutorado, UFRJ, Seropédica, Rio de Janeiro, 140p.
- [10] CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHO, J.F.G.P.; ROUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E. & SANTOS, G.A. 2003. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhicho e adição de vinhaça por longo tempo. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:935-944.
- [11] CUNHA, T.J.F.; RIBEIRO, L.P.; PALMIERI, F.; SILVA, E.F. & CONCEIÇÃO, M. 2003. Caracterização e natureza do húmus de latossolos amarelos coesos de tabuleiro na região do recôncavo baiano. *Magistra*, 15:147-154.
- [12] BARRETO, A.C. 2005. *Qualidade do solo de uma microbacia do Rio Una (Aliança) – BA sob diferentes usos da terra*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 64p.

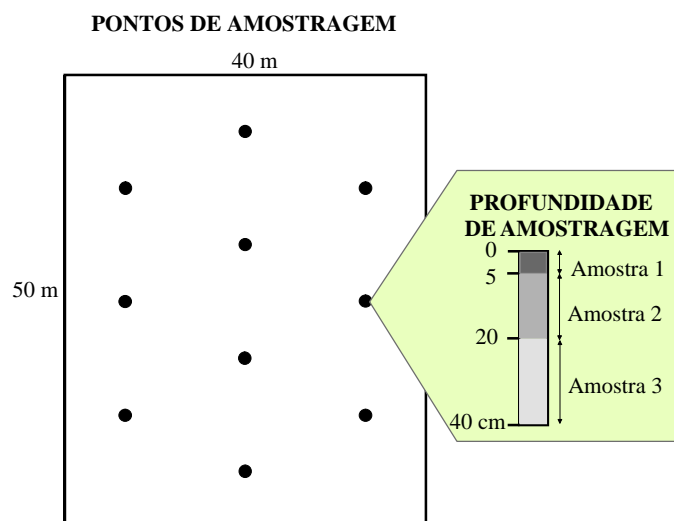


Figura 1. Esquema de amostragem de cada uma das doze áreas estudadas, assinalando os 10 pontos de coleta de amostras, e destacando as camadas coletadas para análises.

Tabela 1. Carbono orgânico total, nas substâncias húmicas, não-húmicas e relação CAH/CAF para os diferentes sistemas de manejos e camadas em Latossolos da Zona da Mata de Pernambuco

Camada (cm)	Manejo				
	FLO	AGF	SUB	CAN	
-----COT (%)-----					
0 – 5	1,79Aa	1,46Ba	1,19Ca	1,17Ca	
5 – 20	1,39Ab	1,30Aa	0,99Ba	1,03Ba	
20 – 40	0,98Ac	0,91ABb	0,73Bb	1,13Aa	
-----CAF (%)-----					
0 – 5	0,40Aa	0,31Ba	0,24Ba	0,26Ba	
5 – 20	0,30Ab	0,28ABa	0,22Ba	0,22Ba	
20 – 40	0,21ABc	0,20ABb	0,15Bb	0,25Aa	
-----CAH (%)-----					
0 – 5	0,33Aa	0,23 Ba	0,23Ba	0,22Ba	
5 – 20	0,24Ab	0,23ABa	0,18Bab	0,18Ba	
20 – 40	0,16Ac	0,15Ab	0,13Ab	0,18Aa	
-----CHU (%)-----					
0 – 5	0,72 Aa	0,60 Ba	0,50 BCa	0,45 Ca	
5 – 20	0,57 Ab	0,56 Aa	0,41 Bab	0,39 Ba	
20 – 40	0,44 Ac	0,40 ABb	0,32 Bb	0,48 Aa	
-----CAH/CAF-----					
Manejo					
	FLO	AGF	SUB	CAN	MÉDIA
0 – 5	0,85 ABa	0,80 Ba	0,98 Aa	0,86 ABa	0,87 a
5 – 20	0,88 Aa	0,84 Aa	0,85 Aa	0,85 Aa	0,86 ab
20 – 40	0,81 Aa	0,76 Aa	0,85 Aa	0,75 Aa	0,79 b

Letras maiúsculas comparam diferenças entre os manejos, e minúsculas, entre camadas do solo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Médias de trinta repetições. Manejos: FLO – floresta, AGF – agrofloresta, SUB – agricultura de subsistência, CAN – cana-de-açúcar. Variáveis: COT – carbono orgânico total; CAF – carbono na fração ácidos fúlvicos; CAH – carbono na fração ácidos húmicos; CHU – carbono na fração húmina; CNHUM – carbono nas substâncias não-húmicas; Relação CAH/CAF – carbono na fração ácidos húmicos/carbono na fração ácidos fúlvicos.

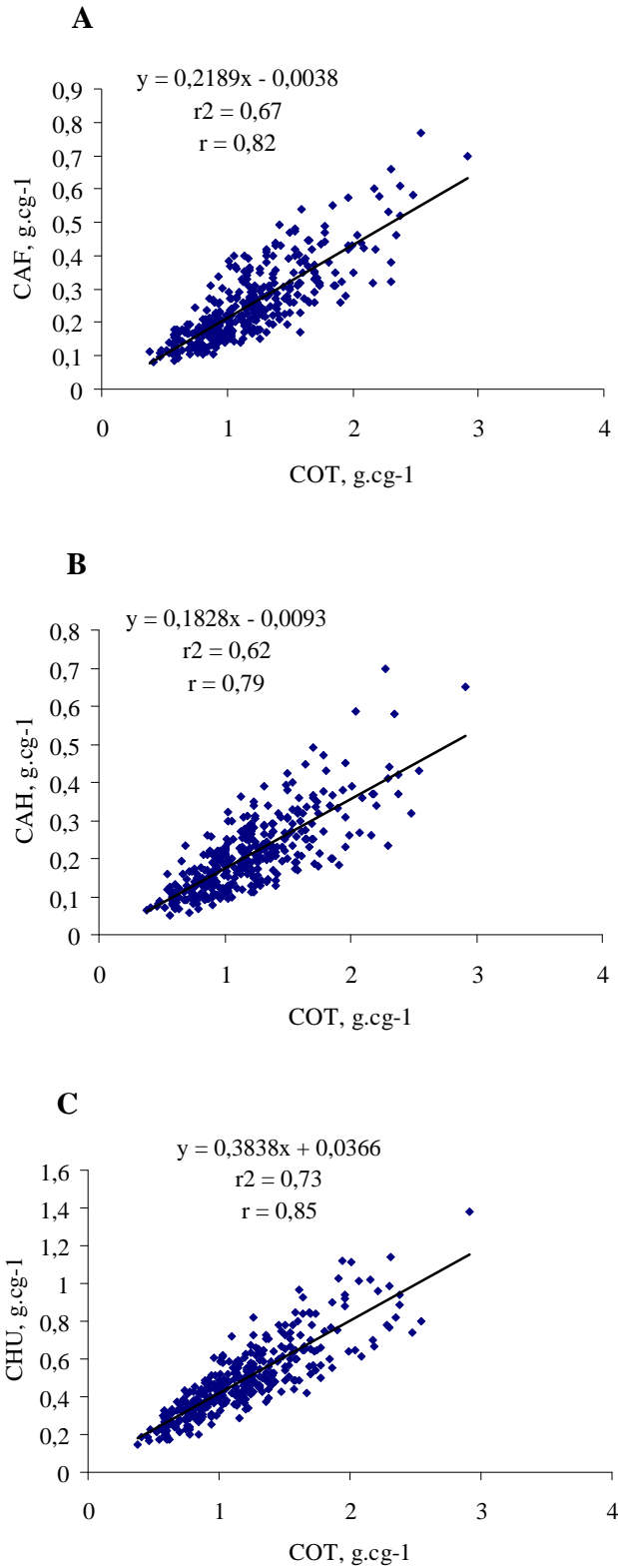


Figura 2. Correlação entre teores de (A) carbono na fração ácidos fúlvicos (CAF), (B) carbono na fração ácidos húmicos (CAH) e (C) carbono na fração húmica (CHU) e os teores de carbono orgânico total (COT) nas camadas 0-5, 5-20 e 20-40 cm de Latossolos Amarelos da zona da mata norte de Pernambuco sob diferentes manejos.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

Classificação da Aptidão Pedológica para Culturas a partir do Sistema Especialista SolosNe

FÁBIO PEREIRA BOTELHO⁽¹⁾, LÚCIA RAQUEL QUEIROZ PEREIRA DA LUZ⁽²⁾, JOSÉ CARLOS PEREIRA DOS SANTOS⁽³⁾, CYNARA GUERRA BELÉM⁽⁴⁾, LEONARDO FLORÊNCIO RODRIGUES DA SILVA⁽⁵⁾ & HILTON LUÍS FERRAZ DA SILVEIRA⁽⁶⁾

RESUMO – Os dados coletados nos levantamentos de solos, sobretudo nos detalhados, servem para interpretações quanto ao uso mais adequado em diversos campos tais como agricultura, proteção ambiental, construção civil. A demanda por informações sobre áreas aptas para plantios diversos é crescente. O presente trabalho demonstra de forma prática, utilizando o estudo de caso do Zoneamento Agroecológico de Alagoas (escala 1:100.000), a possibilidade de se desenvolver aplicações “satélites” especialistas, para extração de informações a partir de banco de dados de solos, devidamente alimentados com dados validados e normatizados. O sistema especialista, integra a aplicação solos do Nordeste (SolosNE) como um módulo, permitindo a classificação automatizada da aptidão pedológica para culturas nos diversos tipos de manejos. Integrado ao ArcGIS gera como resultado mapas temáticos automaticamente.

Palavras-Chave: solo; classe de terras, mandioca.

Introdução

Os dados coletados nos levantamentos de solos, sobretudo nos detalhados, servem para interpretações quanto ao uso mais adequado em diversos campos tais como agricultura, proteção ambiental, construção civil.

A manutenção destes dados georreferenciados em sistemas de informação capazes de extrair conhecimento a partir informações coletadas e registradas, representa um avanço fundamental para agilizar a classificação da aptidão pedológica de terras para diversas culturas. Tais interpretações quando feitas manualmente consomem muito tempo tanto na avaliação dos parâmetros quanto na confecção de mapas para cada situação estudada. A inovação tecnológica deste trabalho consiste no desenvolvimento de uma metodologia presente na aplicação denominada Solos do Nordeste (SolosNE), que, além de manter os dados coletados nos diversos trabalhos, possui Interface Web amigável, permitindo a extração de conhecimentos através de módulos especialistas que processam os dados de solos registrados.

A Aplicação SolosNE, possibilita o registro de informações e dados obtidos a partir dos diversos trabalhos realizados, utilizando metodologias de levantamento, análise e classificação de solos [1,2,3,4], envolvendo informações sobre perfis, tradagens, horizontes, camadas, unidades de mapeamento, dados de análises morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas; dados de retenção de umidade do solo e velocidade de infiltração; imagens de perfis e paisagens associadas a solos; imagens de satélite e mapas digitais. O processamento dessas informações, a partir do sistema especialista, permite a geração de mapas de classes de terras e de aptidão pedológica para diversas culturas quando submetidas aos três tipos de manejo.

Material e Métodos

A. Aplicação SolosNE da Embrapa Solos

A Aplicação SolosNE da Embrapa Solos encontra-se em sua página Web publicada na Intranet. Este *software* possibilita a integração dos trabalhos de pedologia para geração de informações georreferenciadas a partir dos dados registrados.

O sistema especialista foi elaborado com objetivo de cruzar informações constantes no banco de dados georreferenciados a uma base de regras de parâmetros de aptidão pedológica de culturas a partir de um componente classificador (figura 1).

O banco de dados georreferenciados de solos do Nordeste da Embrapa Solos permite a inclusão dos componentes das unidades de mapeamento constantes na legenda de solos dos mapas gerados. Nele é disponibilizado um formulário eletrônico onde é possível registrar informações sobre cada componente da unidade de mapeamento, bem como a porcentagem de ocorrência na unidade.

A base de regras de parâmetros de aptidão pedológica possibilita atribuir pesos de 1 a 4 (1 representa aptidão boa; 2, regular; 3, marginal e 4, inapta) para cada atributo diagnóstico dos componentes das unidades de mapeamento. Esta base de regras é dinâmica tanto no sentido de poder ser modificada de acordo com os sistemas de classificação de solos e quanto no sentido de poder ser alimentado para as mais diversas culturas nos diferentes sistemas de manejo.

O componente classificador funciona como um motor

¹ Analista da Embrapa Solos UEP Recife. Rua Antônio Falcão, 402, Recife, PE, CEP 51.020-240. e-mail: botelho@cnps.embrapa.br.

² Pesquisadora da Embrapa Solos UEP Recife. e-mail: lucia.raquel@uep.cnps.embrapa.br.

³ Pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife e-mail: josecarlos@uep.cnps.embrapa.br

⁴ Estagiária da Embrapa Solos UEP Recife e-mail: cynara@uep.cnps.embrapa.br.

⁵ Bolsista da Embrapa Solos UEP Recife e-mail: leoagron@hotmail.com

⁶ Analista da Embrapa Solos UEP Recife. e-mail: ferraz@cnps.embrapa.br.

de inferência utilizando o algoritmo representado na tabela 1, identificando o potencial final para cada unidade de mapeamento de solos estudada, classificando este potencial como muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo, em função da proporção de solos com aptidão boa, regular, marginal ou inapta na unidade de mapeamento de solos.

A aplicação SolosNE se integra ao ArcGIS [5] para a geração de mapas de forma automatizada. Uma vez obtida a classificação final da unidade de mapeamento, ela é transportada para o ArcGIS através de seu componente de acesso ao banco de dados. Os mapas gerados possuem em cada polígono um identificador que liga as feições geográficas à planilha de atributos originada a partir do banco de dados georrefenciado.

A Aplicação SolosNE possibilita o acesso a partir da Internet aos usuários devidamente autorizados tanto locais, quanto de instituições parceiras.

B. O Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados - SGBD.

O Modelo de dados foi materializado utilizando o SGBD PostgreSQL [6]). Dados de aplicações legadas existentes foram importados para a aplicação SolosNE, gerando mapas de aptidão pedológica, atendendo assim à demanda crescente sobre informações quanto a identificação de áreas aptas para expansão de cultivos agrícolas.

Resultados

A. Resultados Esperados

A aplicação SolosNE permitirá a geração automatizada de mapas georrefenciados de aptidão pedológica para diversas culturas nos três sistemas de manejo (A, B e C).

Um exemplo da aplicação SolosNE, encontra-se na figura 2. O mapa gerado representa a aptidão pedológica da cultura da mandioca no manejo C para o estado de Alagoas.

A manutenção dos dados e informações de Solos na aplicação SolosNE permite a criação de várias aplicações “satélites” capazes de extrair conhecimento a partir dos dados de solos.

Conclusões

A aplicação especialista SolosNE através de seu componente classificador de aptidão pedológica para diversas culturas nos três manejos, representa uma inovação que alavancará os trabalhos de zoneamento agroecológico e pedoclimáticos.

Referências

- [1] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- [2] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solos*. 2.ed. ver. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- [3] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos*. Brasília, SPI, 1995. 101p.
- [4] SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. *Manual de descrição e coleta de solo no campo* (5.ed.). Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 92p.
- [5] ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI. ArcGIS 9. New York, 2004.
- [6] PostgreSQL Global Development Group. POSTGRESQL. Página web disponível em <http://www.postgresql.org>. Acessada em 16/05/2009.

Tabela 1- Algoritmo utilizado pelo motor de Inferência para a classificação da aptidão pedológica das culturas nos manejos A, B e C.

POTENCIAL DA UNIDADE DE MAPEAMENTO	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO DENTRO DA UNIDADE DE MAPEAMENTO %
MUITO ALTO	= 75% do ambiente com solos de aptidão boa
ALTO	Ambientes com solos de aptidão boa variando entre 50-75%
MÉDIO	Ambientes com solos de aptidão boa entre 25-50% e/ou = 50% de solos com aptidão regular
BAIXO	Ambientes com solos de aptidão boa entre 0-25% e/ou com solos de aptidão regular variando entre 25-50%
MUITO BAIXO	Ambientes onde não são encontrados solos com aptidão boa ou onde apenas ocorre solos com aptidão regular em proporção inferior a 25% da área

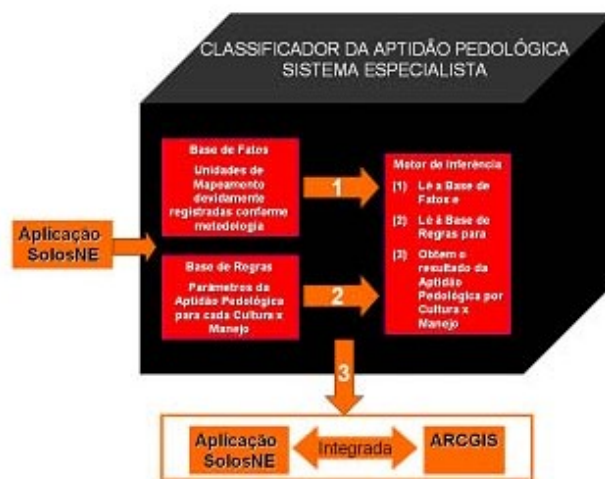


Figura 1 – Motor de Inferência para Classificação da Aptidão Pedológica por Culturas x Manejos

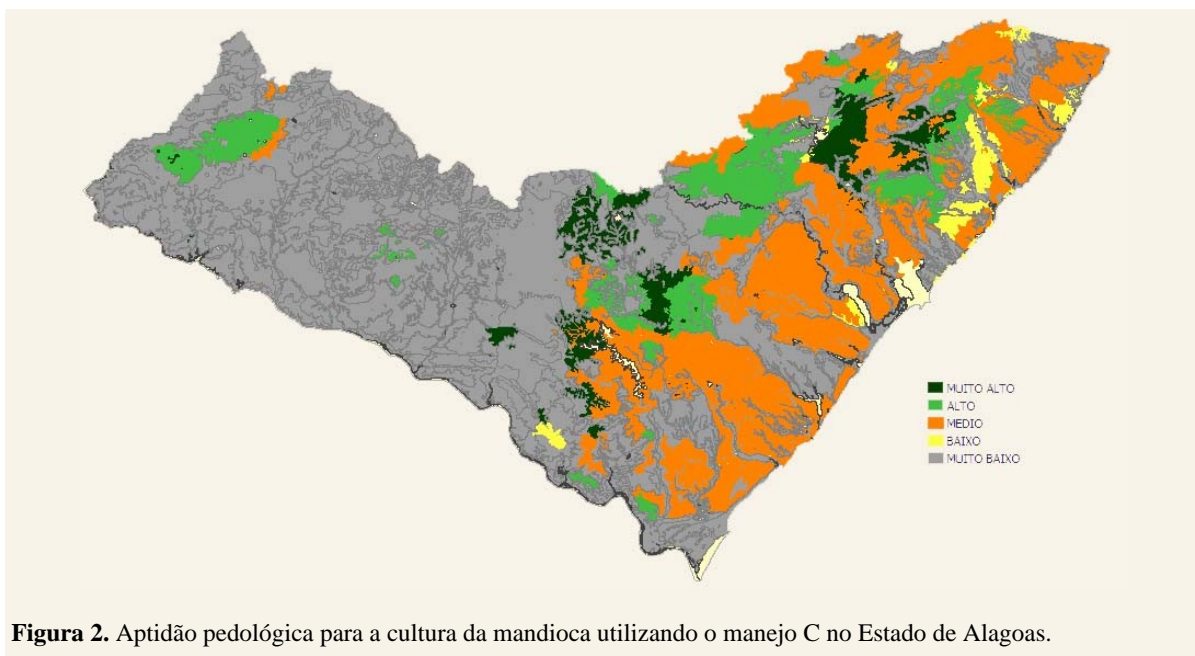


Figura 2. Aptidão pedológica para a cultura da mandioca utilizando o manejo C no Estado de Alagoas.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Comparando modelos matemáticos para estimativa da densidade do solo em solos do Sudoeste Goiano”

THAMYRES LACERDA ROCHA⁽¹⁾, MARÍA CELESTE MIRETTI⁽²⁾; FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO⁽³⁾; MARCONI BETTA⁽⁴⁾; VINÍCIUS DE MELO BENITES⁽³⁾; JOSÉ CARLOS POLIDORO⁽³⁾

RESUMO - A densidade do solo é um atributo de importância para estudos agronômicos e mais recentemente tem sido amplamente utilizada na avaliação dos impactos do uso da terra nos estoques de carbono (C) do solo. Alguns trabalhos foram previamente realizados com o intuito de propor modelos de regressão, ou funções de pedotransferência (PTFs) capazes de estimar esse atributo. Este trabalho propõe comparar alguns desses modelos e verificar, para um conjunto de dados de solos do Sudoeste Goiano, qual melhor estima esse atributo. O valor médio de densidade da base utilizada se apresentou diferente estatisticamente a todas as médias das densidades estimadas. Os modelos também tenderam a apresentar médias diferentes entre si. A exceção são os modelos 1 e 2 de Benites *et. al* [1] e os modelos 3, 4 e 5 conforme Benites *et. al* [1], Bernoux *et. al* [10], Tomassela e Hodnett [11], que apresentaram, ao nível de 25% de significância, médias consideradas iguais. Os modelos 1 e 2 [1] estimaram valores de densidade que mais se aproximaram da densidade real dos solos amostrados. Conclui-se que os modelos se mostraram tendenciosos, na medida em que superestimaram a densidade de solos característicos do Sudoeste Goiano. Desta forma, acredita-se que modelos de regressão regionais devam ser propostos para serem utilizados para regiões particulares de estudo.

Palavras-Chave: funções de pedotransferência; matéria orgânica do solo; Cerrado.

Introdução

Os ecossistemas terrestres são reservatórios significativos de carbono, com destaque para o solo, que estoca cerca de três quartos desse total [2]. O uso e as mudanças de uso do solo, assim como o deflorestamento e as queimadas são responsáveis por perdas significativas de matéria orgânica do solo (MOS) e emissão de gases de efeito estufa (GEE), especialmente no Brasil [3,4,5].

A avaliação temporal dos estoques de C do solo tem sido bastante estudada na medida em que identifica usos ou sistemas de manejo que possam funcionar como fonte ou dreno de C. Para estudos dessa natureza é imprescindível a determinação da densidade do solo. A densidade do solo é um atributo físico que relaciona a massa de solo (Ms, geralmente seca a 105°C por 24 horas) existente num determinado volume (Vt), estando seu espaço poroso preservado. É um atributo que se relaciona com outras propriedades do solo, como a capacidade de retenção e armazenamento de água do solo, a porosidade e troca de gases e por isso assume grande importância em estudos diversos. A respiração de raízes, a metanogênese, a nitrificação e denitrificação, o potencial redox, o transporte de nutrientes e outros processos naturais do solo estão relacionados com as variações desse atributo.

A estimativa direta desse atributo, ou seja, em campo é bastante demorada e laboriosa e por isso modelos matemáticos têm sido propostos por diversos autores para predição desse atributo a partir de outras propriedades do solo, como teor de C orgânico, de argila, dentre outros. Esses modelos têm sido utilizados na geração de mapas de estoques de C em escalas regionais ou nacionais [6,7], quando se utilizam dados secundários que carecem de informação sobre tal atributo, como em alguns levantamentos pedológicos.

A partir da disponibilização de informações de informações de perfis de solo da região do Sudoeste Goiano, estudou-se o potencial de cinco funções de pedotransferência citadas na literatura na estimativa da densidade de solo dos mesmos perfis, comparando-os aos valores obtidos a partir do método direto.

Material e Métodos

Sessenta e sete perfis de solo foram abertos no Sudoeste Goiano, bioma Cerrado. Os perfis contemplavam quatro diferentes usos (vegetação nativa, agricultura, pastagem e silvicultura – eucalipto) e abrangiam predominantemente os Latossolos Vermelhos distroféricos [8].

⁽¹⁾ Graduando em Estatística, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Av. Athos da Silva Ramos 149, Centro de Tecnologia, Bloco C, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21941-909 E-mail: thamyreslacerda@uol.com.br.

⁽²⁾ Doutoranda CONICET, Docente de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, 86-Kreder 2805, Esperanza S3080HOF, Santa Fe, Argentina.

⁽³⁾ Pesquisadores Embrapa Solos Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-000

⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo, Fesurv – Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO, CEP 75.901-970.

As informações utilizadas nesse trabalho, de cada perfil, e para as profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, foram: densidade (g cm^{-3}), pH (CaCl_2), carbono orgânico (g kg^{-1}), soma de bases ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e teor de argila, silte e areia (g kg^{-1}), todos analisados segundo metodologia descrita por EMBRAPA [9].

Os modelos utilizados para estimativa da densidade do solo encontram-se na Tabela 1 [1,10,11,12]. A única adaptação feita para aplicação das informações disponíveis aos modelos, além das transformações de unidade, foi o uso do modelo proposto (abaixo) por [13] para estimativa do pH em água a partir de medidas de pH em CaCl_2 , para solos do Cerrado:

$$\text{pH(água)} = \frac{\text{pH(CaCl}_2) + 0.12}{0.889}$$

Como os modelos testados referem-se a duas categorias de profundidade: horizontes superficiais (0-30 cm), e horizontes subsuperficiais (30-100cm), e nossos dados recaem até a profundidade de 40 cm, foi utilizado o valor ponderado das quatro profundidades de cada atributo (teores de argila, silte, areia, soma de bases (SB), pH (em H_2O) e densidade do solo obtida).

Os valores de densidade estimada pelos diferentes modelos foram comparados entre si pelo teste t-Student. A regressão linear simples foi utilizada para relacionar as estimativas obtidas pelos modelos e aquela obtida pela amostragem *in situ*, de forma direta, sendo o intercepto e o coeficiente angular testado por meio do teste t-Student para validação da densidade estimada indiretamente.

Dos valores estimados para a densidade realizou-se ainda uma análise de resíduos, com posterior confecção de um gráfico de dispersão (Densidade estimada vs Resíduo de densidade) tornando possível a visualização da aleatoriedade dos resíduos e identificação de possíveis superestimações ou subestimações. Um gráfico do tipo Box Plot (gráfico que indica os quartis e *outliers* da distribuição) permite visualizar a simetria existente nos valores coletados e estimados de densidade. Os dados foram analisados pelo software Statística (versão 7.1) e pelo InfoStat (2008p).

Resultados

As medidas de dispersão e que caracterizam a estatística descritiva dos dados coletados e utilizados nos modelos estão disponíveis na Tabela 2. Os dados de densidade da base utilizada apresentaram valores médios diferentes estatisticamente a todas as médias das densidades estimadas. Os modelos também tenderam a apresentar médias diferentes entre si. A exceção são os modelos 1 e 2 e os modelos 3, 4 e 5, que apresentaram, ao nível de 25% de significância, médias consideradas iguais.

Se os modelos estimam bem a densidade, a reta de regressão obtida a partir do método direto vs. densidades estimadas (indiretamente) deve ter intercepto igual zero e inclinação da reta igual um. O teste *t* permitiu detectar que nenhum dos modelos

apresentaram proximidade das densidades coletadas, exceto com significância 0,95 o modelo 1 mostrou ter inclinação um. A Figura 1 apresenta as retas e regressões obtidas para os valores de densidade estimados e reais.

A densidade estimada vs. os resíduos se encontram na Figura 2. Os resíduos não são tendenciosos, e descrevem que 98% dos valores estimados estão superestimados.

No gráfico do tipo Box Plot pode ser observado que o conjunto de valores de densidades obtidos *in situ* tiveram grande amplitude, assim como os valores estimados pelo modelos 1, 2 e 4, enquanto nos demais modelos a amplitude foi menor. Os valores máximos de densidades estimadas são semelhantes, e os mínimos não estão próximos entre si. Todos os modelos apresentaram um intervalo pequeno entre a mediana e os máximos estimados.

As medianas estimadas são próximas e diferem da mediana das densidades observadas. A simetria foi maior nas densidades coletadas e no modelo 6 comparado com os demais modelos.

Discussão

Os modelos 1 e 2 de Benites *et al.* [1] estimaram valores de densidade que mais se aproximaram da densidade real dos solos amostrados, apresentando médias semelhantes entre si e erros-padrão iguais. Como a única diferença entre os modelos é o acréscimo da variável SB, atenta-se para praticidade do uso do modelo 1 e economia decorrente da necessidade de se analisar os cátions componentes da SB. Vale destacar que os mesmos autores citam modelos mais complexos no trabalho, mas que não puderam ser utilizados nesse trabalho devido a ausência de informações de algumas variáveis (teores de Fe_2O_3 , Al_2O_3 , N, argila dispersa em água e relação C:N) para sua aplicação.

Como as regressões (Figura 1) não passam pela origem e não tem inclinação um, os valores gerados pelos modelos não conseguem expressar a verdadeira densidade. Vale comentar que o fato dos interceptos dos modelos que foram sugeridos serem elevados, em relação a contribuição relativa das demais variáveis independentes dos modelos pode indicar, talvez, que essas variáveis, muitas vezes as únicas disponíveis para o tratamento estatístico, pudessem ser substituídas por outras.

Os modelos 3, 5 e 6 tiveram menor sensibilidade em captar a variabilidade das distintas situações de densidade amostradas, pois apresentaram amplitudes distintas para os valores estimados, especialmente para aqueles de menor valor. Todos os modelos tenderam a “achatar” a amplitude superior da densidade.

Os modelos tenderam ainda a superestimar (em 11-16%) a densidade do solo. Como o erro durante a amostragem desse atributo é comum e deva ser superior aquele envolvido na sua determinação (procedimentos de pesagem basicamente), os autores não podem descartar a possibilidade de ele ter ocorrido. Porém,

não havendo erro algum os autores acreditam que seria mais indicado gerar novos modelos ou funções de pedotransferência para a região do Sudoeste Goiano.

Conclusões

Os modelos testados tenderam a superestimar os valores de densidade de solos do Sudoeste Goiano, e por isso recomenda-se a geração de novos modelos ou funções de pedotransferência para a estimativa desse atributo na região.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao projeto “Transição Agroecológica da Agricultura Familiar da Região Serrana Fluminense”, da Embrapa, pela Bolsa concedida a primeira autora, ao projeto ADUBA BRASIL, pela disponibilização dos dados e ao IAI pelas passagens aéreas.

Referências

- [1] BENITES, V.M.; MACHADO, P.L.O.A.; FIDALGO, E.C.C.; COELHO, M.R. & MADARI, B.E. 2007. Pedotransfer functions for estimating soil bulk density from existing soil survey reports in Brazil. *Geoderma*, 139: 90-97.
- [2] WATSON, R.T., CORE WRITING TEAM (Ed.) *Climate Change 2001: synthesis report third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge: University Press, 2001, 397p.
- [3] FEARNSIDE, P.M. 2000. Global warming and tropical land-use change: greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change*, 46: 115–158.
- [4] MOSIER, A.; WASSMANN, R.; VERCHOT, L., KING, J.; PALM, C.2004. Methane and nitrogen oxide fluxes in tropical agricultural soils: sources, sinks and mechanisms. *Environment, development and sustainability*, 6: 11-49.
- [5] TEIXEIRA, M.A.; MURRAY, M.L.; CARVALHO, M.G.2006. Assessment of land use and land use change and forestry (LULUCF) as CDM projects in Brazil. *Ecological Economics*, 60, 260-270.
- [6] BERNOUX, M.; SANTANA CARVALHO, M.C.; VOLKOFF, B. & CERRI, C. 2002. Brazil's Soil Carbon Stocks. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66:888-896.
- [7] SCHAEFER, C.E.G.R., AMARAL, E.F., MENDONÇA, B.A.F., OLIVEIRA, H., LANI, J.L., COSTA, L.M., FERNANDES FILHO, E.I. 2008. Soil and vegetation carbon stocks in Brazilian Western Amazonia: relationship and ecological implications for natural landscapes. *Environ. Monit. Assess.*, 140: 279-289.
- [8] BRASIL.1989. Ministerio das Minas e Energia. Folhas SE-22-VD (Jataí), SE-22-X-A (Inhúmas), SE.22-X-C (Rio Verde), SE-22-Y-B (Caçu) e SE-22-Z-A (Quirinópolis): Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso potencial da terra. Mapas escala 1: 250.000. Levantamento de Recursos Naturais, v.25, *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro, 1981. 636p
- [9] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análise de solos*. 2nd Ed. Documentos. Vol 1 Embrapa-CNPS. Rio de Janeiro. 212 pp.
- [10] BERNOUX M.; ARROUAYS, D.; CERRI, C.; VOLKOFF, B.; JOLIVET, C. 1998. Bulk Densities of Brazilian Amazon Soil Related to Other Soil Properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 62:743-749.
- [11] TOMASELLA, J. & HODNETT, M.G. 1998. Estimating soil water retention characteristics from limited data in Brazilian Amazonia. *Soil Science*, 163(3):190-202.
- [12] MANRIQUE, L.A. & JONES, C.A. 1991. Bulk Density in Relation to Soil Physical and Chemical Properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55:476-481
- [13] SOUZA, D.M.G, MIRANDA, L.N., LOBATO, E., CASTRO, L.H.R.1989. Métodos para determinar as necessidades de calagem e solos dos Cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 13: 193-198.

Tabela 1. Modelos de regressão utilizados para estimativa da densidade do solo.

Autor	Modelo	R ²	Ep	n
Benites <i>et al.</i> , [1] (Modelo 1)	D1= 1,566 -0,0005*argila(g kg ⁻¹) -0,01*OC(g kg ⁻¹) +0,0075*SB(cmol _c kg ⁻¹)	0,66	0,11	1396
Benites <i>et al.</i> , [1] (Modelo 2)	D2= 1,5688 -0,0005*argila(g kg ⁻¹) -0,009*OC(g kg ⁻¹)	0,63	0,11	1396
Benites <i>et al.</i> , [1] (Modelo 3)	D3= 1,5224 -0,0005*argila(g kg ⁻¹)	0,42	0,14	1396
Bernoux <i>et al.</i> , [10] (Modelo 4)	D4= 1,524 -0,0038*argila(%) - 0,05*OC(%) -0,045*pH _{água} +0,001*areia(%)	0,56	0,09	323
Tomassela e Hodnett, [11] (Modelo 5)	D5= 1,578 -0,054*OC(%) -0,006*silte(%) -0,004*argila(%)	NI	NI	396
Manrique e Jones, [12] (Modelo 6)	D6= 1,66 -0,318*OC ^{1/2} (%)	0,41	0,19	19651

R²: Coeficiente de determinação; EP: Erro padrão da média; n: Número de informações utilizadas na geração do modelo; D1, D2, D3, D4, D5, D6: densidade do solo estimada pelos diferentes modelos em g cm⁻³; OC: teor de carbono orgânico; SB: soma de bases; NI: não informado.

Tabela 2. Medidas resumo dos valores observados e estimados de densidade do solo.

	N	Média	Min	Max	Var	DP	EP
Coletados	67	1,16	0,777	1,391	0,021	0,143	0,018
Modelo 1	67	1,29	0,841	1,454	0,020	0,141	0,017
Modelo 2	67	1,30	0,882	1,455	0,019	0,139	0,017
Modelo 3	67	1,35	1,157	1,445	0,007	0,086	0,010
Modelo 4	67	1,35	1,016	1,494	0,017	0,129	0,016
Modelo 5	67	1,35	1,072	1,478	0,014	0,118	0,014
Modelo 6	67	1,34	1,047	1,492	0,008	0,091	0,011

N: Número de observações; Min: Mínimos observado e estimados; Max: Máximos observado e estimados; Var: Variância; DP: Desvio padrão; EP: Erro padrão.

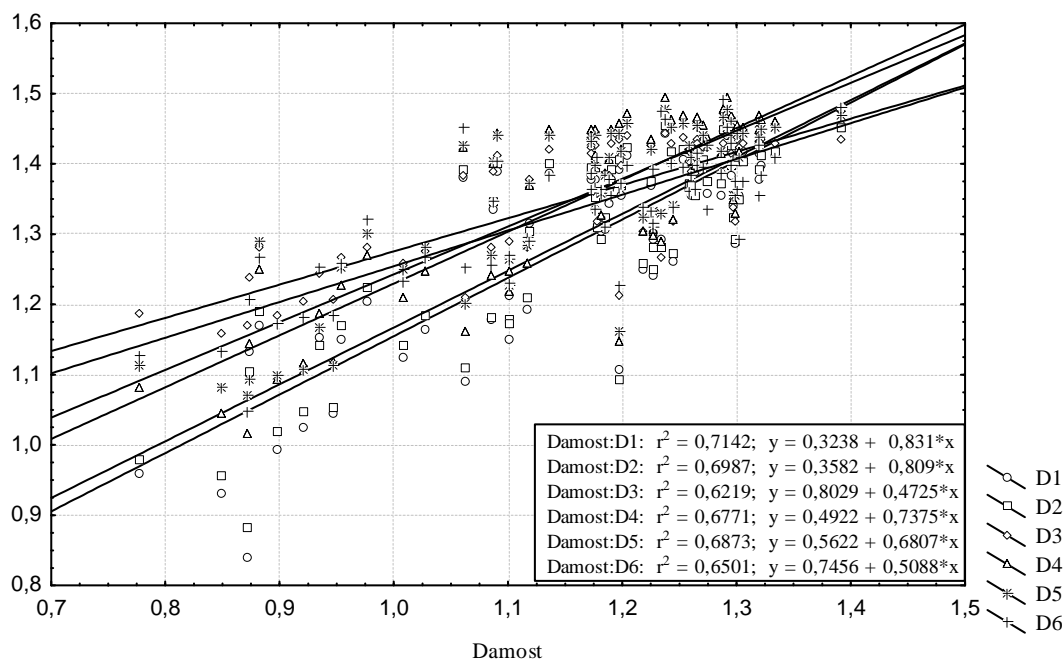


Figura 1: Regressão linear de Densidades observadas (Damost) vs Densidades Estimadas. D1, D2, D3, D4, D5 e D6 descrevem valores de densidade do solo estimados pelos modelos citados na Tabela 1.

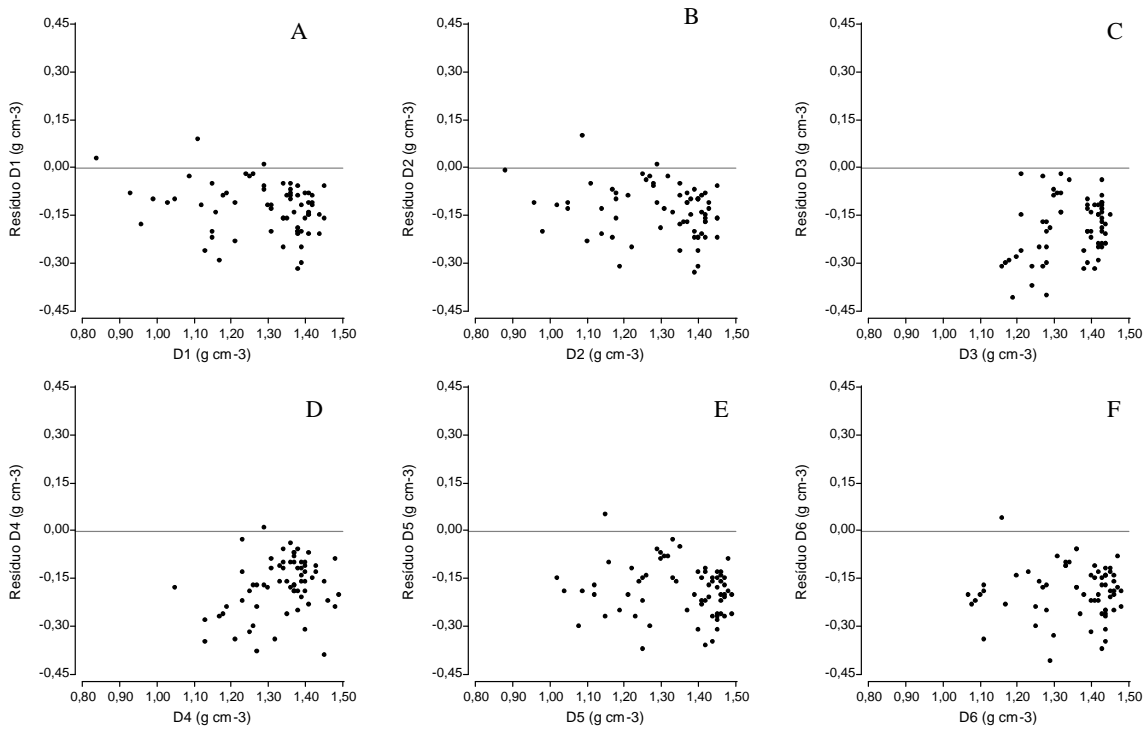


Figura 2: Análises de Resíduos para os modelos 1 (A), 2 (B), 3 (C), 4 (D), 5 (E) e 6 (F)

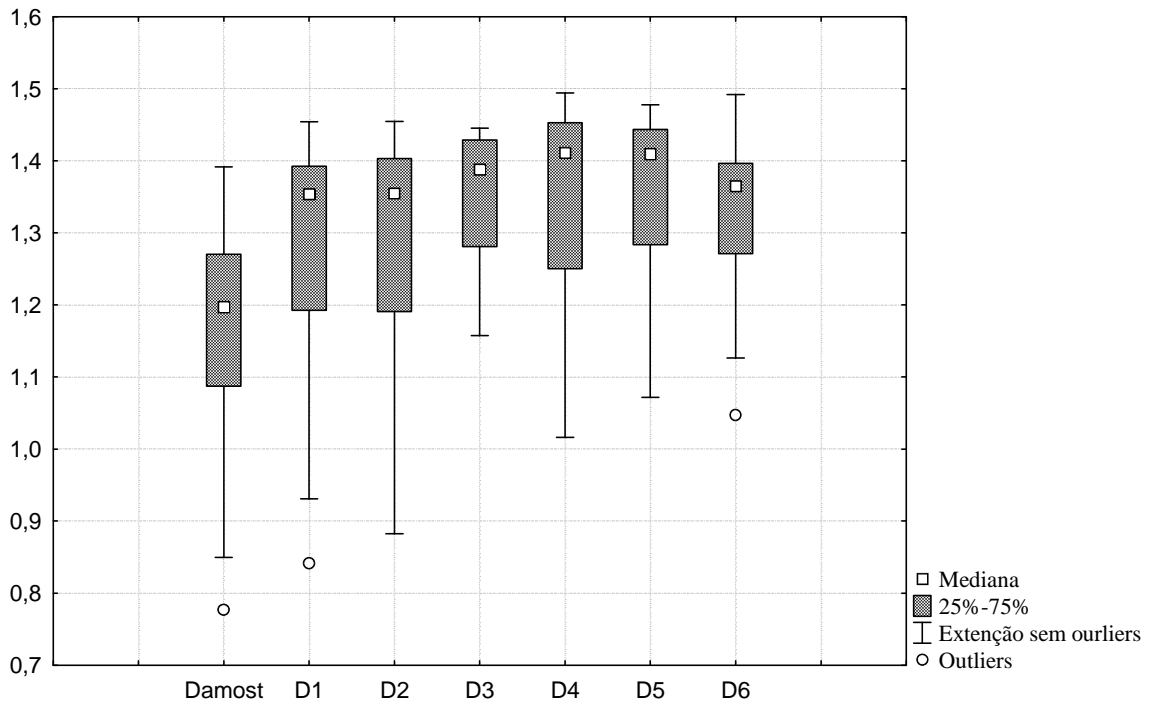


Figura 3: Box Plot para valores de densidade coletadas (D amost) e estimadas pelos modelos 1, 2, 3, 4, 5 e 6

Comparison of Methods for Organic Matter Removal Applied in Brazilian Ferralsols

**ALESSANDRO SAMUEL ROSA⁽¹⁾, MARCOS GERVASIO PEREIRA⁽²⁾,
LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS⁽²⁾, GUILHERME KANGUSSÚ DONAGEMMA⁽³⁾,
RICARDO SIMÃO DINIZ DALMOLIN⁽⁴⁾**

RESUMO – Latossolos podem apresentar dispersão deficiente na análise granulométrica, devido à presença de microagregados de alta estabilidade, contribuindo para superestimar a fração silte. O objetivo desse estudo foi avaliar qualitativamente os métodos do hipoclorito de sódio (NaClO) e peróxido de hidrogênio (H₂O₂) para remoção da matéria orgânica do solo (MOS) em horizontes A e B de cinco perfis de Latossolos de várias regiões do Brasil. O método do NaClO foi mais rápido e prático, porém mostrou interações com a fração mineral, haja vista o padrão de dispersão de amostras do horizonte A. As interações entre a MOS e os óxidos parecem regular o efeito dispersivo do NaClO. Já o H₂O₂ foi considerado inapropriado para laboratórios de análises de rotina, devido, principalmente, ao longo tempo necessário para completar a reação. Efeitos sobre a fração mineral foram deduzidos pela dispersão da fração mais fina e alterações em minerais no solo. Assim, a aplicabilidade dos dois métodos aos Latossolos requer adaptações e, portanto, estudos mais detalhados.

Palavras - chave: agentes cimentantes, pseudosilte, análise granulométrica.

Introduction

Ferralsols cover about 1/3 of Brazilian territory and represent the soil with the most intensive agricultural usage in the country [1]. Thus, knowledge of their properties is important for adequate management and land capability evaluation. Some Ferralsols show contradictory results in granulometric analysis, mainly due to incomplete clay dispersion related to presence of high-stability micro aggregates [2]. Cementing agents such as iron and aluminum oxides, carbonates, and organic matter (OM) are the main responsible for formation and maintenance of these aggregates [3].

Persistence of micro aggregates, after conventional dispersion treatments, results in an overestimation of silt and sand fractions. To minimize this negative effect, methods to remove cementing agents have been

proposed [2; 4], but without conclusive results for high-weathered tropical soils.

This study aimed to compare and to evaluate qualitatively methods using sodium hypochlorite and hydrogen peroxide for removing soil OM of some Brazilian Ferralsols and their effect on clay dispersing.

Material and Methods

A. Characteristics of Soil Samples

Soils used in this study were classified as Ferralsols by FAO/ISRIC/ISSS [5] and Latossolos by EMBRAPA [6]. Table 1 presents data of organic carbon (C_{org}) content, pH and granulometrical composition of A and B horizons of the five studied soils. Soil texture ranged from sandy loam to clayey and C_{org} content from 8 to 40 g kg⁻¹.

B. Treatments

Two wet oxidative treatments were tested:

- **Sodium hypochlorite**, NaClO (adapted from Anderson [7]): 20 ml of NaClO 5-6 % available chlorine at pH 9.5 (freshly adjusted with concentrated HCl) were added to 10 g soil sample in a 50 mL-plastic centrifuge tube. After homogenization, samples were taken to a hot water bath (75 to 80 °C), and let to react for 15 minutes. Samples were centrifuged for 10 min at 2500 rpm and the supernatant saved for further analysis. Treatment was repeated four times. Another trial using diluted NaClO (10% v/v) was carried out to evaluate its dispersing effect.
- **Hydrogen peroxide**, H₂O₂ (adapted from EMBRAPA [8]): 25 mL of distilled water and 3-5 mL of H₂O₂ 30 % (v/v) were added to 25 g soil sample in a 100 mL-glass flask. After homogenization, the flask was covered with a watch glass and the suspension left to react for 12 h at room temperature. H₂O₂ was added twice a day until no more soil sample frothing was observed. Samples were taken to a hot plate (50-60 °C) to reduce water content, when additional 10 mL of H₂O₂ were added to remove residual OM. Then, the samples were poured into a funnel-filter apparatus and washed with distilled water several times. Drying was carried out at room temperature.

⁽¹⁾ First author is an undergraduate student at Agronomy Course of Federal University of Santa Maria (UFSM). Avenida Roraima, 1000, Bairro Camobi, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. CEP: 97105-970. E-mail: alessandrosamuel@yahoo.com.br.

⁽²⁾ Second and third authors are Professors at Soil's Department, Agronomy Institute, at Federal Rural University of Rio de Janeiro (UFRRJ). BR-465, km 7, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. CEP 23890-000. E-mail: gervasio@ufrj.br; lanjos@ufrj.br.

⁽³⁾ Fourth author is a Researcher at Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA-Solos). Rua Jardim Botânico, 1024, Bairro Jardim Botânico, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. CEP 22460-000. E-mail: donagemma@cnps.embrapa.br.

⁽⁴⁾ Fifth author is a Professor at Soil's Department of Federal University of Santa Maria (UFSM). Avenida Roraima, 1000, Bairro Camobi, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. CEP: 97105-970. E-mail: dalmolin@ccr.ufsm.br.

Results and Discussion

A. Sodium Hypochlorite

The method first proposed by Anderson [7] suggested a centrifugation time of 5 to 10 min at 800 rpm. This step was modified to 10 min at 2500 rpm, to avoid loss of fine-size soil particles in clayey samples.

Soil frothing was expressive in higher OM content samples (A horizons from P3 and P5) in the first extraction, and it resulted in loss of soil material. Two steps are suggested to avoid the soil loss: using a higher capacity container, which size is often controlled by the centrifuge capacity; or carrying out the first extraction at room temperature and using a soil to NaClO ratio of less than 1:2, making the method time consuming.

The color of the supernatant obtained in the initial extraction was yellow to strong-yellow as the sample OM content increased. In following extractions the supernatant color became clearer, similar to the reactant (yellowish), indicating that a great part of the OM had been already removed (Figure 01).

The dispersing effect of NaClO was evaluated by Omueti [9], in soils of Nigeria. In that case, NaClO was effective only for sandy to sand loamy textured soils; and dispersion was not efficient in fine textured soils. In this study, soil dispersal was observed in all textural classes' samples; however, OM content seems to play an important role on this phenomenon, since soil dispersal was prominent in A horizons (Figure 02).

After NaClO extraction of OM, Anderson [7] recommends the use of a sodium carbonate-sodium bicarbonate solution (pH 9.5), for final reduction of salt content and Na saturation. Unfortunately, this step was inadequate for the Brazilian Ferralsols, since soil dispersal occurred to a great extent and centrifugation at 2500 rpm was unsuccessful to separate the solid phase. Thus, if the supernatant was discarded, the loss of soil mineral particles would result in underestimation of clay content in the granulometric analysis. To avoid this undesirable effect it is necessary to verify in which cases further treatments for Na saturation is worth and to decide on another reactant to carry out this step.

It is also necessary to evaluate the effects of NaClO on mineral constituents, since it extracts microelements associated with OM [10]. When released, these organically bound metals may precipitate as (hydr)oxides both in inorganic and organic components, due to the high solution pH (9.5) [4]. In Ferralsols these oxides, especially Fe ones, play a major role on soil OM stabilization [11], what may reduce the effectiveness of NaClO treatment. In the same way, minerals may go through heat-induced changes, as verified by Lavkulich & Wiens [12], going into more crystalline forms. To avoid this effect Kaiser et al. [13] proposed use of NaClO at room temperature, what is time consuming, since extended contact is required.

In addition to the above notes on efficiency of NaClO method as an OM extraction treatment, there is

an aspect of great importance for healthcare: the formation of haloorganic compounds during OM oxidation, such as trihalomethanes and haloacetic acids [14], known by their high carcinogenic potential.

B. Hydrogen Peroxide

EMBRAPA [8] recommends the usage of hydrogen peroxide as pre-treatment for OM removal in two cases: 1) prior to granulometric analysis, for soils with more than 50 g kg⁻¹ of OM; and 2) prior to mineralogical analysis, mainly on soils with 2:1 clay minerals, by means of X-ray diffractometry, for samples containing more than 10 g kg⁻¹ of organic C. The setback of this methodology was the extended contact time required for the reaction to occur. At routine laboratories, such time-consuming method is not preferred and may be rejected.

It is also important to note that the method as described by EMBRAPA [8] lacks some procedure details. Among those, four were of most importance: 1) relation between soil sample and container size; 2) amount of water and reactant to be added; 3) use of heating devices; and 4) specification of paper filter for sample washing.

Soil frothing was very expressive during OM oxidation by H₂O₂ of the samples, and it lasted until no additional organic compounds could be oxidized. In the highest OM content samples (A horizon from P3 and P5) soil frothing was substantial and resulted in soil loss, requiring a larger size container. The amount of water added to suspension interfered in the procedure as well, and it was necessary to evaporate excess in a hot plate after ten additions of H₂O₂. Some authors recommend usage of high temperatures (> 70 °C) to shorten time to oxidize OM [15]. However, high temperature accelerates H₂O₂ decomposition and promotes changes on soil minerals.

Attempting to avoid excessive soil frothing, first additions of H₂O₂ were made on the following bases: 3 mL for the highest and 5 mL for lowest OM content samples. When frothing intensity was similar among all samples, H₂O₂ additions were of 5 mL till completion. As soon as frothing stopped, samples were taken to a hot plate to dry. However, loss of soil was also observed in this step - reduced metals and mineral surfaces catalyze excess H₂O₂ decomposition into H₂O and O₂, a new source of frothing.

Sample washing step must also be reviewed, since qualitative filters were not suitable for clayey soils. In this case, an expressive soil loss occurred due to large pores size. On the other hand, quantitative filters retained soil particles efficiently, but increased time needed and also resulted in loss of material due to the strong attachment of soil to paper fibers (Figure 3a). Figure 3b shows another setback of using quantitative paper filter: after the sample was poured into the funnel-filter apparatus, the liquid phase showed an upward movement by capillarity, carrying fine-size particles. When the suspension reached the paper filter border, touching the funnel wall, it was noted a downward movement outside the filter, with soil loss.

Along these method issues, there are mineral-altering processes that may hold back H₂O₂ usage according to soil

clay mineralogy. Such as, organic ligand promotes dissolution of Fe oxides and may be one of most importance changes, since a variety of water-soluble compounds is yielded, such as oxalate [4]. Reductive dissolution of Fe^{III} to Fe^{II} may also act [16], especially at low pH, as found during H₂O₂ extraction. This may explain why some soil samples had greatest amount of fine-size particles in suspension after H₂O₂ treatment (Figure 3c). Further induced mineral changes are pointed out [4]: transformation of hydrated amorphous Al compounds into gibbsite; heat-induced transformation of Fe and Al oxides into more crystalline forms; and, exfoliation and/or destruction of phyllosilicates, as it seem to have happened in P3 samples (Figure 3d).

C. Final Considerations

Both pretreatment methods for soil OM removal showed negative aspects that holdback their usage in routine soil analysis laboratories. Interaction of soil OM and Fe/Al (hydr)oxides seems to be controlling most discussed issues. Results obtained in this study are in agreement with those of Donagemma et al. [2], who concluded that poorly-crystallized Fe and Al oxides removal might be more effective in reducing factors affecting soil dispersal than OM removal.

Conclusions

The efficiency of NaClO and H₂O₂ methods for OM removal in high-weathered oxidic soils still is under discussion. In the same way, the knowledge about its effects on selected soil minerals is incomplete. At the moment, use of either reactant prior to granulometric analysis of Brazilian Ferralsols depends on method adjustments. Thus, more research is needed to answer the following questions:

1. How OM-oxides interactions can affect OM removal efficiency and the dissolution of Fe and Al oxides?
2. What is the Fe and Al oxide content above which OM removal becomes unfruitful? Can the amount of poorly and well-crystallized constituents affect this value?
3. How changes in temperature and time of exposure can affect OM removal and mineral alterations?
4. Can exfoliation and/or destruction of phyllosilicates by H₂O₂ affect granulometric analysis?
5. Is there another potential oxidizing reactant that may minimize the setbacks found in NaClO and H₂O₂-based methods for high-weathered oxidic soils?
6. How harmful are haloorganic compounds formed during OM oxidation by NaClO? If the carcinogenic potential is great, it should be avoided, and if mild, how can personnel exposure be reduced or eliminated?

Acknowledgements

Authors thank Soil Genesis and Classification Laboratory of Soil's Department of Federal Rural

University of Rio de Janeiro, and the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA) for support; and Dr. João Herbert Moreira Viana for advice and suggestions.

References

- [1] KER, J.C. 1997. Latossolos do Brasil: uma revisão. *Geonomos*, 5:17-40.
- [2] DONAGEMMA, G.K.; RUIZ, H.A.; FONTES, M.P.F.; KER, J.C. & SCHAEFER, C.E.G.R. 2003. Dispersão de Latossolos em resposta à utilização de pré-tratamentos na análise textural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:765-772.
- [3] AZEVEDO, A.C. & BONUMÁ, A.S. 2004. Partículas coloidais, dispersão e agregação em Latossolos. *Ciência Rural*, 34:609-617.
- [4] MIKUTTA, R.; KLEBER, M.; KAISER, K. & JAHN, R. 2005. Review: organic matter removal from soils using hydrogen peroxide, sodium hypochlorite, and disodium peroxodisulfate. *Soil Science Society of America Journal*, 69:120-135.
- [5] FAO/ISRIC/ISSS. 1998. *World reference base for soil resources*. Rome: World Soil Resources Rep. 84. FAO.
- [6] EMBRAPA. 2006. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 306 p.
- [7] ANDERSON, J.U. 1963. An improved pretreatment for mineralogical analysis of samples containing organic matter. *Clays and Clay Minerals*, 10:380-388.
- [8] EMBRAPA. 1997. *Manual de métodos de análise de solos*. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 212p.
- [9] OMUETI, J.A.I. 1980. Sodium hypochlorite treatment for organic matter destruction in tropical soils of Nigeria. *Soil Science Society of America Journal*, 44:878-880.
- [10] SHUMAN, L.M. 1983. Sodium hypochlorite methods for extracting microelements associated with soil organic matter. *Soil Science Society of America Journal*, 47:656-660.
- [11] KLEBER, M.; MERTZ, C.; ZIKELI, S.; KNICKER, H. & JAHN, R. 2004. Changes in surface reactivity and organic matter composition of clay subfractions with duration of fertilizer deprivation. *European Journal of Soil Science*, 55:381-391.
- [12] LAVKULICH, L.M. & WIENS, J.H. 1970. Comparison of organic matter destruction by hydrogen peroxide and sodium hypochlorite and its effects on selected mineral constituents. *Soil Science Society of America Proceedings*, 34:755-758.
- [13] KAISER, K.; EUSTERHUES, K.; RUMPEL, C.; GUGGENBERGER, G. & KÖGEL-KNABNER, I. 2002. Stabilization of organic matter by soil minerals - Investigations of density and particle-size fractions from two acid forest soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 165:451-459.
- [14] JIMENEZ, M.C.S.; DOMINGUEZ, A.P. & SILVERO, J.M.C. 1993. Reaction kinetics of humic acid with sodium hypochlorite. *Water Research*, 27: 815-820.
- [15] SCHULTZ, M.K.; BIEGALSKI, S.R.; INN, K.G.W.; YU, L.; BURNETT, W.C.; THOMAS, J.L.W. & SMITH, G.E. 1999. Optimizing the removal of carbon phases in soils and sediments for sequential chemical extractions by coulometry. *Journal of Environmental Monitoring*, 1:183-190.
- [16] CORNELL, R.M. & SCHWERTMANN, U. 1996. *The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrence and use*. Weinheim, Germany : VCH, 573p.
- [17] VIDAL-TORRADO, P.; FARIA, L.E.O.; SPAROVEK, G. & COOPER, M. 2004. *Atualização do Mapa de Solos e produção de Bases Cartográficas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*. Piracicaba : Departamento de Solos e Nutrição de Plantas.
- [18] CALDERANO FILHO, B., SANTOS, H.G., FONSECA, O.O.M., SANTOS, R.D., PRIMAVESI, O. & PRIMAVESI, A.C. 1998. *Os solos da Fazenda Canchim, Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, São Carlos, SP: levantamento semidetalhado, propriedades e potenciais*. São Carlos : Embrapa-CPPSE, 95p.
- [19] EMBRAPA. 1979. I Reunião de classificação, correlação e interpretação de aptidão agrícola de solos. *Anais*. Rio de Janeiro-RJ, 176p.
- [20] EMBRAPA. 2005. VII Reunião de correlação e classificação de solos – MG. *Guia de excursão*. Viçosa-MG, 153p.

[21] VIANA, J.H.M. 2005. *Distribuição espacial de atributos físico-químicos, mineralógicos e micromorfológicos de latossolos visando o mapeamento de áreas produtivas.*

Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 194p.

Table 01. Granulometrical composition, pH and organic carbon content of A and B horizons from five Brazilian Ferralsols¹.

Horizon	pH _{water}	Sand	Silt	Clay	Organic C
----- g kg ⁻¹ -----					
Profile 1 (P1) – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, Piracicaba, São Paulo. ²					
A	5.5	750	92	158	8
B	5.5	730	78	192	4
Profile 2 (P2) – LATOSSOLO VERMELHO, São Carlos, São Paulo. ³					
A	5.1	689	99	212	11
B	4.8	667	39	294	8
Profile 3 (P3) – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, Nova Friburgo, Rio de Janeiro. ⁴					
A	5.2	350	160	490	30
B	4.7	350	100	550	10
Profile 4 (P4) – LATOSSOLO VERMELHO, Patos de Minas, Minas Gerais. ⁵					
A	5.2	80	139	702	26
B	4.9	66	89	780	24
Profile 5 (P5) – LATOSSOLO VERMELHO, Sete Lagoas, Minas Gerais. ⁶					
A	5.7	110	130	750	40
B	5.2	90	50	870	15

¹ Soils are classified according to Brazilian Soil Classification System [6].

² Vidal-Torrado et al. [17].

³ Calderano Filho et al. [18].

⁴ EMBRAPA [19].

⁵ EMBRAPA [20].

⁶ Viana [21].

P3 A horizon



P5 A horizon



Figure 01. Extracts obtained from sequential treatments of soil samples for organic matter removal with sodium hypochlorite (NaClO) pH 9.5 (adapted from Anderson [7]). Seropédica, RJ, 2009.

Note: From left to right, first to last extraction.

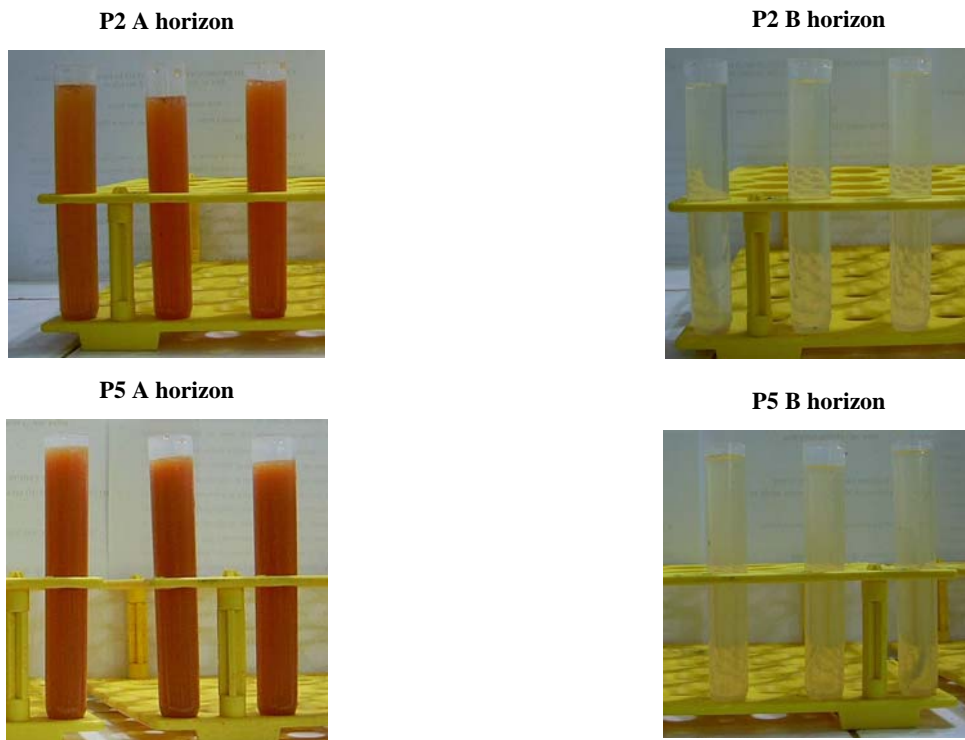


Figure 02. Supernatant obtained from treatments of soil samples for soil dispersal and organic matter removal with sodium hypochlorite (NaClO) 10 % (v/v) pH 9.5 (adapted from Anderson [7]). Seropédica, RJ, 2009.

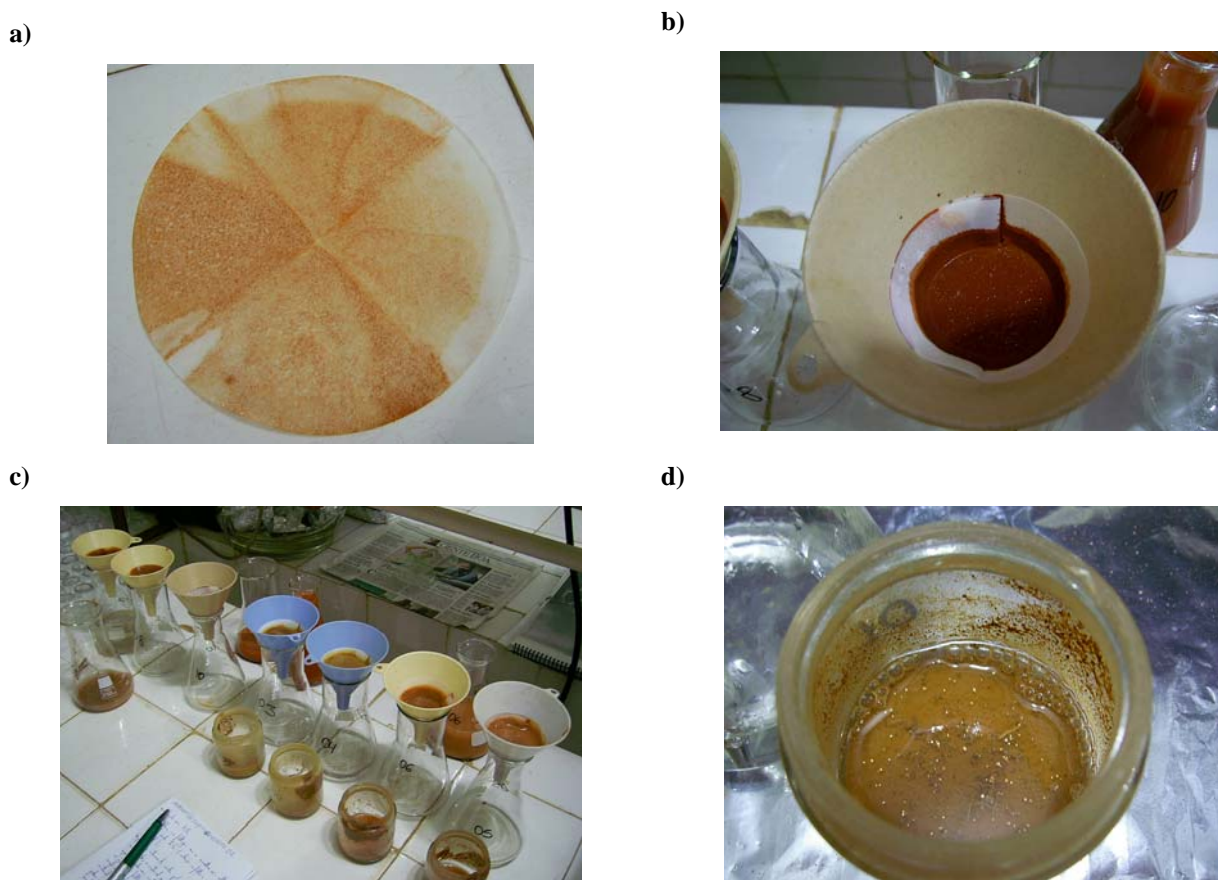


Figure 3. Quantitative paper filter impregnated by fine-size soil particles after sample washing (a); funnel-filter apparatus with sample showing upward movement by capillarity and consequent loss of soil material (b); sample washing set: in the back, samples containing a great amount of particles in suspension (c); glass container used for sample treatment: small shiny spots on sample surface (P3 Hz A e B) are micas altered by H_2O_2 30% (v/v). Seropédica, RJ, 2009.

Comportamento do lençol freático e determinação das propriedades químicas em solos sulfatos ácidos no município de Casimiro de Abreu/RJ.

José Ronaldo de Macedo¹; Enio Fraga da Silva¹, Claudio Lucas Capeche¹, Adoildo da Silva Melo², Cloer Costa de Oliveira³, Isaias Fagundes Leal⁴

RESUMO - O trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento dos solos das áreas dos assentamentos Sebastião Lan I e II, que apresentam problemas químicos que podem ser resumidos em: ocorrência generalizada de alumínio trocável em níveis tóxicos; ocorrência localizada, porém freqüente, de caráter tiomórfico; Intensa oxidação da matéria orgânica; acidez generalizada da água e do solo e carência generalizada de nutrientes. Foram coletados vinte pontos de fertilidade e descritos nove perfis de solo, sendo analisados as propriedades químicas. Foram definidas cinco classes de solos e os resultados demonstram que o comportamento do lençol freático influencia mais a produção do que as características químicas da área.

Palavras-Chaves: (solos sulfatados ácidos, carbono orgânico, pH, fósforo, assentamentos, Incra)

Introdução

A presença de solos Tiomórficos, ou seja, sulfatados ácidos ocorre em condições especiais de formação, geralmente associados a solos orgânicos ou minerais formados em sedimentos marinhos recentes em ambiente redutor, sendo encontrados segundo Pons (1973) apud Souza Júnior et al. [1] em todas as zonas climáticas do planeta.

A acumulação de material sulfídrico é descrito no Sistema Brasileiro de Solos - Embrapa [2] como uma situação associada principalmente a áreas costeiras e próximos a foz de rios que transportam sedimentos não calcários, em solos ou sedimentos permanentemente saturados com água salobra, podendo ocorrer também em alagadiços de água fresca se houver enxofre na água.

A característica deste material é possuir compostos de enxofre oxidável, com pH maior que 3,5; os quais, se incubados na forma de camada com 1 cm de espessura, sob condições aeróbias úmidas (capacidade de campo), em temperatura ambiente, mostram um decréscimo no pH de 0,5 ou mais unidades para um valor de 4,0 ou menor (1:1 por peso em água, ou com

um mínimo de água para permitir a medição) no intervalo de 8 semanas (Embrapa, [2]).

Com o acúmulo deste material no solo, processos de transformações químicas podem ocorrer, a exemplo comportamento dos processos pedogenéticos e bioquímicos de ferro e enxofre descritos por Prada-Gamero et al. [3] e Hill (1981) apud Ferreira [4], onde a combinação de elevados conteúdos de matéria orgânica e enxofre em condições anaeróbia, juntamente com as fontes de ferro reativo (óxidos dos sedimentos), via aporte de sedimentos inorgânicos, e as fontes de SO_4^{2-} prontamente disponível, fazem deste um ambiente propício a ocorrência de redução bacteriana de sulfato (RBS), realizada pelas *Desulfovibrio*. O resultado deste processo é a síntese de alguns compostos através da precipitação sob a forma de sulfeto de ferro, podendo ocorrer formação de minerais poucos estáveis como a greigita (Fe_3S_4), a mackinawita (FeS) e a pirita (FeS_2) considerada como produto final mais estável termodinamicamente do processo de RBS (BREEMEN & BUURMAN, [5]).

Segundo Ferreira [6] o acompanhamento da variação da profundidade freática é de fundamental importância nas regiões de climas úmidos e áridos. Em regiões de clima úmido e sub-úmido, os solos das áreas baixas (fundo de vales e/ou próximas ao mar) apresentam-se saturadas durante o período chuvoso, devido às frequentes precipitações sobre a área e ao tranbordamento dos rios. Este acompanhamento é relevante para diagnosticar problemas de arejamento, do solo, ou seja, de deficiência de drenagem, fundamental em áreas de solos sulfatados.

A área de várzea dos assentamentos Sebastião Lan I e II, no estado do Rio de Janeiro, corresponde a aproximadamente 1.920 ha, onde se encontra o sistema de drenagem e o predomínio inicial das culturas do arroz e da mandioca. A drenagem desta área sem um conhecimento mais aprofundado dos solos promoveu a formação de horizontes sulfúricos, com reflexos sobre desenvolvimento dessas cultura nas áreas mais afetadas, as quais estão atualmente com pastagem.

Por se tratarem de solos pouco conhecidos, particularmente na região Sudeste, o objetivo deste trabalho foi identificar as particularidades químicas dos solos tiomórficos da várzea dos rios São João e Aldeia

¹ Pesquisadores Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, RJ, CEP: 22.460-000. jrmacedo@cnpes.embrapa.br.

² Assistente de Pesquisa da Embrapa Solos

³ Graduanda em Eng. Agrônoma, UFRRJ/Departamento de Irrigação e Drenagem, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 465 Km 7 Seropédica, RJ. 23.890-000

⁴ Mestrando. DRHIMA/COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Av. Brigadeiro Trompowski, s/nº, Prédio do Centro de Tecnologia, Bloco D, 2º andar, sala 204. Cidade Universitária. Rio de Janeiro/RJ. CEP 21941-590

Velha, no estado do Rio de Janeiro, visando fornecer subsídios para a definição de práticas de manejo e a adequação das áreas dos assentamentos.

Material e Métodos

O monitoramento do lençol freático da área foi realizado por meio da instalação de dez poços de observação de acordo com Ferreira [6]. Os poços foram distribuídos na área de acordo com a divisão em: área baixa, área média e área alta, considerando que a diferença de cota é de apenas quatro metros. Os critérios para definição das áreas quanto ao potencial de produção em apta, média e restrita foi definido com os assentados em função da altura do lençol freático, de sua duração e dos efeitos na produção das culturas.

A descrição dos perfis e a coleta das amostras para as análises de caracterização foram feitas segundo as recomendações do Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos & Santos, [7]). Foram coletadas 20 amostras de fertilidade em toda a área. Todas as coletas (perfil e fertilidade) foram georreferenciadas.

As amostras deformadas foram pré-tratadas, secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, para a obtenção da TFSA e separação da fração grosseira. Foram também utilizadas amostras com umidade de campo (ACUC) na realização de algumas das análises químicas, visando aquilatar a influência do método analítico na modificação das condições naturais dos solos (Souza Junior et al. [1]).

As análises químicas foram realizadas na TFSA e em ACUC e envolveram as determinações de: pH em água (na proporção de 1:2,5 na base de volume), carbono orgânico, fósforo assimilável, alumínio trocável, saturação de bases e de alumínio. Foram utilizados os métodos propostos pela EMBRAPA [8]. As análises foram realizadas nos laboratórios de química e fertilidade de solos da Embrapa Solos.

Resultados

A. Resultados esperados

Os resultados oriundos das análises da variação do lençol freático poderão contribuir para a compreensão dos processos de sulfatação dos solos, na definição do período de saturação dos solos e na definição das áreas para o cultivo da mandioca, arroz e demais culturas.

Em relação as análises químicas será possível identificar se o preparo do solo (TFSE x ACUC) influenciou nos resultados analíticos.

Discussão

De acordo com a figura 1 verifica-se que as áreas 1, 2, 3 e 5 foram consideradas inaptas pois o período em que o solo permanece saturado ultrapassada dois meses. Nessas áreas, a altura da lâmina de água atingiu valores superiores a 70 cm e apresentam uma drenagem lenta (superior a duas semanas). Já as áreas 6 e 8

apresentam curtos períodos de encharcamento, onde a lâmina de água atingiu no máximo 40 cm e em apenas duas situações (figura 1.8). Neste caso, o que pode limitar o bom desenvolvimento das culturas é a altura do lençol freático em relação a superfície do solo, onde foi considerado a profundidade mínima de 30 cm como adequada a produção agrícola. Por essa razão foram consideradas como moderadamente aptas. As áreas aptas correspondem aos poços 4, 7, 9 11 e 12 devido ao curto ou não existente período de encharcamento. Nessas áreas houve no máximo um período de lâmina de água superficial e o lençol freático rapidamente retorna a profundidades superiores a 30 cm, indicando que as culturas sofrem pouco estresse de aeração.

De acordo com a figura 2a, os teores de carbono orgânico variaram de 7 a 170 g kg⁻¹. Os maiores valores correspondem aos solos orgânicos, os intermediários para o Gleissolos e mais baixos o Argissolo. O método de determinação não diferiu no conteúdo do C. Org.

Os valores encontrados de pH foram elevados para as áreas dos assentamentos, variando de 3,9 a 5,4, os quais não são restritivos aos cultivos da mandioca e do arroz. Não houve diferença entre os métodos de determinação (TFSE x ACUC) para esta variável (figura 2b).

Quanto aos teores de fósforo disponível houve diferenças significativas entre os métodos de determinação (figura 2c), indicando que novos estudos deverão ser efetuados. Contudo, ambos os métodos indicam que esses teores estão acima dos normalmente encontrados nos solos brasileiros e que esses altos valores podem ser devido aos teores elevados de C. orgânico encontrados na área.

A figura 2d expressa os valores de alumínio trocável encontrados nas áreas. Todos os resultados indicam teores de alumínio trocável em níveis tóxicos para as culturas agrícolas. Os valores variaram de 1,0 a 6,1 cmol_c kg⁻¹. De acordo com esses resultados a quantidade de calcário a ser aplicado para corrigir a toxidez do alumínio seria menor do que o recomendado para outras áreas de solos sulfatados ácidos encontradas no estado do Rio de Janeiro. É interessante observar que os menores teores de alumínio tóxico estão relacionadas aos pontos de coleta 7 a 14, exatamente na unidade de mapeamento do Argissolo Amarelo. Neste caso, o método de determinação (TFSE x ACUC) não apresentou diferenças significativas.

O conteúdo de sulfato solúvel (figura 2e) no extrato da pasta de saturação apresenta valores variando de 3,7 a 94 mg L⁻¹. Os menores valores foram encontrados nos pontos 9 a 14, onde presença da pirita esta em maior profundidade. Apesar do alto valor da correlação (0,97), indicando que quando o teor de sulfato aumenta na TFSE, o correspondente ocorre na determinação com ACUC. Entretanto, verifica-se que os resultados utilizando o preparo da amostra (TFSE) os valores são sempre superiores aos da amostra analisada sem preparo e com o conteúdo de água de campo (ACUC).

Quanto a percentagem de saturação de alumínio (2f) verifica-se que a esta é superior a 50% em mais da

metade da área dos assentamentos, o que confere com os altos teores de alumínio trocável. Somente na área do Argissolo Amarelo ocorre uma redução da saturação, porém esta encontrasse superior a 30%. Apesar dos altos valores de alumínio, não é prática usual nas áreas de plantio nos assentamentos Sebastião Lan I e II o uso de calcário. Não houve diferença estatística no método de determinação TFSE x ACUC.

Conclusões

Foram identificação de cinco classes de solos: Argissolo Amarelo; Gleissolo Háptico; Gleissolo Tiomórfico; Organossolo Háptico e Organossolo Tiomórfico, diretamente relacionadas a posição topográfica do terreno. O estudo da flutuação do lençol freático possibilitou a identificação e separação das áreas em aptas, aptidão média e aptidão restrita à produção de mandioca e arroz.

Os períodos de retorno ao encharcamento e o tempo de drenagem são os fatores mais restritivos ao cultivo na área.

A profundidade da presença de plintita e o grau de sulfatação da área são outros fatores determinantes para o reordenamento dos produtores e definição das culturas.

Que o método de preparo do solo (TFSE x ACUC) influenciou os resultados analíticos do fósforo e do enxofre em solos sulfatados ácidos.

Agradecimentos

Ao Inbra pelo financiamento das atividades e aos acampados do Sebastião Lan II.

Referências

1. SOUZA JÚNIOR, V.S.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B. Propriedades químicas e manejo de solos tiomórficos da várzea do rio Coruripe, no estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, nº 25, pg 977-986, 2001.
 2. EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2ª ed. Editores técnicos: Humberto Gonçalves dos Santos, Paulo Klinger Tito Jacomine, Lúcia Helena Cunha dos Anjos, et al. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.
 3. PRADA-GAMERO, R.M., VIDAL-TORRADO, P.; FERREIRA, T. O. Mineralogia e físico-química dos solos de mangue do rio Iriri no canal de Bertioiga (Santos, SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, nº 28, p.233-243, 2004.
 4. FERREIRA, T. O. Processos pedogenéticos e biogeoquímica de Fe e S em solos de manguezais. *Tese*. (Doutorado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas). Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 2006. 142 p.
 5. BREEMEN, N.V. & BUURMAN, P. Soil formation. Dordrecht, Kluwer, 1998. 376p.
 6. FERREIRA, P.A. *Drenagem de terras agrícolas*. Curso de engenharia e manejo da irrigação. Módulo
6. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. ABEAS; Viçosa, MG: UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. 141p. 1996.
 7. LEMOS, R.C. & SANTOS, R.D. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 2ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.
 8. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análises de Solo*. Rio de Janeiro, 1997. 212p (Embrapa-CNPS, 1)

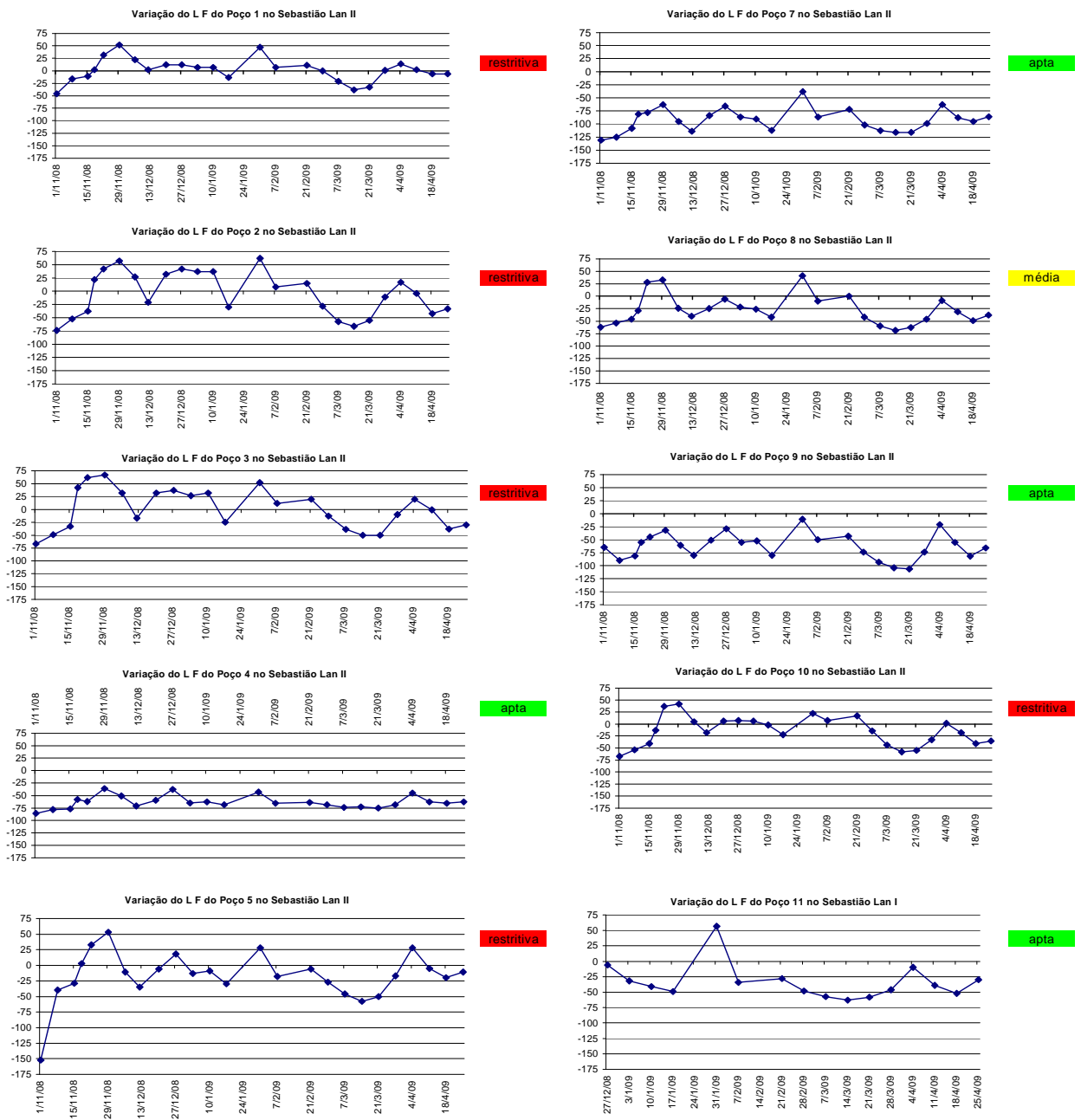


Figura 1 – Comportamento do lençol freático nas áreas dos assentamentos Sebastião Lan I e II no município de Casimiro de Abreu/RJ

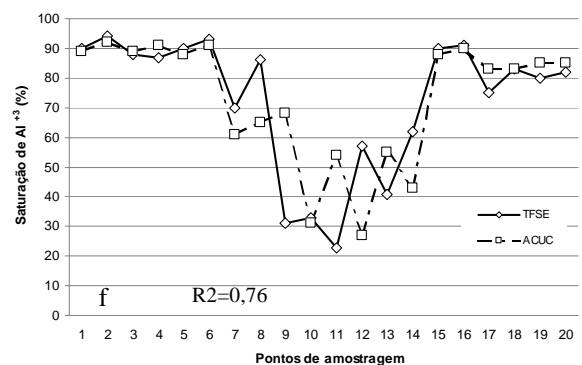
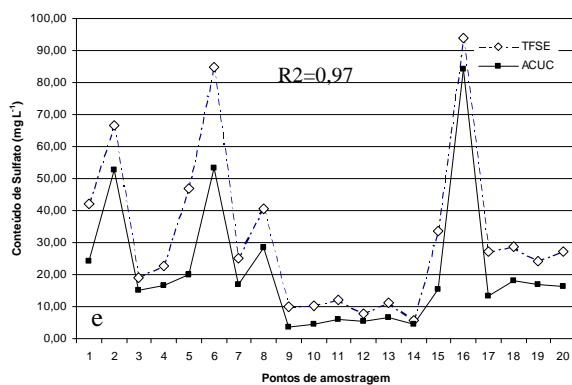
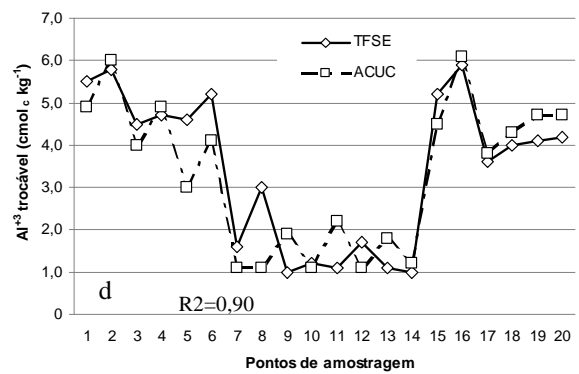
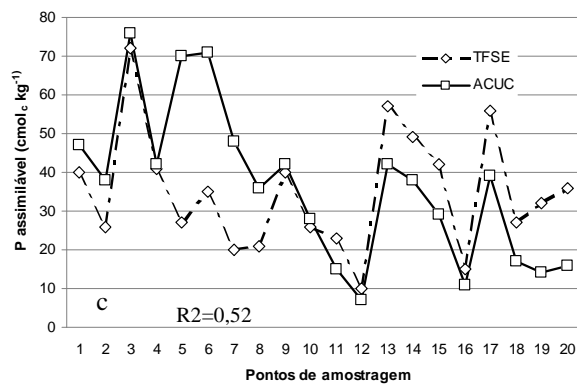
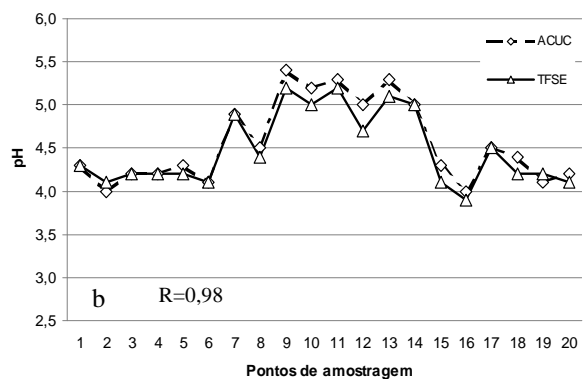
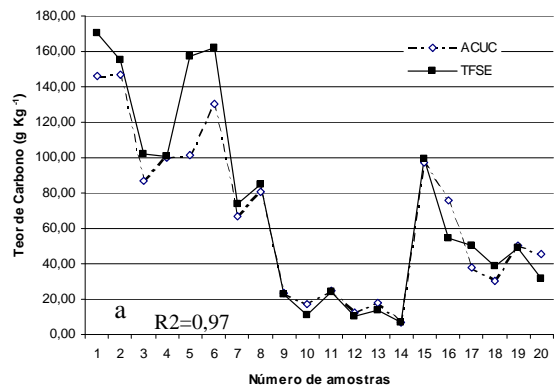


Figura 2 – Correlações do C. org. (a), do pH (b), do P assimilável (c), do Al^{3+} trocável (d), do Sulfato solúvel (e) e da % de Saturação de alumínio (f)

Decomposição e Liberação de Nutrientes da Fitomassa de Plantas de Milheto e Sorgo

**MICHELLE BARBOSA TEIXEIRA⁽¹⁾, ARCÂNGELO LOSS⁽²⁾, CELESTE QUEIROZ ROSSI⁽²⁾,
MARCOS GERVASIO PEREIRA⁽³⁾ JOSÉ CARLOS POLIDORO⁽⁴⁾ & CARLOS PIMENTEL⁽⁵⁾**

RESUMO – O milheto pode ser usado como planta de cobertura para o solo e recicladora de nutrientes em solos de baixa fertilidade natural. O objetivo deste estudo foi avaliar a decomposição e a liberação de nutrientes pela parte aérea de plantas de milheto comparadas ao sorgo e uma área sem plantas cultivadas. Os tratamentos consistiram de plantas de milheto, com o genótipo de milheto pérola ENA 2 e a cultivar BRS 1501, plantas de sorgo BRS 310 e vegetação espontânea (VE). Após o corte, no final do ciclo, amostras da parte aérea foram acondicionadas em sacos de tela (litter bags) distribuídos na superfície das parcelas. A decomposição da matéria seca e a liberação de nutrientes foram monitoradas por meio de coletas dos resíduos, contidos nos litter bags, realizadas aos 10, 20, 30, 60, 90 dias após o corte das plantas. Os resíduos da VE apresentaram maior velocidade de decomposição ($T^{1/2}=78$ dias) enquanto os do genótipo ENA 2 foram mais lentos, com $T^{1/2}=131$ dias., sendo maior que do BRS (110 dias) e do sorgo (117 dias). Houve rápida liberação de N e P pela VE, enquanto nos milhetos houve liberação gradativa, sendo o K o nutriente liberado mais rapidamente em todos os tratamentos. Os resultados indicam que o genótipo ENA 2 apresenta maior $T^{1/2}$ para massa seca, sendo mais favorável para utilização em áreas de clima tropical, como planta de cobertura e recicladora de nutrientes, com liberação gradativa de N e P para o solo.

Palavras-Chave: (biomassa; genótipo ENA 2; ciclagem de nutrientes)

Introdução

A decomposição de resíduos culturais é uma variável importante na ciclagem de nutrientes e o conhecimento de sua dinâmica é fundamental para a compreensão desse processo. Estudos de campo, envolvendo a perda de massa e a liberação de nutrientes pela decomposição de resíduos, com enfoque na dinâmica de distribuição de nutrientes, nos

vários compartimentos do sistema palhada-solo ao longo do tempo, são essenciais para o entendimento dessa dinâmica [1].

A permanência da palha na superfície do solo é importante para a manutenção e proteção do sistema solo-planta. Isso reforça a preocupação de produzir resíduos vegetais com decomposição mais lenta, o que significa manter o resíduo sobre o solo por um maior período [2]. O milheto é um exemplo clássico de planta de cobertura, que atende essa premissa, pois apresenta relação C/N de 30 ou maior, nas fases de emborrachamento e florescimento [1].

As plantas de milheto fornecem palhadas mais duradouras na superfície do solo, e com seus sistemas radiculares mais desenvolvidos, exploram nutrientes em maiores profundidades, podendo alcançar mais de 2,0 m, extraindo e reciclando nutrientes não absorvidos pelas outras culturas anuais [3]. Segundo Foy [4], seu sistema radicular é capaz de incorporar carbono em profundidade e capturar nutrientes facilmente lixiviados. Este padrão torna-se muito importante em solos arenosos e de baixa fertilidade natural.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a decomposição e a liberação de nutrientes pela parte aérea de plantas de milheto comparadas ao sorgo e uma área sem plantas cultivadas.

Material e Métodos

A. Localização, clima e solo da área de estudo

O presente estudo foi conduzido em área do Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado a 22°45' S, 43°41' W e 40 m de altitude, em Seropédica, RJ. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, sendo os valores médios de temperatura e precipitação observados, durante o experimento, na Figura 1; e o solo da área experimental é um Argissolo Vermelho-Amarelo [5], apresentando textura franco-arenosa no horizonte A, com as características químicas apresentadas na Tabela 1.

⁽¹⁾ Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia (CPGF), Bolsista CAPES, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Br 465, Km 7, Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: michellebte@yahoo.com.br.

⁽²⁾ Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo, Bolsista CNPq, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Br 465, Km 7, Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: arcangeloloss@yahoo.com.br; celestegrossi@yahoo.com.br.

⁽³⁾ Professor Associado II do Departamento de Solo, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Br 465, Km 7, Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: gervasio@ufrj.br

⁽⁴⁾ Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rua Jardim Botânico, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000. E-mail: polidoro@cnps.embrapa.br

⁽⁵⁾ Professor Titular do Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Br 465, Km 7, Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: greenman@amcham.com.br

Apoio financeiro: CPGF e CAPES.

B. Plantas de coberturas avaliadas e análises realizadas

As plantas de cobertura utilizadas foram: milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown.), com o genótipo de milheto pérola ENA 2 e a cultivar BRS 1501, sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), híbrido BRS 310, e vegetação espontânea (VE). Este experimento foi instalado em 13/10/08 (período das águas), sendo as plantas semeadas em covas de 2-3 cm de profundidade, com 5 a 10 sementes por cova. Foi feito um desbaste aos catorze dias após o plantio, mantendo-se uma planta por cova, devido à maioria das plantas terem atingido o estágio de cinco folhas nesse momento. Neste experimento, não foi feita nenhuma adubação ou irrigação, e os tratamentos consistiram apenas em capinas manuais para eliminar as invasoras, no início do ciclo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos (ENA 2, BRS 1501, sorgo e VE) e três repetições, totalizando 12 parcelas. Nas parcelas, o milheto e o sorgo foram semeados em 5 linhas de 4 m de comprimento, distanciadas de 0,50 m entre si (população de 40.000 plantas ha⁻¹), perfazendo uma área total de 8 m², sendo a área útil utilizada para o desenvolvimento do trabalho de 1 m².

Durante o desenvolvimento das plantas, foi avaliada a massa fresca e seca das plantas, na floração e na maturação. Para a avaliação na floração, o corte das plantas foi realizado no dia 11/12/08, e para a da maturação, no dia 13/01/09. O material foi pesado logo após o corte (massa verde e, em seguida, foi seco em estufa a 65°C para, posteriormente, ser pesado para obtenção da massa seca. Em seguida, 10g desse material foram colocados em sacos de tela "litter bags", para a avaliação da decomposição e liberação de nutrientes. No dia 16/01/09, em cada parcela, foram colocados 5 litter bags sobre a superfície do solo, sendo as coletas deste material realizadas nas seguintes datas: 26/01/09 (10 dias), 05/02/09 (20 dias), 15/02/09 (30 dias), 17/03/09 (60 dias), 16/04/09 (90 dias).

Após a coleta dos litter bags, o material foi seco em estufa de circulação forçada (65 °C até peso constante), para a determinação da matéria seca remanescente. Após a pesagem o material foi triturado utilizando moinho tipo Willy, sendo posteriormente determinado os teores de N, P e K segundo Tedesco et al. [6].

Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais e a liberação destes macronutrientes, foi aplicado o modelo matemático exponencial descrito por Thomas & Asakawa [7], do tipo $X = X_0 e^{-kt}$, em que X é a quantidade de fitomassa seca remanescente após um período de tempo t, em dias; X₀ é a quantidade inicial de fitomassa seca ou de nutriente; e k é a constante de decomposição do resíduo. Com o valor de k, foi calculado o tempo de meia-vida ($T^{1/2} = \ln 0,5/k$), que expressa o período de tempo necessário para que

metade dos resíduos se decomponha ou para que metade dos nutrientes contidos nos resíduos seja liberada.

Os dados obtidos de massa fresca e seca foram submetidos à análise de variância com aplicação do Teste F entre os tratamentos. Havendo significância, os valores médios, para os tratamentos, foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o programa SISVAR.

Resultados e Discussão

Biomassa das plantas na floração e na maturação

O genótipo ENA 2 apresentou maiores valores de biomassa fresca e seca, tanto na floração quanto na maturação, quando comparado ao BRS 1501 (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Costa et al. [8], avaliando a produção de biomassa e de grãos do genótipo ENA 2, semeado na época da seca, com maiores valores de produção de massa verde e seca, na floração, para o ENA 2 (14.563 e 2.938 kg ha⁻¹, respectivamente) quando comparado ao BRS 1501 (12.600 e 2.338 kg ha⁻¹, respectivamente).

Na maturação, observou-se um aumento de biomassa seca em relação à floração em todas as plantas de cobertura, sendo este aumento mais acentuado para o genótipo ENA 2 e o sorgo, que entre a floração e a maturação apresentaram um incremento de massa seca de 649 e 1060 kg ha⁻¹, respectivamente. Este aumento de massa seca de parte aérea entre a floração e maturação demonstra a manutenção do crescimento e da acumulação de biomassa vegetativa após a floração das plantas de cobertura, o que permite a planta se recuperar de um estresse na floração [9], e obter maior biomassa, ainda com alto teor de proteínas, além de poder-se colher o grão, para alimentação de aves, na maturação fisiológica [10]. Em plantas de milheto, Costa et al. [8] e Costa [10] também observaram este comportamento.

Em relação ao sorgo, este apresentou valores estatisticamente iguais de massa fresca e seca que o genótipo ENA 2 na floração. Entretanto, na maturação, o ENA 2 apresentou maior valor de biomassa fresca que o sorgo, mas estatisticamente igual para os valores de biomassa seca (Tabela 2).

B. Aporte e decomposição dos resíduos vegetais

Entre as plantas de cobertura, a cinética do processo de decomposição dos resíduos culturais apresentou um padrão semelhante, sendo observado um decréscimo de biomassa seca com o passar do tempo (Figura 2). Este decréscimo foi mais acentuado para a VE quando comparado com as plantas de cobertura, sendo o milheto ENA 2, o que apresentou maiores quantidades de biomassa seca remanescente.

Este padrão indica que o genótipo ENA 2 apresenta maior T^{1/2} de biomassa seca, sendo este de 131 dias e de 78 dias para a VE (Tabela 3). O milheto BRS 1501 e o sorgo BRS 310 apresentaram T^{1/2} de 110 e 117 dias, respectivamente. O menor T^{1/2} da VE pode estar

relacionado com sua composição (mistura de gramíneas e leguminosas), propiciando uma menor relação C/N, favorecendo a decomposição mais rápida dos resíduos vegetais.

Avaliando a decomposição dos resíduos vegetais de diferentes plantas de cobertura, em Uberaba, MG, Torres & Pereira [11] encontraram resultados semelhantes ao deste estudo. Os autores verificaram maior $T^{1/2}$ para o milho seguido do sorgo, com valores exatamente iguais aos observados neste estudo (131 e 117 dias, respectivamente).

A palhada do genótipo ENA 2, por ter apresentado maior $T^{1/2}$ que as demais plantas de cobertura, permanece por mais tempo na superfície do solo e, dessa forma, preserva a umidade do solo e impede o contato direto das gotas de chuva com o solo, favorecendo as propriedades edáficas do mesmo.

Os conteúdos de N e P remanescentes nos resíduos vegetais, apresentaram padrão semelhante ao observado para a biomassa seca, sendo observado, para o N, uma liberação mais gradativa nas plantas de milho (ENA 2 e BRS 1501), quando comparada a vegetação espontânea e ao sorgo (Figura 2), com $T^{1/2}$ de 89 e 111 dias para o ENA 2 e BRS 1501, respectivamente, e 39 dias para a VE. Para o P, observou-se maior $T^{1/2}$ para o ENA 2, (111 dias) e menor para a VE (76 dias) (Tabela 3). Resultados semelhantes foram verificados por Boer et al. [12], que observaram $T^{1/2}$ de 110 e 92 dias para N e P, respectivamente, para o milho. Esses valores de $T^{1/2}$ são semelhantes aos observados para o BRS 1501 no presente trabalho (Tabela 3).

A maior liberação de P no período inicial da decomposição está ligada à perda de P solúvel acumulado nos vacúolos dos tecidos vegetais [13]. Essa rápida liberação pode contribuir para aumentar a disponibilidade do P, diminuindo sua imobilização microbiana [14].

Em relação ao K, verificou-se uma rápida liberação no início e, aos 20 dias, praticamente já não havia mais K na biomassa seca remanescente. O $T^{1/2}$ variou de 2, 3, 4 e 4 dias, respectivamente, para ENA 2, BRS 1501, sorgo BRS 310 e VE (Tabela 3). Observou-se maior liberação de K para o genótipo ENA 2 e menor na vegetação espontânea. Esses resultados são corroborados por Torres & Pereira [11], os quais verificaram que as plantas de milho apresentaram maiores valores de K liberados aos 42 dias e a VE, os menores, sendo que o sorgo apresentou valores intermediários a estes.

Para o K, a liberação ocorrida nos primeiros dias pode ser atribuída ao fato do K não estar associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal das plantas e a mineralização não ser um pré-requisito para sua liberação [15].

Conclusões

O genótipo de milho pérola ENA 2 foi o que apresentou maior $T^{1/2}$ para biomassa seca, sendo mais favorável para utilização em áreas de clima tropical, como planta de cobertura e recicladora de nutrientes, com liberação gradativa de N e P para o solo.

Referências

- [1] KLIEMANN, J. H., BRAZ, A.J.P.B., SILVEIRA, P.M. 2006. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 36,: 21-28.
- [2] CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; FLECHA, A.M.T.; PAVINATO, P.S.; VIEIRA, F.C.B. 2002. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26: 163-171.
- [3] ALVARENGA, R. C., W. A. L. CABEZAS, J. C. CRUZ & D. P. SANTANA. 2001. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, 22 (208): 25-36.
- [4] FOY, C.D. 1997. Tailoring plants to fit problem soil – progress and problems for future research. In: MONIZ, A.C.; FURLANI, A.M.; SHAFFERT, R.E. (eds). Plant– Soil Interactions at Low pH: Sustainable Agriculture and Forestry Production. Campinas: Brazilian Soil Science Society, p. 55-57.
- [5] EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2006. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p.
- [6] TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. 1985. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 188p.
- [7] THOMAS, R.J. & ASAKAWA, N.M. 1993. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. *Soil Biol. Biochem*, 25,: 1351-1361.
- [8] COSTA, A.C.T.; OLIVIERA, L.B.; CARMO, M.G.; PEREIRA, M.B.; PIMENTEL, C. 2005. Produção de biomassa e de grãos e resistência à ferrugem no composto ENA 2 de milho pérola, semeado na época da seca. *Agronomia*, 39: 71-76.
- [9] NORMAN, M.J.T.; PEARSON, C.J.; SEARLE, P.G.E. 1995. Pearl millet (*Pennisetum glaucum*). In: NORMAN, M.J.T.; PEARSON, C.J.; SEARLE, P.G.E. (Ed.). The ecology of tropical food crops. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, p.164-184.
- [10] COSTA, A.C.T. 2006. Seleção de uma Nova Cultivar de Milho Pérola, Resistente à Ferrugem, Sob Cultivo Sem Adubação e Irrigação, Semeado na Época da Seca. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- [11] TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. 2008. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43: 5-12.
- [12] BOER et al. 2007. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42: 1269-1276.
- [13] BUCHANAN, M.; KING, L. 1993. Carbon and phosphorus losses from decomposing crop residues in no till and conventional till agroecosystems. *Agronomy Journal, Madison*, 85: 631-638.
- [14] FROSSARD, E.; FROSSARD, M.; HEDLEY, M. J.; MATHERELL, A. 1995. Reactions controlling the cycling of P in soil. In: TIESSNM, H. (Org.). Phosphorus in the global environment: transfers, cycles and management. Chichester: J. Wiley, p. 107-146.
- [15] COSTA, G.S.; GAMA-RODRIGUES, A.C. & CUNHA, G.M. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no norte fluminense. *Revista Árvore*, 29: 563-570.

Tabela 1. Atributos químicos do solo antes da implantação do experimento.

Profundidade (cm)	Atributos avaliados										
	N	C	pH	Al	H+Al	Ca+Mg	Ca	Mg	K	Na	P
	g kg ⁻¹		-----	-----cmol _c kg ⁻¹ -----							
0,0-2,5	1,13	12,34	6,43	0,20	1,16	5,60	2,60	3,00	0,20	0,07	2,34
2,5-10,0	0,59	11,35	6,12	0,10	0,83	4,70	2,60	2,10	0,12	0,07	0,50
5,0-10,0	0,59	9,38	6,22	0,10	0,99	5,00	2,90	2,10	0,07	0,07	0,05

Tabela 2. Produção de biomassa fresca e seca das plantas de cobertura, em kg ha⁻¹.

Plantas de cobertura	Floração		Maturação	
	Massa fresca	Massa seca	Massa fresca	Massa seca
ENA 2	12.333 a	2.833 a	9.650 a	3.482 a
BRS 1501	5.266 b	1.466 b	4.736 b	1.738 b
SORGO BRS 310	10.800 a	2.500 a	6.500 b	3.560 a
C.V.(%)	16,66	12,99	14,13	7,99

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Tabela 3. Parâmetros dos modelos ajustados aos valores de biomassa seca, nitrogênio, fósforo e potássio remanescentes, tempo de meia vida (T^{1/2}) de cada compartimento e valores de r² de cada planta de cobertura.

Tratamentos	Parâmetros da equação de decomposição		
	k ⁽¹⁾	T ^{1/2} (2)	r ²
Massa seca			
Genótipo ENA 2	0,0053**	131	0,85**
BRS 1501	0,0063*	110	0,75*
Sorgo BRS 310	0,0059*	117	0,66*
Vegetação espontânea (VE)	0,0089**	78	0,89**
N			
Genótipo ENA 2	0,0078*	89	0,70*
BRS 1501	0,0062**	111	0,89**
Sorgo BRS 310	0,0094 ^{ND(3)}	73	0,5100 ND
Vegetação espontânea (VE)	0,0178**	39	0,96**
P			
Genótipo ENA 2	0,0062*	111	0,73*
BRS 1501	0,0074*	93	0,70*
Sorgo BRS 310	0,0063 ND	110	0,56 ND
Vegetação espontânea (VE)	0,0091**	76	0,86**
K			
Genótipo ENA 2	0,3955**	2	0,99**
BRS 1501	0,2824**	3	0,99**
Sorgo BRS 310	0,2079**	4	0,98**
Vegetação espontânea (VE)	0,1699**	4	0,97**

(1)=Constante de decomposição; (2)=Tempo de meia vida; (3)=dados não ajustados ao modelo exponencial simples, de acordo com análise de regressão a 5 %. * e ** significativos a 5 e 1% pelo teste de Tukey.

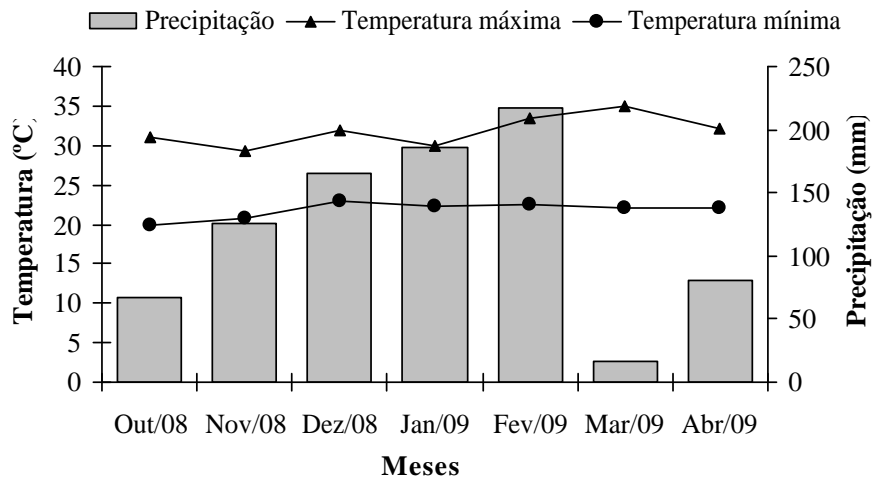


Figura 1. Valores médios de precipitação pluviométrica e temperatura na área experimental durante a condução do experimento. (Fonte: INMET).

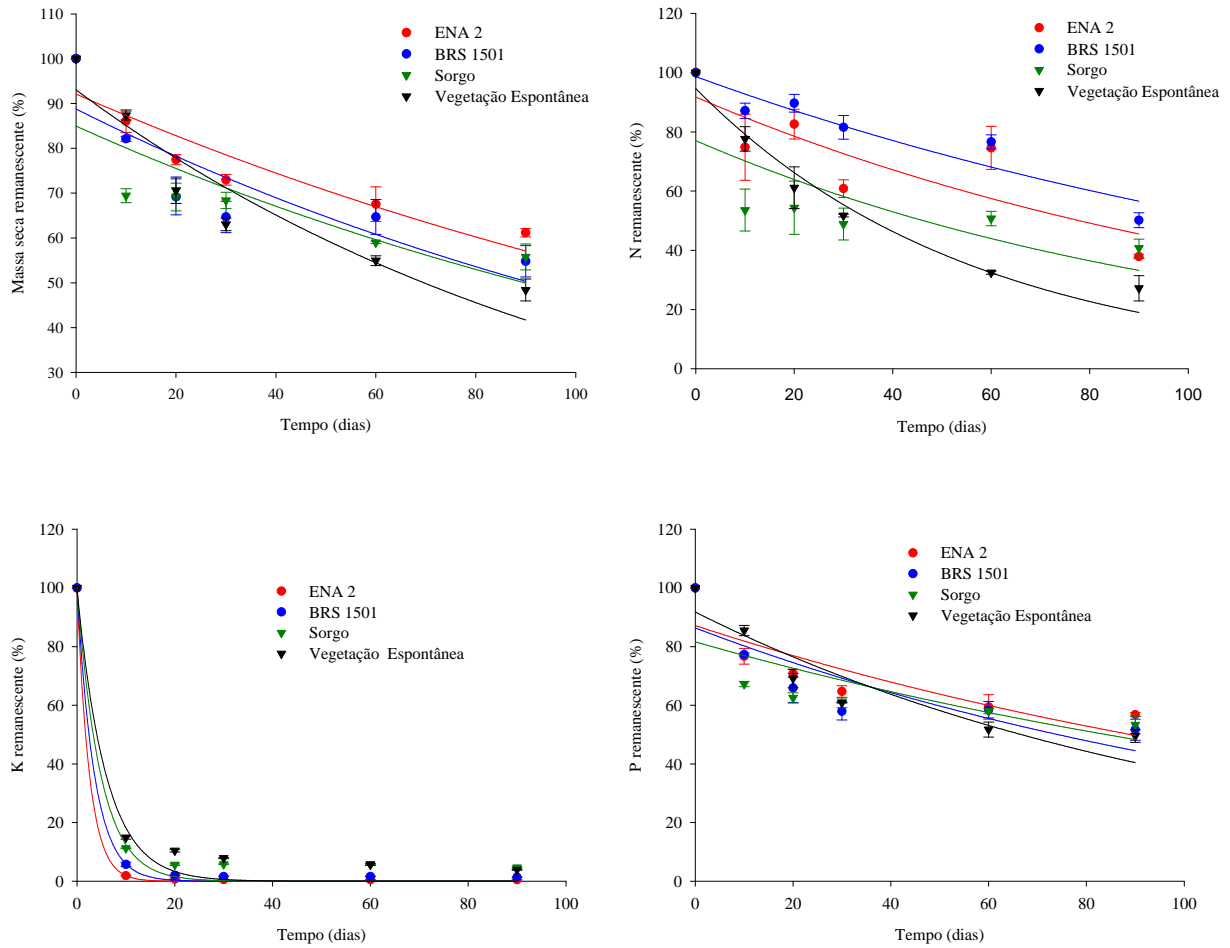


Figura 2. Biomassa seca remanescente e teores de nutrientes dos resíduos de plantas de cobertura em avaliações realizadas no campo até 90 dias após a distribuição das bolsas de decomposição na superfície do solo.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Degradação do diesel em solos: Aplicabilidade de Fenton e tipo-Fenton”

CAROLINA ACIOLI PEREIRA⁽¹⁾, MÔNICA REGINA DA COSTA MARQUES⁽²⁾ & DANIEL VIDAL PEREZ⁽³⁾

RESUMO - A presença natural de ferro em latossolos brasileiros foi estudada na avaliação da eficiência de remediação de solos contaminados com hidrocarbonetos através do processo oxidativo avançado, por reagente de Fenton. Dessa forma, foi desenvolvido estudos em diferentes tipos de solos (latossolo amarelo - LA e latossolo vermelho - LV) que continham teores de ferro diferenciados, os quais foram contaminados com óleo diesel. Para os testes de remediação foram utilizados um de solo previamente contaminados com 500mg/g de óleo diesel. Com objetivo de se determinar as condições limites do sistema, foi avaliada a influência dos seguintes parâmetros no processo de remediação: concentração do peróxido de hidrogênio e do sal de ferro(II) e tempo de contato. Todos os extratos hexânicos foram analisados quantitativamente e qualitativamente por cromatografia gasosa de alta resolução, após terem sido extraídos em Soxhlet. Os resultados mostraram uma elevada degradação (superior a 80%) independente do tipo de solo utilizado, embora a cinética do latossolo amarelo (baixo teor de ferro) tenha sido superior ao latossolo vermelho (alto teor de ferro).

Palavras-Chave: (solos; oxidação; remediação)

Introdução

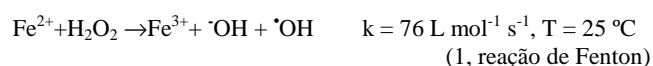
Os produtos derivados do petróleo são os combustíveis mais usados pela sociedade moderna. Um dos problemas ambientais ligados a este setor são as áreas contaminadas decorrentes de acidentes pelo transporte, manuseio, exploração, ou mesmo durante sua cadeia produtiva.

A remediação de áreas contaminadas visa eliminar ou reduzir, para níveis aceitáveis, os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente em decorrência de exposição às substâncias provenientes da contaminação, para isso é necessário conhecimento das características dessas áreas e dos impactos decorrentes da contaminação, proporcionando a tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas.

Um dos requisitos considerados para a seleção das técnicas de remediação são as potenciais emissões

resultantes de sua operação. Os processos oxidativos avançados (POA) têm recebido grande interesse no tratamento e pré-tratamento de compostos não biodegradáveis em águas, atmosferas e solos contaminados, pois convertem a matéria orgânica em CO₂ e H₂O ou no caso de pré-tratamentos, tornando-os biodegradáveis. Os POA são definidos como processos que geram radicais hidroxila ($\bullet\text{OH}$) em quantidades suficientes para a degradação de matéria orgânica, empregando diferentes combinações de precursores como H₂O₂, O₃, luz UV (ultra-violeta), ultra-som e sais de ferro¹.

Um dos POA mais promissores consiste na reação entre Fe²⁺ e H₂O₂, conhecida como a reação de Fenton (Equação 1), que gera os radicais OH que possuem elevado potencial de oxidação (2,3 V), atacando indistintamente todas as espécies presentes no meio reacional². A alta reatividade do radical OH resulta em reações rápidas, da ordem de 1 x 10¹⁰, e inespecíficas com os distintos substratos, o que implica que a velocidade de reação normalmente é limitada pela velocidade de difusão³. Quando é utilizado Fe³⁺ ao invés de Fe²⁺ e H₂O₂ em excesso (reação tipo Fenton), outros radicais de menor potencial de oxidação como hidroperoxila (HO₂ \bullet) e ânion superóxido (O₂ \bullet^-) também são formados. A proporção na qual estes radicais são produzidos é determinada pelo pH ácido.



O território brasileiro se caracteriza por uma grande diversidade de tipos de solos. Destes, os Latossolos são os solos mais representativos, ocupando 38,7% da área total do país e distribuindo-se em praticamente todo território nacional. Os Latossolos podem ser diferenciados em níveis categóricos mais baixos com base em diversos atributos, do qual se destaca o teor de óxidos de ferro. Isto porque a oxidação com o reagente de Fenton está diretamente ligada à concentração de Fe²⁺ no meio reacional⁴, o qual está, provavelmente, relacionado à concentração de Fe³⁺ na matriz do solo, em função do equilíbrio redox. Além disso, existem trabalhos⁵ que mostram a possibilidade dos óxi-hidróxidos de ferro do solo servirem de catalisadores para a reação de Fenton, no lugar da adição de Fe²⁺. Neste sentido, as classes mais distintas seriam o Latossolo

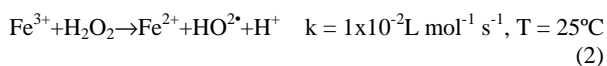
⁽¹⁾ Primeiro Autor é aluna de Doutorado em Meio Ambiente, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, RJ, CEP 20.550-013. E-mail: carolinaacioli@yahoo.com.br.

⁽²⁾ Segundo Autor é Professor Adjunto do Departamento de Química Orgânica, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, RJ, CEP 20.550-013

⁽³⁾ Terceiro Autor é Pesquisador III da Embrapa Solos. Embrapa – Solos, Rua Jardim Botânico, 1024. CEP 22460-000
Apoio financeiro: CAPES e Faperj

Amarelo, em que ocorrem, normalmente, as menores concentrações totais de ferro, e o Latossolo Vermelho, o oposto.

Apesar da maior velocidade de reação entre Fe^{2+} e H_2O_2 , a utilização de Fe^{3+} é mais conveniente, pois neste estado de oxidação o ferro é mais abundante. A decomposição de H_2O_2 por Fe^{3+} gera a espécie reduzida Fe^{2+} , que também reage com H_2O_2 , e o radical hidroperoxila (Equação 2). O íon Fe^{3+} também pode ser reduzido por esse radical (Equação 3), gerando radicais OH pela reação de Fenton.



Na busca de novas alternativas para a remediação de solos contaminados, o trabalho propõe o tratamento de solos contaminados por hidrocarbonetos de petróleo através da avaliação da eficiência do reagente de Fenton para remediação de dois tipos de solos brasileiros, um deles com diferente teor de ferro naturalmente presente, contaminados com hidrocarbonetos, mas precisamente óleo diesel.

Material e Métodos

Os horizontes superficiais (0–15 cm) de dois diferentes tipos de solos: Latossolo Amarelo (LA) do município de Pinheiral (RJ), Latossolo Vermelho (LV) do município de Lagoa Formosa (MG) foram coletados pela EMBRAPA Solos em 2006, sendo suas respectivas análises físicas e químicas de caracterização realizadas conforme Embrapa⁶. O óleo diesel, com mais de 99% de pureza, foi caracterizado por espectrometria de massas (CG-EM), cromatografia gasosa de alta resolução (CGAR) e espectrometria de infravermelho (FTIR).

A contaminação dos solos foi feita a partir do óleo diesel dissolvido em pentano e aplicado em, respectivamente, 500g de cada solo, para se obter, então, uma concentração final de 50.000 mg/kg. Os solos contaminados foram armazenados à temperatura ambiente por, no mínimo, 15 dias. Para testes com o reagente de Fenton foram utilizadas massas de solo de 10 g. Depois da adição de todos os reagentes foi realizado ajuste de pH a 3 com uma solução de NaOH (1M). Após o tempo estipulado para reação de oxidação, o solo foi separado por centrifugação (2500 rpm) e transferido para um cartucho de Soxhlet, onde os produtos foram extraídos com o solvente hexano e posteriormente quantificados por cromatografia gasosa de alta resolução (CGAR) sob as seguintes condições de análise: Coluna capilar HP-5MS (30m x 0.32mm, 0.25 μm), temperatura inicial de 100°C, com rampa de programação de 5°C/min, e temperatura final 300°C.

Resultados

A análise granulométrica, com dispersão, permite a determinação das seguintes frações: areia grossa

(diâmetro entre 2 e 0,2 mm), areia fina (entre 0,2 e 0,053 mm), silte (entre 0,053 e 0,002 mm) e argila (diâmetro menor que 0,002 mm). A textura do solo, que se refere à proporção relativa das frações areia, silte e argila que compõem a massa do solo, encontram-se na Tabela 1.

Com base em Embrapa, pode-se observar que os dois solos podem ser considerados argilosos, devido à alta quantidade de argila presente (400 g/kg⁻¹ – LA e 600 g/kg⁻¹ – LV) quando comparada às demais frações texturais constituintes dos solos.

Na Capacidade de Troca Catiônica (Tabela 1) observa-se que LV (9,8 cmol_c.kg⁻¹) apresenta um valor maior que LA (3,7 cmol_c.kg⁻¹), o que, a primeira vista, representa um contra-senso. Isto porque o LV tem sua mineralogia de argila dominada por óxidos de ferro (tabela 1) os quais, sabidamente, contribuem pouco para a CTC do solo, na ordem de até 4 cmol_c.kg⁻¹. Contudo, neste caso, não se pode esquecer que o grande diferencial é o teor de carbono orgânico que, indiretamente, está relacionado ao teor de matéria orgânica e, em última instância, ao teor de substâncias húmicas do solo. Essas substâncias têm CTC muito elevada, variando de 400 a 800 cmol_c.kg⁻¹. Como o LV possui um teor de carbono (3,06 g.kg⁻¹) 10 vezes superior ao LA (0,31 g.Kg⁻¹), entende-se o fato de sua CTC ser superior.

Os resultados obtidos do teor de óxidos de ferro, de 258 g/kg do LV contra os 43 g/kg do solo do LA (Tabela 1), reforçam a idéia original de se trabalhar com solos com teores de ferro distintos para avaliar o impacto na eficiência da técnica de decomposição de Fenton. Esta técnica de remediação oxidativa utilizado equilíbrio redox do ferro com o peróxido de hidrogênio para catalisar a decomposição de hidrocarbonetos. Assim como, vale ressaltar que a diferença obtida no teor de ferro no ataque sulfúrico se reflete na diferença do teor de ferro biodisponível, sendo maior no LV do que no LA também reforça a hipótese original do trabalho.

Nos testes de remediação oxidativa, em ambos os solos, foram avaliados as influências dos seguintes parâmetros de eficiência no processo oxidativo: a concentração do peróxido de hidrogênio e do catalisador de ferro utilizado nos experimentos, o tempo da reação, o período de reação.

De acordo com os resultados descritos nas tabelas 2 e 3, nota-se que, de forma geral, os rendimentos da remediação obtidos crescem à medida que o tempo de reação se prolonga, para os dois tipos de solos.

Testes em branco foram realizados com o objetivo de acompanhar a eficiência do processo de extração do óleo diesel com o hexano (Tabelas 2 e 3 – Teste 1).

Discussão

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que quando o solo é trabalhado imerso em banho de gelo durante a adição do peróxido de hidrogênio, em tempo estimado de 24, 48, 72, 120, 360 e 720 horas são obtidos 50%, 54%, 68%, 70%, 76% e 85% de rendimento, respectivamente para os testes 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

O tempo de contato entre o solo e o agente oxidante foi aumentado gradativamente visando somar o rendimento de remediação, o que apontou sucesso, visto que os valores de

rendimento de remediação aumentaram com o aumento do tempo de contato dos reagentes. Esta observação está de acordo com o que alguns autores já havia relatado⁵.

Os testes com LV (Tabela 3), sem o incremento da solução de sal de ferro (II), foram conduzidos em situações similares aos testes realizados anteriormente com o LA, Tabela 2.

Após 24 horas de reação (teste 2, Tabela 3), foi obtido um rendimento da ordem de 69%. Em seqüência, foram realizados testes sob as mesmas condições anteriores, mas com o aumentando do tempo de contato das reações para 48 e 72 horas (testes 3 e 4, Tabela 3). Os resultados obtidos indicaram um aumento muito discreto de apenas 2% para o teste 5 após 48 h (71%). Entretanto, após 72 h (teste 4) o rendimento bruto de remediação foi melhor, em torno de 81%.

Esses resultados preliminares apontaram o que a literatura demonstrava para solos em que era adicionado ferro mineral, como a goetita e a hematita⁴. No caso de LV, com maior teor de ferro natural, e com preponderância de ferro (III), a reação de oxidação requereu um tempo inicial maior para acontecer devido à necessidade de transformação desse ferro (III) a ferro (II) (Equação 3) disponível para o sistema de Fenton iniciar o seu ciclo catalítico e gerar radicais hidroxilas.

Os resultados obtidos dos testes 5 a 7 (Tabela 3) mostraram que houve um aumento no rendimento da remediação quando se adicionou a solução de sulfato ferroso, comparados aos resultados obtidos na ausência do sal de ferro (teste 2 a 4 - Tabela 3). Além disso, pode-se observar que o aumento no rendimento da reação foi maior em tempos de contato menores (gráfico 2). Com o passar do tempo (72 horas), observa-se, no entanto, que a adição do sal de ferro não acarretou em uma melhora significativa no processo de remediação (de 81% para 84% quando se adicionou o ferro). Dessa forma pode-se concluir, que a apesar do LV ser rico em ferro, a disponibilidade desse ferro como Fe^{2+} , no início da remediação é o fator limitante no processo de oxi-redução.

Foram realizadas análises por espectrometria de infravermelho dos extratos hexânicos para investigar como poderia estar correndo o mecanismo de oxidação dos compostos durante o processo (Figuras 1 e 2). De acordo com os espectros dos extratos hexânicos, observa-se que após 24 h (A) de remediação há o aparecimento de uma banda em 1719 cm^{-1} característica de estiramento de grupo carbonila de cetonas/aldeídos. Após 360 h (B), observa-se que o aparecimento de um grupo carboxila (1732 cm^{-1}), provavelmente de ésteres, sugerindo a oxidação do grupo carbonila observado anteriormente. Após 720 h (C) o perfil do espectro é semelhante ao do óleo diesel (figura não apresentada), sugerindo que todos os compostos solúveis em hexano com grupo carbonilas (carbonilados ou carboxilas) foram mineralizados por completo.

Os espectros de FTIR dos extratos hexânicos dos testes em LV (Testes 5 e 6) estão apresentados na Figura 2. Nestes espectros, observaram-se o aparecimento das seguintes bandas: 1690 cm^{-1} , característica de compostos carbonilados insaturados e 1715 cm^{-1} característica de carbonilas de cetonas/aldeídos saturados.

Conclusões

Os resultados encontrados nos experimentos confirmam o objetivo inicial. A remediação de solos contaminados com óleo diesel por oxidação através do reagente de Fenton pode ser considerada muito satisfatória e com significativas perspectivas de aplicabilidade em sítios contaminados. Os valores obtidos na remediação oxidativa de Latossolos Amarelo (LA), um solo caulinitico com baixo teor de ferro, contaminados com óleo diesel foram excelentes, principalmente em condições mais agressivas de tratamento (elevada temperatura e agitação do meio reacional). Já, os resultados de remediação de Latossolo Vermelho (LV), um solo oxidico com elevado teor natural de ferro (III) contaminado com óleo diesel, revelou-se surpreendentemente satisfatório, revelando que sob mesmas condições experimentais do LA não é primordial à adição de sais de ferro (II) para se aumentar à eficiência do processo de remediação oxidativa, nesse processo basta, entretanto, aumentar o tempo de reação.

Agradecimentos

CNPq e a CAPES pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] GOGATE, P.; PANDIT, A. 2004. A review of imperative technologies for wastewater treatment I: oxidation technologies at ambient condition. *Adv. Environ. Res.*, 8, p. 501-551.
- [2] HALLIWELL, B. 2003. Free Radical Chemistry as Related to Degradative Mechanisms. In: Barry Halliwell. *Wood Deterioration and Preservation – Advances in our Changing World*; Goodell, B.; Nicholas, D. D.; Schultz, T. P., ACS Symp. American Chemical Society: Washington.
- [3] WARDMAN, P.; CANDEIAS, L. P. 1996. Fenton chemistry: an introduction. *Radiat. Res.*, 145, p. 523-531.
- [4] KONG, S., WATTS, R. J., CHOI, J., 1998. Treatment of petroleum-contaminated soils using iron mineral catalyzed hydrogen peroxide. *Chemosphere*, 37, 8, p. 1473-1482.
- [5] TARR, M.A. 2003. Fenton and Modified Fenton Methods for Pollutant Degradation. In: Tarr, M.A. *Chemical Degradation Methods for Wastes and Pollutants: Environmental and Industrial Applications*. New York: Marcel Dekker. p.165-200.
- [6] EMBRAPA. 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos.. 212p

Tabela 1. Caracterização química e física das amostras de solo estudadas.

SOLO	ARGILA ($< 0,002$ mm)	SILTE ($0,05 - 0,002$ mm)	AREIA GROSSA ($2 - 0,20$ mm) g/kg ⁻¹	AREIA FINA ($0,20 - 0,05$ mm)	C. ORG.	CTC cmol _c .kg ⁻¹	Fe ₂ O ₃ g/kg ⁻¹
LA	440	84	350	126	0,31	3,7	43
LV	600	232	104	64	3,06	9,8	258

Tabela 2. Condições da etapa de remediação em Latossolo Amarelo (LA).

TESTE	TEMPO (h)	VOLUME (mL)		CONDIÇÕES	RENDIMENTO (%) _c
		H ₂ O ₂ _a	FeSO ₄ _b		
<i>1</i>	<i>24</i>	----	----	<i>Teste em branco</i>	<i>85 (recuperação)</i>
2	24	0,41	0,18	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	50
3	48	0,41	0,18	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	54
4	72	0,41	0,18	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	68
5	120	0,41	0,18	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	70
6	360	0,41	0,18	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	76
7	720	0,41	0,18	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	85

^a Concentração da H₂O₂: 30 % (determinada pelo método Iodométrico)

^b Solução ácida de sulfato ferroso 1M

^c Rendimento bruto (determinado pelo método gravimétrico)

Tabela 3. Condições da etapa de remediação em Latossolo Vermelho (LV).

TESTE	TEMPO (h)	VOLUME (mL)		CONDIÇÕES	RENDIMENTO (%) _c
		H ₂ O ₂ _a	FeSO ₄ _b		
<i>1</i>	<i>24</i>	----	----	<i>Teste em branco</i>	<i>85 (recuperação)</i>
2	24	0,41	---	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	69
3	48	0,41	---	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	71
4	72	0,41	---	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	81
5	24	0,41	0,18	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	76
6	48	0,41	0,18	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	78
7	72	0,41	0,18	Adição fracionada e vagarosa de H ₂ O ₂ com banho de gelo	84

^a Concentração da H₂O₂: 30 % (determinada pelo método Iodométrico)

^b Solução ácida de sulfato ferroso 1M

^c Rendimento bruto (determinado pelo método gravimétrico)

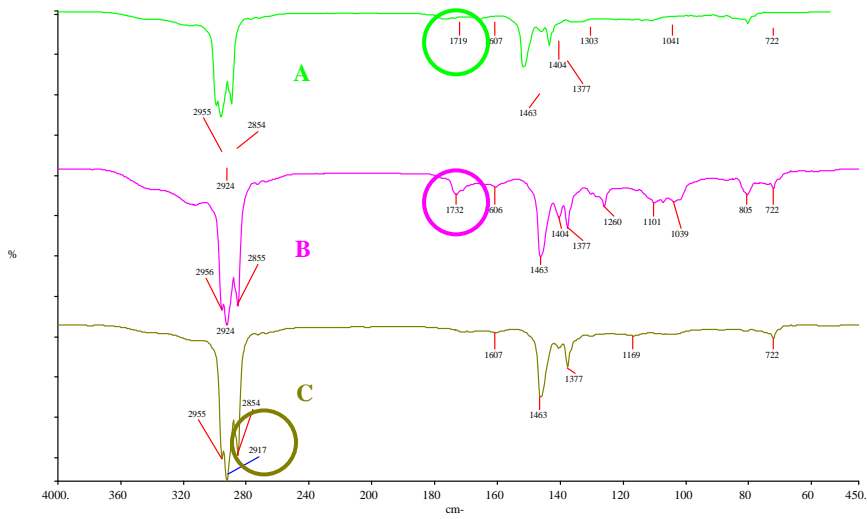


Figura 1. Espectros de FTIR dos extratos hexânicos após remediação em LA (Amostras: A: Teste 2 - 24 h; B: teste 6 - 360 h; C: teste 7 - 720 h, Tabela 2).

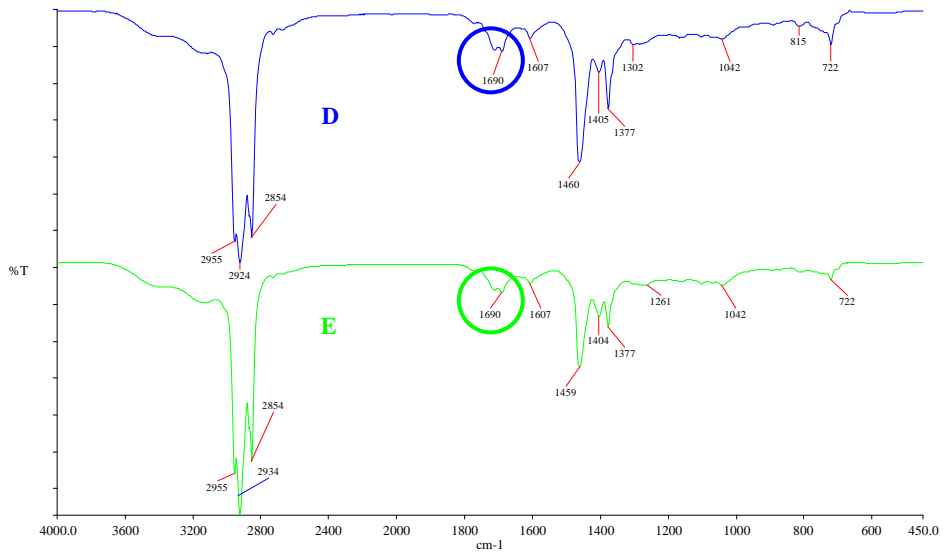


Figura 2. Espectros de FTIR dos extratos hexânicos após remediação em LV (Amostras: D: Teste 5 - 36 h; E: teste 6 - 72 h, Tabela 3).

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Desempenho Comparativo de Normas DRIS para Cupuaçueiros na Amazônia¹

PAULO GUILHERME SALVADOR WADT⁽²⁾, JAIRO RAFAEL MACHADO DIAS⁽³⁾, DANIEL VIDAL PEREZ⁽²⁾, LUCIELIO MANOEL DA SILVA⁴ & CLEIGIANE DE OLIVEIRA LEMOS⁽⁵⁾

RESUMO - O cultivo comercial de cupuaçueiros na Amazônia requer o desenvolvimento de técnicas para o diagnóstico nutricional dos pomares. Entre os métodos com maior potencial para a avaliação do estado nutricional dos pomares, situa-se o DRIS. Por sua vez, para aplicação do método DRIS em cupuaçueiros é necessário definir se devem ser priorizadas o desenvolvimento de normas generalistas ou específicas para cada condição de cultivo (pomares em monocultivo, sistemas agroflorestais, etc). Neste trabalho, foram testadas cinco grupos de normas DRIS, sendo que a norma mais genérica resultou em maior proporção de diagnósticos coincidentes que todas as demais normas específicas que foram testadas.

Palavras-Chave: (DRIS; Cupuaçu; *Theobroma grandiflorum*; Amazônia; Análise Foliar)

Introdução

O cultivo em escala comercial do cupuaçueiro (*Theobroma grandiflorum*) na Amazônia requer o desenvolvimento de técnicas para o diagnóstico do estado nutricional desta espécie, com vistas a identificar as necessidades de nutrientes a serem aplicadas nos pomares, seja por análises de solos e, ou tecidos foliares.

Comparativamente com outras fruteiras, os pomares comerciais de cupuaçueiros são pouco produtivos, o que pode ser explicado, por baixa qualidade do material genético cultivado, pela ocorrência de doenças como a vassoura-de-bruxa e pelo manejo inadequado da cultura, principalmente quanto as ervas invasoras e fertilização. Em um estudo com adubação potássica e calagem em Cambissolo na Amazônia sul-ocidental, foi encontrado resposta linear ao potássio aplicado, até a dose de 80 kg ha⁻¹ e interação positiva da calagem com a adição de potássio [1], contradizendo o mito da cultura não ser responsiva à adubação.

Ainda na Amazônia sul-ocidental, foi encontrado uma tendência quadrática de resposta da produção à aplicação de doses crescentes de P, com a máxima produção sendo obtida na dose de 100 kg ha⁻¹ [2]. O mesmo tipo de resposta tem sido relatado para o cacaueteiro, em função da aplicação de doses crescentes de P, havendo uma sincronia entre os dados de diâmetro do caule, produção de amêndoas secas, nível

de P no solo e na planta [2]. Entretanto, no mesmo experimento, não foi observada resposta do cupuaçueiro para a adição de N mineral.

Uma alternativa para avaliar rapidamente a demanda dos pomares por adubações de reposição ou de manutenção, seria a adoção de métodos diagnósticos foliares. Entretanto, para isto torna-se necessário a obtenção de valores de referência, para o uso de métodos convencionais, como nível crítico e faixa ótima para a concentração dos nutrientes, ou a obtenção de normas DRIS. Os valores de referência são geralmente estabelecidos em experimentos de calibração, em ambientes controlados [3], o que torna a identificação do estado nutricional restrita, além de que estes valores estão sujeitos a constantes revisões, em consequência da introdução de novos materiais, novas formas de cultivo e ambiente diferenciados, exigindo outros ensaios, o que, para culturas perenes, demandariam tempo e elevado gasto de recursos [4,5].

A obtenção de normas DRIS pode ser feita a partir de dados de lavouras comerciais [6], o que torna o processo mais rápido e menos custoso.

Entretanto, embora o método DRIS tenha sido proposto para ser gerado a partir de dados sob condições não controladas [6], tem sido crescente o número de autores que sugerem que as normas DRIS devem ser obtidas para cada situação específica [5].

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar se a adoção de normas DRIS específicas ou mais gerais resultam em diagnósticos nutricionais distintos entre si, como forma de orientar no desenvolvimento de um sistema de monitoramento do estado nutricional de cupuaçueiros cultivados na Amazônia.

Material e Métodos

Para a geração das normas DRIS foram monitorados 156 pomares comerciais de cupuaçueiro, sendo 45 cultivados em monocultivo e 111 em sistemas agroflorestais (SAFs), com idade variando de 5 a 18 anos, no período de julho a setembro de 2008, localizados na área de influência do distrito de Nova Califórnia, extremo-oeste do município de Porto Velho, Rondônia, em um quadrículo contido entre os paralelos 9° 24'45''S e 9°54'54''S e os meridianos 65°27'28''W e 65°51'52''W. Mais informações sobre a amostragem das folhas e os métodos analíticos utilizados podem ser encontradas em

¹ Pesquisa financiada com recursos do CNPq (Edital Universal).

² Engenheiro Agrônomo, D.Sci. Pesquisadores, Embrapa Solos e Embrapa Acre. E-mail: daniel@cnpq.embrapa.br e paulo@cpafac.embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre. E-mail: jairorafaelmdias@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Analista, Embrapa Acre. E-mail: lucielio@cpafac.embrapa.br

⁵ Sistemas de Informação. Bolsista SET-8A / CNPq-Embrapa. E-mail: cleigiane@cpafac.embrapa.br

Dias et al [7]. Os pomares foram previamente classificados como de baixa (PBP), média (PMP) e alta (PAP) produtividade, levando em consideração os aspectos: fitossanitários, status do manejo cultural e do solo. Com relação aos aspectos fitossanitários levou-se em consideração o nível de infestação dos pomares para vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciososa*) e a broca-do-fruto (*Conotrachelus humeropictus*), problemas que mais afetam a produtividade na região. Com relação ao status do manejo cultural e do solo foram levados em consideração o nível de práticas de manejo adotado nas áreas. Adotou-se para a avaliação das práticas culturais: presença ou ausência de poda, frutos estragados da área de cultivo e limpeza da área. Para as práticas de manejo do solo, levou-se em consideração, presença ou ausência de adubação orgânica, cobertura do solo e cultivo em nível. Para as características avaliadas (status fitossanitário, manejo cultural e do solo) foram atribuídos conceitos: 1 (ruim), 2 (regular) e 3 (bom) [7].

Uma vez definidas as classes de produtividade, foi utilizada a população de alta produtividade (PAP) para a obtenção das normas DRIS por meio do software DRIS (www.driss.com.br) para cinco diferentes subpopulações: GERAL, constituído por todos os pomares de alta produtividade (PAP); CCS, norma específica para PAP cultivados em sistemas agroflorestais; CCM, norma específica para PAP cultivados em sistema de monocultura; CUP>11, PAP com idade maior que 11 anos e CUP<11, específicas para PAP com idade inferior ou igual a 11 anos.

Todas as lavouras foram a seguir diagnosticadas tomando-se cada uma das normas DRIS como referência, utilizando a fórmula de Jones [8], e adotando-se no cálculo todas as relações bivariadas, na forma inversa e direta. Para os índices DRIS obtidos de cada norma DRIS avaliada, foi calculado o índice de balanço nutricional médio (IBNm) e o Potencial de Resposta à Adubação [9].

A comparação entre as diferentes normas DRIS para os diferentes diagnósticos produzidos foram então feitas, por meio de teste de correção de Pearson e matriz de Proximidade, comparando-se cada IBSm obtido por cada uma das normas específicas com o IBSm obtido pela norma GERAL. Para estas análises, utilizou-se o software estatístico SPSS 15.0 Graduate Pack.

Adicionalmente, o potencial de resposta à adubação determinado para cada pomar, para cada um dos nutrientes avaliados (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn e Mn) foi comparado quanto a indicação de deficiência (potencial de resposta positivo), de equilíbrio (potencial de resposta nulo) ou de excesso (potencial de resposta negativo). A comparação foi feita sempre avaliando o diagnóstico produzido pelas normas GERAIS com cada uma das demais normas específicas, computando-se ao final o total de diagnósticos coincidentes para cada nutriente.

Resultados e discussão

A correlação entre o valor do IBSm para os pomares avaliados por meio das normas DRIS GERAL com as normas DRIS específicas, foram todas significativas ao nível de 0,1% de probabilidade. O coeficiente de correção variou de 0,99 quando se comparou as normas DRIS GERAL com a norma DRIS CCS, até o coeficiente de 0,865, quando se comparou o IBSm obtido pelas normas DRIS GERAL com as normas DRIS CCM ou normas DRIS CUP<11. A menor correlação foi de 0,749, correspondendo a comparação entre as normas DRIS CUP>11 e normas DRIS CUP<11 (Tabela 1). A matriz de proximidade resultou em coeficientes de correções idênticos aos obtidos pela correção de Pearson (Tabela 2).

Partelli e outros [5] comparando normas DRIS de cafeeiros, cultivados sob sistema orgânico e sistema convencional, encontraram resultados distintos, em que o diagnóstico produzido por cada uma das normas DRIS foi diferente para cada um dos sistemas. Diferente deste trabalho, os autores compararam normas específicas entre si (orgânica x convencional), enquanto que no trabalho atual, a comparação foi feita entre uma norma geral e demais normas específicas. Se observado os valores dos coeficientes de correção para o IBSm, pode-se verificar que os menores valores foram obtidos justamente quando se compara normas específicas entre si.

Este resultado está indicando a menor capacidade de normas específicas em realizar o diagnóstico nutricional de lavouras comerciais sob condições de manejo bastante variadas, como o que ocorre com o cupuaçuzeiro na Amazônia.

Mais importante ainda que avaliar o IBSm, é considerar que o diagnóstico obtido para cada nutriente em particular, é dependente ou não das normas DRIS.

Comparando-se cada um dos diagnósticos obtidos, observa-se que para a maioria dos nutrientes avaliados, a média de concordância entre os diagnósticos foi superior a 90% dos casos, ou seja, 9 em cada 10 diagnósticos indicam o mesmo estado nutricional para um dado nutriente. As exceções foram os diagnósticos gerados para K e Mg, que ficaram em 83,7 e 87,9% de concordância (Tabela 3).

Verificando-se a concordância entre as diferentes normas específicas com a norma genérica, observa-se que a menor concordância para os diagnósticos produzidos pelas normas DRIS CCM e as normas DRIS CUP<11 (86,7 e 87,1%, respectivamente) (Tabela 3). Esta capacidade de normas DRIS mais genéricas resultarem em maior proporção de diagnósticos coincidentes que quando se compara normas DRIS específicas entre si já havia sido demonstrada para plantios florestais de eucaliptos [9]. Também, a menor capacidade preditiva de normas DRIS cujas lavouras a serem monitoradas não sejam adequadamente representadas na população de referência já foi constatado para cana-de-açúcar [10].

Os resultados obtidos indicam claramente a superioridade do uso de normas DRIS mais genéricas, pela sua maior capacidade de gerar diagnósticos que são coerentes com aqueles produzidos por normas DRIS específicas. Este resultado é particularmente importante, uma vez que permitirá o desenvolvimento de um único banco de dados que possa ser utilizado para avaliar

pomares de cupuaçueiros cultivados em diferentes condições de manejo e idade.

Conclusão

Normas DRIS gerais, desde que representativas dos pomares a serem avaliados, devem ser indicadas para a interpretação do estado nutricional, por resultarem em diagnósticos concordantes com os produzidos por normas DRIS específicas.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro e o fornecimento de bolsas setoriais, de iniciação científica e DTI, por meio dos editais Universal e CT-Agro, fundamental para a realização deste projeto e aos produtores rurais do projeto RECA, em cujas áreas os trabalhos de monitoramento foram realizados.

Referências

- [1] AYRES, I. da C. & ALFAIA, S.S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçueiro em sistemas agroflorestais da Amazônia Ocidental. *Pesq.*, Brasília, agropec. bras. vol.42 no.7, 2007.
- [2] ALFAIA, S.S.; AYRES, M. I. da C. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu, com e sem sementes, na região da Amazônia central. *Rev. Bras. Frutic.*, Jabotical, vol.26 no.2, 2004.
- [3] BHARGAVA, B.S. & CHADHA, K.L. Leaf nutrient guide for fruit and plantation crops. *Fert. News*, Vol. 33, no. 21-29, 1988.
- [4] WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; FONSECA, S. & BARROS, N.F. Valores de referência para macronutrientes em eucalipto obtidos pelos métodos DRIS e chance matemática. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, vol 22, pag. 685-692, 1998.
- [5] PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; MONNERAT, P.H.; VIANA, A.P. Estabelecimento de normas DRIS em cafeeiro conilon orgânico ou convencional no Estado do Espírito Santo. *R. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, vol. 30, pag. 443-451, 2006.
- [6] BEAUFILS, E.R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme of experimentation based on principles developed from research in plant nutrition. *Soil Science Bulletin*, 1, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa. 1973. 132p.
- [7] DIAS, J.R.M.; PEREZ, D.V.; LEMOS, C. de O.; WADT, P.G.S. Normas DRIS bivariadas para a avaliação nutricional de cupuaçueiros. *Anais do XXXII do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*. 2009 (no prelo).
- [8] JONES, C.A. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. *Commun. Soil Sci. Pl. Anal.*, v.12, p.785-794, 1981.
- [9] WADT, P.G.S. Os métodos da Chance Matemática e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 99p. (Tese de doutorado).
- [10] REIS JÚNIOR, R.A. & MONNERAT, P.H. Norms establishment of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. *Pes. Agropec. Bras.*, vol. 38, pag. 277-282, 2003.

Tabela 1. Coeficiente de correção de Pearson para o IBNm obtido por diferentes normas DRIS para o cupuaçuero. . Normas DRIS (GERAL, normas gerais englobando todos os pomares; CCS, normas para pomares em sistemas agroflorestais; CCM, normas para pomares em monocultivo; CUP<11, normas para pomares com árvores com idade igual ou menor a 11 anos; CUP>11, normas para pomares com árvores de idade maior que 11 anos (todos os coeficientes foram significativos a 1% de probabilidade).

Normas	GERAL	CCS	CCM	CUP>11
CCS	0,990			
CCM	0,865	0,800		
CUP>11	0,977	0,988	0,751	
CUP<11	0,865	0,802	0,999	0,749

Tabela 2. Matriz de proximidade para o IBNm obtido por diferentes normas DRIS para o cupuaçuero. Normas DRIS (GERAL, normas gerais englobando todos os pomares; CCS, normas para pomares em sistemas agroflorestais; CCM, normas para pomares em monocultivo; CUP<11, normas para pomares com árvores com idade igual ou menor a 11 anos; CUP>11, normas para pomares com árvores de idade maior que 11 anos.

	GERAL	CCS	CCM	CUP>11
CCS	0,990			
CUP>11	0,870	0,800		
CUP<11	0,980	0,990	0,750	
CUP>11	0,870	0,800	1,000	0,750

Tabela 3. Porcentagem de diagnósticos concordantes entre as normas DRIS geral e normas DRIS específicas, para cada um dos nutrientes avaliados.

Nutriente	GERAL X CCS	GERAL X CCM	GERAL X CUP11	GERAL X CUP>11	Média
N	97,4%	84,6%	93,6%	88,5%	91,0%
P	99,4%	92,3%	97,4%	92,3%	95,4%
K	91,7%	80,8%	83,3%	78,8%	83,7%
Ca	98,1%	89,1%	94,2%	84,6%	91,5%
Mg	96,8%	81,4%	93,6%	80,1%	88,0%
Zn	96,8%	90,4%	96,2%	89,7%	93,3%
Fe	98,1%	84,0%	96,2%	88,5%	91,7%
Mn	99,4%	91,0%	93,6%	94,2%	94,60%
Média	97,2%	86,7%	93,5%	87,1%	91,1%

DESENVOLVIMENTO DE FUNÇÕES DE PEDOTRANSFERÊNCIA PARA REGIÕES DO NORDESTE BRASILEIRO

ALEXANDRE HUGO CEZAR BARROS¹, QUIRIJN DE JONG VAN LIER², ALINE DE HOLANDA NUNES MAIA³, FÁBIO VALE SCARPARE⁴

RESUMO – Modelos para simulação do fluxo de água no solo e previsão de produtividade de culturas requerem informações sobre parâmetros das curvas de retenção e condutividade hidráulica do solo. Funções de pedotransferência (PTFs) se constituem numa alternativa para obtenção dessas informações, a partir de dados de textura e estrutura disponíveis em levantamentos de solos. Neste trabalho, foram ajustadas PTFs para os parâmetros do modelo de van Genuchten (vG), utilizando dados de 838 curvas de retenção de diferentes locais do Nordeste. As PTFs apresentaram boa qualidade de ajuste para os parâmetros θ_r e θ_s em contraste com a baixa capacidade preditiva para $\log \alpha$ e n . Tais resultados sugerem a viabilidade do seu uso em modelos de simulação do balanço hídrico simplificado e para algumas aplicações práticas de irrigação. No entanto, para uso em modelos complexos de fluxo de água é importante avaliar a sensibilidade das variáveis prognósticas (produtividade agrícola, concentração de solutos) a variações nos parâmetros de vG. A alta variabilidade observada tanto nas propriedades morfológicas como nos parâmetros de vG para a região de estudo sugere o agrupamento dos dados em classes texturais ou tipos de solos.

Palavras-Chave: pedotransferência, curva de retenção, textura do solo, regressão múltipla, dinâmica da água no solo

Introdução

Em simulações dos processos da dinâmica da água no solo e seu impacto no rendimento agrícola, as curvas de retenção de água e a condutividade hidráulica do solo são informações essenciais. No entanto, há pouca informação disponível sobre essas características, devido ao custo elevado e o tempo necessário para obtenção de dados confiáveis, o que se torna uma limitação para simular o armazenamento e o monitoramento da água no solo.

Essa deficiência pode ser contornada pelo uso de funções de pedotransferência (PTF, Tomasella *et al.*, 2000). As PTFs são modelos empíricos que relacionam informações relacionadas à textura e estrutura do solo com a retenção de água no solo e sua condutividade.

Em geral, três diferentes métodos podem ser utilizados para estimar retenção de água no solo: a) modelos não lineares que relacionam potencial matricial com umidade volumétrica, a partir de

estimativas obtidas em laboratório (curvas de retenção), b) modelos físicos e c) modelos de regressão múltipla para estimar parâmetros das curvas de retenção (PTFs paramétricas).

No Brasil, o método das PTFs é uma ferramenta ainda pouco utilizada. As principais contribuições são Tomasella e Hodnett (1998), van den Berg (1998) e Tomasella *et al.*, (2000, 2008) que desenvolveram PTFs utilizando as equações de Brooks-Corey e/ou van Genuchten (1980). Rossato, (2001) e Tomasella *et al.*, (2008), utilizaram parâmetros hidráulicos estimados com PTFs em modelos de simulação de armazenamento de água.

O uso adequado de PTFs depende da escala e do objetivo do estudo. Essa ferramenta é recomendada para uso em grandes áreas, onde as propriedades físicas dos solos sejam semelhantes às dos conjuntos de dados empregados para seu desenvolvimento. A utilização de PTFs deve ser feita após calibrações locais porque, em geral, equações obtidas de outras localidades demonstraram baixa capacidade preditiva (Coelho *et al.*, 1998). Nesse sentido, uma das limitações para o uso dessas funções é que a grande maioria das PTFs disponíveis é oriunda de regiões temperadas. Tomasella *et al.*, (2008) mostrou que PTFs para solos tropicais diferem das desenvolvidas em regiões temperadas (Wösten *et al.*, 1999, 2001), devido à mineralogia, e conseqüentemente, há limitações no seu uso em condições tropicais.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e validar funções de pedotransferência (PTFs) para serem utilizadas em modelos de simulação da dinâmica da água no solo e do crescimento e desenvolvimento de culturas na região Nordeste do Brasil.

Material e Métodos

A. Dados

As informações sobre a granulometria (teor de areia, silte e argila) e estrutura (teor de matéria orgânica e densidade do solo) foram obtidas de levantamentos de solos e os dados para ajuste de curvas de retenção de diversos estudos realizados por universidades, Embrapa e Codevasf, totalizando 838 locais de coleta na região Nordeste do Brasil (Figura 1).

B. Análise exploratória dos dados

Os dados oriundos dos 838 locais foram alocados aleatoriamente em dois subconjuntos disjuntos: um

^{1,4} Doutorando do curso de pós-graduação em Física do Ambiente Agrícola, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. - alex@cnps.embrapa.br, fvscarpa@esalq.usp.br

² Professor Associado do Departamento de Engenharia Rural da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. - qdjvlier@esalq.usp.br

³ Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente - ahmaia@cnpma.embrapa.br

subconjunto com 75% dos dados, para uso na estimação das PTFs e outro com os 15% restantes, para validação. Foram calculadas estatísticas descritivas e feita a classificação textural dos solos representados pelos respectivos locais de coleta para os dois subconjuntos de dados. Para cada local, foram ajustadas as curvas de retenção de água do solo e estimados os parâmetros do modelo de van Genuchten (vG): umidade residual (θ_r) e de saturação (θ_s), α e n (parâmetros adicionais de ajuste). Os modelos foram ajustados pelo método de quadrados mínimos não lineares, utilizando o programa computacional SWRC (Dourado-Neto *et al.*, 2000).

As estimativas das propriedades relacionadas à textura e estrutura e dos parâmetros de vG são apresentados em *box-plots* para visualização da sua variabilidade e presença de valores extremos. No modelo de regressão esses valores extremos foram considerados, por se tratar de dados que podem perfeitamente ocorrer em condições naturais.

C. Ajuste e validação dos modelos de regressão múltipla (PTFs)

As PTFs foram estimadas de acordo com as seguintes etapas:

1) Ajuste de modelos de regressão linear múltipla para descrever cada parâmetro do modelo de vG, como função de propriedades do solo (frações de areia grossa, silte e argila, teor de matéria orgânica e densidade do solo), utilizando dados de 75% dos locais de coleta.

3) As variáveis independentes foram selecionadas pelo procedimento *forward*.

4) Para avaliar a qualidade de ajuste dos modelos de regressão foram utilizadas as seguintes medidas: coeficiente de determinação (R^2), índice confiança (I_c) e a raiz do erro quadrático médio (REQM);

5) Validação das PTFs utilizando dados que não foram incluídos no processo de estimação (dados de 15% dos locais).

Resultados

Na Tabela 1, são apresentadas estatísticas descritivas das propriedades morfológicas dos solos para os subconjuntos de dados utilizados para estimar (subconjunto A) e validar (subconjunto B) as funções de pedotransferência. As classes texturais dos solos correspondentes aos dois subconjuntos de dados estão representadas na Figura 2. A variabilidade das estimativas das propriedades relacionadas à textura e estrutura do solo e dos parâmetros do modelo de van Genuchten, oriundas de diferentes locais são apresentadas em *box-plots* (Figura 3).

As estimativas dos coeficientes dos modelos de regressão múltipla (PTFs) utilizados para estimar os parâmetros do modelo de van Genuchten, utilizando os dados do subconjunto A, são apresentados na Tabela 2; as medidas de adequação das PTFs ajustadas, na Tabela 3.

Discussão

Observa-se que nos solos, de um modo geral, a fração granulométrica maior é a da areia, característica da região Nordeste, onde predominam solos rasos e intemperizados (Figura 2).

A alta variabilidade observada tanto nas propriedades relacionadas à granulometria e estrutura do solo, como nos parâmetros de vG (Figura 3), sugere que análises específicas para diferentes estratos homogêneos de textura ou tipo de solos resultariam em melhor qualidade de ajuste das PTFs com consequente melhoria da precisão das estimativas das curvas de retenção.

Os modelos de regressão utilizando propriedades relacionadas à granulometria e estrutura do solo como preditoras dos parâmetros da curva de retenção de vG, em solos do Nordeste do Brasil, apresentaram boa qualidade de ajuste para parâmetros θ_r e θ_s ($R^2=0,84$ e $0,70$, respectivamente) em contraste com a baixa capacidade preditiva para $\log \alpha$ e n ($R^2=0,24$ e $0,33$, respectivamente). Os índices de confiança (Camargo; Sentelhas, 1997) que refletem de modo conjunto a precisão e magnitude do viés das estimativas foram $0,28$ e $0,29$, (péssimos); $0,88$ (ótimo) e $0,75$ (muito bom) para $\log \alpha$, n , θ_r e θ_s , respectivamente.

Os erros médios quantificados ($REQM=0,038 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e $EM=-0,002 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) foram consistentes com as magnitudes observadas em diversos trabalhos (Tomasella *et al.*, 2000, 2008). Os valores máximos encontrados foram no intervalo de 6 ($0,070 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) a 10 kPa ($0,060 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$). Os erros médios (EM) das estimativas das curvas de retenção nos diferentes potenciais (entre 10 e 100 kPa) foram da ordem de $0,020 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ a $-0,050 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Foi observada uma tendência de subestimação dos valores de umidade, tanto para o desenvolvimento ($-0,0013 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), como para a validação ($-0,0024 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$). Esse comportamento foi verificado também por Oliveira (2005), analisando curvas características de retenção de umidade de solos do Nordeste, principalmente com Argissolos e Latossolos.

A relação $\theta-h$ pode ser afetada por diversas características do solo que não foram consideradas no desenvolvimento das PTFs. Para melhorar a qualidade dos PTFs são necessários mais estudos sobre a) métodos alternativos para ajuste de PTFs, como redes neurais e modelos não lineares b) uso de outros atributos do solo como variáveis preditoras; e c) desenvolvimento de PTFs específicas para estratos homogêneos de solos (Minasny, 1999).

Conclusões

A capacidade preditiva dos PTFs desenvolvidas para a região nordeste do Brasil foi boa para os parâmetros θ_r e θ_s e fraca para os parâmetros $\log \alpha$ e n , viabilizando seu uso em modelos de simulação do balanço hídrico simplificado e para algumas aplicações práticas de irrigação.

As maiores incertezas para as estimativas de umidade volumétrica ocorrem para as tensões entre 10 a 100 kPa em consequência da baixa capacidade preditiva das PTFs para os parâmetros α e n .

Sendo assim, dependendo do grau de sensibilidade de modelos para os parâmetros, o emprego de PTFs para estimar os dados de entrada pode ficar prejudicado.

A alta variabilidade observada tanto nas propriedades morfológicas como nos parâmetros de vG para a região de estudo sugere o agrupamento dos dados em classes texturais ou tipos de solos.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e ao Departamento de Engenharia Rural da Esalq/USP pelo apoio.

Referências

- Camargo, A.P.; Sentelhas, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997
- Dourado-Neto, D.; Nielsen D. R.; Hopmans J. W.; Reichardt, K.; Bacchi, O. O. S. N. - Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00) *Sci. agric.* vol.57 n.1 Piracicaba Jan./Mar. 2000
- Tomasella, J.; Hodnett, M.G. Estimating soil water retention characteristics from limited data in Brazilian Amazonia. *Soil Sci.*, 163:190-202, 1998.
- Tomasella, J., Hodnett, M. E., Rossato, L. Pedotransfer functions for the estimation of soil water retention in Brazilian soils. *Soil Science Society of America Journal*, v. 64, n. 1, p. 327-338, Jan-Feb. 2000.
- Tomasella, J.; Hodnett, M. G.; Cuartas, L. A.; Nobre, A.D.; Waterloo, M.J.; Oliveira, S.M. The water balance of an Amazonian micro-catchment: the effect of interannual variability of rainfall on hydrological behavior *Hydrological Processes*, vol. 22, issue 13, pp. 2133-2147, 2008.
- van den Berg, M., Klamt, E., van Reeuwijk, L.P., Sombroek, W.G., 1997. Pedotransfer functions for the estimation of moisture retention characteristics of Ferrasols and related soils. *Geoderma* 78, 161– 180.
- van Genuchten, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44:892-898, 1980.
- Rossato, L. Estimativa da capacidade de armazenamento de água no solo do Brasil / L. Rossato. – São José dos Campos: INPE, 2001.mestrado 145p. – (INPE-8915-TDI/809).
- Coelho, E.F.; Conceição, M.A.; Souza, V.A.B. Estimativa dos limites de disponibilidade de água em função da densidade global e da textura do solo. *Revista Ceres*, v. 45, p. 183-192, 1998
- Wösten, J.H.M.; Lilly, A.; Nemes, A.; Bas, C.L. Development and use of a database of hydraulic properties of European soils. *Geoderma*, 90:169-185, 1999.
- Wösten, J.H.M.; Pachepsky, Y.A.; Rawls, W.J. Pedotransfer functions: BRIDGIN REYNOLDS. The gap between available basic soil data and missing soil hydraulic characteristics. *J. Hidrol.*, 251:123-150, 2001
- Oliveira, L.B.; Ribeiro, M.R.; Jacomine, P.K.T.; Rodrigues, J.J.V.; Marques, F.A Funções de pedotransferência para predição da umidade retida a potenciais específicos em solos do estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p. 315-323, 2002.
- Minasny, B.; Mcbratney, A.B.; Bristow, K. Comparison of different approaches to the development of pedotransfer functions for water-retention curves. *Geoderma*, 93:225-253, 1999

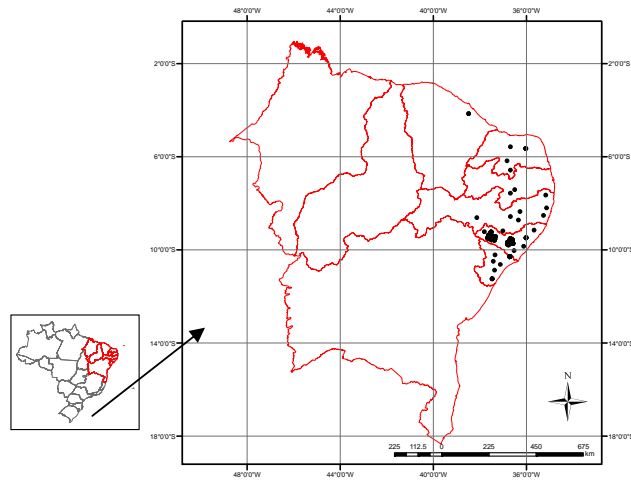
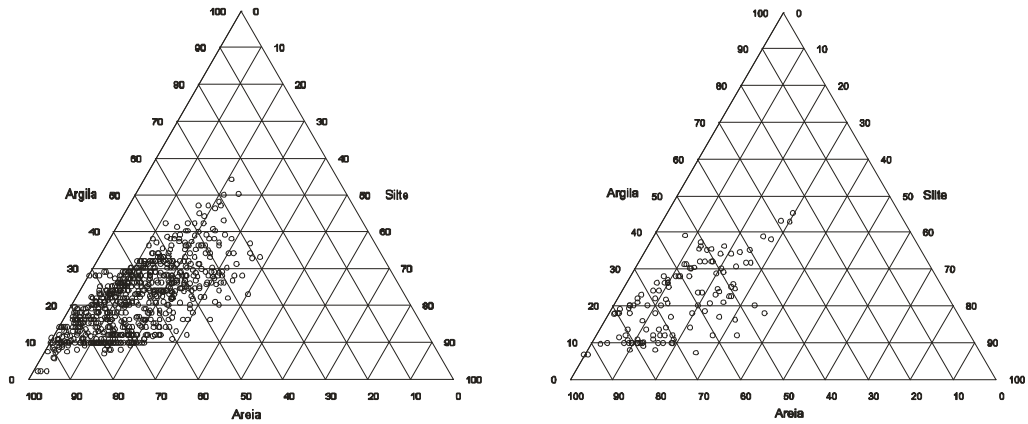


Figura 1. Localização dos pontos de coleta de informações sobre propriedades do solo, utilizadas para o ajuste de funções de pedotransferência no Nordeste do Brasil, com destaque para o estado de Alagoas.



Subconjunto A

Subconjunto B

Figura 2. Classificação textural das amostras de solo utilizadas pra estimação (A) e validação (B) das PTFs

Tabela 1. Estatísticas descritivas das propriedades morfológicas dos solos nos pontos de coleta utilizados para estimar (subconjunto A) e validar (subconjunto B) as funções de pedotransferência.

<i>Subconjunto</i>	<i>Estatística</i>	<i>Matéria orgânica</i>	<i>Areia</i>	<i>Silte</i>	<i>Argila</i>	<i>Densidade do solo</i>
		(kg/kg)	(kg/kg)	(kg/kg)	(kg/kg)	
A (Estimação)	Média	0,006	0,431	0,148	0,216	1.686
	Máximo	0,027	0,796	0,406	0,542	1.980
	Mínimo	0,000	0,122	0,002	0,020	1.170
	Desvio Padrão	0,004	0,123	0,079	0,091	135
B (Validação)	Média	0,006	0,431	0,150	0,215	1.697
	Máximo	0,023	0,685	0,367	0,451	1.930
	Mínimo	0,001	0,131	0,000	0,064	1.210
	Desvio Padrão	0,004	0,127	0,082	0,095	127

Tabela 2. Estimativas dos coeficientes dos modelos de regressão múltipla utilizados para descrever a relação entre cada um dos parâmetros do modelo de van Genuchten e propriedades relacionadas à textura e estrutura do solo.

Variável independente	Parâmetro do modelo de van Genuchten			
	Log α (kPa ⁻¹)	n (-)	Θ_r m ³ m ⁻³	Θ_s m ³ m ⁻³
----- Estimativas dos coeficientes dos modelos -----				
Intercepto	0,07137	3,3973	-0,468672	-0,111423
MO (kg/kg)	-8,55067	-10,8817	2,458937	
Areia (kg/kg)	-0,37505	-1,7155	0,056250	-0,429744
Silte (kg/kg)	-1,09739	-1,8595	0,364833	
Argila (kg/kg)	-0,73148	-2,4905	0,939939	0,605051
Densidade do solo kg/m ³	-0,000274		0,0002138	0,0003682

Tabela 3. Medidas de adequação dos modelos de regressão múltipla (PTFs) utilizados para estimar parâmetros do modelo de van Genuchten utilizando como preditores propriedades relacionadas à textura e estrutura solo.

Parâmetro do modelo de van Genuchten	R ^{2*} Modelo	R ² Validação	Índice de confiança (Ic)
Log α [α em cm ⁻¹]	0,24	0,12	0,28 (Péssimo)
n	0,33	0,21	0,29 (Péssimo)
Θ_r	0,84	0,87	0,88 (Ótimo)
Θ_s	0,70	0,69	0,75 (Muito Bom)

Quadrado do coeficiente de correlação entre valores observados e preditos pelos respectivos modelos de regressão múltipla.

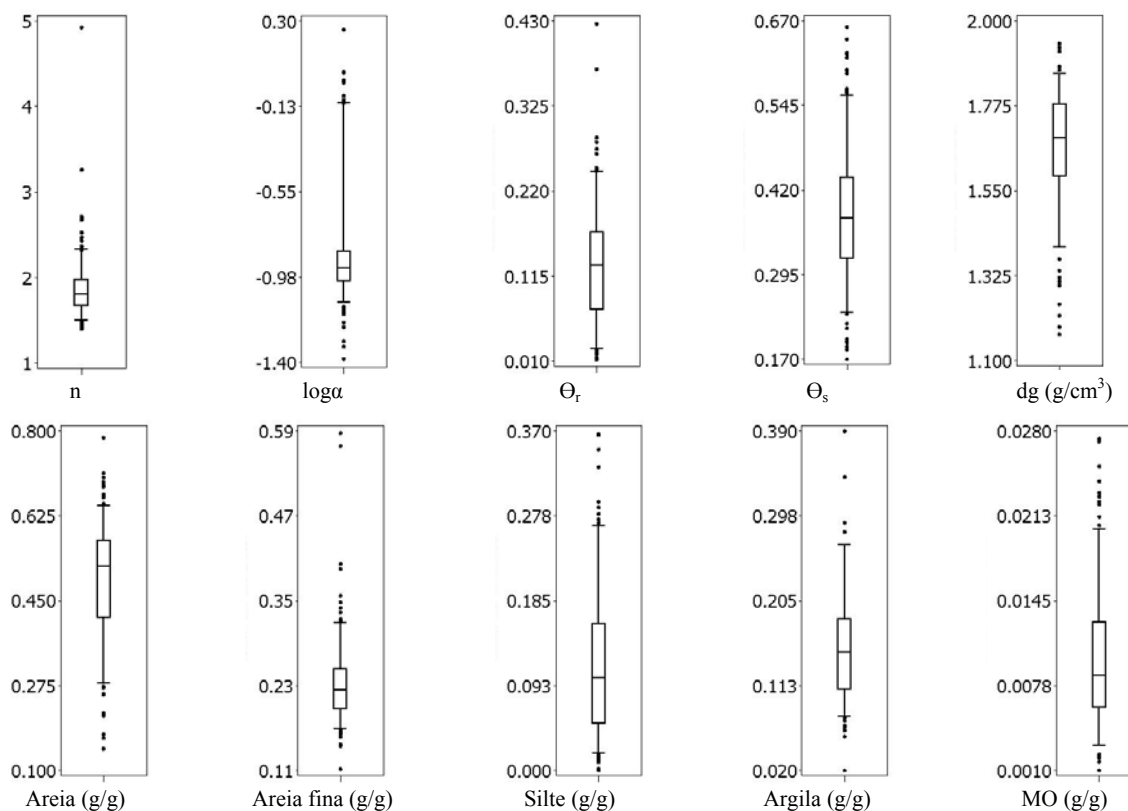


Figura 3. Box-plots das estimativas das propriedades do solo relacionadas à granulometria e estrutura e dos parâmetros do modelo de van Genuchten para os diferentes locais de coleta (n=838).

Estoques de Carbono e Nitrogênio em um Latossolo Vermelho em Área de Soja Cultivada Sobre Palhada de Braquiária e Sorgo

CELESTE QUEIROZ ROSSI⁽¹⁾, MARCOS GERVASIO PEREIRA⁽²⁾, SIMONE GUIMARÃES GIACOMO⁽³⁾ MARCONI BETTA⁽⁴⁾ & JOSÉ CARLOS POLIDORO⁽⁵⁾

RESUMO - Nos trópicos, a introdução de sistemas agrícolas em áreas de vegetação nativa resulta, geralmente, numa rápida diminuição do conteúdo de carbono (C) orgânico, em virtude da combinação entre calor, aeração e umidade, e vem se tornando uma importante causa do aumento da concentração de CO₂ atmosférico, com efeitos sobre alterações globais. O objetivo desse trabalho foi avaliar os incrementos nos estoques de carbono e nitrogênio no plantio da soja sobre palhada de braquiária e sorgo no Cerrado Goiano. Foram coletadas amostras de Latossolo Vermelho, no município de Montividiu-GO. As amostras foram retiradas em cinco profundidades nos sistemas: cultivo de soja (*Glycine max.*) no período chuvoso e braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) no período seco (SB) e cultivo de soja na safra e sorgo na safrinha (*Sorghum bicolor L. Moench*) variedade DKB 599 (SS). Os resultados de carbono orgânico total (COT) diferiram estatisticamente entre os sistemas na profundidade de 10-20 cm para a primeira coleta, e em todas as profundidades na segunda coleta, com as maiores médias para o sistema SB. Os resultados de nitrogênio total (NT) foram sempre maiores no sistema SB. Os maiores valores de estoque de carbono (EstC) foram encontrados em SS, em todas as profundidades de amostragem.

Palavras chave: (solos do cerrado; matéria orgânica; nitrogênio total)

Introdução

A variação anual do estoque de carbono (C) orgânico do solo é o balanço entre a adição de C fotossintetizado pelas culturas e a perda de C do solo [1,2]. Com a conversão dos sistemas naturais em sistemas agrícolas, a decomposição da matéria orgânica do solo (MOS) excede sua produção, resultando em perda de C do solo [3]. Nessas áreas ainda existe a possibilidade de sistemas específicos, como o sistema de plantio direto (SPD) aumentarem os teores de C orgânico, contribuindo para o seqüestro do C atmosférico, ao contrário dos sistemas convencionais, com revolvimentos sistemáticos do solo, que tendem a atuar no sentido oposto [4].

O nitrogênio é um elemento relevante nos estudos de MOS. Esse nutriente tem uma dinâmica no solo intimamente associada à dinâmica do C, apenas tendo alterado os seus mecanismos de adição e de perda no sistema [2]. Solos degradados pelo cultivo e com baixos teores de carbono orgânico total (COT) normalmente são deficientes em N, limitando a adição de C, principalmente, em sistemas constituídos por gramíneas [5]. A inclusão de leguminosas nas rotações e a adubação nitrogenada constituem práticas altamente eficientes para o incremento dos estoques de COT e nitrogênio total (NT), melhoria da qualidade do solo e da produtividade das culturas [6].

O objetivo desse trabalho foi avaliar os incrementos nos estoques de carbono e nitrogênio no plantio da soja sobre palhada de braquiária e sorgo no Cerrado Goiano.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Querência das Antas no município de Montividiu (GO). O clima da região é do tipo Aw (Köppen) – Tropical, com chuvas concentradas no verão e um período seco bem definido durante o inverno (Figura 1). A média anual de precipitação oscila entre 1500 a 1800 mm ano⁻¹, e a temperatura média anual é de 23°C. Foram utilizadas duas áreas experimentais, a saber: área 1 (SB): soja (*Glycine max L.*)/ braquiária (*Brachiaria ruziziensis*)/ soja (*Glycine max L.*); e área 2 (SS) soja (*Glycine max L.*)/ sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) Variedade DKB 599/ soja (*Glycine max L.*). Como área de referência foi utilizada uma floresta nativa da região do Cerrado. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho [7].

As áreas de estudo possuem tamanho de 2500 m², parcelas de 50 x 50 m. Em cada área fora abertas 8 trincheiras com dimensões de 1 x 1 m e 0,6 m de profundidade. Em cada trincheira coletaram-se amostras indeformadas em três das quatro paredes nas seguintes profundidades 0-5; 5-10; 10-20; 20-40 e 40-60 cm. A primeira amostragem de solo foi realizada no início de março de 2007, após a colheita da soja, da safra 2006/2007, a segunda coleta foi realizada ao final de outubro de 2007, coincidindo com o final do período seco da região, quando a braquiária é manejada com herbicidas disseccantes (Glyphosate e 2,4-D), para a implantação da lavoura de soja da safra 2007/2008.

⁽¹⁾ Doutoranda do curso de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Br 465, km 7 Seropédica, RJ. CEP 23890-000. e-mail: celestegrossi@yahoo.com.br;

⁽²⁾ Professor Associado II do Departamento de Solos da UFRRJ, Seropédica, RJ. CEP 23890-000. e-mail: gervasio@ufrj.br;

⁽³⁾ Estudante do curso de Engenharia Agrônômica, UFRRJ, Br 465 km 7, Seropédica, RJ. CEP 23890-000, Bolsista da Fundação Agrisus; e-mail: sigiacomo@yahoo.com.br;

⁽⁴⁾ Estudante do curso de Agronomia, Universidade Rio Verde – Fazenda Fontes do saber, Rio Verde, GO. CEP 75.901-970. e-mail: marconibetta@yahoo.com.br;

⁽⁵⁾ Pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ. CEP 22460-000. e-mail: polidorojc@gmail.com. Apoio: CPGA-CS, Embrapa Solos e CNPq.

O COT foi determinado por oxidação à quente com dicromato de potássio ($0,2 \text{ mol L}^{-1}$) e titulação com sulfato ferroso amoniacal ($0,05 \text{ mol L}^{-1}$), segundo método proposto por [8]. O estoque de carbono foi calculado a partir da expressão: $\text{EstC} = (\text{CO} \times \text{Ds} \times e)/10$, em que EstC = estoque de carbono em determinada profundidade (Mg ha^{-1}); CO = teor de carbono orgânico (g kg^{-1}); Ds = densidade do solo (Mg m^{-3}); e = espessura da camada em cm. A determinação da Ds foi pelo método do anel de Kopeck, calculada pela seguinte equação: $\text{Ds} = \text{Ms}/\text{Vs}$, em que, Ds = densidade do solo (Mg m^{-3}), Ms = massa do solo (Mg) e Vs = volume do solo (m^3).

O N total foi determinado por digestão com ácido sulfúrico e água oxigenada, sendo o extrato obtido submetido à destilação por arraste à vapor (Kjeldahl) com hidróxido de sódio e titulação do coletado com indicador de ácido bórico [9]. O estoque total de N do solo foi calculado de forma semelhante ao estoque de carbono.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de normalidade e homogeneidade das variâncias e posteriormente análise de variância e teste F.

Resultados e discussão

Os maiores valores de COT da 1ª coleta foram verificados em todas as profundidades no SPD com braquiária (SB) em relação ao SPD com sorgo (SS), valores variando de $11,5$ a $24,9 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SB e de $10,9$ a $24,3 \text{ g kg}^{-1}$ no SS (Tabela 1). Os maiores valores foram verificados na camada de 0-5 cm nos dois sistemas avaliados, apresentando redução dos teores do COT em profundidade. O mesmo padrão foi observado para a 2ª coleta, com valores de COT decrescendo em profundidade, variando de $12,4$ a $21,9 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SB e de $9,1$ a $19,8 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SS.

Este comportamento demonstra a importância e a influência dos resíduos culturais deixados na superfície do solo. Nas demais profundidades não foram verificadas diferenças estatísticas, porém observa-se uma tendência de acúmulo no sistema SB. Os resultados encontrados foram superiores aos verificados por Souza & Alves [10], que em trabalhos com solo de cerrado, no Mato Grosso do Sul, observaram valores de COT de $21,6 \text{ g kg}^{-1}$ em áreas de SPD (oito anos de implantação) e $21,2 \text{ g kg}^{-1}$ em sistemas de cultivo mínimo (oito anos de implantação). Os valores encontrados pelos autores diferem do observado para a área de pastagem de *B. decumbens*, com valores de carbono orgânico na ordem de $12,7 \text{ g kg}^{-1}$ (20 anos de implantação). Nesse mesmo trabalho, os autores observaram que os sistemas de plantio direto e cultivo mínimo, além de propiciarem aumentos significativos no conteúdo de matéria orgânica, também aumentaram os teores de Ca, Mg, P, K, promoveram elevação do pH, o aumento da CTC e soma de bases e diminuição dos teores de Al, em relação ao plantio convencional.

D'Andrea et al. [11] observaram valores médios de carbono orgânico para Latossolo Vermelho na região Cerrado variando de $14,5$ a $16,5 \text{ g kg}^{-1}$, sendo estes inferiores aos observados nesse estudo.

Com relação à redução do COT em profundidade, diversos trabalhos têm reportado essa distribuição, com progressiva redução dos valores em profundidade, todavia, não sendo observada diferença significativa entre os sistemas utilizados [11, 12, 13].

No sistema em que se utiliza a braquiária, os maiores valores de carbono orgânico nas profundidades avaliadas em comparação ao sistema que utiliza o sorgo, pode estar relacionado com o sistema radicular dessa planta, o qual, além de abundante e volumoso, apresenta contínua renovação o que contribui para uma elevada deposição de material orgânico [14].

Os maiores valores de EstC na 1ª coleta foram encontradas no sistema SS em relação ao sistema SB. Os valores de EstC variaram de $11,75$ a $33,26 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SB e de $13,28$ a $36,38 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SS. Os valores diferiram significativamente entre os sistemas de manejo nas camadas de 5-10, 20-40 e 40-60 cm (Tabela 1). Na 2ª coleta houve um maior incremento de EstC no sistema SB, com valores diferindo estatisticamente nas profundidades de 10-20, 20-40, 40-60 cm, que coincide com um aumento da Ds do solo nesse sistema e nessas profundidades. Entre os tratamentos, os valores de EstC seguiram a mesma tendência do COT, sendo os maiores valores verificados na 1ª coleta, somente na profundidade de 40-60 cm, o sistema SB apresentou teores superiores na 2ª coleta.

Na Figura 2 é apresentada a distribuição dos EstC em profundidade. Para melhor visualização foi feita uma padronização nas espessuras, pois a equação utilizada para calcular os estoques não leva em consideração essa padronização. Em estudos de estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de manejo no município de Lavras – MG, Rangel & Silva [15] verificaram, que com exceção da profundidade de 0-10 cm, o sistema de pastagem com *Brachiaria decumbens* apresentou valores de estoque de carbono semelhantes à área de mata nativa, com valores numericamente superiores nas camadas 10-20, 20-40 e 0-40 cm.

Estudando estoques de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagens e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste de Minas Gerais, Neves et al. [16] verificaram que todos os sistemas estudados tenderam a apresentar valores negativos, isto é, desempenhando um papel de emissores de C-CO₂, quando comparados ao sistema de cerrado nativo.

Os maiores valores NT foram verificados, em todas as profundidades no SPD com braquiária (SB) em relação ao SPD com sorgo (SS), valores variando de $0,80$ a $1,80 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SB e de $0,70$ a $1,30 \text{ g kg}^{-1}$ no SS (Tabela 2). Nos dois sistemas foram observados padrões similares, com maiores teores de NT nas camadas superiores e decrescendo em profundidade (Figura 3). Esses resultados podem ser atribuídos aos maiores valores de COT, encontrados nas camadas superficiais (Tabela 1).

Em estudos sobre atributos edáficos em áreas de pastagens plantadas no noroeste do Rio de Janeiro, Cordeiro [17] encontrou valores de NT maiores para área de braquiária do que os encontrados para áreas de Tifton 85 e Suázi, na camada de 0-10 cm, enquanto na profundidade de 10-30 cm não foi observada diferença estatística entre os tratamentos. Os valores encontrados por Cordeiro [17] na área de braquiária foram menores que os observados no sistema SB. Os maiores valores verificados nesse estudo podem ser justificados pela contribuição de uma leguminosa fixadora de nitrogênio (soja) em rotação com a braquiária.

O nitrogênio apresenta as maiores perdas quando um sistema natural, como o cerrado, é desmatado e preparado para o cultivo [18]. Nesse estudo, verificaram-se maiores incrementos nos teores de N no sistema SB e SS respectivamente, quando comparados à área de referência.

Conclusões

A introdução de braquiária no cultivo da soja em sistema de plantio direto apresentou um efeito positivo, favorecendo o acúmulo de carbono orgânico no solo em todas as profundidades avaliadas, porém somente foi observada diferença significativa na camada de 10-20 cm. Os EstC apresentaram maiores teores no sistema com sorgo, devido aos maiores valores de Ds.

Foram verificados incrementos nos teores de nitrogênio total e nos estoques de N no sistema SB e SS quando comparados à área de referência.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CPGA-CS / UFRRJ, do CNPq e da Embrapa Solos.

Referências Bibliográficas

- [1] DALAL, R.C. & MAYER, R.J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. I. Overall changes in soil properties and trends in winter cereal yields. *Australian Journal of Soil Research*, v. 24, p. 265-279, 1986.
- [2] BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTINNETO, L. & FERNANDES, S.A. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*. v. 54, p.101-109, 2000.
- [3] PAUSTIAN, K.; ELLIOTT, E.T.; CARTER, M.R. Tillage and crop management impacts on soil C storage: use of long-term experimental data. *Soil & Tillage Research*, v. 47, p.07-12 1998.
- [4] CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.425-432, 1999.
- [5] LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, p.175-187, 2004.
- [6] VEZZANI, F.M. Qualidade do sistema solo na produção agrícola. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 184p. (Tese de Doutorado).
- [7] EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª Edição. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 306p, 2006.
- [8] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, 212 p, 1997. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1).
- [9] TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 188p, 1985. (Boletim técnico de solos, 5).
- [10] SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférrico de cerrado sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.133-139, 2003.
- [11] D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N. GUINARÃES, L.R. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.2, p.179-186, 2004.
- [12] FREITAS, P. L.; BLANCANEAU, P. H.; GAVINELLI, E.; LARRÉ-LARROUY, M. C.; FELLER, C. Nível e natureza do estoque orgânico de Latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 1, p. 157-170. 2000
- [13] FREIXO, A.A.; CANELLAS, L.P. & MACHADO, P.L.O.A. Propriedades espectrais da matéria orgânica leve livre e leve intra-agregado de dois Latossolos sob plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p. 445-453, 2002.
- [14] REID, J.B., GOSS, M.J. Changes in the aggregate stability of a sandy loam effected by growing roots of perennial ryegrass (*Lolium perene*). *Journal of the Science of Foods and Agriculture*, v. 31, p. 325-328, 1980.
- [15] RANGEL, O. J.P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 609-1623, 2007.
- [16] NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; MACEDO, R. L. G.; TOKURA, A. M. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região Noroeste do estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 5, p. 1038-1046, 2004.
- [17] CORDEIRO, C.F. Atributos edáficos em áreas de pastagem plantada em relevo movimentado no Noroeste do estado do Rio de Janeiro. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. 89p. (Tese de Mestrado).
- [18] FERNANDES, A. F.; CERRI, C.C.; FERNANDES, A.H.B.M. Alterações na matéria orgânica de um Podzol hidromórfico pelo uso com pastagens cultivadas no Pantanal Mato-Grossense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 34, n. 10, p. 1943-1951. 1999.

Tabela 1. Carbono orgânico total (COT), estoque de carbono (EstC) e densidade do solo (Ds) entre as coletas nos sistemas de manejo avaliados.

Sistemas ⁽¹⁾	Profundidade (cm)					Profundidade (cm)				
	0 - 5	5-10	10-20	20 - 40	40 - 60	0 - 5	5-10	10-20	20 - 40	40 - 60
1ª Coleta (Março 2007)						2ª coleta (Outubro 2007)				
	COT (g kg ⁻¹)					COT (g kg ⁻¹)				
SB	24,9	20,3	19,20*	14,5	11,5	21,9*	19,5*	17,9*	14,8*	12,4*
SS	24,3	20,1	17,7	13,6	10,9	19,8	17,2	15,5	12,4	9,1
A. REF	22,4	23,4	21,3	15,2	11,3	22,4	23,4	21,3	15,2	11,3
	EstC (Mg ha ⁻¹)					EstC (Mg ha ⁻¹)				
SB	13,77	11,75	22,5	33,26	26,01	12,13	11,56	21,53*	35,67*	28,37*
SS	14,3	13,28*	23,56	36,38*	28,18*	11,99	11,39	20,37	33,14	23,46
A. REF	14,16	16,19	29,14	39,38	32,53	14,16	16,19	29,14	39,38	32,53
	Ds (kg dm ⁻³)					Ds (Mg dm ⁻³)				
SB	1,11	1,18	1,17	1,14	1,13	1,11	1,19	1,21	1,2	1,14
SS	1,18	1,32*	1,33*	1,34*	1,29*	1,21*	1,33*	1,35*	1,34*	1,29*
A. REF	1,24	1,37	1,44	1,4	1,44	1,24	1,37	1,44	1,4	1,44

⁽¹⁾ SB: cultivo de soja no período chuvoso e braquiária no período seco; SS: cultivo de soja na safra e sorgo na safrinha. A.REF: área de referência. (*) Diferem entre si pelo teste F 5% de probabilidade.

Tabela 2. Nitrogênio total (NT), estoque de nitrogênio do solo (EstN) entre as coletas nos sistemas de manejo avaliados.

Sistemas ⁽¹⁾	Profundidade (cm)					Profundidade (cm)				
	0 - 5	5-10	10-20	20 - 40	40 - 60	0 - 5	5-10	10-20	20 - 40	40 - 60
1ª coleta (março de 2007)						2ª coleta (agosto de 2007)				
	NT (g kg ⁻¹)					NT (g kg ⁻¹)				
SB	1,80*	1,40*	1,30*	0,90*	0,80*	1,80*	1,40*	1,10*	0,80*	0,70*
SS	1,3	1,1	1	0,7	0,7	1,3	1	0,8	0,7	0,5
A. REF	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4
	EstN (Mg ha ⁻¹)					EstN (Mg ha ⁻¹)				
SB	1,00*	0,81*	1,42*	2,09	1,77	0,99*	0,81*	1,38*	2,03	1,70*
SS	0,76	0,69	1,26	1,96	1,74	0,78	0,69	1,17	1,97	1,36
A. REF	0,6	0,5	0,7	1,1	1,1	0,6	0,5	0,7	1,1	1,1

⁽¹⁾ SB: cultivo de soja no período chuvoso e braquiária no período seco; SS: cultivo de soja na safra e sorgo na safrinha. A.REF: área de referência. (*) Diferem entre si pelo teste F 5% de probabilidade.

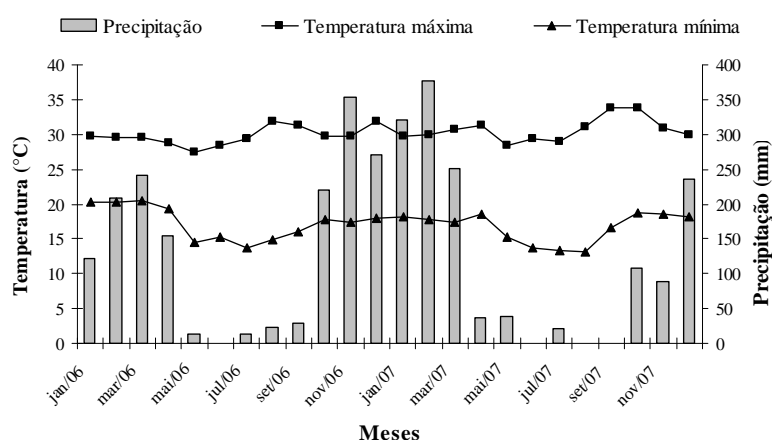


Figura 1. Dados climáticos mensais de temperatura e precipitação pluviométrica para os anos de 2006 e 2007, extraídos da Estação Meteorológica da Universidade de Rio Verde, no Município de Rio Verde – GO.

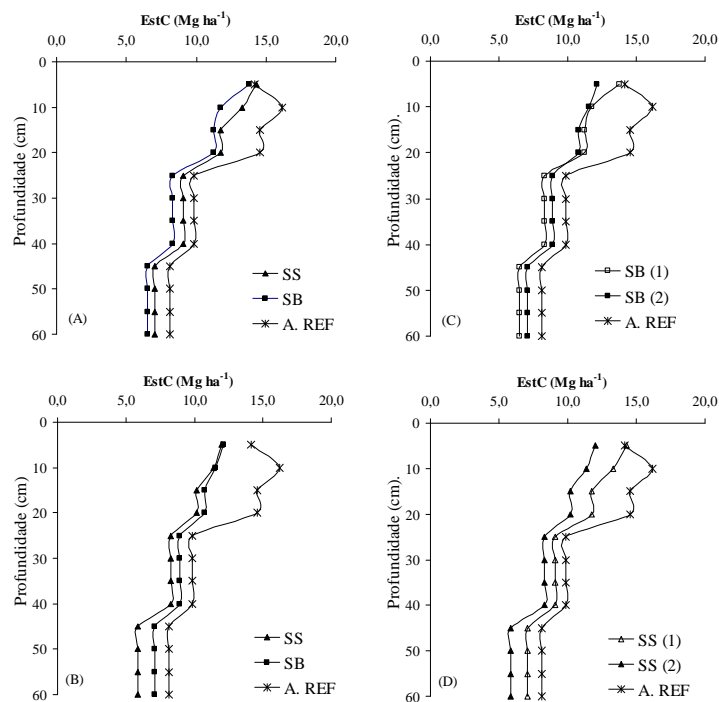


Figura 2. Estoque de Carbono (EstC) em Latossolo Vermelho submetido a dois tipos de manejo: Soja no período chuvoso e braquiária no período seco (SB); Soja na safra e sorgo na safrinha (SS) e área de referência (A. REF). (A) e (B) demonstram o comportamento de EstC em profundidade entre os sistemas avaliados na 1ª e 2ª coletas respectivamente; (C) e (D) demonstram o comportamento de COT em profundidade de cada sistema nas duas coletas.

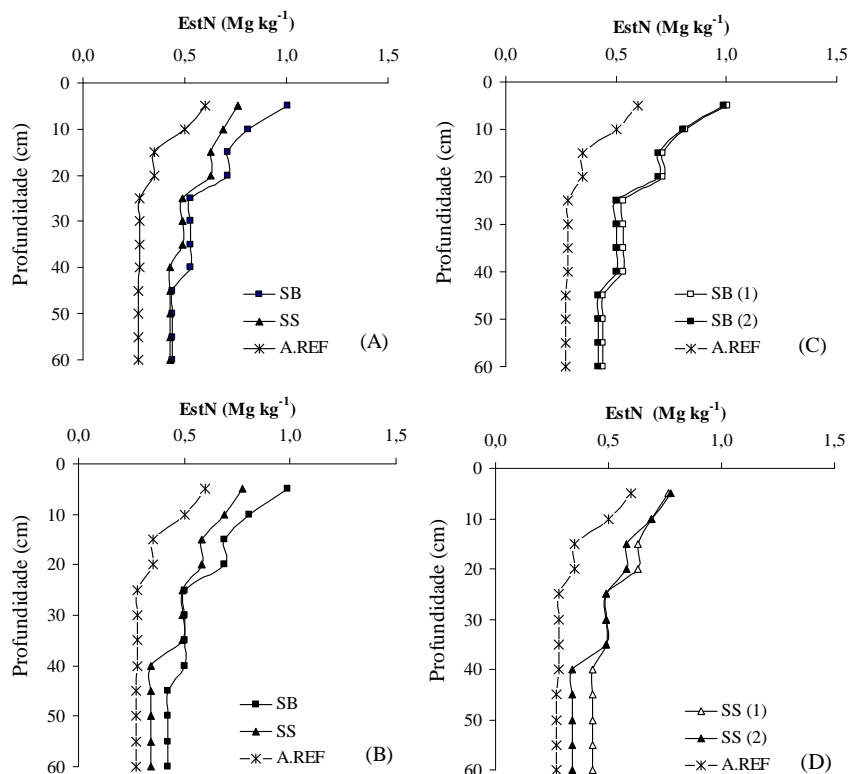


Figura 3. Estoque de Nitrogênio (EstN) em Latossolo Vermelho submetido a dois tipos de manejo: Soja no período chuvoso e braquiária no período seco (SB); Soja na safra e sorgo na safrinha (SS) e área de referência (A. REF). (A) e (B) demonstram o comportamento de EstN em profundidade entre os sistemas avaliados em cada coleta; (C) e (D) demonstram o comportamento de EstN em profundidade de cada sistema nas duas coletas.

Estudo de Caso: Impacto de barragem subterrânea no agroecossistema rural e na vida do agricultor

FABIANO NERI RIBEIRO⁽¹⁾, VANESSA CARINE CHAVES⁽²⁾; CLÁUDIO EVANGELISTA SANTOS MENDONÇA⁽³⁾; MARIA SONIA LOPES DA SILVA⁽⁴⁾; TONY JARBAS FERREIRA CUNHA⁽⁵⁾; MÁRCIA MOURA MOREIRA⁽⁶⁾; MANOEL BATISTA DE OLIVEIRA NETO⁽⁷⁾

RESUMO – O presente estudo foi realizado com o objetivo de sistematizar tipos de cultivos e manejo de solo e da água que estão sendo adotados em área de barragem subterrânea, para avaliar o impacto desta tecnologia no agroecossistema rural e na vida do agricultor. Foi realizado no Sítio Santo Antônio, Distrito de Capim, em Petrolina, PE, após dez anos de implantação da tecnologia. O impacto da barragem subterrânea foi mensurado através de análise do solo da área de plantio, produtividade e aplicação de um questionário, visando se avaliar o que mudou na propriedade e na vida da família. Os resultados demonstraram que a barragem subterrânea permitiu a diversificação do sistema produtivo, valorizando os recursos locais solo, água, flora e fauna; contribuiu com a diminuição da perda de solo e água, com conseqüente diminuição do assoreamento e contaminação dos rios e riachos; proporcionou economizar uma renda para compras de produtos que não são produzidos na unidade produtiva, tais como gás, roupa, entre outros; proporcionou melhorias na alimentação, em termos de qualidade e diversificação da alimentação.

Palavras-Chave: semiárido, captação de água de chuva; tecnologia social.

Introdução

Barragem Subterrânea (BS) é uma estrutura hidráulica formada por uma parede, conhecida, também, por septo impermeável, que parte da camada impermeável ou rocha até uma altura acima da superfície do terreno (Figura 1). Possui a função de barrar (interceptar) a água da chuva que escoar na superfície e dentro do solo por meio de uma parede construída transversalmente à direção das águas. Esse barramento permite armazenar água dentro do solo, com perdas mínimas de umidade (evaporação lenta), mantendo o solo úmido por um período maior de tempo [1].

As barragens subterrâneas estão sem dúvida transformando vidas no semiárido brasileiro, pela

oportunidade de captar água para produção de alimentos. Entretanto estão maquiando muito seus benefícios, estão colocando-a como a salvação do semi-árido.

Como toda tecnologia ela tem suas limitações e a maior delas é não ser apropriada para todo ambiente, existem critérios/parâmetros técnicos que devem ser rigorosamente seguidos, assim como recomendações de manutenção da parede, manejo do solo, da água e dos cultivos. Nos últimos anos tem crescido muito o interesse por parte de empresas públicas, privadas e de movimentos sociais pela implantação de barragens subterrâneas nos agroecossistemas rurais do semi-árido brasileiro. Em decorrência muitas unidades estão sendo implantadas no semiárido brasileiro. No entanto ainda é muito insignificante trabalhos sobre os impactos desta tecnologia na propriedade e na vida do agricultor.

Diante do exposto foi feito um estudo de caso objetivando avaliar a o impacto da BS no agroecossistema rural e na vida do agricultor, após dez anos de implantação da tecnologia, através de monitoramento da dos atributos do solo, produtividade e aplicação de questionário.

Material e Métodos

O estudo de caso foi realizado numa barragem subterrânea localizada no Sítio Santo Antônio, Distrito de Capim, município de Petrolina, PE. Construída em 1995, em ambiente cujas coordenadas são latitude Sul 09 08 731, longitude Oeste 40 23 417 e altitude de 275 m. A parede é de lona plástica de 200 micra, construída em linhas de drenagem.

Após construção a área de plantio foi arada e gradeada para confecção de sulcos seguidos por camalhões em curva de nível. No ano de implantação foram cultivados milho e feijão. Nos anos subsequentes aos poucos o agricultor foi diversificando seu cultivo com plantios de sorgo, melancia, gandu e capim. No sistema de manejo foi utilizado equipamento motomecanizado, alternando-se anualmente a aração com a gradagem e os sulcos realizados à tração animal.

O impacto da BS foi medido através de informações obtidas no monitoramento dos atributos do solo, por intermédio de determinações físicas e químicas periódicas

⁽¹⁾ Engenheiro Agrônomo. SQS 410, Bloco G, Apto 301, Entrada B, Brasília, DF, CEP 70276-070. E-mail: faneri@gmail.com

⁽²⁾ Geógrafa do IBGE, Petrolina, PE.

⁽³⁾ Mestrando do Curso de Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE)

^(4,7) Pesquisador (a) Embrapa Solos - UEP Nordeste. Av. Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51020-240

⁽⁵⁾ Pesquisador Embrapa Semiárido. Caixa Postal 23, Petrolina, PE, CEP 56302-970

⁽⁶⁾ Bolsista CNPq. Embrapa Solos - UEP Nordeste.

Apoio financeiro: CNPq e BNB

da área de plantio, segundo Manual de Análises do Solo da Embrapa [2]. A produtividade foi medida a partir da colheita de uma área de 4 x 4 m e calculada para kg/ha. Foi elaborado e aplicado um questionário fechado com 30 perguntas, para se avaliar o que mudou na propriedade e na vida da família.

Resultados

Os resultados das características físicas e químicas do solo da área de plantio da barragem subterrânea do Sítio Capim encontram-se na tabela 1. As produtividades na tabela 2. As precipitações do período estão na tabela 3.

Discussão

Os resultados das características físicas e químicas do solo da área de plantio da barragem subterrânea do Sítio Capim (Tabela 1) apontam para um solo de baixa fertilidade, sem problemas de salinidade e textura que varia de areia a areia franca. Percebe-se que após dez anos de cultivo houve uma sensível melhoria nas características do solo, provavelmente devido a influência da BS, que após barramento com septo impermeável funciona como zona de acumula de água e solo.

Apesar da baixa/média fertilidade natural do solo (Tabela 1) e de nunca o agricultor ter colocado adubo, obteve-se altas produtividades nessa barragem no período de 10 anos (Tabela 2). Entretanto por se tratar de um solo naturalmente pobre, com baixa retenção de umidade é indispensável para manutenção de sua capacidade produtiva que o agricultor adote práticas de manejo do solo que adicione matéria orgânica, visando melhorar as características do solo. A adição de esterco produzido na propriedade seria um excelente insumo incorporado ao manejo da propriedade. No entanto na região há uma cultura de se vender o esterco produzido na propriedade. Após o estudo esse tipo de pensamento do agricultor está mudando, hoje ele vende parte do esterco e a outra coloca na sua roça. Outra coisa que está contribuindo com a mudança de hábito do agricultor é o esclarecimento dos filhos, todos na cidade estudando, inclusive com um deles cursando agronomia.

As produtividades obtidas nas espécies cultivadas dentro da área de plantio da barragem subterrânea (Tabela 3) demonstraram que constitui em uma alternativa tecnológica que proporciona maiores chances ao agricultor de obter sua safra. O fator climático é fator preponderante na obtenção de sucesso da exploração agrícola. Os melhores resultados são obtidos em anos que as chuvas são melhores distribuídas no tempo e no espaço (Figura 2), possibilitando até dois ciclos de culturas por ano. Em anos de chuvas muito abaixo da média histórica é difícil a obtenção de resultados favoráveis nas

barragens, principalmente, se explorada com culturas mais exigentes em água, como o exemplo do milho.

Conclusões

Os principais impactos socioeconômicos e ambientais da barragem subterrânea na propriedade a partir de dados qualitativos verificados por intermédio da aplicação dos questionários, realização das oficinas e monitoramentos das unidades produtivas são:

Ambiental

- Permitiu a diversificação dos sistemas produtivos, valorizando os recursos locais solo, água, flora e fauna.
- Contribuiu com a diminuição da perda de solo e água com conseqüente diminuição do assoreamento e contaminação dos rios e riachos.
- Eliminou e /ou diminuiu riscos de contaminação ao homem e ao meio ambiente pelo não uso de agroquímicos no sistema produtivo.

Social

- Proporcionou melhorias na alimentação, em termos de qualidade e diversificação da alimentação.
- Proporcionou inclusão social, pois forneceu através das vendas de seus produtos condições para que essas famílias estejam fazendo melhoria de suas casas, aquisição de bens (televisão, antena parabólica, geladeira, etc), segurança hídrica, segurança alimentar, conseqüentemente saúde.

Econômico

- Permitiu a comercialização dos produtos com mais regularidade.
- As famílias passaram a organizar um calendário de produção, observando época de oferta e procura, bem como o calendário de culturas.
- Eliminou compra de insumos.
- Proporcionou economizar uma renda para compras de produtos que não são produzidos na unidade produtiva, tais como gás, roupa, etc.

Referências

- [1] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análises de Solo. 2.ed.rev.atualiz. Rio de Janeiro, 1997. 212p. il. (Embrapa Solos, Documentos, 1).
- [2] SILVA, M. S. L. da ; ANJOS, José Barbosa dos ; FERREIRA, G. B. ; MENDONÇA, C. E. S.; SANTOS, J. C. P.; Oliveira Neto, M. B. de. Barragem subterrânea: uma opção de sustentabilidade para a agricultura familiar do semi-árido do Brasil. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. (Embrapa Solos. Circular Técnica 36).

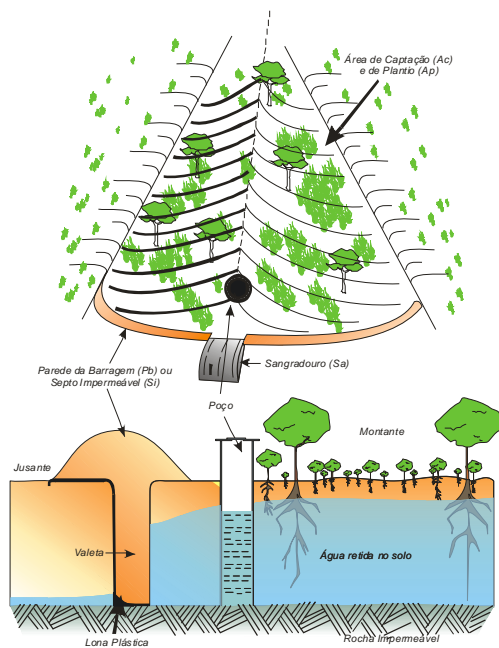


Figura 1. Desenho esquemático do funcionamento da BS



Figura 2. Barragem subterrânea pronta cultivada com feijão

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo da área de plantio da barragem subterrânea do Sítio Santo Antônio, Distrito do Capim, nos anos agrícolas 1995/1996, 2005/2006 (média de três repetições). Petrolina, PE, 2006.

Profundidade	Granulometria			Densidade do solo	Complexo Sortivo				
	Areia	Silte	Argila		pH	S	CTC	V	CE
cm	----- g kg ⁻¹ -----			kg dm ⁻³	---- cmol _c kg ⁻¹ ----			%	dS m ⁻¹
1995									
0 - 15	892	30	78	1,53	4,6	4,7	6,3	45	0,10
15 - 40	884	38	78	1,59	5,3	3,7	5,6	34	0,15
40 - 80+	878	42	80	1,54	5,7	3,3	5,0	26	0,19
2005									
0 - 15	874	38	88	1,48	4,6	6,6	7,2	57	0,12
15 - 40	873	44	83	1,44	5,5	5,2	6,9	48	0,12
40 - 80+	866	48	86	1,41	5,8	5,6	6,2	39	0,20

Tabela 2. Produtividades das culturas. Sítio Santo Antônio, Distrito do Capim. Petrolina, PE, 2006.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005	2005	2006
	----- kg ha ⁻¹ -----										
Milho	1.348	1.416	1.432	1.346	1.368	1.410	1.105	1.118	-	964	-
Sorgo	-	-	2.332	1.536	1.974	2.385	1.215	1.302	-	1.104	-
Feijão	735	823	853	722	746	987	658	683	-	558	-
Melancia	-	-	-	-	-	1.072	1.355	1.247	-	323	-
Guandu	-	-	-	-	-	-	-	348	-	489	-
Capim	-	-	-	-	-	-	20.597	20.472	-	-	-
Rosco											
Capim	-	-	-	-	-	20.258	20.887	20.585	-	-	-
Mandante											

Tabela 3. Precipitação pluviométrica mensal no período de 1995-2005 na propriedade.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	MAIO	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1996	3,5	75,3	170,3	140,0	37,0	20,2	0,0	8,1	0,0	0,0	96,1	35,0	585,5
1997	42,7	17,7	230,0	73,0	31,8	0,0	14,9	0,0	0,0	62,4	26,3	25,2	524,0
1998	197,9	55,4	13,4	4,2	0,0	0,0	6,8	6,6	0,0	0,0	29,4	9,0	322,7
1999	17,4	47,6	110,6	0,0	14,6	0,0	0,0	3,8	38,4	1,8	45,0	81,1	360,3
2000	66,7	99,3	92,8	47,6	18,2	24,3	0,0	0,0	0,0	0,0	188,6	140,4	677,9
2001	4,2	29,8	210,6	16,2	2,8	38,9	1,8	6,2	0,0	0,0	2,2	28,2	340,9
2002	304,9	32,2	0,0	61,4	3,0	19,2	0,0	0,0	4,7	0,0	46,4	18,0	489,8
2003	58,4	49,4	69,4	102,3	106,7	0,0	10,5	0,0	0,0	0,0	18,4	17,7	415,1
2005	431,0	255,6	67,3	12,6	26,5	4,8	2,2	0,0	0,9	1,5	16,7	0,3	819,4
2005	61,6	88,0	80,0	26,6	25,4	35,0	2,2	0,0	0,0	0,0	26,8	30,2	375,8
2006	0,0	101,7	94,1	125,3	8,6	27,8	4,0	0,0	5,6	-	-	-	367,1

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Estudo do lençol freático após 10 anos sob Irrigação Localizada: III. Em um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

ISRAEL VENISMARE CORDEIRO GONÇALVES⁽¹⁾, CLÁUDIO EVANGELISTA SANTOS MENDONÇA⁽¹⁾, MARIA SONIA LOPES DA SILVA⁽²⁾, MATEUS ROSAS RIBEIRO FILHO⁽³⁾, JANE KELLY SILVA ARAÚJO⁽¹⁾, GIZELIA BARBOSA FERREIRA⁽⁴⁾ & VANESSA CARINE CHAVES⁽⁵⁾

RESUMO - A região Semi-Árida está caracterizada por chuvas concentradas geralmente em três a quatro meses do ano, com distribuição espacial e temporal muito irregular que aliado a solos com problemas de infiltração e/ou baixa capacidade de retenção de umidade faz da irrigação uma técnica essencial para a agricultura. O manejo inadequado desta técnica mesmo em solos arenosos pode causar sérios problemas de elevação do lençol freático. Objetivando-se coletar informações sobre a posição e flutuação do lençol freático, identificar as áreas com problema, a sua extensão e severidade e determinar a necessidade ou não de drenagem artificial complementar foi desenvolvido este estudo com a instalação de poços de observação e monitoramento da flutuação do lençol freático na fazenda Boa Esperança, Petrolina-PE. Os solos da área são classificados como NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS. O lençol freático manteve-se a mais de um metro de profundidade da superfície do solo. Recomenda-se manter ou melhorar o manejo de irrigação; mesmo os solos sendo arenosos e relativamente profundos, em alguns pontos à formação e/ou elevação do lençol freático em determinadas épocas dos anos.

Palavras-Chave: Semi-Árido, manejo da água, flutuação do lençol freático.

Introdução

O Nordeste do Brasil é uma das grandes regiões naturais de grande interesse para desenvolvimento do país. Possuindo 1,56 milhões de km², correspondendo a 18,2% do território nacional [1], estendendo-se do estado do Maranhão ao da Bahia onde se diferenciam três tipos de clima: o primeiro, com característica predominante de clima subamazônico (tropical úmido), coincidindo com o estado do Maranhão e afetando algumas regiões do Piauí. O segundo se estende ao longo da costa, predominando uma agricultura próspera, favorecida por uma faixa úmida de clima litorâneo, de significativa regularidade anual. E o terceiro, com condições de semi-aridez bastante

acentuada, abrangendo uma imensa área que recebe a significativa denominação de “Polígono das secas”.

O Semi-Árido brasileiro ocupa 67% da região Nordeste, com área de 969.589,4 km², estendendo-se do estado do Piauí ao Norte de Minas Gerais [2]. Segundo o Dossiê Nordeste Seco [3], é a área semi-árida mais povoada do mundo e em função de sua inegável rusticidade, apresentam os maiores problemas e dramas para o homem-habitante e suas famílias.

Nos seus aspectos climáticos, a região está caracterizada por chuvas concentradas geralmente em três a quatro meses do ano [4], variando as médias anuais de 400 a 800 mm, com distribuição espacial e temporal muito irregular: algumas áreas apresentam médias de 250 mm e outras superiores a 1.000 mm. As temperaturas médias anuais são elevadas (23 a 27°C) e a amplitude térmica diária corresponde a 10°C. A insolação média é de 2.800 horas ano⁻¹. A umidade relativa do ar média anual é de 50% e a evaporação média anual é de 2.000 mm [1].

Esta área está basicamente caracterizada por terrenos cristalinos e terrenos sedimentares bastante dissecados. Os solos são predominantemente pouco desenvolvidos, rasos e pedregosos, com baixa capacidade de armazenamento de água.

A cobertura vegetal, embora de predominância xerófila, é extremamente diversificada, identificando-se para o semi-árido a formação predominante conhecida como caatinga.

Os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, por serem muito arenosos, apresentam elevada condutividade hidráulica saturada e séria limitação com respeito à capacidade de retenção de água disponível. Como sua areia é constituída praticamente de quartzo, são solos desprovidos por completo de minerais primários alteráveis e, portanto, virtualmente sem nenhuma reserva potencial de nutrientes. A presença de fragipã impede ou diminui a perda de água por infiltração profunda, dando-lhes condições hídricas mais favoráveis para as plantas, desde que se encontre entre 60 e 100 cm de profundidade. Na região semi-árida nordestina, essa condição textural de certa forma é benéfica, no sentido de que a textura arenosa em superfície funciona como camada protetora (*mulch*), dificultando a perda de água por evaporação [5].

⁽¹⁾ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE. CEP: 52171-900. E-mail: israel_agro@yahoo.com.br

⁽²⁾ Pesquisadora Embrapa Solos UEP Recife, Avenida Antônio Falcão, 240, CEP 51020-231, Boa Viagem, Recife-PE.

⁽³⁾ Professor Adjunto II da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE. CEP: 52171-900.

⁽⁴⁾ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em agroecologia e Desenvolvimento Rural – PPGADR Universidade Federal de São Carlos - UFSCar Centro de Ciências Agrárias - CCA/UFSCar. Rodovia Anhanguera, km 174 - SP-330. Araras - São Paulo - Brasil CEP 13600-970.

⁽⁵⁾ Geógrafa, IBGE- Agência Petrolina, Rua Dr^o Fernando Goes, 226 - 1^o Andar - Sala 104 Centro CEP - 56304-020.

A grande disponibilidade de água em algumas áreas irrigadas da região semi-árida brasileira, juntamente com a falta de conhecimento dos irrigantes, tem ocasionado um manejo inadequado da irrigação, caracterizada pelo uso excessivo de água, provocando a médio ou longo prazo graves problemas de elevação do lençol freático a nível crítico e até mesmo a salinidade dos solos. Com a prática equivocada da irrigação nos perímetros irrigados e nas propriedades da região do submédio São Francisco, é observado a formação e elevação do lençol freático em lugares e épocas determinados, prejudicando o desenvolvimento das culturas e limitando a sua produtividade, além do grande risco de salinização dos solos.

Para evitar as recargas mencionadas e especialmente evitar o perigo de salinização dos solos irrigados do semi-árido Nordeste, torna-se necessário complementar a capacidade de drenagem natural dos solos com um sistema artificial para assegurar a rápida descida do lençol freático a uma profundidade desejada em um intervalo de tempo razoavelmente curto.

O fato de extensas áreas dotada de infra-estrutura de irrigação estarem proporcionando baixíssimos rendimentos e/ou sendo abandonadas em decorrência de problemas de salinidade e drenagem provocados, principalmente, por fatores climáticos, má drenagem natural do solo, topografia e agravados pelo manejo inadequado das áreas irrigadas, indicam a necessidade da realização de estudos e pesquisas que permitam reabilitar essas áreas e prevenir futuros problemas.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo coletar informações sobre a posição e flutuação do lençol freático, procurando identificar as áreas - problema, a sua extensão e severidade, e determinar a necessidade ou não de drenagem artificial complementar.

Material e Métodos

O presente estudo foi desenvolvido na Fazenda Boa Esperança, em Petrolina-PE, com uma área de cerca de 15,0 ha, cultivada com videira e mangueira.

O monitoramento das flutuações do lençol freático foi feito quinzenalmente utilizando-se uma sonda que emite um som ao entrar em contato com a superfície da água, durante o período de 1996 a 2002, compreendendo o período seco e chuvoso.

Os solos da área em estudo são classificados como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO de profundidade variável, desde mediamente profundo a muito profundo, de textura arenosa, de bem a excessivamente drenados, muito porosos e fracamente estruturados. Apresenta baixa capacidade de retenção de umidade, baixa capacidade de troca de cátions e baixa saturação de bases e são irrigados por irrigação localizada.

Nesta área foram instalados 46 poços de observação do lençol freático em malha regular (Figura 1), cuja densidade foi de aproximadamente um poço para cada 1,0 hectare, aproximadamente.

O poço de observação foi construído conforme Cordeiro [6], consistindo de um furo simples, vertical,

de pequeno diâmetro (aproximadamente 6 cm) escavado em local de fácil acesso para facilitar as medições. O furo foi escavado com trado manual, com extensão de 1,50 m do qual faz parte uma manivela em forma de T. Os poços de observação foram protegidos com um tubo (PVC rígido) de 1" no seu interior com perfurações laterais de pequeno diâmetro (2 mm) para permitir entrada e saída de água do lençol. Para evitar a entrada de sedimentos através dos orifícios perfurados no tubo foi utilizado uma tela filtro de material sintético recobrimdo externamente o tubo. Deixou-se aproximadamente 10 cm do tubo acima da superfície do solo (Figura 2).

A parte exterior ao tubo (espaço vazio) foi preenchida com areia grossa ou cascalho até a zona perfurada do tubo e o restante com material retirado do próprio solo.

A profundidade média de perfuração dos poços de observação de nível do lençol freático instalados na área é de 1,82 m, variando de 1,76 a 1,87 m.

Resultados e Discussão

A profundidade média anual do lençol freático no período de 1996 a 2002 foi de 1,16 m (Figura 3 e Tabela 1), a média mais alta do período, ou seja, mais próxima da superfície do solo, foi de 1,08 m no ano de 1996 e a mais profunda, ou seja, mais distante da superfície do solo, foi de 1,24 no ano de 1998, isso provavelmente motivado pelo melhor manejo da irrigação e pela redução do volume de precipitação neste ano (Figura 3 e Tabela 1).

Em geral, no período de 1996 a 2001, o lençol freático em média manteve-se a mais de um metro de profundidade da superfície do solo, mesmo com aumento da precipitação dos anos de 1997 e 2000 o nível do lençol freático manteve-se quase que estável, isso se deve também provavelmente ao controle mais eficiente das irrigações no período (Figura 3).

A profundidade média mensal do lençol freático na área durante o período de janeiro a dezembro de 1996, a mais próxima da superfície nos anos estudados, foi de 1,08 m variando de 0,95 m a 1,18 m. Entretanto, no mês de junho de 1996 o lençol freático esteve mais próximo da superfície do solo em praticamente toda área (Tabela 1). Todavia, com base no monitoramento realizado na área durante seis anos (1996 a 2001) observou-se que a área plantada com videira é a que apresenta lençol freático mais próximo da superfície do solo, e que na área plantada com mangueira pouco são os poços que apresentam lençol freático.

Conclusões

Recomenda-se procurar manter ou melhorar o manejo de irrigação.

Mesmo os solos sendo arenosos e relativamente profundos, já apresentam em alguns pontos a formação e/ou elevação do lençol freático em determinadas épocas dos anos.

Referências

- [1] MOURA, M. S. B.; GALVÍNCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. de; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. 2007. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Org.). Potencialidades

- da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. 1 ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, v. 1, p. 37-59.
- [2] BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Ciência e Tecnologia. Portaria Interministerial nº 1, de 09 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de março de 2005. Seção 1, p. 41.
- [3] NORDESTE Sertanejo: a região semi-árida mais povoada do mundo. Estudos Avançados, São Paulo, v. 13, n. 35 p. 60-68, Mai/Ago. 1999.
- [4] SILVA et al. 2007. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Org.). Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. 1 ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, v. 1, p. 37-59.
- [5] OLIVEIRA, J. B. de. 2008 Pedologia aplicada. 3ª ed. Piracicaba: FEALQ. 592 p.: il.
- [6] CORDEIRO, G. G. Monitoramento do lençol freático de áreas irrigadas. Petrolina. PE: Embrapa Semi-Árido, 2000. Não paginado. il (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas, 35).
- [7] EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. 2009 [On line]. Petrolina – PE, Homepage: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-chuva.html>

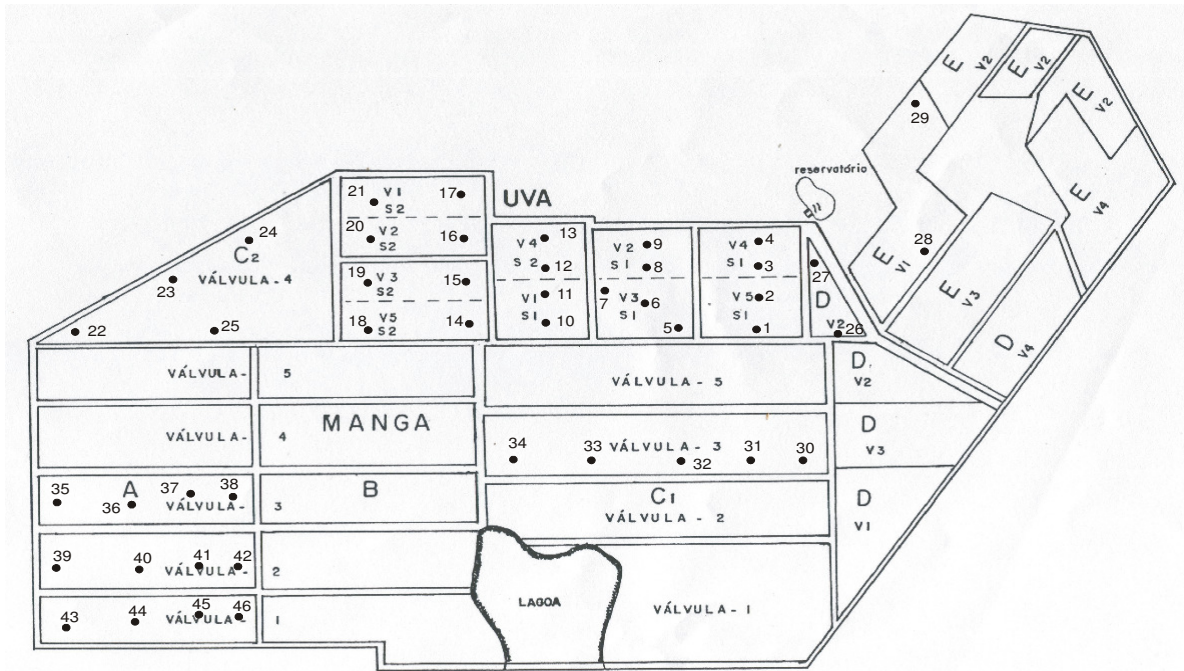


Figura 1 – Área cultivada da Fazenda Boa Esperança com localização dos poços de observação.

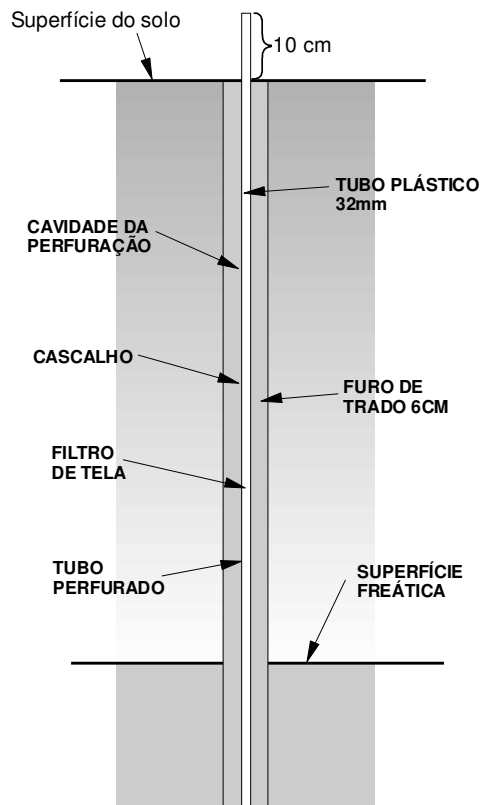


Figura 2. Poço de observação.

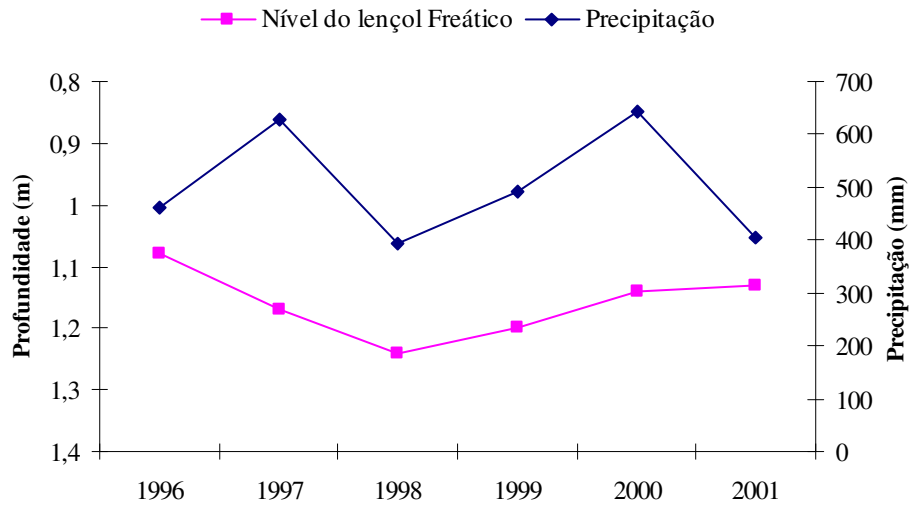


Figura 3. Profundidade média anual do lençol freático e precipitação média anual [7] na Fazenda Boa Esperança de 1996 a 2001.

Tabela 1. Profundidade média mensal do lençol freático na fazenda Boa Esperança no Projeto Senador Nilo Coelho no período de 1996 a 2001.

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Média Anual
1996	1,08	1,13	1,07	Seco	Seco	0,95	1,05	1,15	1,05	1,04	1,07	1,18	1,08
1997	1,16	1,24	0,91	0,97	1,08	1,31	1,14	1,25	1,27	1,31	1,23	1,22	1,17
1998	1,05	1,20	1,21	1,33	1,34	1,31	1,28	1,21	1,18	1,18	1,26	1,29	1,24
1999	1,21	1,22	1,09	1,27	1,23	1,18	1,10	1,25	1,29	1,24	1,07	1,24	1,20
2000	1,17	1,09	1,16	1,22	1,11	1,16	1,16	1,12	1,06	1,06	1,16	1,17	1,14
2001	1,17	1,08	1,14	1,00	1,10	1,10	1,21	1,14	1,15	1,21	1,05	1,19	1,13

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Estudo do Lençol Freático após 12 anos sob Irrigação por Gravidade e Localizada: I. Em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

**JANE KELLY SILVA ARAÚJO⁽¹⁾, CLÁUDIO EVANGELISTA SANTOS MENDONÇA⁽¹⁾,
MATEUS ROSAS RIBEIRO FILHO⁽²⁾, MARIA SONIA LOPES DA SILVA⁽³⁾, ISRAEL
VENISMARE CORDEIRO GONÇALVES⁽¹⁾, GIZELIA BARBOSA FERREIRA⁽⁴⁾ & VANESSA
CARINE CHAVES⁽⁵⁾**

RESUMO - As adversidades climáticas do semi-árido brasileiro aliado a fatores como solos rasos e baixa capacidade de retenção de água, resultam em uma agricultura de risco, tornando a irrigação fundamental para o desenvolvimento da região. O excesso de água em algumas áreas irrigadas da região semi-árida aliada ao manejo inadequado da irrigação tem provocado graves problemas de elevação do lençol freático. Com o objetivo de coletar informações sobre a posição e flutuação do lençol freático o estudo foi desenvolvido na fazenda Hortibom, no perímetro irrigado de Maniçoba em Juazeiro-BA. Realizando-se o monitoramento das flutuações do lençol freático quinzenalmente com uma sonda que emite um som ao entrar em contato com a água em treze poços de observação durante o período de 1996 a 2002. Os solos foram classificados como ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico latossólico irrigados inicialmente através de sulcos de infiltração e posteriormente por irrigação localizada. A profundidade média anual do lençol freático no período de 1996 a 2002 foi de 1,15 m. A média mais próxima da superfície do solo foi de 1,02 m em 1999 e a mais distante da superfície do solo foi de 1,35 m em 2001.

Palavras-Chave: drenagem, poço de observação, irrigação, salinidade.

Introdução

O Nordeste do Brasil é uma das grandes regiões naturais de grande interesse para desenvolvimento do país. Possuindo 1,56 milhões de km², correspondendo a 18,2% do território nacional [1], estendendo-se do estado do Maranhão ao da Bahia onde se diferenciam três tipos de clima: o primeiro, com característica predominante de clima subamazônico (tropical úmido), coincidindo com o estado do Maranhão e afetando algumas regiões do Piauí. O segundo se estende ao longo da costa, predominando uma agricultura próspera, favorecida por uma faixa úmida de clima litorâneo, de significativa regularidade anual. E o

terceiro, com condições de semi-aridez bastante acentuada, abrangendo uma imensa área que recebe a significativa denominação de “Polígono das secas”.

O Semi-Árido brasileiro ocupa 67% da região Nordeste, com área de 969.589,4 km², estendendo-se do estado do Piauí ao Norte de Minas Gerais [2]. Sendo, segundo o Dossiê Nordeste Seco [3], a área semi-árida mais povoada do mundo e em função de sua inegável rusticidade, apresentam os maiores problemas e dramas para o homem-habitante e suas famílias.

Nos seus aspectos climáticos, a região está caracterizada por chuvas concentradas geralmente em três a quatro meses do ano [4], variando as médias anuais de 400 a 800 mm, com distribuição espacial e temporal muito irregular: algumas áreas apresentam médias de 250 mm e outras superiores a 1.000 mm. As temperaturas médias anuais são elevadas (23 a 27°C) e a amplitude térmica diária corresponde a 10°C. A insolação média é de 2.800 horas ano⁻¹. A umidade relativa do ar média anual é de 50% e a evaporação média anual é de 2.000 mm [1].

Esta área está basicamente caracterizada por terrenos cristalinos e terrenos sedimentares bastante dissecados. Os solos são predominantemente pouco desenvolvidos, rasos e pedregosos com baixa capacidade de armazenamento de água.

A cobertura vegetal, embora de predominância xerófila, é extremamente diversificada, identificando-se para o semi-árido a formação predominante conhecida como caatinga.

A classe dos Argissolos na Região Nordeste possui uma grande abrangência de propriedades, desde muito profundos até pouco profundos e rasos. Variam de bem drenados a imperfeitamente drenados; de pedregosos a não pedregosos; de plínticos a não plínticos; com fragipã ou sem fragipã [5].

Em solos pouco profundos, com condições de drenagem natural limitadas, devido a camadas de impedimento tipo fragipã e/ou pelo manto rochoso de relevo ondulado que forma bacias, a irrigação tende a contribuir para formação de lençol freático em curto espaço de tempo e as chuvas, mesmo que escassas e esporádicas, podem criar condições de excesso de umidade por tempo prolongado. Foi

⁽¹⁾ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE. CEP: 52171-900. E-mail: janekaraujo@bol.com.br

⁽²⁾ Professor Adjunto II da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE. CEP: 52171-900.

⁽³⁾ Pesquisadora Embrapa Solos UEP Recife, Avenida Antônio Falcão, 240, CEP 51020-231, Boa Viagem, Recife-PE.

⁽⁴⁾ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em agroecologia e Desenvolvimento Rural – PPGADR Universidade Federal de São Carlos - UFSCar Centro de Ciências Agrárias - CCA/UFSCar. Rodovia Anhanguera, km 174 - SP-330. Araras - São Paulo - Brasil CEP 13600-970.

⁽⁵⁾ Geógrafa, IBGE- Agência Petrolina, Rua Drº Fernando Goes, 226 - 1º Andar - Sala 104 Centro CEP - 56304-020.

observado no Perímetro Irrigado de Bebedouro em Petrolina-PE e no Perímetro Irrigado do Tatauí, em Sobradinho-BA, que sem irrigação, três ou mais meses após as chuvas os solos permaneciam com umidade próxima a capacidade de campo a partir de 30 cm de profundidade.

Em solos de drenagem impedida a evaporação é via importante de evacuação de umidade, porém, uma vez seca a camada superficial, o gradiente de evaporação é interrompido, e esta camada passa agir com funções de “*mulch*”, sendo necessárias medidas de drenagem artificial para melhorar o regime de umidade dos solos.

A grande disponibilidade de água em algumas áreas irrigadas da região semi-árida brasileira juntamente com a falta de conhecimento dos irrigantes tem ocasionado um manejo inadequado da irrigação, caracterizada pelo uso excessivo de água, provocando a médio ou longo prazo, graves problemas de elevação do lençol freático a nível crítico e até mesmo a salinidade dos solos. Com a prática equivocada da irrigação nos perímetros irrigados e nas propriedades da região do Submédio São Francisco, é observado a formação e elevação do lençol freático em lugares e épocas determinados, prejudicando o desenvolvimento das culturas e limitando a sua produtividade, além do grande risco de salinização dos solos.

Para evitar as recargas mencionadas e especialmente evitar o perigo de salinização dos solos irrigados do semi-árido Nordeste, torna-se necessário complementar a capacidade de drenagem natural dos solos com um sistema artificial para assegurar a rápida descida do lençol freático a uma profundidade desejada no intervalo de tempo razoavelmente curto.

O fato de extensas áreas dotada de infraestrutura de irrigação, estarem proporcionando baixíssimos rendimentos e/ou sendo abandonadas em decorrência de problemas de salinidade e drenagem, provocados, principalmente, por fatores climáticos, má drenagem natural do solo, topografia, etc. e agravados pelo manejo inadequado das áreas irrigadas, indicam a necessidade da realização de estudos e pesquisas que permitam reabilitar essas áreas e prevenir as futuras.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo coletar informações sobre a posição e flutuação do lençol freático, procurando identificar áreas – problema; a sua extensão e severidade; e determinar a necessidade ou não de drenagem artificial complementar.

Material e Métodos

O presente estudo foi desenvolvido na Fazenda Hortibom, com área de cerca de 50 ha cultivados com manga e acerola, no Perímetro Irrigado de Maniçoba, em Juazeiro-BA.

Foi realizado monitoramento das flutuações do lençol freático quinzenalmente utilizando-se uma sonda que emite um som ao entrar em contato com a superfície da água, durante o período de 1996 a 2002.

Os solos da área em estudo são classificados como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico

latossólico com A fraco, argila de atividade baixa, saturação entre 50-80%, textura média, moderadamente profundo, moderadamente drenado, se caracterizam por baixa fertilidade, alta percentagem de areia e foram irrigados inicialmente através de sulcos de infiltração e posteriormente por irrigação localizada.

Foram instalados 13 poços de observação do lençol freático em malha regular (Figura 1), cuja densidade foi de aproximadamente um poço para cada dois hectares.

O poço de observação foi construído conforme Cordeiro [6], consistindo de uma perfuração simples, vertical, de pequeno diâmetro (aproximadamente 6 cm) escavado em local de fácil acesso para facilitar as medições. A escavação foi feita com trado manual, com extensão de 1,50 m do qual faz parte uma manivela em forma de T. Os poços de observação foram protegidos com um tubo (PVC rígido) de 1” no seu interior com perfurações laterais de pequeno diâmetro (2 mm) para permitir entrada e saída de água do lençol. Para evitar a entrada de sedimentos através dos orifícios perfurados no tubo, foi utilizado uma tela filtro de material sintético recobrimdo externamente o tubo. Deixou-se aproximadamente 10 cm do tubo acima da superfície do solo (Figura 2).

A parte exterior ao tubo (espaço vazio) foi preenchida com areia grossa ou cascalho até a zona perfurada do tubo e o restante com material retirado do próprio solo.

A profundidade média de perfuração dos poços de observação de nível do lençol freático instalados na área é de 1,74 m, variando de 1,32 a 1,86 m.

Resultados e Discussão

A profundidade média anual do lençol freático no período de 1996 a 2002 foi de 1,15 m (Figura 3 e Tabela 1). A média mais alta do período, ou seja, mais próxima da superfície do solo, foi de 1,02 m no ano de 1999 e a mais profunda ou seja mais distante da superfície do solo, foi de 1,35 m no ano de 2001, (Tabela 1).

Em geral, no período de 1996 a 2002, o lençol freático em média manteve-se a mais de um metro de profundidade da superfície do solo com uma ligeira elevação no período de 1999 a 2000 e com um rebaixamento significativo no ano de 2001, provavelmente motivado pelo racionamento de energia ocorrido no período, levando os proprietários a diminuir as irrigações, com conseguinte diminuição na contribuição de água ao lençol freático.

A profundidade média mensal do lençol freático na área durante o período de janeiro a dezembro de 1999, a mais próxima da superfície nos anos estudados, foi de 1,02 m variando de 0,83 m a 1,31 m (Tabela 1). Entretanto, no mês de março de 1997 o lençol freático esteve mais próximo da superfície do solo em praticamente toda área. Esta elevação ocorreu por causa da quantidade e intensidade das precipitações pluviais ocorridas na área, como verificado na estação meteorológica da Embrapa Semi-Árido em Mandacaru, próximo à área em estudo (Figura 3). Todavia, com base no monitoramento realizado na área durante sete anos (1996 a 2002) e especialmente após a substituição do sistema de irrigação por gravidade por irrigação localizada o lençol freático nos pontos de observação em que ocorre estão dentro dos limites aceitáveis.

Entretanto os pontos 2, 5 e 7 foram os que apresentaram lençol freático com maior frequência, durante o período de monitoramento, mostrando assim que as áreas de recarga estão localizadas nas partes mais altas dos setores irrigados, indicando ocasionalmente, influência do canal principal, particularmente onde o revestimento está ou esteve em mal estado de conservação.

Conclusões

A água da chuva destaca-se como a principal fonte de recarga instantânea, pelo caráter intensivo e curta duração do período chuvoso e pela elevada capacidade de infiltração dos solos. Entretanto, os excessos de irrigação e perdas por condução, são os principais responsáveis pelos problemas de drenagem, uma vez que a irrigação é uma recarga quase permanente incompatível com a capacidade de drenagem natural dos solos.

As áreas de recarga estão localizadas nas partes altas dos setores irrigados, indicando ocasionalmente, influência dos canais principais e secundários de irrigação, particularmente onde o revestimento está em mau estado de conservação. Recomenda-se melhorar o manejo de água, revestimento de canais, manutenção e aprofundamento dos drenos existentes.

Não foi observada alteração efetiva no nível do lençol freático diante dos diferentes sistemas de irrigação.

Referências

- [1] MOURA, M. S. B.; GALVÍNCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. de; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. 2007. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Org.). Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. 1 ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, v. 1, p. 37-59.
- [2] BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Ciência e Tecnologia. Portaria Interministerial nº 1, de 09 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de março de 2005. Seção 1, p. 41.
- [3] NORDESTE Sertanejo: a região semi-árida mais povoada do mundo. Estudos Avançados, São Paulo, v. 13, n. 35 p. 60-68, Mai/Ago. 1999.
- [4] SILVA et al. 2007. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Org.). Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. 1 ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, v. 1, p. 37-59.
- [5] CAVALCANTI, A. C.; SILVA, A. B. da. 2005 [On line]. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação do potencial agroecológico das terras do município de poço das trincheiras, Alagoas. Homepage: http://www.uep.cnps.embrapa.br/fome_zero_trincheiras.php
- [6] CORDEIRO, G. G. Monitoramento do lençol freático de áreas irrigadas. Petrolina. PE: Embrapa Semi-Árido, 2000. Não paginado. il (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas, 35).
- [7] EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. 2009 [On line]. Petrolina – PE, Homepage:

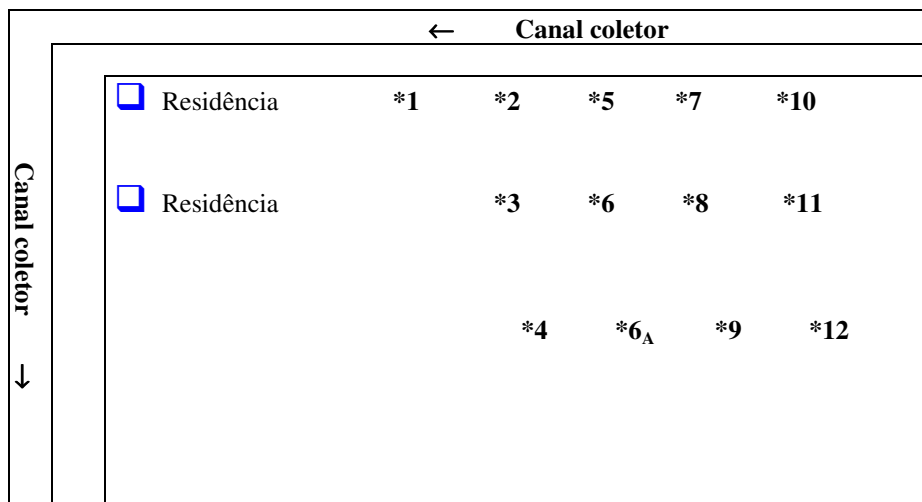


Figura 1 – Área cultivada da fazenda Hortibom com localização dos poços de observação

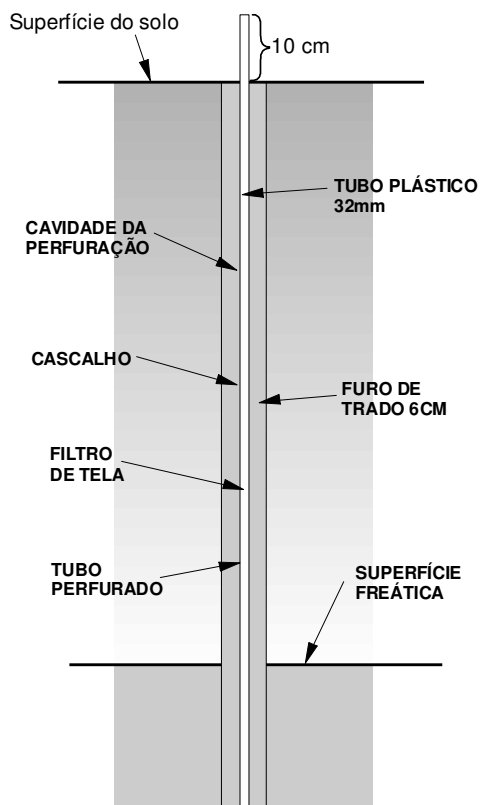


Figura 2. Poço de observação.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Estudo do lençol freático após 15 anos sob Irrigação por Aspersão e Localizada: II. Em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico

CLÁUDIO EVANGELISTA SANTOS MENDONÇA⁽¹⁾, EDIVAN UCHÔA CAVALCANTI⁽²⁾, MATEUS ROSAS RIBEIRO FILHO⁽³⁾, GIZELIA BARBOSA FERREIRA⁽⁴⁾, VANESSA CARINE CHAVES⁽⁵⁾, ISRAEL VENISMARE CORDEIRO GONÇALVES⁽¹⁾ & MARIA SONIA LOPES DA SILVA⁽⁶⁾

RESUMO – O Semi-Árido brasileiro, caracteriza-se por chuvas intensas e concentradas geralmente em três a quatro meses do ano, com distribuição espacial e temporal muito irregular. Quando ocorrem em solos de drenagem deficiente ocasiona problemas de elevação do lençol freático que são ainda agravados pela irrigação mal manejada, sendo necessárias medidas de drenagem artificial. Com o objetivo de coletar informações sobre a posição e flutuação do lençol freático, identificar as áreas com problemas, a sua extensão e severidade, e determinar a necessidade ou não de drenagem artificial complementar foi realizado o presente estudo na fazenda Fartura, Petrolina – PE, em área de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO. Foram instalados poços de observação do lençol freático e o monitoramento realizado quinzenalmente com uma sonda que emite um som ao entrar em contato com a água. O lençol freático manteve-se a mais de um metro de profundidade da superfície do solo. Após a substituição do sistema de irrigação, ocorreu uma melhoria no manejo da água de irrigação e estabilização do nível do lençol freático.

Palavras-Chave: Semi-Árido, manejo da água, flutuação do lençol freático.

Introdução

O Nordeste do Brasil é uma das grandes regiões naturais de grande interesse para desenvolvimento do país. Possuindo 1,56 milhões de km², correspondendo a 18,2% do território nacional [1], estendendo-se do estado do Maranhão ao da Bahia onde se diferenciam três tipos de clima: o primeiro, com característica predominante de clima subamazônico (tropical úmido), coincidindo com o estado do Maranhão e afetando algumas regiões do Piauí. O segundo se estende ao longo da costa, predominando uma agricultura

próspera, favorecida por uma faixa úmida de clima litorâneo, de significativa regularidade anual. E o terceiro, com condições de semi-aridez bastante acentuada, abrangendo uma imensa área que recebe a significativa denominação de “Polígono das secas”.

O Semi-Árido brasileiro ocupa 67% da região Nordeste, com área de 969.589,4 km², estendendo-se do estado do Piauí ao Norte de Minas Gerais [2]. Sendo, segundo Dossiê Nordeste Seco [3], a área semi-árida mais povoada do mundo e em função de sua inegável rusticidade, apresentava os maiores problemas e dramas para o homem-habitante e suas famílias.

Nos seus aspectos climáticos, a região está caracterizada por chuvas concentradas geralmente em três a quatro meses do ano [4], variando as médias anuais de 400 a 800 mm, com distribuição espacial e temporal muito irregular: algumas áreas apresentam médias de 250 mm e outras superiores a 1.000 mm. As temperaturas médias anuais são elevadas (23 a 27°C) e a amplitude térmica diária corresponde a 10°C. A insolação média é de 2.800 horas ano⁻¹. A umidade relativa do ar média anual é de 50% e a evaporação média anual é de 2.000 mm [1].

Esta área está basicamente caracterizada por terrenos cristalinos e terrenos sedimentares bastante dissecados. Os solos são predominantemente pouco desenvolvidos, rasos e pedregosos com baixa capacidade de armazenamento de água.

A cobertura vegetal, embora de predominância xerófila, é extremamente diversificada, identificando-se para o semi-árido a formação predominante conhecida como caatinga.

Nos Latossolos da região Nordeste, em geral pouco profundos, as condições de drenagem natural são limitadas por camadas de impedimento tipo fragipã e/ou pelo manto rochoso de relevo ondulado formando bacias. Nestes solos a irrigação forma em curto espaço de tempo lençol freático e as chuvas mesmo que escassas e esporádicas podem criar condições de excesso de umidade por tempo prolongado. Foi observado no Perímetro Irrigado de Bebedouro em

⁽¹⁾ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE. CEP: 52171-900. E-mail: claudioesmendonca@gmail.com

⁽²⁾ Graduando em Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE. CEP: 52171-900.

⁽³⁾ Professor Adjunto II da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE. CEP: 52171-900.

⁽⁴⁾ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em agroecologia e Desenvolvimento Rural – PPGADR Universidade Federal de São Carlos - UFSCar Centro de Ciências Agrárias - CCA/UFSCar. Rodovia Anhanguera, km 174 - SP-330. Araras - São Paulo - Brasil CEP 13600-970.

⁽⁵⁾ Geógrafa, IBGE- Agência Petrolina, Rua Drº Fernando Goes, 226 - 1º Andar - Sala 104 Centro CEP - 56304-020.

⁽⁶⁾ Pesquisadora Embrapa Solos UEP Recife, Avenida Antônio Falcão, 240, CEP 51020-231, Boa Viagem, Recife-PE.

Petrolina-PE e no Perímetro Irrigado do Tatauí, em Sobradinho-BA, que sem irrigação, três ou mais meses após as chuvas os solos permaneciam com umidade próxima a capacidade de campo a partir de 30 cm de profundidade.

Em solos de drenagem impedida à evaporação é via importante de evacuação de umidade, porém, uma vez seca a camada superficial, o gradiente de evaporação é interrompido, e esta camada passa agir com funções de “mulching” sendo necessário medidas de drenagem artificial para melhorar o regime de umidade dos solos.

A grande disponibilidade de água em algumas áreas irrigadas da região semi-árida brasileira juntamente com a falta de conhecimento dos irrigantes tem ocasionado um manejo inadequado da irrigação, caracterizada pelo uso excessivo de água, provocando a médio ou longo prazo, graves problemas de elevação do lençol freático a nível crítico e até mesmo a salinidade dos solos. Com a prática equivocada da irrigação nos perímetros irrigados e nas propriedades da região do submédio São Francisco, é observado a formação e elevação do lençol freático em lugares e épocas determinados, prejudicando o desenvolvimento das culturas e limitando a sua produtividade, além do grande risco de salinização dos solos.

Para evitar as recargas mencionadas e especialmente evitar o perigo de salinização dos solos irrigados do semi-árido Nordeste, torna-se necessário complementar a capacidade de drenagem natural dos solos com um sistema artificial para assegurar a rápida descida do lençol freático a uma profundidade desejada no intervalo de tempo razoavelmente curto.

O fato de extensas áreas dotada de infra-estrutura de irrigação, estarem proporcionando baixíssimos rendimentos e/ou sendo abandonadas em decorrência de problemas de salinidade e drenagem, provocados, principalmente, por fatores climáticos, má drenagem natural do solo, topografia, etc. e agravados pelo manejo inadequado das áreas irrigadas, indicam a necessidade da realização de estudos e pesquisas que permitam reabilitar essas áreas e prevenir as futuras.

O objetivo do seguinte estudo foi coletar informações sobre a posição e flutuação do lençol freático, procurando identificar as áreas - problema, a sua extensão e severidade, e determinar a necessidade ou não de drenagem artificial complementar.

Material e Métodos

O presente estudo foi desenvolvido na fazenda Fartura, lote 1373 (50), no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, em Petrolina-PE. A área de estudo abrange aproximadamente 6,5 ha cultivados com videira.

O monitoramento das flutuações do lençol freático foi feito quinzenalmente utilizando-se uma sonda que emite um som ao entrar em contato com a superfície da água, durante o período de 1997 a 2002.

Os solos da área em estudos são classificados como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico de profundidade variável, desde mediamente profundo a

muito profundo, de textura média a arenosa, de bem a excessivamente drenados, muito porosos e fracamente estruturados. Apresenta baixa capacidade de retenção de umidade, baixa capacidade de troca de cátions e baixa saturação de bases e foram irrigados inicialmente por aspersão e posteriormente por irrigação localizada.

Nesta área foram instalados 16 poços de observação do lençol freático em malha regular (Figura 1), cuja densidade foi de aproximadamente um poço para cada 0,5 hectares aproximadamente e o monitoramento do lençol freático realizado quinzenalmente.

O poço de observação foi construído conforme Cordeiro [5], consistindo de uma perfuração simples, vertical, de pequeno diâmetro (aproximadamente 6 cm) escavado em local de fácil acesso para facilitar as medições. A escavação foi feita com trado manual, com extensão de 1,50 m do qual faz parte uma manivela em forma de T. Os poços de observação foram protegidos com um tubo (PVC rígido) de 1” no seu interior com perfurações laterais de pequeno diâmetro (2 mm) para permitir entrada e saída de água do lençol. Para evitar a entrada de sedimentos através dos orifícios perfurados no tubo, foi utilizado uma tela filtro de material sintético recobrimo externamente o tubo. Deixou-se aproximadamente 10 cm do tubo acima da superfície do solo (Figura 4).

A parte exterior ao tubo (espaço vazio) foi preenchida com areia grossa ou cascalho e material retirado do próprio solo até a zona perfurada do tubo.

A profundidade média de perfuração dos poços de observação de nível do lençol freático instalados na área é de 1.74m, variando de 1.32 a 1.86m.

Resultados e Discussão

A profundidade média anual do lençol freático no período de 1997 a 2002 foi de 1,34 m (Figura 3 e Tabela 1), à média mais alta do período, ou seja, mais próxima da superfície do solo, foi de 1,18 m no ano de 1997 e a mais profunda ou seja mais distante da superfície do solo, foi de 1,50 no ano de 1999, (Tabela 1).

Em geral, no período de 1997 a 2002, o lençol freático em média manteve-se a mais de um metro de profundidade da superfície do solo com uma ligeira elevação no período de 1997 e com um rebaixamento significativo no ano de 1999, provavelmente motivado pelo controle mais eficiente das irrigações e nos anos seguintes apesar da média ser um pouco menor 1,30 m a maioria dos poços estão secos confirmando uma maior eficiência no uso da água.

A profundidade média mensal do lençol freático na área durante o período de junho a dezembro de 1997, a mais próxima da superfície nos anos estudados, foi de 1,18 m variando de 1,03 m a 1,42 m. (Tabela 1). Entretanto, no mês de junho de 1997 o lençol freático esteve mais próximo da superfície do solo em praticamente toda área (Tabela 1). Esta elevação provavelmente tenha ocorrido por causa da quantidade e intensidade das precipitações fluviais ocorridas na área, como verificado na estação meteorológica da Embrapa Semi-Árido em Bebedouro, próximo à área em estudo (Figura 3). Todavia, com base no monitoramento realizado na área durante seis anos (1997 a

2002) e especialmente após a substituição do sistema de irrigação por aspersão por irrigação localizada o lençol freático nos pontos de observação em que ocorre estão dentro dos limites aceitáveis, sendo que praticamente 90% da área não têm apresentado lençol freático.

Entretanto os pontos 2, 5 e 7 foram os que apresentaram lençol freático com maior frequência, durante o período de monitoramento, mostrando assim que as áreas de recarga estão localizadas nas partes mais altas dos setores irrigados, indicando ocasionalmente, influência do canal principal, particularmente onde o revestimento está ou esteve em mal estado de conservação.

Conclusões

Após a substituição do sistema de irrigação por outro mais eficiente, ocorreu a melhoria no manejo da água de irrigação e estabilização do nível do lençol freático;

Recomenda-se procurar manter ou melhorar a situação dos canais, além da manutenção e aprofundamento dos drenos existentes.

Referências

- [1] MOURA, M. S. B.; GALVÍNCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. de; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. 2007. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Org.). Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. 1 ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, v. 1, p. 37-59.
- [2] BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Ciência e Tecnologia. Portaria Interministerial nº 1, de 09 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de março de 2005. Seção 1, p. 41.
- [3] NORDESTE Sertanejo: a região semi-árida mais povoada do mundo. Estudos Avançados, São Paulo, v. 13, n. 35 p. 60-68, Mai/Ago. 1999.
- [4] SILVA et al. 2007. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Org.). Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. 1 ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, v. 1, p. 37-59.
- [5] CORDEIRO, G. G. Monitoramento do lençol freático de áreas irrigadas. Petrolina. PE: Embrapa Semi-Árido, 2000. Não paginado. il (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas, 35).
- [6] EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. 2009 [On line]. Petrolina – PE, Homepage: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-chuva.html>

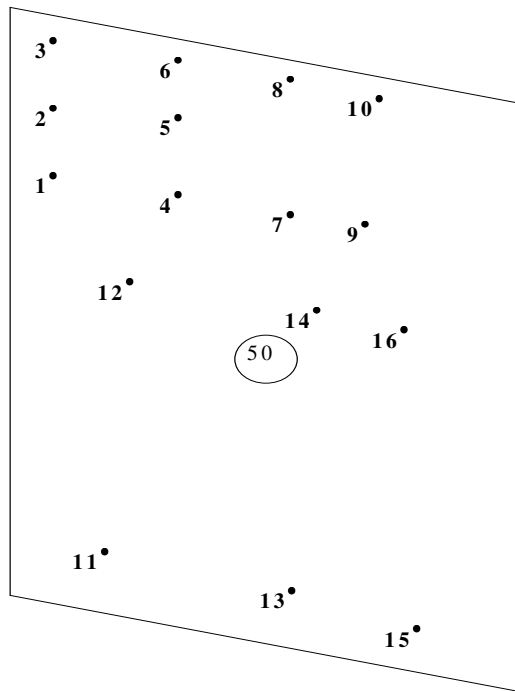


Figura 1 – Área cultivada da Fazenda Fartura com localização dos poços de observação.

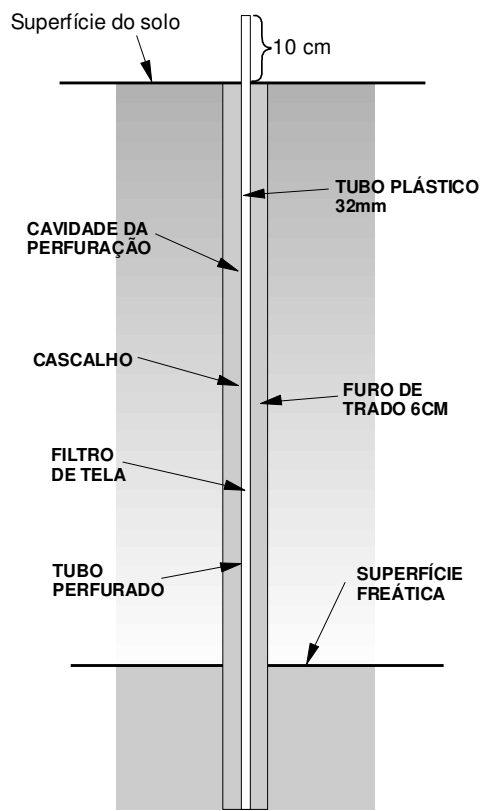


Figura 2. Poço de observação.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Fixação Biológica de Nitrogênio em Áreas de Restauração: Abundância Natural de ^{15}N de Leguminosas Arbóreas Nativas Plantadas por Semeadura Direta”

LUCIANA DELLA COLETTA⁽¹⁾, PABLO GUENTHER SOARES⁽²⁾, GABRIELA BIELEFELD NARDOTO⁽³⁾, FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO⁽⁴⁾, RICARDO RIBEIRO RODRIGUES⁽⁵⁾ & LUIZ ANTONIO MARTINELLI⁽⁶⁾

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo avaliar ao longo do tempo o papel da fixação biológica de nitrogênio (FBN) por organismos associados a leguminosas arbóreas nativas semeadas diretamente no campo na dinâmica do N em uma área sob restauração florestal. Para isso, foi usado o método da abundância natural do nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) e carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e suas respectivas concentrações. As características do solo estudado, indicando uma baixa disponibilidade de N, juntamente com as diferenças no $\delta^{15}\text{N}$ encontradas entre a leguminosa não-fixadora de N (espécie referência) e as leguminosas potencialmente fixadoras de N, sugerem que aos quatro anos após a germinação, uma das principais fontes de N para as espécies de leguminosas arbóreas estudadas é a FBN.

Palavras-Chave: (Leguminosas, Semeadura Direta, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$, Nitrogênio)

Introdução

O agronegócio é um dos responsáveis pelo acentuado desenvolvimento econômico do Estado de São Paulo, devido principalmente a cultura da cana-de-açúcar [1]. Nos últimos quinze anos é o Estado onde a expansão da cultura canavieira ocorreu através da substituição de pastagens pela cana, cobrindo aproximadamente 14% da área do estado [2]. Tendo em vista a crescente demanda por fontes renováveis de energia, a perspectiva futura é de uma difusão ainda maior da lavoura canavieira por parte dos produtores rurais, sendo o etanol um dos principais e mais promissores biocombustíveis; pois seu balanço energético é geralmente positivo, ou seja, o crescimento da cana de açúcar absorve mais carbono do que é emitido quando o etanol é queimado como combustível [3]. Adicionalmente, seu preço da produção é relativamente baixo [4]. Devido a esse

atrativo econômico promissor, os remanescentes de florestas nas regiões próprias ao cultivo vêm sendo suprimidos para dar lugar à expansão agrícola [5]. Atualmente, restam apenas 25% (500 km²) das matas ciliares remanescentes nas sete principais bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. Os outros 75% (4500 km²) foram convertidas em cana e pastagem [6].

No Estado de São Paulo, estas áreas constituem o principal alvo das ações de restauração de florestas, por assumirem um papel fundamental em vários aspectos ecológicos da paisagem [6].

Nos ecossistemas terrestres, onde foi removida a cobertura florestal e com ela rompida a manutenção dos nutrientes entre a serapilheira e o componente vegetal vivo, o nitrogênio é considerado o elemento mais limitante para o desenvolvimento das plantas [7]. A disponibilidade de N pode atuar como um mecanismo importante no controle da taxa, direção e substituição de espécies que regulam a sucessão. Em áreas degradadas, onde a disponibilidade é normalmente baixa, as leguminosas arbóreas mostram-se como uma fonte primária de nitrogênio capaz de permitir a recolonização vegetal e o aumento da biodiversidade [8].

Recentemente a semeadura direta de espécies arbóreas no campo vem sendo avaliada como uma técnica alternativa para restauração de ecossistemas florestais nos trópicos [9]. Utilizando-se sementes de leguminosas arbóreas (Fabaceae), pode-se aliar esta técnica ao caráter pioneiro de diversos gêneros, aproveitando ainda a diversidade desta família nos trópicos e o potencial de fixação biológica de nitrogênio (FBN) que muitas espécies apresentam em associação com microorganismos [10]. Esta simbiose constitui uma alternativa ecológica e econômica aos fertilizantes nitrogenados; pois, além de dispensar o uso desses adubos, a maioria do N fixado biologicamente é aproveitado pela planta, tornando-se uma importante

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Mestranda do PPG em Ciências, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de Ecologia Isotópica, Universidade de São Paulo. Av. Centenário, 303, Campus Piracicaba, Piracicaba, SP, CEP: 13416-000. E-mail: lucioletta@yahoo.com.br

⁽²⁾ Segundo Autor é Mestre em Recursos Florestais e Analista de Projetos da Secretaria Estadual do Ambiente. Av. Venezuela, 110, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 20081-312

⁽³⁾ Terceiro Autor é Pós-doutoranda do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de Ecologia Isotópica, Universidade de São Paulo. Av. Centenário, 303, Campus Piracicaba, Piracicaba, SP, CEP: 13416-000.

⁽⁴⁾ Quarto autor é Pesquisador A da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1.024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 22460-000.

⁽⁵⁾ Quinto Autor é Professor Titular do Departamento de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade São Paulo. Av. Pádua Dias, 11, Campus Piracicaba, Piracicaba, SP, CEP: 13418-900.

⁽⁶⁾ Sexto Autor é Professor Titular da Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Av. Centenário, 303, Campus Piracicaba, Piracicaba, SP, CEP: 13416-000.

Apoio financeiro: CAPES e FAPESP.

ferramenta de recuperação de ecossistemas degradados [11].

A abundância natural de isótopos estáveis de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) pode fornecer medidas integradas sobre sua dinâmica ao longo do tempo [12]. Em termos de fixação biológica, a conversão de N_2 em formas inorgânicas de nitrogênio discrimina pouco contra o ^{15}N . Conseqüentemente, a assinatura isotópica das leguminosas, quando estão fixando N da atmosfera, tende a ser aproximadamente de 0-2‰ [12]. Por outro lado, espécies não-fixadoras de N mostram uma grande variação na sua razão isotópica dependendo da taxa de mineralização de N do solo [13]. Dessa forma, variações regulares da razão isotópica de N ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) podem proporcionar informações úteis a respeito das fontes de N utilizadas pelas plantas, bem como de aspectos relacionados ao fluxo de N nos ecossistemas.

O diagnóstico da fixação de nitrogênio pelas árvores é um ponto fundamental para o estudo dessas espécies, tanto para o entendimento de seu papel ecológico no ciclo global do N, como para um manejo sustentável apropriado [5].

Neste trabalho avaliamos, através da abundância natural de ^{15}N , se leguminosas arbóreas nativas semeadas diretamente no campo em associação com microorganismos simbióticos estavam efetivamente fixando nitrogênio do ar quatro anos após sua semeadura no campo.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Mata Chica, município de Morro Agudo, Estado de São Paulo (20°40'32'' S; 48°04'23'' W) em solo classificado como Latossolo Vermelho Eutroférrico [14]. O local, originalmente ocupado por mata ciliar sob domínio do contato Savana Florestada (Cerradão) / Floresta Estacional [15], foi explorado pela lavoura canavieira em um passado recente, sendo posteriormente abandonado em respeito à legislação referente às áreas de preservação permanente. Neste local foram plantadas as seguintes espécies de leguminosas arbóreas pertencentes a família Fabaceae, potencialmente fixadoras de N: *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze, (Mimosoideae); *Erythrina speciosa* Andrews, *Ormosia arborea* (Vell.) Harms, *Poecilanthe parviflora* Benth (Papilionoideae); e uma leguminosa não-fixadora de N, *Acacia polyphylla* DC (Mimosoideae), considerada como espécie referência. Na área experimental foi plantado para todas as espécies o mesmo número de sementes não inoculadas (plantas testemunhas) assim como sementes inoculadas com rizóbio.

As coletas de material foliar foram realizadas aos sete meses (2005), e aos quatro anos após a semeadura no campo (2009), secas em estufa a 60°C durante 48 horas e trituradas a fino pó. Foram coletadas amostras superficiais de solo (0-5cm) oriundas da área experimental durante as mesmas épocas. As amostras foram secas ao ar e destorroadas em peneira de 2 mm,

sendo sub-amostras obtidas através do quarteador de Jones, e subsequentemente moídas. Foram pesadas de 1 a 2 mg de material foliar e de 25 a 50 mg de solo em cápsulas de estanho para posterior determinação da razão isotópica ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$), concentração elementar de N e C e a razão C:N através do analisador elementar de combustão (EA - Carlo Erba) em linha com espectrômetro de massas (Delta Plus, Finnigan Mat, San José, CA, USA). A abundância natural do ^{15}N e ^{13}C foi expressa como desvio por mil (‰) de um padrão internacionalmente reconhecido, através da equação: $\delta = (R_{\text{amostra}} / R_{\text{padrão}} - 1) \times 1000$, onde R é a razão molar $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ou $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ na amostra e no padrão. O padrão usado para o C foi o Peedee Belemnite (PDB), enquanto o padrão para o N foi o ar atmosférico. A atropina foi utilizada como referência para o material foliar e LECO foi usado para o solo. O erro analítico aceitável para C, N, $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ foi de 0,3%, 0,1%, 0,3‰ e 0,5‰, respectivamente.

As concentrações de N-NH_4^+ e N-NO_3^- da camada superficial do solo (0-5 cm) realizado aos quatro anos após a semeadura, foram determinadas usando um sistema automático de injeção de fluxo contínuo (FIA - Flow Injection Analysis) [16].

Como os dados do material foliar não seguiram uma distribuição normal foram aplicados os testes não-paramétricos de Mann-Whitney. Os dados de solo seguiram uma distribuição normal e foram aplicados os testes paramétricos ANOVA seguida pelo teste *post hoc* de Unequal N HSD. As análises estatísticas foram feitas usando o pacote estatístico STATISTICA versão 6.1 para Windows [17]. Diferenças a 5% de probabilidade foram tidas como significantes.

Resultados

1. Caracterização do solo

O solo teve um pH (CaCl_2) ligeiramente ácido, em torno de 4,8; teor de carbono de 28 g dm^{-3} ; P 12 mg dm^{-3} ; e CTC de 88 (mmolc dm^{-3}) e valor V de 65%. A composição isotópica do C e N assim como o N-total e a razão C:N da camada superficial do solo (0-5 cm) da área de estudo estão apresentadas na Tabela 1.

Os valores médios de N-NH_4^+ e N-NO_3^- no solo (0-5 cm) foram $3,4 \pm 1,6 \mu\text{g g}^{-1}$ (média \pm DP), e $1,2 \pm 0,5 \mu\text{g g}^{-1}$ respectivamente.

2. Composição isotópica e concentração de N foliar

2.1 Sete meses após a germinação

O $\delta^{15}\text{N}$ foliar médio das leguminosas fixadoras semeadas foi de $2,6 \pm 1,3\text{‰}$ (média \pm DP), enquanto que a leguminosa referência *Acacia polyphylla* se mostrou cerca de 4,0‰ mais enriquecida em ^{15}N (Figura 1). Houve grande variação no $\delta^{15}\text{N}$ entre as espécies no início do experimento. *E. speciosa* e *O. arborea* apresentaram os menores valores de $\delta^{15}\text{N}$, indicando maior proporção do N_2 fixado da atmosfera na constituição de seus tecidos foliares (Figura 1). *P. parviflora*, *M. bimucronata* e *E. contortisiliquum* apresentaram valores intermediários de $\delta^{15}\text{N}$, com

grande variação entre os indivíduos amostrados. A concentração de N nos tecidos foliares variou entre 1,5% e 4,6%. A menor razão C:N foi observada em *E. contortisiliquum* e *E. speciosa*, seguida por *M. bimucronata*. Em nenhum dos parâmetros avaliados o tratamento utilizado (inoculação com rizóbio) mostrou diferença significativa.

2.2 Quatro anos após a germinação

Em geral, as espécies potencialmente fixadoras de N₂ atmosférico apresentaram valores médios de $\delta^{15}\text{N}$ próximos à faixa indicativa de FBN ($0,1 \pm 1,2\%$). A espécie referência *A. polyphylla* apresentou média de $5,4 \pm 2,6\%$ (Figura 1). O valor mínimo e máximo foi representado pela *E. speciosa* ($-1,0\%$) e *E. contortisiliquum* ($3,7\%$) respectivamente. A concentração de N nos tecidos foliares variou de 1,8% (*P. parviflora*) a 4,8% (*E. speciosa*), enquanto a razão C:N apresentou uma grande variação de 8,9 (*E. speciosa*) a 25,4 (*P. parviflora*).

Não foi observada em nenhum dos parâmetros analisados diferença significativa entre os indivíduos inoculados e não inoculados com rizóbio, para uma mesma espécie de leguminosa.

Comparando os diferentes parâmetros analisados nas diferentes épocas de coleta (sete meses e quatro anos após a germinação) não foram observadas diferenças significativas no $\delta^{15}\text{N}$ entre a espécie referência *A. polyphylla*, mas foi significativamente maior comparado às outras espécies estudadas ($P < 0,05$) (Figura 1). Em relação ao $\delta^{13}\text{C}$, observa-se uma tendência dos valores se tornarem mais leves aos quatro anos de idade em comparação com os resultados obtidos aos sete meses ($P < 0,05$). Apenas *M. bimucronata* e *P. parviflora* não apresentaram diferenças significativas no $\delta^{13}\text{C}$ foliar entre os dois períodos (Figura 1).

Discussão

A resposta da fotossíntese e respiração em relação à precipitação ou disponibilidade de água é refletida na composição isotópica do C da vegetação [18]. Após quatro anos de germinação, a maioria das espécies apresentaram $\delta^{13}\text{C}$ menor comparado aos sete meses de idade, sugerindo uma mudança no microclima da área sob restauração. Isto é refletido na adaptação das espécies a um ambiente de maior estabilidade microclimática, levando a uma maior discriminação contra ^{13}C , devido a forte relação entre a condutância estomática e a capacidade fotossintética como encontrado em um fragmento de cerrado próximo a área de estudo [19].

Já as análises de abundância natural de ^{15}N podem proporcionar informações úteis a respeito das fontes de N utilizadas pelas plantas e transformações do N nos ecossistemas [12, 20], uma vez que as variações do $\delta^{15}\text{N}$ são refletidas no fracionamento isotópico do N com um enriquecimento isotópico do substrato em relação ao produto [12].

O $\delta^{15}\text{N}$ foliar depende da fonte de N assimilado pelas plantas, da profundidade do solo de onde o N é adquirido, da forma do N utilizado e da influência das associações com micorrizas e do fracionamento durante e após a absorção de N pelas plantas [21]. Normalmente o N do solo é enriquecido em ^{15}N como resultado de fracionamento durante os processos microbiológicos como a mineralização da matéria orgânica e denitrificação [12].

O $\delta^{15}\text{N}$ do solo foi similar ao da planta referência (*A. polyphylla*) nos dois períodos estudados (Tabela 1 e Figura 1), enquanto que as leguminosas potencialmente fixadoras de N apresentaram aos quatro anos de idade valores de $\delta^{15}\text{N}$ próximos à faixa indicativa de FBN ($0-2\%$) [12] sugerindo que estes indivíduos em associação com microorganismos, estejam fixando N₂ da atmosfera.

Devido ao preparo do solo e os cuidados necessários ao provimento de melhores condições ao estabelecimento das plantas semeadas diretamente no campo, a fase inicial de recuperação do ambiente florestal teve características análogas à implantação de culturas agrícolas, por exemplo. A perturbação mecânica do solo e o revolvimento de suas camadas superficiais provocado pelas máquinas estimulam a mineralização do N orgânico do solo e, na ausência de fertilizantes sintéticos, constituem a principal fonte de N para o crescimento vegetal [22]. Com isso, níveis elevados de FBN na fase inicial do experimento seriam pouco prováveis, principalmente em solos como o da área em estudo — onde antes do plantio apresentava densa camada orgânica superficial — para se sobressair em estágios intermediários da sucessão vegetal. Após quatro anos, as concentrações de N inorgânico encontradas no solo, indicam uma alta razão amônio/nitrato, mas uma baixa disponibilidade de N para as plantas, como encontrado para outras áreas de cerrado [23].

As características do solo, indicando uma baixa disponibilidade de N juntamente com as diferenças no $\delta^{15}\text{N}$ encontradas entre a planta referência e as potencialmente fixadoras de N, sugerem que aos quatro anos após a germinação, uma das principais fontes de N para as espécies de leguminosas arbóreas estudadas é a FBN.

Conclusões

As leguminosas arbóreas nativas se mostraram como uma boa alternativa para revegetação de áreas degradadas já que efetivamente fixam N da atmosfera aumentando o aporte deste nutriente. Resta destacar que fixando ou não N₂ atmosférico, as leguminosas possuem um papel chave no sistema. O estilo de vida com alto requerimento de N das leguminosas leva a uma baixa razão C:N foliar, indicando uma alta qualidade do material vegetal produzido [8, 24]. Dessa forma, possuem um papel importante não só na redistribuição de N, como também de outros nutrientes que, assim como o N, serão mineralizados e tornar-se-ão disponíveis novamente para a comunidade vegetal.

Agradecimentos

À FAPESP pela bolsa concedida a aluna de mestrado: Processo nº 08/52281-5, à CAPES – Coordenadoria de Aperfeiçoamento e Pessoal de Nível Superior e à Companhia Açucareira Vale do Rosário.

Referências

- [1] BOCKRIS, J.O'M. 2007. Will lack of energy lead to the demise of high-technology countries in this century? *International Journal of Hydrogen Energy*, 32:153-158.
- [2] RUDORFF, B.F.T.; BERKA, L.M.S.; MOREIRA, M.A.; DUARTE, V. & ROSA, V.G.C. 2004. Estimativa de área plantada com cana-de-açúcar em municípios do estado de São Paulo por meio de imagens de satélites e técnicas de geoprocessamento: ano safra 2004/2005. *INPE-11421-RPQ/762*. São Paulo, Brazil.
- [3] OLIVEIRA, M.E.D.; VAUGHAN, B.E. & RYKIEL Jr, E.J.J. 2005. Ethanol as fuel: energy, carbon dioxide balances, and ecological footprint. *Bioscience*, 55:593-602.
- [4] MARTINELLI, L.A. & FILOSO, S. 2008. Expansion of sugarcane ethanol production in Brazil: Environmental and social challenges. *Ecological Applications*, 18:885-898.
- [5] SOARES, P.G. 2007. *Efeito da inoculação com rizóbio no estabelecimento, crescimento inicial e abundância natural de 15N em leguminosas (Fabaceae) arbóreas nativas plantadas por semeadura direta*. Dissertação de Mestrado, Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.
- [6] SILVA, A.M.; NALON, M.A.; do NASCIMENTO KRONKA, F.J.; ALVARES, C.A.; de CAMARGO, P.B. & MARTINELLI, L.A. 2007. Historical land-cover/use in different slope and riparian buffer zones in watersheds of the state of São Paulo, Brazil. *Scientia Agricola*, 64:325-335.
- [7] VITOUSEK, P. M. & HOWARTH, R. W. 1991. Nitrogen limitation on land and in the sea - how can it occur? *Biogeochemistry*, 3:87-115.
- [8] SIDDIQUE, I.; ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A.; LAMB, D.; NARDOTO, G.B.; OMETTO, J.P.H.B.; MARTINELLI, L.A. & SCHMIDT, S. 2008. Dominance of legume trees alters nutrient relations in mixed species forest restoration plantings within seven years. *Biogeochemistry*. DOI 10.1007/s10533-008-9196-5.
- [9] BROFAS, G. & KARETSOS, G. 2002. Revegetation of mining spoils by seeding of woody species on Ghiona Mountain, Central Greece. *Land Degradation & Development*, 13:461-467.
- [10] SPRENT, J. I. 1995. Legume trees and shrubs in the tropics: N₂ fixation in perspective. *Soil Biology and Biochemistry*, 27:401-407.
- [11] FRANCO, A.A. & FARIA, S.M. 1997. The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. *Soil Biology and Biochemistry*, 29:897-903.
- [12] HÖGGER, P. 1997. ¹⁵N natural abundance in soil-plant systems. *New Phytologist*, 137: 179-203.
- [13] GARTEN, C.T. & VAN MIEGROET, H. 1994. Relationships between soil nitrogen dynamics and natural ¹⁵N abundance in plant foliage from Great Smoky Mountain National Park. *Canadian Journal of Forest Research*, 24:1636-1645.
- [14] EMBRAPA - Solos. 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 306p.
- [15] SÃO PAULO (estado). 2005. Secretaria do Meio Ambiente / Instituto Florestal. Inventário florestal da vegetação natural do estado de São Paulo. *Imprensa Oficial*. 200p.
- [16] RUZICKA, J.; HANSEN, E.H. 1981. *Flow injection analysis*. New York: Wiley Interscience, 395p.
- [17] STATSOFT, INC. STATISTICA. 2004 [Online]. *Statistica 6.0*. Homepage: <http://www.statsoft.com>.
- [18] FARQUHAR, G.D.; EHLERINGER, J.R. & HUBICK, K.T. 1989. Carbon isotope discrimination and Photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 40:503-537.
- [19] COLETTA, L.D.; NARDOTO, G.B.; LATANSIO-AIDAR, S.R.; da ROCHA, H.R.; AIDAR, M.P.M. & OMETTO, J.P.H.B. 2009. An isotopic view of vegetation and carbon and nitrogen cycles in a cerrado ecosystem, southeastern Brazil. *Scientia Agricola*, no prelo.
- [20] MARTINELLI, L.A.; PICCOLO, M.C.; TOWNSEND, A.R.; VITOUSEK, P.M.; CUEVAS, E.; MCDOWELL, W.H.; ROBERTSON, G.P.; SANTOS, O.C. & TRESEDER, K. 1999. Nitrogen stable isotopic composition of leaves and soil: Tropical versus temperate forests. *Biogeochemistry*, 46:45-65.
- [21] NADELHOFFER, K.J.; SHAVER, G.; FRY, B.; GIBLIN, A.; JOHNSON, L. & MCKANE, R. 1996. ¹⁵N natural abundance and N use by tundra plants. *Oecologia*, 107:386-394.
- [22] BODDEY, R.M.; PEOPLES, M.B.; PALMER, B. & DART, P.J. 2000. Use of ¹⁵N natural abundance technique to quantify biological nitrogen fixation by woody perennials. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 57:235-270.
- [23] NARDOTO, G.B. & BUSTAMANTE, M.M.C. 2003. Effects of fire on soil nitrogen dynamics and microbial biomass in savannas of Central Brazil. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 38:955-962.
- [24] NARDOTO, G.B.; OMETTO, J.P.H.B.; EHLERINGER, J.R.; HIGUCHI, N.; BUSTAMANTE, M.M.C. & MARTINELLI, L.A. 2008. Understanding the influences of spatial patterns on N availability within the Brazilian Amazon forest. *Ecosystems* 11:1234-1246.

Tabela 1. Composição isotópica de C e N e a razão C:N do solo da área de estudo (0-5 cm de profundidade), analisados em diferentes épocas (sete meses e quatro anos após a germinação), tendo o fragmento florestal Mata Chica próximo ao experimento como solo referência (número à direita do símbolo (\pm) referente ao desvio em relação à média e letras iguais não diferem entre si na mesma linha pelo teste de Unequal N HSD a 5%).

Parâmetros	Sete meses	Quatro anos	Fragmento Florestal
$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	7,4 \pm 0,4a	7,9 \pm 0,3b	5,4 \pm 0,8c
N (g kg ⁻¹)	1,6 \pm 0,1a	1,4 \pm 0,1a	2,6 \pm 0,6b
$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	-18,5 \pm 0,5a	-19,8 \pm 0,9b	-23,7 \pm 0,9c
C:N	13,6 \pm 0,3a	15,2 \pm 0,3b	13,4 \pm 2,1a

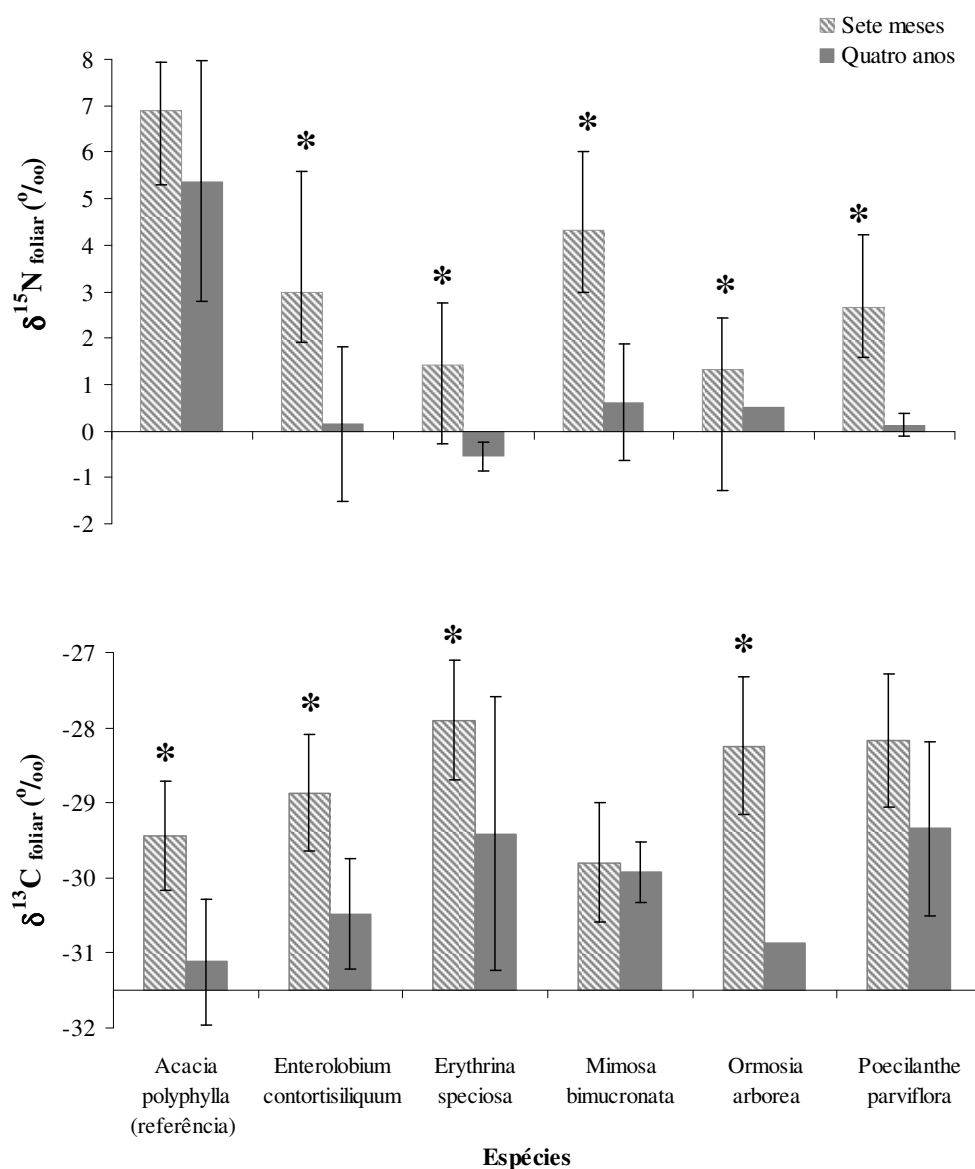


Figura 1. Valores médios de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ (‰) (média \pm 1 desvio padrão) nos tecidos foliares de leguminosas arbóreas, aos sete meses e quatro anos após a semeadura direta no campo em Morro Agudo, SP (* valores médios diferem estatisticamente entre si em relação aos dois períodos de coleta pelo teste de Mann-Whitney a 5%).

Fracionamento Granulométrico da Matéria Orgânica como Indicador de Qualidade do Solo em Área de Soja Cultivada sobre Palhada de Braquiária e Sorgo

CELESTE QUEIROZ ROSSI⁽¹⁾, MARCOS GERVASIO PEREIRA⁽²⁾, SIMONE GUIMARÃES GIACOMO⁽³⁾, MARCONI BETTA⁽⁴⁾ & JOSÉ CARLOS POLIDORO⁽⁵⁾

RESUMO – A matéria orgânica do solo apresenta grande potencial para ser utilizada como atributo chave da qualidade do solo, pois, além de satisfazer o requisito básico de ser sensível a modificações pelo manejo do solo, ainda é fonte primária de nutrientes às plantas, influencia a infiltração, retenção de água e suscetibilidade à erosão. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial do fracionamento granulométrico do solo como indicador de qualidade do solo no plantio da soja sobre palhada de braquiária e sorgo no Cerrado Goiano. Foram coletadas amostras de Latossolo Vermelho, no município de Montividiu-GO. As amostras foram retiradas em cinco profundidades nos sistemas: cultivo de soja (*Glycine max.*) no período chuvoso e braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) no período seco (SB) e cultivo de soja na safra e sorgo na safrinha (*Sorghum bicolor L. Moench*) variedade DKB 599 (SS). A matéria orgânica particulada (MOP) mostrou-se mais eficiente para evidenciar as diferenças entre os sistemas avaliados, diferindo estatisticamente entre os sistemas em todas as profundidades e nas duas coletas realizadas. Os valores da fração MOM diferiram estatisticamente entre os sistemas avaliados em todas as profundidades, sempre com maiores médias para o sistema SS.

Palavras chaves: (Fracionamento físico; solos do cerrado; carbono orgânico)

Introdução

Qualidade do solo é, sem dúvida, um aspecto fundamental na avaliação da sustentabilidade de sistemas de produção, o que implica a compreensão desse recurso como um sistema vivo e dinâmico. O conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS) é considerado um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade ambiental em agroecossistemas. Sistemas conservacionistas de manejo promovem o aumento do conteúdo de MO [1], contribuindo para que o solo desempenhe suas funções básicas (promover o desenvolvimento da vida, garantindo a qualidade ambiental, a saúde animal e

humana). Embora contribua somente com uma pequena parcela da massa total dos solos minerais, a matéria orgânica do solo (MOS) representa a componente fundamental para a manutenção da qualidade do solo, sendo essencial nos diversos processos químicos, físicos e biológicos de ecossistemas terrestres [2,3].

O fracionamento granulométrico é baseado no tamanho das partículas, utilizando principalmente o peneiramento e sedimentação em proveta. A fração pesada pode ser dividida de acordo com o tamanho das partículas, sendo separadas nas frações areia – matéria orgânica particulada (maior que 53 µm) e matéria orgânica ligada aos minerais silte (2-53 µm) e argila (0-2 µm). Os maiores estoques de carbono, de uma maneira geral, são encontrados nas frações pesadas, demonstrando que a dinâmica do carbono estaria intimamente relacionada à textura do solo [4].

A matéria orgânica particulada (MOP) é uma fração lábil e apresenta maior taxa de reciclagem dos constituintes orgânicos, sendo as alterações em seus estoques promovidas pelo manejo do solo são percebidas geralmente em curto prazo, em comparação as alterações mais lentas que ocorrem no solo como um todo [4, 5]. Por isso a MOP é tida como uma fração relativamente sensível às práticas de manejo [5, 6]. A matéria orgânica ligada aos minerais (MOM) é dependente da quantidade de material orgânico que é transferido da MOP e da proteção coloidal exercida pelas superfícies minerais [7]. Essa transferência é dependente da adição inicial feita pelos sistemas de manejo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial do fracionamento granulométrico do solo como indicador de qualidade do solo no plantio da soja sobre palhada de braquiária e sorgo no cerrado Goiano.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Querência das Antas no município de Montividiu (GO). O clima da região é do tipo Aw (Köppen) – Tropical, com chuvas concentradas no verão e um período seco bem definido durante o inverno (Figura 1). A média anual de precipitação oscila entre 1500 a 1800 mm ano⁻¹, e a temperatura média anual é de 23°C. Foram utilizadas duas áreas experimentais, a saber: área 1

⁽¹⁾ Doutoranda do curso de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Br 465, km 7 Seropédica, RJ. CEP 23890-000. e-mail: celestegrossi@yahoo.com.br;

⁽²⁾ Professor Associado II do Departamento de Solos da UFRRJ, Seropédica, RJ. CEP 23890-000. e-mail: gervasio@ufrj.br;

⁽³⁾ Estudante do curso de Engenharia Agrônoma, UFRRJ, Br 465 km 7, Seropédica, RJ. CEP 23890-000, Bolsista da Fundação Agrisus. e-mail: sigiacomo@yahoo.com.br;

⁽⁴⁾ Estudante do curso de Agronomia, Universidade Rio Verde – Fazenda Fontes do saber, Rio Verde, GO. CEP 75.901-970. e-mail: marconibetta@yahoo.com.br;

⁽⁵⁾ Pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ. CEP 22460-000. e-mail: polidorojc@gmail.com;

Apoio: CPGA-CS, Embrapa Solos, CNPq e Fundação Agrisus

(SB): soja (*Glycine max* L.)/ braquiária (*Brachiaria ruziziensis*)/ soja (*Glycine max* L.); e área 2 (SS) soja (*Glycine max* L.)/ sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) Variedade DKB 599/ soja (*Glycine max* L.). Como área de referência foi utilizada uma floresta nativa da região do Cerrado. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho [8].

As áreas de estudo possuem tamanho de 2500 m², parcelas de 50 x 50 m. Em cada área foram abertas 8 trincheiras com dimensões de 1 x 1 m e 0,6 m de profundidade. Em cada trincheira coletaram-se amostras indeformadas em três das quatro paredes nas seguintes profundidades 0-5; 5-10; 10-20; 20-40 e 40-60 cm. A primeira amostragem de solo foi realizada no início de março de 2007, após a colheita da soja, da safra 2006/2007, a segunda coleta foi realizada ao final de outubro de 2007, coincidindo com o final do período seco da região, quando a braquiária é manejada com herbicidas dissecantes (Glyphosate e 2,4-D), para a implantação da lavoura da soja da safra 2007/2008.

O fracionamento físico da MO foi realizado segundo Cambardella & Elliot [9]. Pesou-se 20 g de solo e 60 ml de solução de hexametáfosfato de sódio (5g L⁻¹). Em seguida as amostras foram agitadas por 16 horas em agitador horizontal. Após a homogeneização foi realizado o peneiramento úmido, utilizando peneira de 53 µm. O material retido na peneira, que consiste na MOP (matéria orgânica particulada) associada à fração areia, e o que passou pela peneira de 53 µm (frações silte e argila) foi seco em estufa a 50 °C, moído em gral de porcelana e analisado quanto ao teor de C orgânico segundo Embrapa [10].

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de normalidade e homogeneidade das variâncias e posteriormente análise de variância e teste F.

Resultados e discussão

A matéria orgânica particulada (MOP) mostrou-se mais eficiente para evidenciar as diferenças entre os sistemas avaliados (Tabela 1). Os valores da fração particulada diferiram estatisticamente entre os sistemas em todas as profundidades e nas duas coletas realizadas, valores variando de 9,10 a 15,60 g kg⁻¹ no sistema SB e de 4,90 a 10,30 g kg⁻¹ no sistema SS na 1ª coleta e 8,30 a 14,50 g kg⁻¹ e 3,90 a 8,90 g kg⁻¹ na 2ª coleta, respectivamente. Os maiores valores foram encontrados na camada de 0-5 cm de profundidade nos dois sistemas, e apresentaram o mesmo padrão, diminuindo em profundidade. No SB houve um incremento na camada de 10-20 cm, que pode ser atribuído às raízes da braquiária se concentrarem nessa profundidade, já que a MOP está diretamente relacionada ao material vegetal recentemente adicionado ao solo.

Conceição et al. [11] avaliaram a qualidade do solo sob diferentes sistemas de manejo em dois experimentos de longa duração no sul do Brasil, sendo o primeiro com dez anos de duração com cinco tratamentos: três sistemas de rotação de culturas comerciais em SPD, um com solo descoberto e um

tratamento referência que consistiu em um campo nativo. O segundo experimento com 15 anos de duração com um sistema de rotação aveia/milho em plantio convencional, reduzido e SPD, e o sistema de rotação de aveia/milho + caupi e SPD, sendo esses últimos tratamentos com a adição de adubação nitrogenada, e uma área de referência (campo nativo). Os autores constataram que a fração MOP apresentou as maiores variações nos teores de carbono em função do manejo adotado, quando comparado ao COT, ambos os atributos verificados na profundidade de 0-5 cm. Esses resultados corroboram com os valores encontrados nesse estudo. Dessa forma, a sensibilidade apresentada pela fração particulada da MOS, demonstra que esse compartimento pode ser usado como um bom indicador da qualidade do solo para avaliação de sistemas de manejo recentes, nos quais as alterações no COT do solo ainda não tenham sido de grande magnitude.

Em comparação ao sistema SS e a área de referência, houve um efeito positivo da introdução da braquiária sobre a MOP (Tabela 1). Entre as coletas só foi verificada diferença estatística para a fração MOP no sistema SS na profundidade de 5-10 cm (Tabela 1). Nas demais profundidades e no sistema SB os teores de MOP foram sempre inferiores aos encontrados na 1ª coleta.

A matéria orgânica mineral (MOM), àquela associada às frações silte e argila, a qual apresenta um avançado grau de humificação [14], normalmente é menos sensível às alterações de manejo, principalmente em curto prazo. A MOM é a fração estável da MOS, composta principalmente por substâncias húmicas, exercendo papel significativo na estabilização dos microagregados [9]. Segundo Nicoloso [13], mais de 80% do COT do solo é composto pela fração MOM. Contudo, foram encontrados nesse estudo valores variando de 35 a 50% da fração MOM no COT para o sistema SB, evidenciando mais uma vez, um grande aporte de resíduos observados, resultado semelhante ao reportado por Nicoloso [13], com uma contribuição de 65 a 72% da MOP em relação ao COT.

Os valores da fração MOM diferiram estatisticamente entre os sistemas avaliados em todas as profundidades, sempre com maiores médias para o sistema SS, valores variando de 9,40 a 10,10 g kg⁻¹ no SB e de 12,80 a 14,40 g kg⁻¹ no SS para a 1ª coleta e de 7,40 a 9,60 g kg⁻¹ no SB e de 10,90 a 12,30 g kg⁻¹ no SS. Solos de textura argilosa e altos teores de óxidos de ferro promovem uma proteção da matéria orgânica no interior dos microagregados altamente estável [14]. Em estudos de armazenamento de carbono em frações lábeis da MOS em Latossolo Vermelho sob SPD onde analisaram um sistema sob plantio convencional e quatro sistemas de rotação em SPD (I: guandu-anão, milheto/soja, milho; II: crotalaria juncea, sorgo/soja, milho; III: girassol, aveia-preta/soja, milho; IV: nabo forrageiro, milho/soja, milho), Bayer et al. [12], verificaram que o estoque de carbono na MOM não foi afetado pelos diferentes sistemas de manejo nas diferentes camadas do solo.

Para os valores médios de EstMOP e EstMOM, tanto entre coletas (Tabela 1 e Figura 2), como entre tratamentos (Tabela 1 e Figura 2), observou-se o mesmo padrão que o verificado para MOP e MOM, ou seja, onde ocorreram os

maiores teores das frações granulométricas, têm-se os maiores valores de estoque correspondentes.

Os valores de EstMOP da área de referência foram mais elevados que os encontrados para os sistemas avaliados, com exceção da profundidade de 0-5 cm para o sistema de SS que apresentou maior valor, demonstrando o equilíbrio em que o sistema se encontra, tendo a maior parte de seus estoques na fração MOM, que é a fração mais estável da MOS.

Conclusões

Os valores da fração particulada diferiram estatisticamente entre os sistemas em todas as profundidades.

Os valores da fração MOM diferiram estatisticamente entre os sistemas em todas as profundidades, sempre com maiores médias para o sistema SS.

O fracionamento granulométrico da MOS é uma ferramenta útil para identificar mudanças provenientes das práticas e sistemas agrícolas utilizados sob manejo conservacionista

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CPGA-CS / UFRRJ, do CNPq e da Embrapa Solos.

Referências Bibliográficas

- [1] SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A.; LAL, R.; VENZKE FILHO, S.P.; PICCOLO, M.C. & FEIGL, B.E. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. *Soil Science Society American Journal* v.65, p.1486-1499, 2001.
- [2] PICCOLO, A. Humus and soil conservation. In: PICCOLO, A. (Ed.). *Humic substances in terrestrial ecosystems*. Amsterdam: Elsevier, p. 225-264, 1996.
- [3] CARTER, M. R. Organic matter and sustainability. In: REES, R. M.; BALL, B. C.; CAMPBELL, C. D.; WATSON, C. A. (Ed.). *Sustainable management of soil organic matter*. New York: CABI Publishing, p. 9-22, 2001.
- [4] FELLER, C.; BEARE, M.H. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. *Geoderma*, v.79, p.69-116, 1997.
- [5] BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. & ERNANI, P.R. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. *Plant Soil*, v. 238, p.133-140, 2002.
- [6] PILLON, C. N. Alteração no conteúdo e qualidade da matéria orgânica do solo induzidas por sistemas de culturas em plantio direto. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 232 f. (Tese de Doutorado).
- [7] BALDOCK, J.A.; SKJEMSTAD, J.O. Role of the soil matrix and minerals in protecting natural organic materials against biological attack. *Organic Geochemistry*, Oxford, v.31, p.697-710, 2000.
- [8] EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª Edição. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

[9] CAMBARDELLA, C. A. & ELLIOTT, E. T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*, v. 56, p. 777-783, 1992.

[10] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 1).

[11] CONCEIÇÃO P. C.; AMADO T. J. C.; MIELNICZUK J. & SPAGNOLLO E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, p. 777-788, 2005.

[12] BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 39, n.7, p.677-683, 2004.

[13] NICOLOSO, R.S. Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto. Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 150f. (Dissertação de Mestrado).

[14] PINHEIRO-DICK, D.; SCHWERTMANN, U. Microaggregates from Oxisols and Inceptisols: dispersion through selective dissolutions and physico-chemical treatments. *Geoderma*, v.74, p.49-63, 1996.

Tabela 1. Fracionamento granulométrico da MOS entre as coletas nos sistemas de manejo avaliados.

Sistemas ⁽¹⁾	Profundidade (cm)					
	1ª coleta (março 2007)			2ª coleta (outubro 2007)		
	0 - 5	05 - 10	10 - 20	0 - 5	05 - 10	10 - 20
MOP (g kg⁻¹)						
SB	15,60*	10,60*	9,10*	14,50*	10,10*	8,30*
SS	10,30	6,10	4,90	8,90	4,80	3,90
A. REF	11,80	5,80	2,50	11,80	5,80	2,50
MOM (g kg⁻¹)						
SB	9,40	9,70	10,10	7,40	9,40	9,60
SS	14,10*	14,40*	12,80*	10,90*	12,30*	11,50*
A. REF	10,70	17,60	17,10	10,70	17,60	17,10
EstMOP (Mg ha⁻¹)						
SB	8,65*	6,24*	10,66*	7,97*	6,01*	10,00*
SS	6,04	4,06	6,54	5,36	3,23	5,33
A. REF	7,13	3,93	3,66	7,13	3,93	3,66
EstMOM (Mg ha⁻¹)						
SB	5,10	5,61	11,83	4,20	5,92	12,02
SS	8,26*	9,54*	17,02*	6,46*	8,18*	15,55*
A. REF	6,61	12,09	24,65	6,61	12,09	24,65

⁽¹⁾ SB: cultivo de soja no período chuvoso e braquiária no período seco; SS: cultivo de soja na safra e sorgo na safrinha. A.REF: área de referência. (*) Diferem entre si pelo teste F 5% de probabilidade.

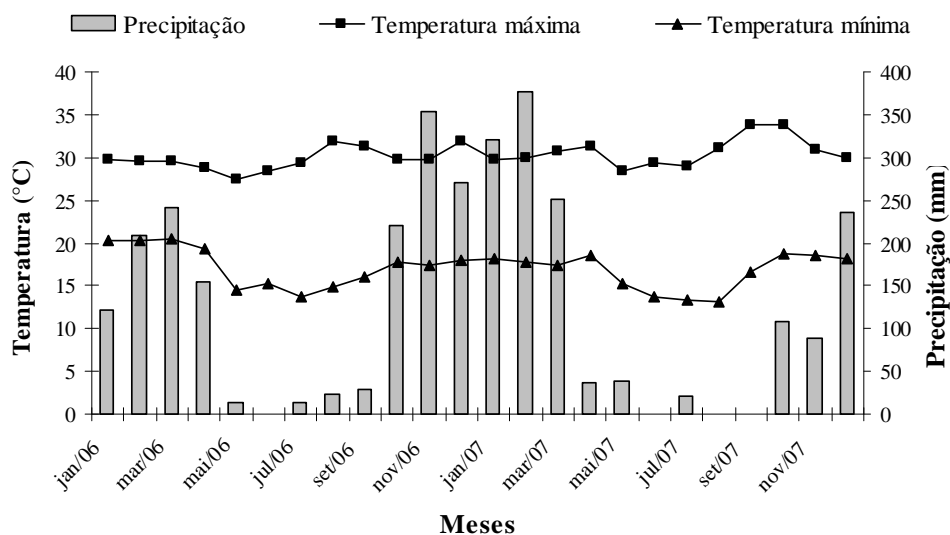


Figura 1. Dados climáticos mensais de temperatura e precipitação pluviométrica para os anos de 2006 e 2007, extraídos da Estação Meteorológica da Universidade de Rio Verde, no Município de Rio Verde – GO.

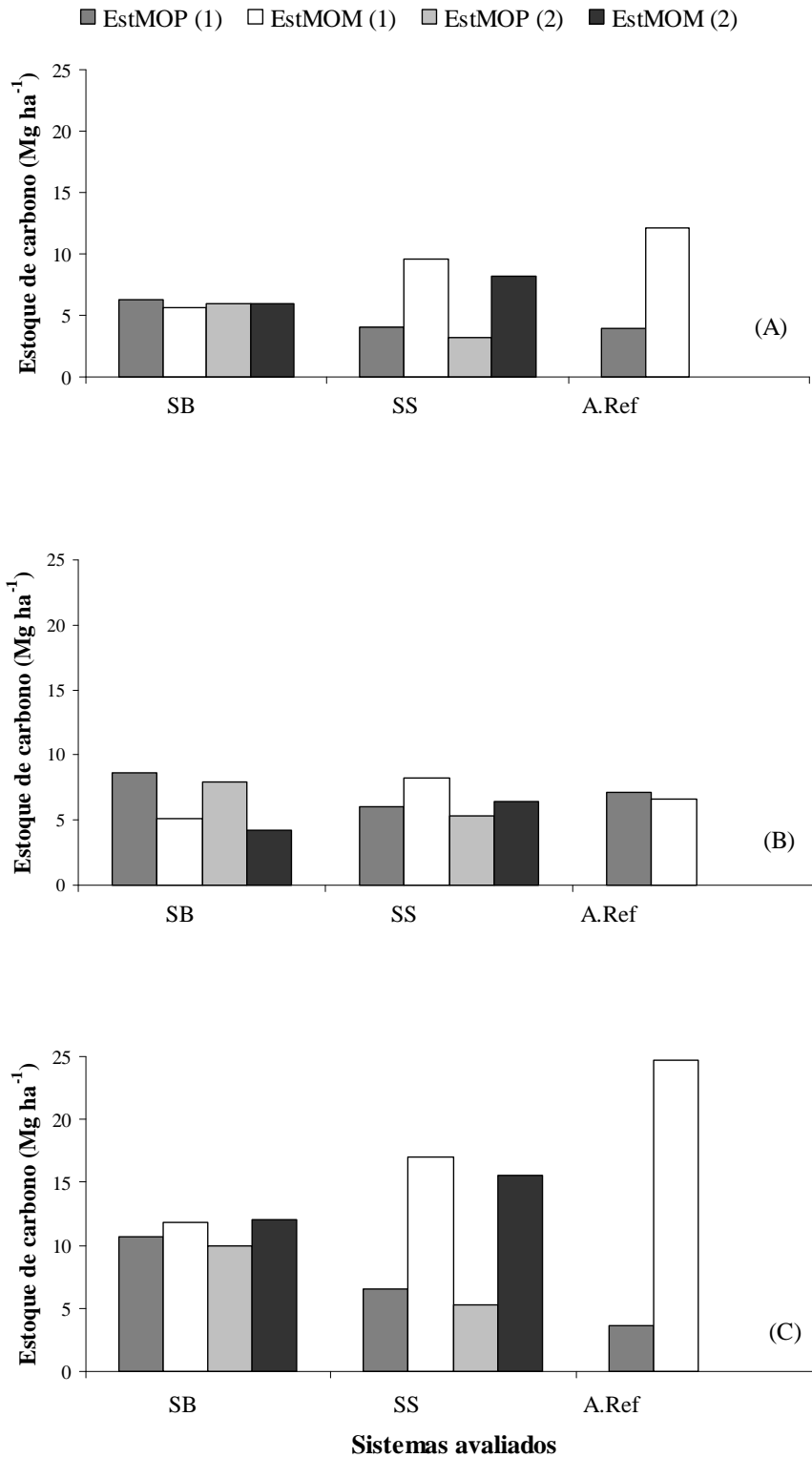


Figura 2. Estoque de matéria orgânica particulada (EstMOP) e estoque de matéria orgânica mineral (EstMOM) em Latossolo Vermelho submetido a dois tipos de manejo: Soja no período chuvoso e braquiária no período seco (SB); Soja na safra e sorgo na safrinha (SS) e área de referência (A. Ref). (A) 0-5 cm de profundidade; (B) 5-10 cm de profundidade; (C) 10-20 cm de profundidade.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Fracionamento da Matéria Orgânica do Solo e Ambiente de Formação de Organossolos

ADIERSON GILVANI EBELING⁽¹⁾, FRANCISCO WAGNER DE FREITAS GOMES⁽²⁾, RONIER RODRIGUES VASCONCELOS⁽²⁾, LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS⁽³⁾, MARCOS GERVASIO PEREIRA⁽³⁾ & DANIEL VIDAL PÉREZ⁽⁴⁾

RESUMO - A matéria orgânica do solo (MOS) é parte de um sistema dinâmico influenciado por vários fatores, incluindo clima, conteúdo de argila do solo, mineralogia e sistemas de manejo, dentre outros, os quais afetam os processos de transformações e evolução da matéria orgânica. Baseado nisso o objetivo deste trabalho foi quantificar e verificar a distribuição das frações da matéria orgânica em Organossolos, em dois diferentes ambientes de formação, em várias regiões do Brasil. O teor de carbono nas frações da MOS indicou predomínio da fração ácido húmico (C-FAH de 22,12 a 153,72 g kg⁻¹) nos solos em ambientes altimontanos e de planalto. Possivelmente, o clima mais frio e seco favoreceu a formação desta fração em detrimento da fração ácido fúlvico e da humina. Ainda, o maior teor de ácidos húmicos torna os Organossolos nesse ambiente mais susceptíveis ao processo de subsidência, se manejados para agricultura. Já nos ambientes de várzeas e de planícies litorâneas houve maior formação da fração humina (C-HUM variando de 79,20 g kg⁻¹ a 267,23 g kg⁻¹), que é a fração mais resistente a decomposição. O somatório das frações húmicas representou 97% do carbono orgânico total, determinado pelo C-CHN, sendo as duas variáveis altamente correlacionadas.

Palavras-Chave: (Turfas, Manejo do Solo, Várzeas Litorâneas e Ambientes de Planalto).

Introdução

A turfa é um produto da decomposição de resíduos vegetais e animais, que se desenvolvem e se acumulam em corpos d'água, em ambientes saturados, de elevada altitude e/ou longitude, sendo o estágio inicial da seqüência de carbonificação. O acúmulo da massa vegetal morta ocorre em condições de excessiva umidade, baixo pH e escassez de oxigênio, frio, passando por processos de mineralização lenta e de humificação. A matéria vegetal perde gradativamente a estrutura primária, originando produtos residuais que reagem novamente e se polimerizam através de

processos biogeoquímicos, formando compostos de estruturas complexas, com o enriquecimento contínuo de carbono fixo [1,2].

A velocidade de mineralização da matéria orgânica e os tipos de produtos da humificação dependem, além da sua composição original, do clima; que, se tropical, favorece uma grande disponibilidade de massa vegetal e promove uma decomposição acelerada, resultando na diminuição da quantidade de material a ser fossilizado como turfa [1,2].

Gerações consecutivas de vegetais se transformam em turfa, provocando o empilhamento de camadas, cujas propriedades físico-químicas variam em função da composição vegetal, do grau de decomposição e da quantidade de matéria orgânica [3]. A turfa pode ter de 0,30 a 20 metros de espessura ou mais [4] tendo uma importante contribuição para a biodiversidade na manutenção de nichos de espécies endêmicas a níveis regionais e globais [5].

Através do procedimento clássico de extração e fracionamento das substâncias húmicas, três frações podem ser obtidas: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina. As definições das frações das substâncias húmicas são baseadas nas características de solubilidade em sistemas aquosos, apesar de existirem muitos materiais orgânicos que são solúveis em base e precipitam em meio ácido que não são ácidos húmicos [6]. Ácido húmico é a fração que não é solúvel em água sob condições ácidas, podendo tornar-se solúvel (ou extraível) a valores altos de pH. Ácido fúlvico é a fração que é solúvel em meio aquoso em todos os valores de pH. A humina representa a fração que não é solúvel em meio aquoso (ou que não é extraível em meio aquoso), em nenhum valor de pH [6].

A dinâmica da matéria orgânica do solo é afetada significativamente pelo clima e pelo ambiente de formação, baseado nisso o objetivo deste trabalho foi quantificar e verificar a distribuição das frações da matéria orgânica em Organossolos de dois diferentes ambientes de formação, em várias regiões do Brasil.

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Doutorando do Curso de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo (CPGA-CS), Dpto. de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: adiersonge@gmail.com. Bolsista CNPq.

⁽²⁾ Segundo Autor é Aluno de Graduação do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 476, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: frwagnerfg@yahoo.com.br. Bolsista FAPERJ/IC.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Professor Associado do Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Br 476, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. lanjos@ufrj.br. gervasio@ufrj.br

⁽⁴⁾ Quarto autor é pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, 22460-000, Rio de Janeiro (RJ). E-mail: daniel@cnpq.embrapa.br
Apoio financeiro: CPGA-CS, FAPERJ, CNPq, CAPES e EMBRAPA.

Material e Métodos

A. Perfis de Solos

Para a realização deste estudo foram utilizados 11 perfis de Organossolos, localizados em diferentes regiões do Brasil, totalizando um total de 32 horizontes (Tabela 1). Os solos foram separados e discutidos em função do seu ambiente de formação, qual seja: Ambiente 1 – Baixada litorânea; Ambiente 2 – Planícies interioranas e ambientes de Altitude. Para maiores detalhes consultar [7].

B. Caracterização Analítica

As determinações para caracterização dos solos foram feitas nos laboratórios de Gênese e Classificação do Solo, de Fertilidade do Solo, da UFRRJ - IA/DS e no laboratório de Química do Solo da Embrapa Solos.

Foi realizado o fracionamento químico quantitativo das substâncias húmicas [8], sendo obtidos neste processo os teores de carbono das frações húmica (C-HUM), ácidos húmicos (C-FAH) e ácidos fúlvicos (C-FAF). A determinação quantitativa de carbono nos extratos das frações ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e húmica foi feita através da oxidação via úmida do C com dicromato de potássio e titulação do excesso, com sulfato ferroso amoniacal [9].

Resultados e Discussão

Observando o comportamento das frações húmicas dos Organossolos, em função do ambiente de formação podemos perceber que o C-HUM (máxima de 267,23 g kg⁻¹; média de 193,06 g kg⁻¹) (Tabela 1; 2) apresentou os maiores valores e as maiores médias na Baixada litorânea (ambiente 1). Porém nas Planícies interioranas e ambientes de Altitude (ambiente 2) os maiores valores, assim como as maiores médias, foram observadas para o C-FAH (153,72 g kg⁻¹; 75,14 g kg⁻¹).

Esses resultados indicam que ambientes de baixadas litorâneas podem favorecer a formação da HUM em relação às outras frações. O coeficiente de variação da fração HUM foi baixo quando se separa os Organossolos nos dois ambientes de formação (30%). Ainda, se analisados todos os perfis em conjunto este coeficiente foi acima de 90%, o que confirma que a diferenciação nas propriedades dos Organossolos em função do ambiente de formação foi relevante.

O C-FAF apresentou os menores valores médios (15,26 g kg⁻¹ no ambiente 2; 24,92 no ambiente 1) e também a menor variabilidade, com coeficiente de variação de 29%, para o ambiente 2 e 43% para o ambiente 1. O coeficiente de variação do C-FAF do ambiente 1 apresentou valores superiores ao C-FAH e C-HUM. O carbono da FAH apresentou valor médio de 141,97 g kg⁻¹, com coeficiente de variação de 32% para o ambiente 1. No ambiente 2 o valor mínimo também foi superior ao mínimo de C-HUM (22,12 g

kg⁻¹) e o máximo foi de 153,72 g kg⁻¹.

Comparando o teor de carbono orgânico associado às frações orgânicas: C-FAF, C-FAH e C-HUM (Tabelas 1 e 2), nota-se maior participação do C-HUM no ambiente 1, de Baixadas litorâneas, indicando a predominância dos processos de humificação mesmo em Organossolos. Estes resultados podem ainda ser explicados pela presença de húmica hereditária, formada anteriormente e preservada em ambientes desfavoráveis à atividade microbiana.

No ambiente 2, das Planícies interioranas e de Altitude, a maior predominância do carbono se dá na FAH, outra característica marcante nesses Organossolos foi o predomínio do carbono na FAH sobre a HUM e a FAF. O que resultou em elevados valores da relação EA/HUM que, na maioria dos horizontes, são acima de 2,0, chegando ao valor de 9,94, no horizonte Hdp3 do perfil RJ4. Os horizontes com menores valores da relação EA/HUM, numericamente, apresentam-se entre 1,0 e 2,0, e em três horizontes, foram inferiores a 1,0. Esses resultados indicam o predomínio dos compostos alcalino-solúveis em relação a húmica, insolúvel nos Organossolos sápricos do ambiente 2. O teor mais elevado de material mineral (>51%) nesses solos, pode favorecer o predomínio da FAH, haja visto a afinidade entre os constituintes orgânicos e a fração mineral, principalmente a argila. A relação FAH/FAF também foi elevada na grande maioria das amostras, normalmente com valores superiores a 4,0.

O somatório das frações húmicas representou em média 97% do carbono orgânico total, utilizando como referência o carbono determinado pelo C-CHN (Figura 1), sendo as duas variáveis altamente correlacionadas. Quando a comparação é feita separando os Organossolos pelo ambiente de formação (Figura 2), os solos em ambiente de planalto e regiões altimontanas apresentam um coeficiente levemente superior ($R^2 = 0,93$) comparado aos solos em ambientes de várzeas e planícies litorâneas ($R^2 = 0,88$).

A relação C-FAH/C-FAF indica a qualidade do material humificado, podendo fornecer informações sobre a dinâmica da MOS. Os valores da relação C-FAH/C-FAF variaram de 1,76 a 14,42 g kg⁻¹, indicando predomínio do C-FAH em todas as amostras, destacando-se que quanto mais alta essa relação maior será o grau de polimerização da matéria orgânica do solo [10].

A relação C-EA/C-HUM, onde C-EA é a soma do carbono nas frações C-FAF e C-FAH, também teve grande variação, com valores entre 0,39 e 9,94 (Tabela 2). Porém, 79% das amostras apresentaram valores inferiores a 2,0. Essa relação fornece informações sobre a gênese do solo, identificando zonas de movimentação ou acúmulo de carbono [11,12].

Na Tabela 2 são apresentadas as médias e amplitude de variação do teor de matéria orgânica e do teor de carbono nas frações da matéria orgânica e respectivas relações. Quando foram separados os horizontes e perfis de Organossolos pelo ambiente de formação foram notadas características um pouco diferentes entre eles. O C-HUM dos ambientes de várzeas e das planícies litorâneas apresentou teor médio de 193,06 g kg⁻¹, muito alto quando

comparado com os solos de regiões altimontanas e de planalto, que foi de 42g kg⁻¹. Os coeficientes de variação foram de 30% e 70%, respectivamente para os ambientes 1 e 2.

A amplitude dos resultados da fração humina foi muito alta nos ambientes de várzeas e das planícies litorâneas (Tabela 2), apresentando valores mínimo e máximo de 79,20 e 267,23 g kg⁻¹, respectivamente. Sendo que no ambiente de regiões altimontanas e de planalto a amplitude apresentou valores mínimo e máximo de 3,53 e 105,70 g kg⁻¹.

Esses resultados evidenciam a importância da separação dos Organossolos em função do ambiente de formação, em especial para definir recomendações e práticas de manejo desses solos para agricultura. Ainda, para avaliar a resiliência desses solos em função de processos de subsidência e mineralização da matéria orgânica dos Organossolos, que podem levar a sua degradação.

Conclusões

O teor de carbono nas frações da MOS indicou predomínio da fração ácido húmico (C-FAH de 22,12 a 153,72 g kg⁻¹) nos solos em ambientes altimontanos e de planalto. Já nos ambientes de várzeas e de planícies litorâneas houve maior formação da fração humina.

A diferenciação entre os Organossolos pelo ambiente de formação foi relevante para avaliar as frações da matéria orgânica e seu comportamento, visando recomendar práticas de manejo para a manutenção da matéria orgânica e redução da subsidência destes solos.

O predomínio da fração ácido húmico em ambientes altimontanos e de planalto sugere que estes solos quando manejados com revolvimento intenso são mais susceptíveis a perda de carbono por subsidência e a degradação.

Referências

- [1] ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; & FONTANA, A. 2008. Matéria Orgânica e Pedogênese. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; & CAMARGO, F.A.O. (Eds) *Fundamentos da Matéria Orgânica do solo Ecossistemas Tropicais e Subtropicais*, Porto Alegre, Metrópole. p.65-86.
- [2] VALLADARES, G.S. 2003. Caracterização de organossolos, auxílio à sua classificação. Tese (Doutorado em agronomia-Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- [3] GARCIA, M.J. 1996. Potencialidade e aplicação de turfas. *Revista UnG*, Guarulhos, 1:16-30.
- [4] ANDERSON, J.A.R. 1983. The tropical peat swamps of western Malaysia. In: Gore, A.J.P. (Eds.), *Mires: swamp, bog, fen and moor*. B. Regional studies. Amsterdam, Elsevier, p.181-199.
- [5] ANDRIESSE, J.P. 1988. *Nature and Management of Tropical Peat Soils*. FAO Soils Bulletin 59 Rome. 143p.
- [6] HAYES, M. H. B.; & CLAPP, C. E. 2001. Humic substances: considerations of compositions, aspects of structure, and environmental influences. *Soil Science*, 166:723-727.
- [7] EBELING, A.G. 2006. *Caracterização analítica da acidez em Organossolos*. Dissertação (Mestrado em agronomia-Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- [8] BENITES, V.M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. 2003. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 7p. (*Embrapa Solos. Comunicado Técnico*, 16).
- [9] YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun. In Soil Sci. Plant Anal.*, 19:1467-1476.
- [10] INCORA – Instituto colombiano de la reforma agraria. 1974. *Mapificación caracterización y clasificación de los suelos organicos del Valle de Sibundoy*. INCORA. Bogotá. 148p.
- [11] BENITES, V.M. 1998. *Caracterização química e espectroscópica da matéria orgânica e suas relações com a gênese de solos da Serra do Brigadeiro, Zona da Mata mineira*. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- [12] BENITES, V.M. 2002. *Caracterização de Solos e de Substâncias Húmicas em Áreas de Vegetação Rupestre de Altitude*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Tabela 1. Teores de carbono nas frações ácido fúlvico (C-FAF), ácido húmico (C-FAH), humina (C-HUM) e no somatório destas frações, em relação ao solo integral e em relação ao teor de carbono total (C-CHN), e relações entre C-FAH/C-FAF e o extrato alcalino (EA=C-FAF+C-FAH) e a C-HUM.

Estado/ Perfil ⁽¹⁾	Ambiente (2)	Horizonte	C-FAF	C-FAH	C-HUM	SOMA	C-CHN	FAH:FAF	EA/HUM
AL-2	1	Hdojp	23,9	131,0	156,3	311,2	305,8	5,5	1,0
	1	Hdoj1	24,3	193,8	225,6	443,7	508,1	8,0	1,0
	1	Hdoj2	21,2	139,7	232,7	393,6	454,7	6,6	0,7
	1	Hoj	9,2	22,0	79,2	110,4	120,7	2,4	0,4
BA-2	1	Hdoj1	23,2	185,7	252,8	461,7	525,3	8,0	0,8
	1	Hdoj2	23,8	188,8	267,2	479,8	528,5	7,9	0,8
	1	Hdoj3	16,7	189,5	175,8	381,9	369,9	11,4	1,2
RJ-3	1	Hdp	35,5	115,3	131,8	282,6	339,8	3,3	1,1
	1	Hdo 1	42,6	121,2	139,2	303,0	314,9	2,9	1,2
	1	Hdo2	51,0	104,9	99,7	255,6	332,3	2,1	1,6
	1	Hdo	24,0	95,2	184,4	303,6	288,5	4,0	0,7
RS-4	1	Hdpj	19,4	160,7	199,4	379,6	425,7	8,3	0,9
	1	Hdj	16,6	153,7	240,1	410,4	482,2	9,3	0,7
	1	Hdoj	12,1	138,5	256,3	406,8	490,0	11,5	0,5
SC-2	1	Hdoj1	30,9	143,1	235,6	409,6	460,0	4,6	0,7
	1	Hdoj2	24,5	188,4	260,3	473,2	528,1	7,7	0,8
DF-1	2	Hdp	16,3	67,3	43,5	127,1	132,4	3,2	1,9
	2	Hd1	17,8	119,0	35,1	172,3	196,6	4,1	3,9
	2	Hd2	19,1	47,0	88,0	154,0	179,8	6,7	0,8
MG-2	2	Hd	14,0	45,1	61,1	120,2	114,8	3,2	1,0
	2	2Hd	11,9	68,5	105,7	186,1	206,4	5,8	0,8
MS-2	2	Hd1	20,2	52,3	41,4	114,0	121,1	2,6	1,8
	2	Hd2	7,3	99,4	79,6	186,3	189,3	13,7	1,3
PR-2	2	Hdp1	13,1	89,5	36,6	139,2	144,1	6,8	2,8
	2	Hdp2	10,0	143,4	30,7	184,1	192,8	14,4	5,0
	2	Hdp3	21,0	153,7	39,6	214,3	270,0	7,3	4,4
RJ-4	2	Hdp1	15,6	30,6	20,9	67,1	91,7	2,0	2,2
	2	Hdp2	17,2	34,2	8,9	60,2	99,5	2,0	5,8
	2	Hdp3	12,7	22,4	3,5	38,6	69,8	1,8	9,9
	2	Hd	11,1	22,1	6,0	39,1	44,8	2,0	5,6
SP-1	2	Hdp1	23,7	112,8	53,7	190,2	207,4	4,8	2,5
	2	Hdp2	13,2	95,1	17,7	126,0	144,4	7,2	6,1

CO-CHN = teor de C determinado pelo CHN; C-FAF = Carbono na fração ácido fúlvico; C-FAH = Carbono na fração ácido húmico; C-HUM = Carbono na fração humina; FAH/FAF = Relação entre o C da fração ácido húmico e da fração ácido fúlvico; EA/HUM = Relação entre o extrato alcalino (C-FAF + C-FAH) e o C-HUM. ⁽¹⁾ Estados Brasileiros: AL, Alagoas; BA, Bahia; DF, Distrito Federal, Brasília; MG, Minas Gerais; MS, Mato Grosso do Sul; PR, Paraná; RJ, Rio de Janeiro; RS, Rio Grande do Sul; SC, Santa Catarina; SP, São Paulo; ⁽²⁾ Ambientes: 1 – Baixada litorânea; 2 – Planícies interioranas e ambientes de Altitude

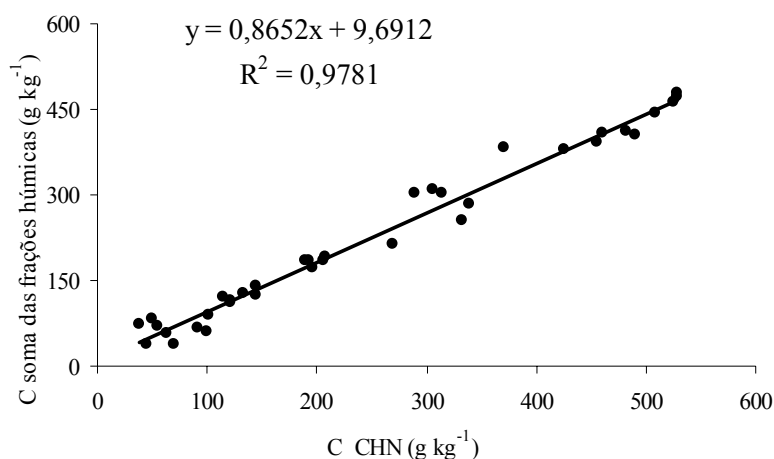


Figura 1: Relação entre a soma das frações húmicas e o teor de carbono determinado pelo C-CHN de Organossolos

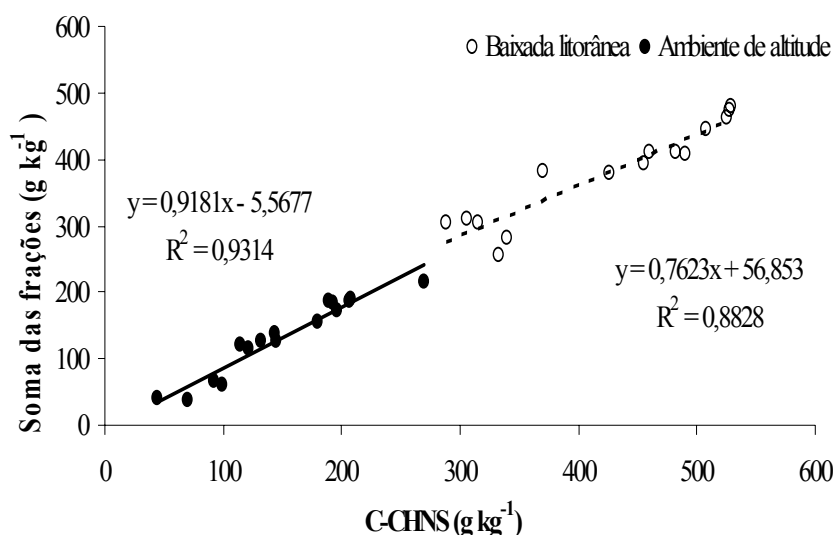


Figura 2: Relação entre a soma das frações húmicas e o teor de carbono medido pelo C-CHN, em função do ambiente de formação.

Tabela 2. Valores (g C kg^{-1}) médios e máximos e mínimos do teor de matéria orgânica e de C nas substâncias húmicas, em todos os perfis e em função do ambiente de formação.

	MO-mufla	CO-CHN	C-FAF	C-FAH	C-HUM	FAH/FAF	EA/HUM
Conjunto dos Organossolos, sem separar ambientes							
Max	963,20	528,50	51,04	193,84	267,23	14,42	9,94
Min	93,41	44,80	7,27	22,04	3,53	1,76	0,39
Média	485,83	277,48	20,09	108,56	119,01	5,96	2,18
DP	289,60	157,45	9,47	54,95	91,09	3,48	2,21
CV	59,61	56,74	47,15	50,62	76,54	58,32	101,25
Organossolos em ambiente de várzeas e planícies litorâneas							
Max	963,20	528,50	51,04	193,84	267,23	11,49	1,56
Min	530,92	120,70	9,16	22,04	79,20	2,05	0,39
Média	786,97	404,66	24,92	141,97	193,06	6,45	0,88
DP	129,93	114,82	10,78	45,40	60,12	3,04	0,26
CV	16,51	28,37	43,26	31,98	30,67	47,14	32,66
Organossolos em ambiente altimontano e de planalto							
Max	485,39	270,00	23,68	153,72	105,70	14,42	9,94
Min	93,41	44,80	7,27	22,12	3,53	1,76	0,75
Média	259,97	150,31	15,26	75,14	42,00	5,47	3,49
DP	111,14	59,56	4,42	42,39	29,68	3,90	2,53
CV	42,75	39,62	28,96	56,42	70,68	71,30	72,49

MO-mufla = matéria orgânica determinada pela mufla; CO-CHN = teor de C determinado pelo CHN; C-FAF = Carbono na fração ácido fúlvico; C-FAH = Carbono na fração ácido húmico; C-HUM = Carbono na fração húmica; FAH/FAF = Relação entre o C da fração ácido húmico e da fração ácido fúlvico; EA/HUM = Relação entre o extrato alcalino (C-FAF + C-FAH) e o C-HUM.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Fracionamento Químico da Matéria Orgânica de Organossolos no Estado do Rio de Janeiro

**FRANCISCO WAGNER DE FREITAS GOMES⁽¹⁾, ADIERSON GILVANI EBELING⁽²⁾,
LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS⁽³⁾, MARCOS GERVASIO PEREIRA⁽³⁾
& DANIEL VIDAL PÉREZ⁽⁴⁾**

RESUMO – Os Organossolos ocorrem em pequenas extensões territoriais no Brasil e estão em equilíbrio relativamente frágil com o ambiente, representando fonte relevante de estoque de carbono orgânico no solo. O objetivo deste trabalho foi quantificar as frações da matéria orgânica em Organossolos com diferentes usos e coberturas. Foram amostrados sete perfis de vários municípios do Estado do Rio de Janeiro, caracterizados e classificados segundo Embrapa. Foi feito o fracionamento químico das substâncias húmicas e quantificado o teor de carbono das frações humina (C-HUM), ácidos húmicos (C-FAH) e ácidos fúlvicos (C-FAF). Dentre os resultados a HUM apresentou os maiores teores de carbono, seguida da FAH e com menores teores para FAF. O método para o fracionamento superestimou os valores de humina verdadeira, quantificando formas de C não solúveis em meio alcalino, incluindo fibras e outros materiais orgânicos. O percentual de recuperação de C apresentou grande variação, principalmente nas amostras com baixo teor de carbono. O teor de C total apresentou alta correlação com o C-FAH, C-HUM, C-FAF, com coeficientes altamente significativos. Os teores de N, determinados pelo CHN, tiveram alta correlação com o C-FAH, indicando que esta fração está intimamente relacionada aos N no solo. O C-FAH apresentou as melhores correlações com alguns atributos dos solos estudados.

Palavras-Chave: (Carbono; Substâncias Húmicas; pH; Nitrogênio).

Introdução

O Organossolos são formados pela deposição de espessas camadas de matéria orgânica bruta (“Peat”) como um processo geogênico, onde o material de origem (sedimentos orgânicos) é acumulado e preservado pela saturação com água e anaerobiose do sistema [1,2]. A acumulação de materiais orgânicos se dá em condições onde há produção de material vegetal, em uma situação “clímax” com constante deposição de serapilheira, troncos, galhos, folhas, raízes, e onde a decomposição dos restos vegetais é retardada por:

baixas temperaturas; efeito de latitude e/ou longitude; persistência de saturação de água no perfil de solo; extrema acidez ou escassez de nutrientes (Oligotrofismo); e/ou, altas concentrações de sais ou toxinas orgânicas [3].

As substâncias húmicas (SH) são quantificadas por diferentes métodos, um deles é o fracionamento químico do material de solo, e a determinação do teor de C em cada fração é feita via combustão úmida com dicromato de potássio. Para extração destas frações do solo a técnica mais usada é a de solubilidade diferencial, estabelecida pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (IHSS) [4].

As SH são definidas como uma categoria de ocorrência natural, biogênica, composta de substâncias orgânicas heterogêneas que geralmente se caracterizam por sua coloração amarelada ou escura, de alto peso molecular e de natureza refratária [5]. Todavia, não existe concordância no meio científico de que as substâncias húmicas são de alto peso molecular, conforme demonstrado por [6].

Através do procedimento clássico de extração, três frações húmicas podem ser obtidas: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina. As definições das frações das substâncias húmicas são baseadas nas características de solubilidade em sistemas aquosos, apesar de existirem muitos materiais orgânicos que são solúveis em base e precipitam em meio ácido que não são ácidos húmicos [7]. Assim, ácido húmico é a fração que não é solúvel em água sob condições ácidas, podendo tornar-se solúvel (ou extraível) a valores altos de pH. Ácido fúlvico é a fração que é solúvel em meio aquoso em todos os valores de pH. A humina representa a fração que não é solúvel em meio aquoso (ou que não é extraível em meio aquoso), em nenhum valor de pH [7].

Na última década foram intensificados os estudos sobre o fracionamento químico da matéria orgânica do solo, entretanto em geral estes foram feitos em solos minerais e não em Organossolos. Portanto, este trabalho teve como objetivo quantificar as frações da matéria orgânica, em perfis de Organossolos no Estado do Rio de Janeiro, com diferentes tipos de uso e coberturas.

¹ Primeiro Autor é Aluno de Graduação do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 476, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: frwagnerfg@yahoo.com.br. Bolsista FAPERJ/IC.

² Segundo Autor é Doutorando do Curso de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo (CPGA-CS), Dpto. de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: adiersonge@gmail.com. Bolsista CNPq.

³ Terceiro Autor é Professor Associado do Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Br 476, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. lanjos@ufrj.br, gervasio@ufrj.br

⁴ Quarto autor é pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, 22460-000, Rio de Janeiro (RJ). E-mail: daniel@cnps.embrapa.br

Apoio financeiro: CPGA-CS, FAPERJ, CNPq, CAPES e EMBRAPA.

Material e Métodos

Foram coletados sete perfis de Organossolos, em diferentes regiões do Estado do Rio de Janeiro e coberturas vegetais, a saber: RJ-P01 - floresta higrófila de várzea, Reserva Biológica Poço das Antas, Casemiro de Abreu; RJ-P02 - floresta tropical de várzea, Fazenda Dois Irmãos, Silva Jardim; RJ-P03 - campo de várzea hidrófila, Fazenda da Saudade, Macaé; RJ-P04 - campo de várzea hidrófilo, Fazenda Ilha da Saudade, Macaé; RJ-P08 - floresta secundária altimontana, Parque Nacional de Itatiaia; RJ-P09 - vegetação natural de tifáceas, São José da Boa Morte; RJ-P10 - pastagem de braquiária, Nova Friburgo. As amostras dos solos totalizaram 29 horizontes de natureza orgânica.

O fracionamento químico quantitativo das substâncias húmicas foi realizado segundo [8], sendo obtidos neste processo os teores de carbono das frações humina (C-HUM), ácidos húmicos (C-FAH) e ácidos fúlvicos (C-FAF). A determinação quantitativa de carbono nos extratos das frações ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina, foi feita por oxidação via úmida do C com dicromato de potássio e titulação do excesso, com sulfato ferroso amoniacal de acordo com [13]. O teor de C total e N total tomados como referência foi quantificado pelo analisador elementar CHN (Perkin Elmer – Embrapa Solos).

Resultados e Discussão

No fracionamento da matéria orgânica do solo o carbono da fração humina (C-HUM) apresentou a média mais elevada ($88,49\text{g kg}^{-1}$) e predominou na maioria das amostras, porém com alto coeficiente de variação (81%) e alta amplitude, com valores mínimo e máximo de $3,53$ e $271,59\text{g kg}^{-1}$, respectivamente. Porém o método utilizado superestimou os valores de humina verdadeira, pois quantificou formas de carbono não solúveis em meio alcalino, incluindo fibras e outros materiais orgânicos, frequentes em Organossolos.

O C-FAF é assim denominado por apresentar ácidos fúlvicos verdadeiros e também outros compostos orgânicos de baixo peso molecular co-extraídos na marcha analítica. O C-FAF apresentou os menores valores médios ($15,61\text{g kg}^{-1}$), porém com uma maior variabilidade, com coeficiente de variação de 68% com valor mínimo superior ao do C-HUM ($4,1\text{g kg}^{-1}$) e o máximo de $51,04\text{g kg}^{-1}$. Para o C-FAH o valor médio foi de $55,12\text{g kg}^{-1}$ e o coeficiente de variação de 62%. O valor mínimo também foi superior ao mínimo do C-HUM ($5,7\text{g kg}^{-1}$) e o máximo de $121,24\text{g kg}^{-1}$.

Do total de 29 amostras, 3 horizontes apresentaram maiores valores do C-FAF em comparação com o C-HUM, correspondendo aos horizontes orgânicos com menores valores de C, limítrofes para serem classificados como hísticos, os horizontes Hd2, Hd3 e Hd4 do perfil de solo de Nova Friburgo, perfil RJ-p10 (Tabela 1). Já 5 amostras apresentaram valores de C-

FAH superior ao C-HUM.

O somatório das frações húmicas representou em média 87,9% do carbono total, ou seja, C determinado pelo CHNS. Estas duas variáveis apresentam coeficiente de correlação muito alto (0,97, significativo a $p=0,000$). O percentual de recuperação teve grande variação, na faixa de 55,3 a 113,2%. Porém não foi uniformemente distribuída (Figura 1), ocorrendo grande variabilidade da recuperação nas amostras com teores relativamente baixos de C total, inferiores a 110g kg^{-1} , onde o coeficiente de variação foi de 12% e os valores máximos e mínimos de recuperação localizaram-se nessa faixa.

Em amostras com teor de material mineral (%MM) superior a 90% (Figura 1) foi observado efeito similar na variabilidade dos teores de C. Esse comportamento indica menor precisão dos resultados em amostras com teores de carbono total inferiores a 110gkg^{-1} ou %MM superior a 90%. Com base na análise de regressão linear simples, com intervalo de confiança de 95%, estando o carbono total no eixo x e a soma das frações húmicas no eixo y, pode-se considerar o coeficiente linear como 0 (zero) e o coeficiente angular tem como valores mínimo, médio e máximo 0,87, 0,90 e 0,93, respectivamente. Indicando que a soma das frações húmicas representou de 87 a 93% do C total determinado pelo CHN. A Figura 2 apresenta o diagrama de dispersão e os resultados da análise de regressão.

Observou-se elevada correlação do C total com as frações C-FAH ($r=0,91$) e C-HUM ($r=0,94$), ambos com coeficientes significativos a $p=0,000$, e inferior para C-FAF ($r=0,49$, $p=0,000$). Segundo [9], os ácidos húmicos em associação com colóides formam complexos insolúveis em pH inferior a 6,5, possibilitando a imobilização e o acúmulo dessa fração em solos ácidos. A menor correlação do C-FAF com o carbono orgânico total também foi observada por [9], em solos da Serra do Brigadeiro, MG. Tais resultados refletem a característica de alta solubilidade e mobilidade do C-FAF no solo [9, 10].

Os teores de N determinados pelo CHNS tiveram alta correlação com o C-FAH ($r=0,94$, $p=0,000$) (Figura 3), indicando que esta fração está intimamente relacionada aos teores de N no solo. O C-FAF ($r=0,64$), C-HUM ($r=0,81$), a soma das frações húmicas ($r=0,93$), e C total ($r=0,92$) também apresentaram correlação com os teores de nitrogênio, sendo os coeficientes significativos a $p=0,00$.

Os valores da relação C-FAH/C-FAF variaram de 0,39 a 16,51, indicando o predomínio do carbono na FAH em todas as amostras. A influência de processos pedoclimáticos na estabilização da matéria orgânica do solo foi citada por [11] como consequência de alternâncias sazonais climáticas, em particular os ciclos de umedecimento e secagem do solo. Segundo o autor, embora sejam intensificados os processos de biodegradação da fração mais lábil da matéria orgânica, também é favorecida a polimerização dos núcleos aromáticos de certos compostos húmicos, os quais, ao contrário, são estabilizados. A razão C-FAH/C-FAF foi utilizada por [12] como um indicador da qualidade do

húmus. Percebeu-se o aumento desta relação na grande maioria dos perfis de solos em relação à profundidade; efeito inverso ao observado para solos minerais [9]. Esse padrão indica que a oxidação periódica dos horizontes superiores dos solos, devido à oscilação do lençol freático, favoreceu a formação de compostos orgânicos solúveis, componentes do C-FAF, em consequência da maior atividade microbiana nessas seções do solo.

A relação C-EA/C-HUM, onde C-EA é a soma do carbono das FAF e FAH, também teve grande variação, com valores entre 0,28 e 9,94. Porém 86% das amostras apresentaram valores inferiores a 2. Segundo [9], essa relação fornece informações sobre a gênese do solo, identificando zonas de movimentação ou acúmulo de carbono. O autor em seu trabalho observou picos da relação EA/HUM em horizontes espódicos, enquanto em Latossolos os valores decrescem em profundidade. Nos Organossolos não foi observado padrão de acréscimo ou decréscimo dessa relação com a profundidade. Assim, nesses solos, vários podem ser os fatores que influenciaram na proporção de compostos alcalino-solúveis ou insolúveis, incluindo a vegetação original e uso atual, ambiente de formação e clima.

Os teores de N total variaram de 1,4 a 23,3g kg⁻¹, com valor médio de 10,4g kg⁻¹ e apresentaram boa correlação com os teores de C orgânico do solo (Figura 4), indicando que, quanto mais elevado for o teor de C do solo maior serão os teores de N total. Porém, a avaliação da disponibilidade de N para as culturas não deve se basear somente no teor total de N, mas também na relação C/N, em especial nos Organossolos. Já que nos solos com relação C/N muito alta, pode ser diminuída a disponibilidade de N para as plantas, e o N encontrar-se em formas não disponíveis. Nas amostras de Organossolos, a relação C/N apresentou valores predominantes entre 10 e 20.

O valor T mostrou correlação positiva e significativa com o C-FAH ($r=89$, $p,0,000$), C-HUM ($r=81$, $p,0,000$), C total ($r=84$, $p,0,000$). Sendo a correlação mais elevada com C-FAH, indicando a influência dessa fração no aumento da CTC do solo, mais do que nas demais substâncias húmicas. O valor S apresentou melhor correlação com C-FAH ($r=87$, $p,0,000$) e também correlacionou-se com C-FAF ($r=84$, $p,0,000$), C-HUM ($r=69$, $p,0,000$), e C total ($r=81$, $p,0,000$). O valor de alumínio trocável apresentou correlação significativa com o C-FAH ($r=68$, $p,0,000$).

Esses dados mostram que o C-FAF e C-FAH parecem estar relacionados a uma maior fertilidade do solo, uma vez que apresenta as melhores correlações com os atributos químicos valor S e T do solo, e parece que não possuem correlação com a acidez do solo. Ainda, sugerem que nos Organossolos com maior fertilidade natural é favorecida a transformação do material orgânico e, assim, a produção da fração dos

ácidos fúlvicos. Por outro lado, quando submetidos ao uso agrícola, conduz a rápida degradação desses solos.

Conclusões

Os teores de carbono das frações húmicas nos Organossolos tiveram grande variação, com predomínio da fração húmica seguida da fração ácidos húmicos. A fração ácido fúlvico apresentou baixa correlação com o carbono, enquanto a fração ácido húmico apresentou alta correlação com a CTC do solo.

A modificação do método adotado pela IHSS parece ter superestimado os valores das frações húmicas nos Organossolos, devendo ser testadas outras metodologias para solos com altos teores de matéria orgânica.

Referências

- [1] PONS, L.J. 1960. Soil genesis and classification of reclaimed peat soil in connection with initial soil formation. In: INTERNATIONAL CONGRESS IN SOIL SCIENCE TRANSACTION, 7, *Annals*. Madison: ASA/SSSA, 205-211.
- [2] ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; & FONTANA, A. 2008. Matéria Orgânica e Pedogênese. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; & CAMARGO, F.A.O. (Eds) *Fundamentos da Matéria Orgânica do solo Ecossistemas Tropicais e Subtropicais*, Porto Alegre, Metrópole. p.65-86.
- [3] DRIESSEN, P. 2006 [Online]. *Lecture notes on the major soils of the world*. (Ed). Roma, Itália: FAO. World Soil Resources Reports, 94, 2001. Homepage <<http://www.fao.org/DOCREP/003/Y1899E/Y1899E00.HTM>>. FAO.).
- [4] SWIFT, R.S. 1996. *Organic matter characterization*. In: SPARKS, O.L., (Eds). *Methods of soil analysis Part 3: Chemical methods*. Madison, Soil Science Society of America, p.1011-1020.
- [5] AIKEN, G.R.; MCKNIGHT, D.M., WERSHAW, R.L., & MACCARTHY, P. 1985. *An introduction to humic substances in soil, sediment, and water*. In: AIKEN, G.R.; MCKNIGHT, R.L.; WERSHAW, P.J. & MACCARTHY, P.J. (Eds). *Humic substances in soil, sediment, and water*. John Wiley & Sons-Interscience. New York, p.1-9.
- [6] PICCOLO, A. 2001. *The supramolecular structure of humic substances*. Soil Science. 166:810-832.
- [7] HAYES, M. H. B.; & CLAPP, C. E. 2001. *Humic substances: considerations of compositions, aspects of structure, and environmental influences*. Soil Science, 166:723-727.
- [8] BENITES, V.M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. 2003. *Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 7p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 16).
- [9] BENITES, V.M. 1998. *Caracterização química e espectroscópica da matéria orgânica e suas relações com a gênese de solos da Serra do Brigadeiro, Zona da Mata mineira*. Dissertação (Mestrado) Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas. UFV, Viçosa.
- [10] STEVENSON, F.J. 1982. *Humus chemistry: genesis, composition, reactions*. John Wiley & Sons, Inc. USA. 443p.
- [11] DUCHAUFOR, P. 1977. *Pédologie: pédogenèse et classification*. Masson, Paris. 477p.
- [12] KONONOVA, M. M. 1982. *Materia organica del suelo: su naturaleza, propiedades y métodos de investigación*. Barcelona: Oikos-tau, 364p.
- [13] YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. 1988. *A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil*. Commun. in Soil Sci. Plant Anal., 19:1467-1476.

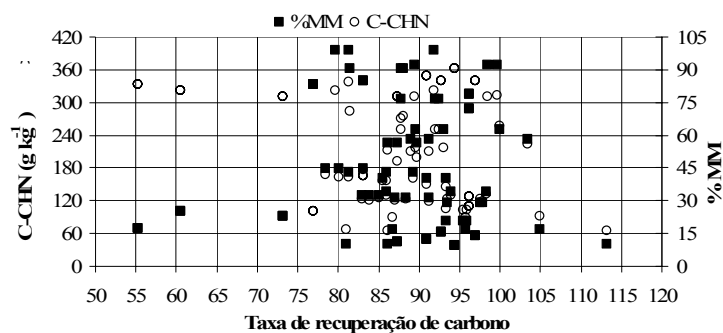


Figura 1. Relação entre a taxa de recuperação de carbono, o % de material mineral (MM) e o C total determinado por CHN.

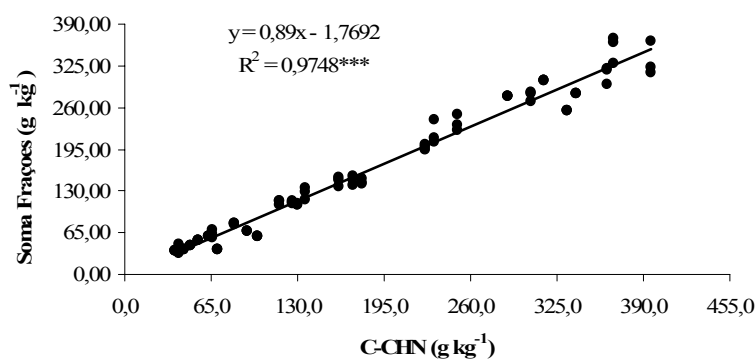


Figura 2: Relação entre a soma das frações húmicas e o carbono total pelo CHN.

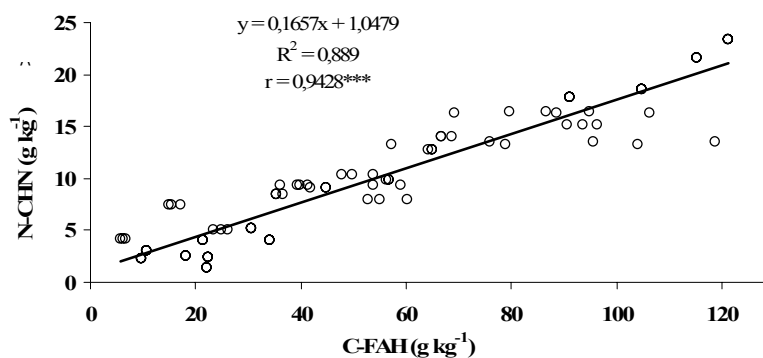


Figura 3: Relação do nitrogênio determinado por CHN com o carbono da fração ácido húmico (C-FAH).

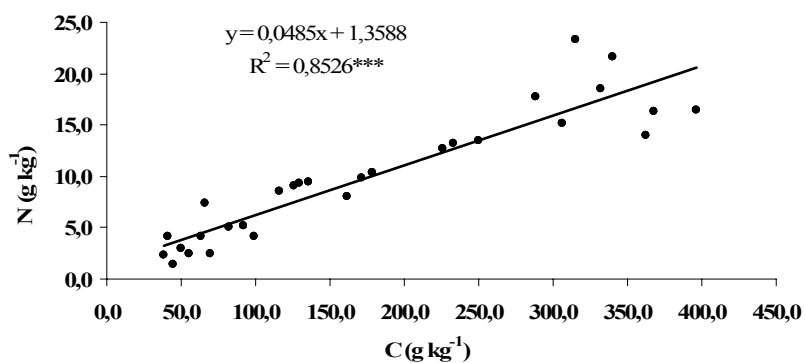


Figura 4. Relação entre os teores de N total e C determinados pelo CHN.

Tabela 1: Resultado do fracionamento químico das amostras de solos.

Perfil	Horizonte	C_CHNS	N_CHNS	C: N	C-FAH	C-FAF	C-HUM	SOMA	TAXA	C-FAH:C-FAF	C-EA:C-HUM	%MM
RJ-P01	Hdp1	66,2	7,4	9	15,8	16,2	31,5	74,1	111,9	1,02	1,08	22,5
RJ-P01	Hdp2	41,2	4,2	10	6,2	13,0	19,3	44,9	108,9	0,48	1,11	16,3
RJ-P01	Hb1	82,4	5,0	16	24,8	11,5	41,9	90,3	109,6	2,32	0,87	26,0
RJ-P01	Hb2	249,9	13,5	19	96,8	13,1	125,6	272,1	108,9	7,37	0,89	57,6
RJ-P01	Hb3	233,0	13,2	18	80,2	15,7	124,4	252,3	108,3	5,14	0,80	53,7
RJ-P02	Hdop1	368,0	16,3	23	88,1	10,8	253,8	385,7	104,8	11,61	0,39	77,7
RJ-P02	Hdo2	396,1	16,4	24	87,1	11,6	235,0	366,6	92,6	8,65	0,42	81,7
RJ-P02	Hdo3	362,8	14,0	26	67,4	20,7	223,2	340,7	93,9	3,41	0,39	69,0
RJ-P03	Hdp1	116,4	8,5	14	35,8	16,2	60,1	129,4	111,2	2,33	0,87	30,6
RJ-P03	Hdp2	125,9	9,1	14	43,8	14,1	54,1	131,3	104,3	3,17	1,08	30,4
RJ-P03	Hb3	178,2	10,4	17	50,5	14,3	78,8	165,2	92,7	3,68	0,83	42,2
RJ-P03	Hb4	306,0	15,2	20	93,6	10,3	173,8	312,4	102,1	9,87	0,60	62,6
RJ-P04	Hdp1	129,7	9,3	14	38,5	12,6	57,8	126,0	97,1	3,13	0,89	30,6
RJ-P04	Hdp2	136,1	9,4	14	51,4	12,2	62,6	147,4	108,3	4,22	1,02	32,4
RJ-P04	Hbp3	161,2	8,0	20	56,1	8,0	80,9	166,2	103,1	7,61	0,79	37,6
RJ-P04	Hb4	171,5	9,9	17	56,6	9,6	80,5	168,8	98,4	6,38	0,82	40,0
RJ-P04	Hb5	226,3	12,7	18	64,7	8,7	125,2	223,0	98,5	8,62	0,59	50,2
RJ-P08	O1	63,5	4,1	15	21,4	9,9	27,5	69,3	109,2	2,16	1,14	84,9
RJ-P08	O2	38,0	2,3	17	9,8	4,4	21,6	40,6	106,9	2,21	0,66	90,7
RJ-P08	O3	49,9	3,0	17	10,8	6,3	28,3	51,1	102,4	1,72	0,60	87,0
RJ-P08	O4	55,3	2,5	22	18,2	8,5	27,0	62,6	113,1	2,14	0,99	84,6
RJ-P09	Hdp	339,8	21,6	16	115,3	35,5	131,8	332,9	98,0	3,25	1,14	41,1
RJ-P09	Hdo1	314,9	23,3	14	121,2	42,6	139,2	357,6	113,6	2,85	1,18	27,2
RJ-P09	Hdo2	332,3	18,5	18	104,9	51,0	99,7	307,6	92,6	2,05	1,56	25,1
RJ-P09	Ho	288,5	17,8	16	91,2	20,0	166,4	314,7	109,1	4,56	0,67	31,6
RJ-P10	Hdp1	91,7	5,2	18	30,6	15,6	20,9	82,5	90,0	1,95	2,21	77,7
RJ-P10	Hdp2	99,5	4,1	24	34,2	17,2	8,9	77,3	77,7	1,99	5,78	80,6
RJ-P10	Hdp3	69,8	2,4	29	22,4	12,7	3,5	50,3	72,1	1,76	9,94	83,0
RJ-P10	Hdp4	44,8	1,4	32	22,1	11,1	6,0	50,2	112,0	2,00	5,56	77,4

C_CHNS; N_CHNS; = Carbono e nitrogênio determinado por analisador elementar CHNS; C:N = relação carbono/nitrogênio; C-FAH = Carbono da fração ácido húmico; C-FAF = Carbono da fração ácido fúlvico; C-HUM = Carbono da fração húmica; SOMA = Soma das frações húmicas; TAXA = Taxa de recuperação de carbono; C-FAH:C-FAF = relação entre a fração ácido húmico com a fração ácido fúlvico; C-EA:C-HUM = relação entre o extrato alcalino e a fração húmica; %MM = Porcentagem de material mineral. EA = soma da fração ácido húmico e a fração ácido fúlvico.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Impactos da cana-de-açúcar e do seu manejo sobre a dinâmica do nitrogênio e fluxo de gases de efeito estufa provenientes do solo.”

CAIO TAVORA COELHO DA COSTA RACHID⁽¹⁾, MARISA DE CÁSSIA PICCOLO⁽²⁾ FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO⁽³⁾ HEITOR LUIZ DA COSTA COUTINHO⁽⁴⁾ ERÁCLITO RODRIGUES DE SOUSA NETO⁽⁵⁾

RESUMO – A cultura de cana de açúcar possui grande importância econômica, e está se expandindo para a região de Cerrado. Com o objetivo de entender a influência da cultura no fluxo de gases de efeito estufa e no ciclo de nitrogênio, foram estudadas três áreas: de Cana Crua, de Cana Queimada e Cerrado. Os teores de amônio e nitrato do solo, as taxas líquidas de mineralização e nitrificação, bem como os fluxos de CO₂, CH₄ e N₂O, e potencial de desnitrificação foram quantificados em cada situação. A utilização do solo sob Cerrado para plantio de cana de açúcar alterou quantitativa e qualitativamente os teores de nitrogênio mineral do solo, e os fluxos de CH₄, com reflexos expressivos sobre a taxa de desnitrificação potencial, mas pouco evidentes sobre os fluxos de N₂O e CO₂ no campo. As emissões de dióxido de carbono e óxido nitroso foram modificadas significativamente somente em escala espacial dentro das áreas com cana.

Palavras-Chave: (Cerrado; nitrogênio; gases de efeito estufa)

Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, com cerca de dois milhões de quilômetros quadrados, possui enorme diversidade e endemismo de espécies [1]. A grande ameaça do bioma é a expansão da fronteira agrícola e da pecuária, que tem ocorrido em larga escala nas últimas décadas [1]. O cultivo da cana de açúcar ocupou uma posição de destaque no cenário agrícola brasileiro em 2006, com o valor da produção alcançando aproximadamente dezessete bilhões de reais [2]. Sua área colhida está em contínua expansão, passando de cinco para sete milhões de hectares entre 2000 e 2007. De acordo com os primeiros dados da produção do último ano e estimativas futuras, o estado de Goiás, maior produtor da região Centro Oeste, deve apresentar em 2009, um crescimento de 43,6% em relação à área plantada de 2007, sendo esse aumento impulsionado principalmente pela demanda na produção de etanol [2]. Esse cenário segue a atual

tendência mundial de desenvolvimento e popularização dos bicompostíveis.

O “efeito estufa” é um processo físico natural, porém, a atividade antrópica vem modificando o balanço de energia do sistema terra-atmosfera [3]. Emissões de gases de efeito estufa (GEE), tais como CO₂, N₂O e CH₄ aumentaram muito em relação às eras pré-industriais, não apenas devido à utilização de combustíveis fósseis, mas também pelo aumento de frequência na queima de biomassa e mudança no uso do solo [3]. O uso e manejo do solo, também influenciam fortemente o ciclo do nitrogênio [4]. Estudar as transformações do nitrogênio são fundamentais para o entendimento, em longo prazo, do impacto do uso do solo e de determinadas práticas de manejo do solo nos estoques e fluxos desse elemento [5].

O presente trabalho tem como objetivo entender como a expansão da cana de açúcar no solo de Cerrado pode estar influenciando o fluxo de gases de efeito estufa e o ciclo de nitrogênio.

Material e Métodos

A. Área de Estudo e Coletas

As áreas de estudo estão localizadas na Fazenda Itamaraty (17° 55' 35" S 50° 08' 36" O), pertencentes à Usina Vale do Verdão S.A. no município de Porteirão, Goiás, [clima da região é do tipo Aw (Köppen)]. Foram selecionadas duas áreas sob plantio de cana a cerca de dez anos: uma área com colheita manual e histórico de queima mais recente e intenso (11 meses), denominada Cana Queimada; e outra com colheita mecânica e histórico de queimada mais antigo (3 anos), denominada Cana Crua. Foi ainda escolhida uma área de Cerrado nativo, contígua às áreas de cana que foi utilizada como referência nesse estudo, uma vez que representa o estado natural do bioma. Para melhor caracterização, foi feita a análise granulométrica das áreas. A classificação preliminar dos solos da área indica Latossolos vermelhos distróficos.

B. Nitrogênio Inorgânico

As análises de N inorgânico do solo (0-10cm) foram realizadas em cinco amostras compostas de cinco sub-amostras. No mesmo dia da amostragem o nitrogênio

⁽¹⁾ Primeiro autor é Mestrando do PPG do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Avenida Centenário, 303, Piracicaba-SP, CEP 13400-970.

⁽²⁾ Segundo Autor é Professora Associada do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Avenida Centenário, 303, Piracicaba-SP, CEP 13400-970.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Pesquisador da EMBRAPA Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro-RJ, CEP 22460-000

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Pesquisador da EMBRAPA Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro-RJ, CEP 22460-000

⁽⁵⁾ Quinto autor é Doutorando do PPG do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Avenida Centenário, 303, Piracicaba-SP, CEP 13400-970.

inorgânico do solo foi extraído com solução de KCl (2N) para o tempo 0 e após 7 dias de incubação das amostras [6]. Ao filtrado foi adicionado 0,1 ml fenil acetato de mercúrio para preservar as amostras. No extrato, as concentrações de amônio (NH_4^+) e de nitrato (NO_3^-) foram determinadas pelo sistema automático de injeção de fluxo contínuo (FIA). O NH_4^+ foi quantificado colorimetricamente pelo método Solorzano e o NO_3^- obtido por condutivimetria na forma de NO_2^- , após a redução com um catalisador a base de cádmio. A taxa líquida de mineralização do N do solo foi calculada pela diferença entre a concentração do $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ final menos a inicial (7 dias de incubação). A taxa líquida de nitrificação do N do solo foi calculada pela diferença entre a concentração de NO_3^- final menos a inicial no tempo de incubação. Foi feita a análise de porcentagem de massa de água para os cálculos.

C. Fluxo de Gases

Para o cálculo dos fluxos de gases as amostras foram coletadas com uso de câmaras estáticas de volume conhecido. Foram instaladas seis câmaras por tratamento, e as coletas foram feitas uma vez por dia, durante 72 horas. Nas áreas de cana, foram colocadas duas câmaras sobre as linhas de plantio, duas nas regiões de entrelinhas (0,45 m da linha) e duas na região intermediária da linha e entre linha (distante 0,225 m da linha). As concentrações foram determinadas por cromatografia gasosa (Shimadzu GC17A), e os fluxos dos gases foram calculados pela alteração linear da concentração dos gases no interior das câmaras, em relação ao tempo de incubação. Foi ainda medida a temperatura do ar e do solo nas profundidades 0, 2, 5 e 10 cm e também a porcentagem de água do solo (0-10cm).

D. Taxas de Desnitrificação Potencial do Solo

Ensaio de desnitrificação com amostras de solo dos três tratamentos foram realizados como descrito por Groffman [67]. Cinquenta gramas de amostra de solo fresco foram incubados em frascos de vidro de volumes conhecidos, hermeticamente fechados, acrescidos de solução nutritiva de NO_3^- (100 mg N kg^{-1}), dextrose (40 mg kg^{-1}) e Clorafenicol (10 mg kg^{-1}). A atmosfera do frasco foi substituída por uma de nitrogênio puro e adicionada de acetileno, em aproximadamente 10% do volume. Foram retiradas amostras de gás nos tempos 0, 30, 70 e 90 minutos. Os ensaios foram feitos em duplicata para o tratamento Cana Crua e triplicata para o tratamento Cerrado e Cana Queimada. As amostras foram analisadas por cromatografia gasosa. Para os cálculos foram usados dados de densidade do solo.

E. Análise Estatística dos Dados

Todos os dados foram testados em relação à normalidade e homocedasticidade. Quando respeitadas essas condições, foi executada a análise de variância seguida do teste de Tukey para diferenciação de médias nos casos de diferenças significativas. Os dados

que não cumpriam uma das duas condições acima, mesmo após transformações, foram submetidos aos testes não paramétricos Kruskal-Wallis Anova & Median Test seguidos do teste Komolgorov-Smirnov dois a dois para diferenciação de médias nos casos de diferenças significativas. Todos os testes foram feitos com a utilização do programa STATISTICA 8 (StatSoft).

Resultados

No Cerrado foi encontrada predominância da forma mineral amônio sobre nitrato no solo, diferentemente das áreas manejadas com cana-de-açúcar, embora apenas na área manejada com queima a diferença entre essas formas minerais tenha sido significativa (Figura 1). O Teor de amônio sob solo nativo foi significativamente superior ao sob área de Cana Queimada, mas similar ao observado sob área de Cana Crua. Já o teor de nitrato do Cerrado foi menor que o encontrado nos manejos com Cana, que não diferiram entre si.

As taxas líquidas de mineralização e nitrificação do N do solo, (Tabela 2) foram estatisticamente iguais entre os diferentes tratamentos.

Os fluxos de CO_2 e de N_2O tiveram um comportamento relativamente semelhante (Figuras 2 e 3). Não foi possível verificar diferenças estatísticas no fluxo desses gases entre os diferentes usos do solo, no entanto, uma emissão maior foi detectada nas câmaras colocadas sobre a linha de plantio em relação à região de entre linha com valores intermediários nas câmaras colocadas entre as duas posições (Figuras 4 e 5). Para o metano não houve diferenças significativas na linha e entre linha (Figura 7), mas houveram diferenças entre o Cerrado e as áreas com cana (Figura 6).

O ensaio de desnitrificação potencial revelou uma grande diferença entre o potencial de desnitrificação da área natural e as áreas com cana. O Cerrado apresentou uma taxa de desnitrificação potencial muito superior (2,58 $\mu\text{g.g solo seco}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) às áreas cultivadas, que não diferiram entre si (Cana Crua e Cana Queima 0,09 e 0,12 $\mu\text{g.g solo seco}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, respectivamente).

Discussão

O uso da terra alterou quantitativa e qualitativamente a reserva de N mineral. Embora a predominância do amônio sobre o nitrato em solo de Cerrado natural seja comum [4] esse fato não foi detectado para as áreas de cultivo, corroborando com outros autores [4, 9]. É possível notar também, um aumento geral no teor de nitrogênio mineral nas áreas de cultivo, o que se deve, provavelmente, a fertilização das áreas.

Não foi possível identificar alterações significativas nas taxas líquidas de mineralização e nitrificação do N devido à grande variação nos dados nas áreas de cultivo. No entanto, existe uma tendência de diminuição de ambas as taxas, para as áreas cultivadas. Em geral, uma queda nas taxas é verificada em áreas que sofrem efeito de queimadas [10], e ambas as áreas possuem um histórico de queimadas recentes, sendo que a área denominada Cana Queimada sofreu com eventos de queima mais intensos e recentes do que a área com Cana Crua.

De uma forma geral, o fluxo de CO₂ foi bastante similar em todas as áreas, No entanto, dentro de uma mesma área ocorreu um fluxo maior na região de linha, em relação à entrelinha, provavelmente devido à respiração das raízes e à maior atividade microbiana na região rizosférica. As emissões de óxido nitroso também foram bastante semelhantes nas três áreas, porém com uma variação maior entre as câmaras. Em uma mesma área, emissões significativamente maiores foram mensuradas na região de linha em relação à entrelinha, provavelmente devido também à maior atividade microbiana nessa região e localização da adubação.

Características de teores de argila, temperatura e densidade das áreas, na época da coleta de amostras, estão resumidas na Tabela 1. Diferenças significativas entre as áreas foram observadas para todas essas características, com exceção da umidade. No entanto, não houve diferenças significativas entre tratamentos nos fluxos de CO₂ e NO₂ provenientes do solo, evidenciando que, para estes casos, no momento das coletas, outros fatores foram mais relevantes na regulação dos fluxos desses gases.

O fluxo de metano foi alterado de forma significativa com a mudança do uso do solo. No Cerrado foram observados valores médios de fluxo negativo, o que evidência uma absorção de CH₄ da atmosfera para o solo. Já o solo sob cana apresentou fluxos médios positivos, funcionando como uma fonte de CH₄ do solo para atmosfera. Essa inversão está de acordo com o observado por outros autores [11].

Pelo ensaio de laboratório de desnitrificação potencial foi observado que a introdução de uma monocultura associada à prática de queima provocaram uma redução na diversidade e, ou atividade microbiana responsável pelo processo de desnitrificação. No entanto, os reflexos dessa alteração não foram mensurados nos fluxos de óxido nitroso medidos diretamente do solo. Isso mostra que a produção de óxido nitroso no caso destas áreas não está sendo limitada pela atividade microbiana, mas por outros fatores, que podem ser umidade, disponibilidade de nitrogênio, temperatura, entre outros.

Conclusões

A utilização do Cerrado para plantio de cana de açúcar alterou quantitativa e qualitativamente os teores de nitrogênio mineral do solo, com reflexos

expressivos sobre a desnitrificação potencial (estudo de laboratório), mas pouco evidentes sobre os fluxos de N₂O no solo (estudo de campo); Os fluxos de metano foram alterados pelo uso da terra, e as emissões de dióxido de carbono foram modificadas significativamente em escala espacial dentro das áreas com cana, se concentrado em maior quantidade na região rizosférica.

Maiores estudos, acerca do impacto causado por essa cultura na diversidade bacteriana nitrificante e desnitrificante são necessárias para melhor entendimento das alterações nos teores de nitrogênio e principalmente no potencial de desnitrificação.

Referências

- [1] CONSERVATION INTERNATIONAL – *Biodiversity Hotspots*: <http://www.biodiversityhotspots.org> acesso em 13/03/2008.
- [2] IBGE, 2007, 2008 e 2009 – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. www.ibge.com.br, acesso em 05/2009.
- [3] IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E.Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 976pp.
- [4] BUSTAMANTE, M.M.C.; MEDINA, E.; ASNER, G.P.; NARDOTO, G.B.; GARCIA-MONTIEL, D.C. 2006, Nitrogen Cycling in tropical and temperate savannas. *Biogeochemistry* 79:209-237.
- [5] PICCOLO, M.C.; NEILL, C.; CERRI, C.C. 1994, Net nitrogen mineralization and net nitrification along a tropical forest-to-pasture chronosequence. *Plant and Soil*, 162:61-70.
- [6] NEILL, C.; PICCOLO, M.C.; STEUDLER, P.A.; MELILLO, J.M.; FEIGL, B.J.; CERRI, C.C. 1995, Nitrogen dynamics in soils of forest and active pastures in the Western Brazilian Amazon Basin. *Soil Biology and Biochemistry*, 27(29):1167-1175.
- [7] ROBERTSON, G.P.; BLEDSOE, C.S.; COLEMAN, D.C.; SOLLINS, P. 1999, *Standard Soil Methods for Long Term Ecological Research*. Oxford University Press, Nova York. 486 p.
- [8] SOARES, J. L. N.; ESPINDOLA, C. R.; PEREIRA, W. L. M., 2005. *Physical properties of soils under intensive agricultural management*. *Sci. Agric.* 62(2):165-172.
- [9] D'ANDREA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; GUILHERME, L.R.G. 2004, Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa agropecuária Brasileira*, 32(2):179-186.
- [10] CASTALDI, S.; ARAGOSA, D. 2002, Factors influencing nitrification and denitrification variability in a natural and fire disturbed Mediterranean shrubland. *Biol Fertil Soils* 36:418:425.
- [11] CASTALDI, S.; ERMICE, A.; STRUMIA, S 2006, Fluxes of N₂O and CH₄ from soils of savannas and seasonally-dry ecosystems. 33:401-415.

Tabela 1 – Quantidade de argila, densidade, temperatura média e umidade do solo (0-10cm) nas três áreas estudadas. Letras iguais representam diferenças não significativas entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tratamento	Argila (%)	Densidade (g/cm ³)	Temperatura (°C)	Umidade (%)
Cerrado	38 ^b	0,96 ^b	23,6 ^b	29,2 ^a
Cana Crua	48 ^a	1,25 ^a	25,3 ^b	26,2 ^a
Cana Queimada	32 ^c	1,31 ^a	29,1 ^a	27,6 ^a

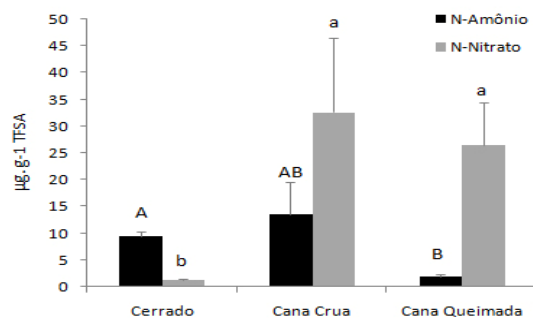


Figura 1 – Teores de amônio e nitrato nos três tratamentos. Letras maiúsculas diferentes representam alterações significativas (Kolomolov-Smirnov, 5%) entre os teores de amônio (n=15) dos tratamentos, letras minúsculas diferentes (Kolomolov-Smirnov, 5%) representam alterações significativas entre os teores de nitrato dos tratamentos.

Tabela 2 – Taxas líquidas médias (n=15) de mineralização e nitrificação obtidas com incubação de 7 dias, em $\mu\text{g.g}^{-1} \text{TFSA.dia}^{-1}$. Letras iguais representam diferenças não significativas entre os tratamentos (Kolomolov-Smirnov, 5%).

Tratamento	Mineralização	Nitrificação
Cerrado	2,63 ^a	2,57 ^a
Cana Crua	-1,91 ^a	-0,53 ^a
Cana Queimada	-1,55 ^a	-1,56 ^a

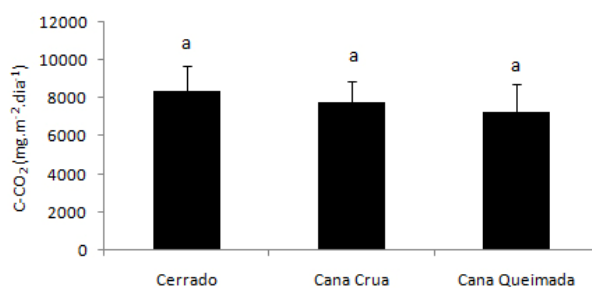


Figura 2 - Fluxo de C-CO₂ (m ± dp) do solo sob Cerrado (n=18), Cana Queimada (n=18), e Cana Crua (n=12). Letras iguais representam diferenças não significativas entre os tratamentos, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

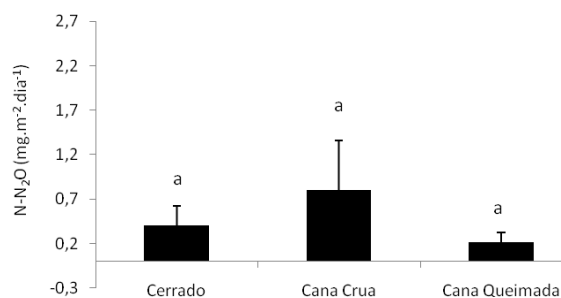


Figura 3 - Fluxo de N₂O em C-equivalente (m ± dp) do solo sob Cerrado (n=18), Cana Queimada (n=18), e Cana Crua (n=12). Letras iguais representam diferenças não significativas entre os tratamentos pelo teste de Kolomolov-Smirnov ao nível de 5% de probabilidade.

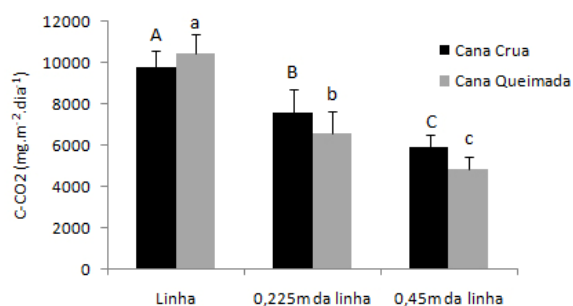


Figura 4 – Fluxo de C-CO₂ (m ± dp) do solo sob Cana Queimada (n=6 para cada posição) e Cana Crua (n=4 para cada posição), na linha de plantio, a 0,225m da linha e 0,45m da linha (entre linha). Letras iguais [maiúsculas (cana crua), minúsculas (cana queimada)] não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

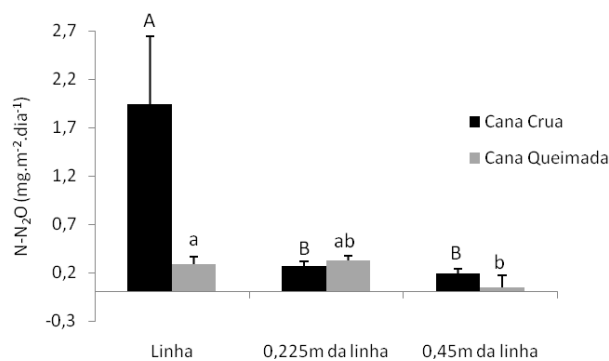


Figura 5 – Fluxo de N₂O em C-equivalente (m ± dp) do solo sob Cane Queimada (n=6 para cada posição) e Cane Crua (n=4 para cada posição), na linha de plantio, a 0,225m da linha e 0,45m da linha (entre linha). Letras iguais [maiúsculas (cana crua), minúsculas (cana queimada)] não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kolomolov-Smirnov (5% de probabilidade).

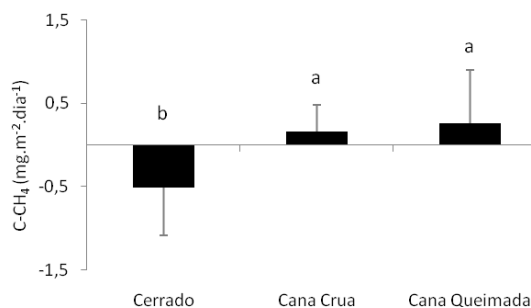


Figura 6 - Fluxo de CH₄ em C-equivalente (m ± dp) do solo sob Cerrado (n=18), Cane Queimada (n=18), e Cane Crua (n=12). Letras iguais representam diferenças não significativas entre os tratamentos pelo teste de Kolomolov-Smirnov (5% de probabilidade).

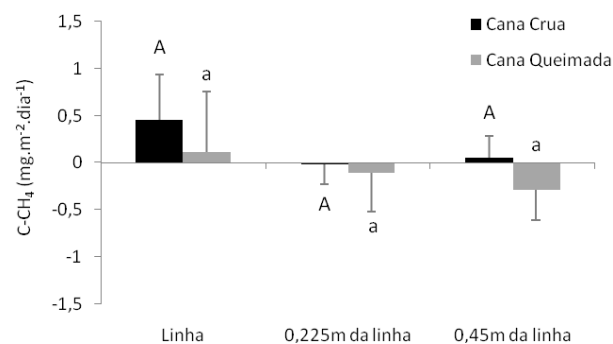


Figura 7 – Fluxo de CH₄ em C-equivalente (m ± dp) do solo sob Cane Queimada (n=6 para cada posição) e Cane Crua (n=4 para cada posição), na linha de plantio, a 0,225m da linha e 0,45m da linha (entre linha). Letras iguais [maiúsculas (cana crua), minúsculas (cana queimada)] não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kolomolov-Smirnov (5% de probabilidade).

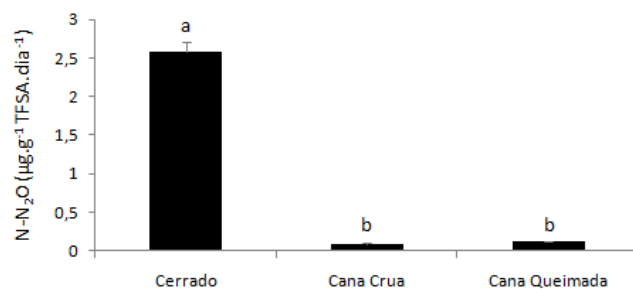


Figura 8 – Taxas de desnitrificação potencial (m ± dp) do solo (0-10 cm) sob Cerrado (n=3), Cane Crua (n=2) e Cane Queimada (n=3), em experimento de incubação no laboratório. Letras iguais representam diferenças não significativas significativas entre os tratamentos, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Importância das relações Ambiente, Homem e Instituições no Assentamento Sebastião Lan em Casimiro de Abreu/RJ

Elizabeth Santos Brandão¹, Júlio Roberto Costa, José Ronaldo de Macedo², Enio Fraga da Silva², Adoildo da Silva Melo³, Khetlen Leitão⁴

RESUMO - Este trabalho visa conhecer a realidade das condições de vida, do ambiente (solo e água) em que estão trabalhando os produtores na área do assentamento Sebastião Lan II, no município de Silva Jardim, RJ. Foi aplicado um questionário junto aos produtores para saber como vivem, como utilizam os lotes disponíveis no assentamento, e se a produção obtida é suficiente para a manutenção das famílias aí assentadas. Concomitantemente, foram feitos levantamento do solo e instalados poços freáticos para avaliação do potencial ambiental do assentamento. Foi identificado que o ambiente é frágil, com restrições à produção agrícola e incapaz de sustentar o atual número de famílias

Palavras-Chave: assentamento rural, estudo sócioeconômico, reforma agrária, assentados.

Introdução

Segundo Resende et al. (1993)[1], configura-se desejável a mudança de uma estrutura fundiária desequilibrada, com a concentração de terras nas mãos de poucas pessoas, para uma outra estrutura que melhor satisfaça o bem-estar da sociedade como um todo. De acordo com esses autores, houve um processo de aprendizado que propiciou algumas reflexões sobre os ambientes, o homem, a interação homem-ambiente, que se reflete nas práticas de convivência e redução dos problemas, e, finalmente, a respeito das instituições.

A temática da reforma agrária e do seu produto, ou seja, dos assentamentos rurais, vêm sendo alvo de diferentes investigações nos últimos anos, demonstrando, no limite, a necessidade da compreensão de sua dinâmica interna e externa e a definição de estratégias para a sua viabilidade sócioeconômica e ambiental. No campo das instituições oficiais de pesquisa agropecuária o desafio da geração de informações tecnológicas voltadas à agricultura familiar se mostra latente, exigindo do poder público a implementação de ações concretas no sentido de se reverter este quadro histórico de exclusão que se reflete, de forma especial, na agricultura familiar de assentamentos de reforma agrária (Curado et al., 2004)[2].

Segundo, ainda, Curado et al., 2004[3], os desafios ao desenvolvimento dos assentamentos se ampliam

progressivamente para as mais distintas instituições ligadas tanto ao poder público, quanto à Sociedade Civil, redimensionando o papel da agricultura familiar dos assentamentos no desenvolvimento local. Esta perspectiva tem sido verificada em alguns estudos, variando, no caso, na maior ou menor incorporação de variáveis não estritamente econômicas em suas avaliações, como por exemplo na atuação do Estado, na organização social da produção, na dimensão tecnológica e no enfoque da utilização racional e/ou na conservação dos recursos naturais nestes projetos. Assim, ao desafio da realização efetiva da reforma agrária, soma-se a necessidade da obtenção de respostas tecnológicas que permitam a permanência e a reprodução do assentado rural, sem menosprezar a dinâmica das relações sociais tanto no campo, quanto nas cidades.

Por outro lado, o sucesso e o fracasso de muitos projetos de assentamentos rurais no país podem ser melhor compreendidos lançando-se mão da elucidação das suas dinâmicas internas, as experiências vivenciadas, a organização social e produtiva e a relação entre os assentados e os atores externos. Ao que se percebe, estas dinâmicas encontram-se fortemente fundamentadas na relação estabelecida entre os assentados e a terra. Para isso, os elementos de origem, trajetória, organização da produção, sentimentos de pertencimento e de estranhamento em relação ao espaço em construção, ganham outro sentido quando tomados como dimensões importantes deste processo (Curado et al.; 2004)[4].

De acordo com o II PNRA (2004)[5], a reforma agrária é mais do que um compromisso e um programa do governo federal. Ela é uma necessidade urgente e tem um potencial transformador da sociedade brasileira. Gera emprego e renda, garante a segurança alimentar e abre uma nova trilha para a democracia e para o desenvolvimento com justiça social. A reforma agrária é estratégica para um projeto de nação moderno e soberano (INCRA, 2006)[6].

Nas áreas do assentamento Sebastião Lan I e II o ambiente é afetado pelos solos Tiomórficos, ou seja, pelos solos sulfatados ácidos. De acordo com Pons (1973, de acordo com Souza Júnior et al. (2001)[7] esses solos ocorrem em condições especiais de formação, geralmente associados a solos orgânicos ou minerais formados em sedimentos marinhos recentes em ambiente redutor. Por este motivo às informações sobre o comportamento destes solos são escassas e limitam-se a poucos estudos que visam

¹ Analista A da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024 Rio de Janeiro, RJ. CEP 22460-000

² Pesquisador da Embrapa Solos

³ Assistente de Pesquisa da Embrapa Solos

⁴ Bolsista da Embrapa Solos, Estudante Universidade Estadual de Ponta Grossa

o melhor entendimento para fornecer embasamentos que permitam a exploração agrícola destes solos de uma forma racional e sustentável.

Em termos socioeconômicos, o homem terá problemas de adaptação de produção ao ambiente inóspito. Desta forma o INCRA em parceria com a Embrapa (Instituições), procuram uma solução que contemple todos os aspectos tanto agrícolas (Ambiente), econômicos e sociais (Homem) para que se possa emitir um parecer se a área deve ou não ser concedida para a reforma agrária, desde que apresente aptidão para as atividades agrícolas. o que vem a ser o objetivo deste trabalho.

Material e Métodos

A. Área de Estudo

O estudo foi realizado no Assentamento Sebastião Lan I e II, com áreas de cerca de 520 e 1.400 ha, respectivamente, localizado no município de Silva Jardim, próximo da divisa com o município de Casimiro de Abreu com o objetivo de identificar os fatores ambientais, sociais e econômicos e suas interrelações: ambiente, homem e instituições.

A área de Sebastião Lan I é um assentamento recente, com início no ano de 1997, área esta que já havia sido desapropriada pelo INCRA em 1975, porém ainda era ocupada pelo proprietário.

A área correspondente a Lan II ainda hoje encontra entraves para realizar o mesmo processo, pois atualmente ocorre um problema de acidificação dos solos e da água.

B. Metodologia

Por se tratarem de solos com condições especiais coube à Embrapa elaborar um levantamento das condições da área, ver quais as medidas que podem ser tomadas nesta situação e, se apta elaborar o plano de manejo, que seja sustentável e principalmente viável tanto para os assentados quanto para o entorno, sendo que se encontra ao lado da Reserva Biológica Poços das Antas.

A divisão de terras para os acampados obedeceu ao sistema de drenagem que já havia sido implementado na propriedade pelo antigo proprietário, sistematizada em quadras irregulares, contendo dois canais principais que se ligam ao rio São João e canais secundários ligados ao principal, formando uma espinha de peixe. Para a aplicação do questionário socioeconômico bem como para a realização do levantamento do solo e instalação dos poços freáticos tentou-se seguir esta sistematização das quadras para que houvesse representatividade de todas as áreas do acampamento na avaliação do potencial ambiental do assentamento.

Resultados

A. Resultados Esperados

O estudo do homem e do ambiente deverá fornecer dados para formulação de ações que promoverão o

desenvolvimento da região. Poderá ainda servir de modelo para aplicação em outros assentamentos que apresentem características semelhantes às encontradas na região estudada. O INCRA poderá expandir sua atuação em outras regiões através da difusão destes conhecimentos e técnicas racionais de exploração, tratamento e conservação do solo e da água.

Discussão

A partir de questionários aplicados a uma amostra de 18 lotes em Sebastião Lan II, foi possível perceber algumas de suas características socioeconômicas. Ficou clara uma grande fragilidade social das famílias, que muitas vezes residem em Casimiro de Abreu mas tentam, de alguma maneira, viabilizar a produção de seu lote, apesar das dificuldades relativas às características do solo.

A população de Sebastião Lan II apresenta baixa escolaridade, como demonstrado na Figura 1.

Esse dado de baixa escolaridade está associado à baixa renda. Muitos dos assentados têm em Casimiro de Abreu sua real fonte de renda, ou pelo menos é onde residem os membros da família que possuem alguma remuneração. O lote em Sebastião Lan II é visto, pela maior parte, como um investimento para o futuro, visto que muitos poucos assentados possuem rentabilidade nos lotes.

A precariedade de sua situação socioeconômica também se reflete nas condições de moradia, como pode ser visto na Figura 2.

O problema mais mencionado foram os ratos, porém são as inundações o fator que mais inviabiliza residir e produzir em grande parte dos lotes do assentamento. As inundações são vistas de diferentes modos conforme a situação do lote em termos de altitude em relação ao rio. Assentados que estão em lotes mais altos dizem que não querem sair, mas assentados que tiveram grandes perdas com a enchente de 2008 dizem que precisam de uma área que pode até ser menor, mas que não seja uma área de risco.

Aqueles que construíram um pequeno patrimônio durante sua estada no assentamento questionam sua possível remoção, e dizem que, se forem obrigados a sair, perderão tudo. Provavelmente construíram em seus lotes as casas com mais cômodos e que possuem maiores benfeitorias. Esses estabeleceram ao longo dos anos um sentimento de ligação com a terra, como um que afirmou: "bem ou mal, construí minha casa." Existe a consciência de que alguns lotes são de risco, e um assentado verbalizou que deve-se ouvir quem quer ficar e quem quer sair.

Os assentados se ressentem das normas, consideradas abusivas, impostas pelos órgãos ambientais. Tais órgãos proíbem, por exemplo, o uso da draga para desassorear o rio. Apenas o Comitê de Bacias poderia intervir quanto a essa questão. Alguns assentados são da opinião de que se deveria pressionar tais órgãos rumo a uma flexibilização dessas normas.

43% dos entrevistados tem parte da renda com atividades não agrícolas.

Conclusões

O conhecimento da interação do ambiente/homem permitiu visualizar as necessidades de mudança a serem

atendidas pelas instituições envolvidas. A parceria institucional Embrapa/Incrá viabilizará o reordenamento territorial da área com o sistema de assentamento aonde o loteamento será fracionado em duas partes: alta, de tamanho menor e sem restrições ambientais durante o ano. A segunda parte, a de baixada com tamanho maior, onde será desenvolvida a atividade de pastagem. No período das cheias o gado será levado para a parte alta onde permanecerá até que a área drene novamente.

Os produtores no assentamento apresentam grande fragilidade social. Neste contexto procuram viabilizar a sua produção nos lotes ao mesmo tempo em que, para muitos a fonte de renda está, direta ou indiretamente, em Casimiro de Abreu. A baixa escolaridade constatada por meio das entrevistas está diretamente ligada a baixa capacitação profissional, gerando necessidade de treinamento quanto as melhores práticas agrícolas. A precariedade de sua situação social e econômica reflete-se na moradia, principalmente nos lotes mais sujeitos a inundação, onde o assentado pode perder tudo. Esse fator distingue os assentados que almejam permanecer (os que moram na parte alta) daqueles que preferem uma área com menor risco.

Agradecimentos

Ao Instituto de Colonização e Reforma Agrária – INCRA-RJ, aos assentados e acampados do Sebastião Lan I e II

Referências

- [1] RESENDE, M.; LANI, J.L.; FEITOZA, L.R. Assentamento de pequenos agricultores no estado do Espírito Santo. Ambiente, Homem e Instituições. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos; Vitória. ES: EMCAPA, MG: Universidade Federal de Viçosa. 1993.
- [2,3,4]CURADO, F.F.; SANTOS, C.S.S.; SILVA, F.Q. Pré-diagnóstico participativo de agroecossistemas dos assentamentos Paiolzinho e Tamarineiro II. Documentos 45. Corumbá, MS. Embrapa Pantanal. 2004. 35p.
- [5] PRNA. II Plano Nacional de Reforma Agrária. Paz, produção e qualidade de vida no meio rural. MDA/INCRA. 2004. Brasília. DF. 40p.
- [6]INCRA. Manual para elaboração e implantação de projetos de recuperação e conservação de recursos naturais em assentamentos da reforma agrária. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Diretoria de Obtenção de Terras e Implantação de Projetos de Assentamento. Coordenação Geral de Meio Ambiente e Recursos Naturais. Brasília/DF Junho/2006. 52p.
- [7] SOUZA JÚNIOR, V.S.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B. Propriedades químicas e manejo de solos tiomórficos da várzea do rio Coruripe, no estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, nº 25, pg 977-986, 2001.

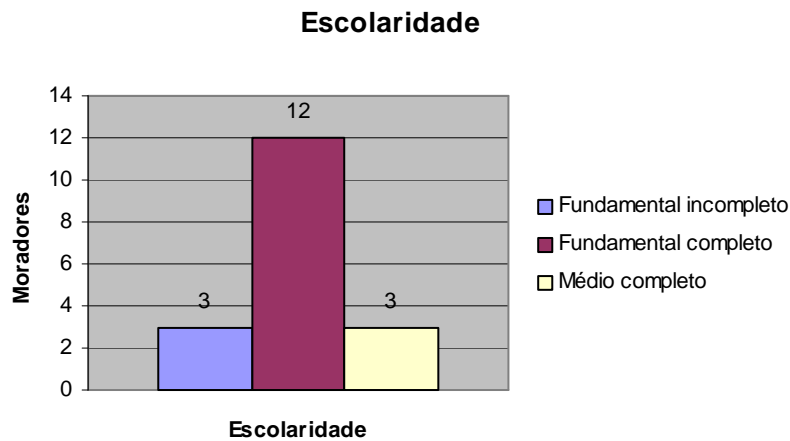


Figura 1. Nível de escolaridade (fonte: pesquisa de campo)

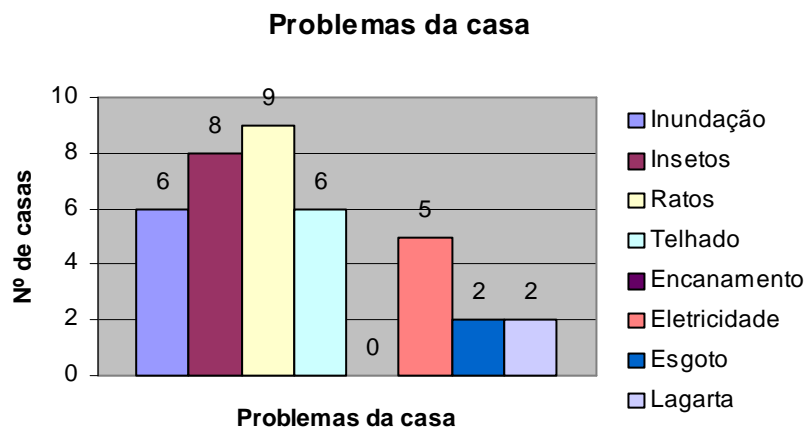


Figura 2 – Problemas da casa (fonte: pesquisa de campo)

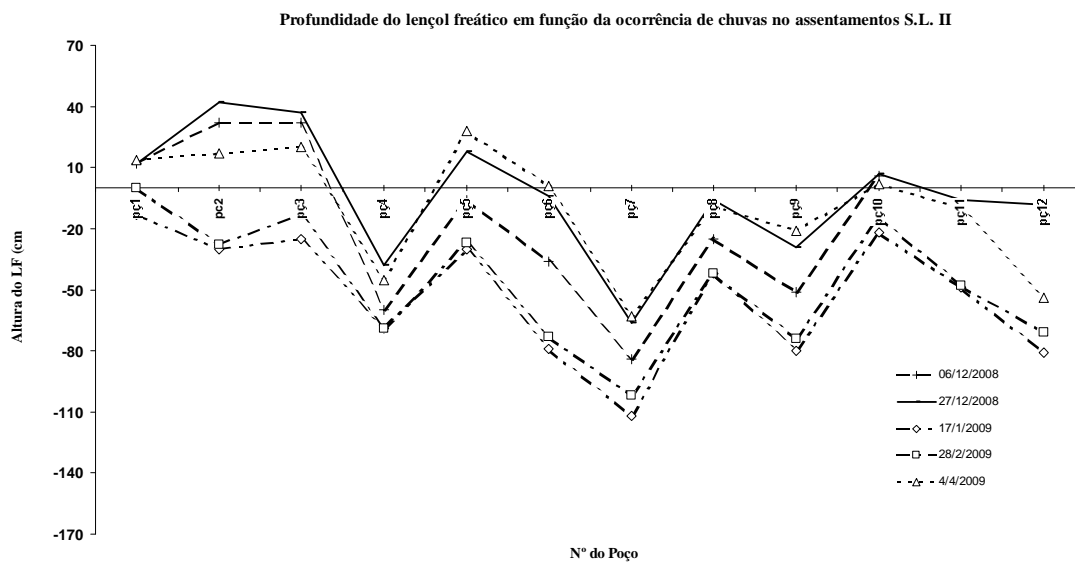


Figura 3 Profundidade do lençol freático em função da ocorrência de chuvas no assentamento Sebastião Lan I e II

INDICATIVO DE ÁREAS COM SOLOS APTOS AO CULTIVO DO CAJUEIRO NA MICRORREGIÃO DE GARANHUNS, PERNAMBUCO

**JOSÉ CARLOS PEREIRA DOS SANTOS⁽¹⁾, ALEXANDRE HUGO CEZAR BARROS⁽²⁾,
HILTON LUÍS FERRAZ DA SILVEIRA⁽³⁾, RAFAEL RODRIGUES DA SILVA⁽⁴⁾, MANOEL
BATISTA DE OLIVEIRA NETO⁽⁵⁾, ROBERTO DA BOA VIAGEM PARAHYBA⁽⁶⁾**

RESUMO - O presente estudo objetivou avaliar o potencial pedológico da área da microrregião de Garanhuns, estado de Pernambuco, para a cultura do cajueiro. O trabalho usou como base o “Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco”, na escala 1:100.000. A interpretação foi feita para o uso das terras empregando alto nível tecnológico (manejo C) sem, contudo, considerar o uso de irrigação. Não se observou solos de aptidão boa para a cultura do cajueiro na região de estudada, na escala de detalhamento deste trabalho. Os melhores solos enquadraram-se na classe regular e ocupam 1.677 km² (23% da área). Corresponde, principalmente, aos solos de textura arenosa, das classes dos Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos, com participação menor de Argissolos e Latossolos profundos e com boas condições físicas. Ressalva-se que este estudo abordou somente a aptidão pedológica, ou seja, não considerou os aspectos climáticos, os quais deverão ser avaliados para um conhecimento mais efetivo do potencial da região para a produção do cajueiro em condições não irrigadas.

Palavras-Chave: (aptidão pedológica; cajueiro; Garanhuns).

Introdução

Originário da América Tropical, o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) pertence à família Anacardiaceae, que inclui árvores e arbustos tropicais e subtropicais, encontrando-se disperso numa extensa faixa compreendida entre os paralelos 27° N, no Sudeste da Flórida, e 28°S, na África do Sul.

A maior diversidade de cajueiro, única espécie cultivada e a de maior dispersão do gênero, encontra-se no Nordeste brasileiro, em diversos ecossistemas, especialmente nas zonas costeiras, compondo a vegetação, de praias, dunas e restingas. É provável que o seu cultivo tenha origem no Nordeste brasileiro,

onde toda uma tradição de exploração pelas tribos indígenas da região é descrita pelos primeiros colonizadores [1].

O agronegócio do caju constitui uma atividade de elevada expressão econômica e social no Nordeste brasileiro. Da castanha (fruto) e do pedúnculo (pseudofruto) são obtidos inúmeros derivados, dentre os quais destacam-se: amêndoas, refrigerantes, sucos, doces, néctares, polpas, líquido da castanha (LCC). Em Pernambuco, esta cultura ainda não tem sido explorada com todo o potencial de que dispõe o estado.

O ponto de partida para o desenvolvimento sustentável de qualquer ramo do agronegócio está na definição adequada de áreas com potencial pedoclimático para a exploração da cultura. O presente trabalho se propõe a fazer esta avaliação sob o ponto de vista do potencial dos solos da Microrregião de Garanhuns, Pernambuco.

Material e Métodos

A. Área de estudo:

Este trabalho abrangeu como área de estudo a microrregião de Garanhuns, composta pelos municípios de: Angelim, Bom Conselho, Brejão, Caetés, Calçado, Canhotinho, Correntes, Garanhuns, Iati, Jucati, Juti, Jurema, Lagoa do Ouro, Lajedo, Palmeirina, Paranatama, Saloá, São João, Terezinha. A microrregião localiza-se no Estado de Pernambuco entre os paralelos 8° 33' 47" S e 9° 22' 52" S e entre os meridianos 37° 03' 16" W e 36° 01' 32" W (Figura 1).

B. Aptidão pedológica

O documento básico usado na avaliação da aptidão dos solos para a cultura do cajueiro foi o “Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco”, na escala 1:100.000 [2].

A interpretação foi feita para o uso das terras empregando alto nível tecnológico (manejo C), conforme [3]. Este manejo é baseado em práticas agrícolas intensivas, com aplicação de motomecanização e

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Solos UEP Nordeste, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240. E-mail: josecarlos@uep.cnps.embrapa.br

⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Solos UEP Nordeste, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240.

⁽³⁾ Analista da Embrapa Solos UEP Nordeste, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240.

⁽⁴⁾ Eng.º Agr.º Mestrando do PPG em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco. Rua Acadêmico Hélio Ramos s/nº CEP. 50740-530.

⁽⁵⁾ Pesquisador da Embrapa Solos UEP Nordeste, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240.

⁽⁶⁾ Pesquisador da Embrapa Solos UEP Nordeste, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife – PE, CEP 51020-240.

investimentos de capital e de resultados de pesquisa para o manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras, mas não considera o uso da irrigação.

Cada solo componente da unidade de mapeamento foi enquadrado em uma das classes de aptidão agrícola boa, regular, marginal e inapta, em função do seu potencial produtivo e, ou, dos riscos de degradação ambiental devido ao uso e manejo das terras com a cultura.

Neste trabalho, as classes de aptidão foram definidas com base no boletim da FAO [4]:

Classe boa: compreende as terras sem limitações significativas para produção sustentada de uma determinada cultura, no nível de manejo considerado. Admite-se algumas restrições desde que não sejam suficientes para reduzir a produtividade ou os benefícios de forma muito expressiva e não aumente os insumos acima de um nível aceitável.

Classe regular: compreende as terras que apresentam limitações moderadas para produção sustentada de uma determinada cultura, no nível de manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos para se obter boas produtividades. Ainda que atrativas, as vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras de classe com "aptidão boa".

Classe marginal: compreende as terras que apresentam limitações fortes para produção sustentada de uma determinada cultura, no nível de manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então, aumentam os insumos necessários de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.

Classe inapta: compreende as terras sem aptidão para exploração sustentável da cultura.

O enquadramento dos solos nas classes de aptidão acima foi feito por meio do cruzamento de suas características e, ou, de aspectos ambientais considerados importantes para o desenvolvimento da cultura, com as exigências da cultura. Na interpretação foram considerados os seguintes aspectos do solo e do ambiente a estes associados: relevo, profundidade, fertilidade, pedregosidade, drenagem, textura, natureza da argila e salinidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentadas as proporções dos solos da microrregião de Garanhuns com aptidão boa, regular, marginal e inapta, para a cultura do cajueiro.

Não se observou solos na classe de aptidão boa para a cultura, na escala de detalhamento em que este trabalho foi realizado.

As áreas com aptidão regular totalizaram 1.677 km² (23 % da área).

Os solos considerados marginais e inaptos ocuparam a maior proporção dessa microrregião pernambucana, somando 5.557 km² (77 % da área), sendo 302 km² (4 %) de terras marginais e 5.255 km² (73 %) de terras inaptas.

As áreas ocupadas por tipos de terrenos (cidades, afloramentos rochosos, leitos de riachos, etc.) não foram consideradas neste estudo.

Os solos de melhor aptidão para o cajueiro, aqui considerados como sendo de aptidão boa, são aqueles profundos, bem drenados, não pedregosos, de textura média (com domínio de argila de atividade baixa e boas condições físicas), de boa fertilidade natural e em relevo plano e suave ondulado. Nos municípios avaliados, foi inexpressiva a área com solos apresentando todas estas características em uma mesma classe.

Na classe regular foram admitidos os solos com características semelhantes aos da classe boa, diferindo destes por poder apresentar textura argilosa (com domínio de argila de atividade baixa e com boas condições físicas) e textura arenosa. Na região estudada, os melhores solos são representados, principalmente, por solos das classes dos Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos. Em menor proporção, ocorre, também, solos das classes dos Argissolos e Latossolos com boas condições físicas, profundos e em relevo plano e suave ondulado.

A baixa fertilidade natural observada em grande parte dos solos avaliados não foi considerada como limitação forte à cultura, uma vez que a interpretação aqui adotada pressupõe o manejo com alta tecnologia, onde essa limitação é perfeitamente corrigível, dentro dos limites observados.

Espacialização da aptidão pedológica

A distribuição espacial do potencial pedológico para a cultura do cajueiro na Zona da Mata de Pernambuco é apresentada na Figura 2. Os diferentes ambientes foram enquadrados nas classes de potencial alto, médio, baixo e muito baixo, com base na proporção de ocorrência, na unidade de mapeamento, de solos com aptidão boa, regular, marginal e inapta, conforme abaixo:

Potencial alto: unidades de mapeamento constituídas por 50% ou mais de solos com aptidão boa.

Potencial médio: unidades de mapeamento constituídas por 25 a 50% de solos com aptidão boa, e/ou, onde a soma de aptidão boa com regular é maior ou igual a 50%.

Potencial baixo: unidades de mapeamento de solos contendo entre 0 e 25% de solos com aptidão boa, e/ou, a soma de solos de aptidão boa com regular situar-se entre 25 e 50%.

Potencial muito baixo: unidades de mapeamento sem a ocorrência de solos com aptidão boa, e, a ocorrência de solos com aptidão regular é inferior a 25%.

Conclusões

Não se observou solos de aptidão boa para a cultura do cajueiro na microrregião de Garanhuns, na escala de detalhamento deste trabalho. Os melhores solos enquadraram-se na classe regular e ocuparam 1.677 km² (23% da área). Corresponde, principalmente, aos solos de textura arenosa, das classes dos Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos. Áreas menores de Argissolos e Latossolos profundos, ambos com textura argilosa, porém com boas condições físicas e em relevo plano e suave ondulado, também foram observadas.

Ressalva-se que este trabalho trata somente da aptidão pedológica. Os aspectos climáticos necessitam também ser avaliados para se ter um conhecimento mais efetivo do potencial da região para a cultura do cajueiro, em condições não irrigadas.

Agradecimentos

Ao Banco do Nordeste do Brasil pelo financiamento do projeto, e a bibliotecária Quitéria Sônia Cordeiro, pela normalização e referência bibliográfica.

Referências

- [1] CRISÓSTOMO, L. A. SANTOS, F. J. S.; OLIVEIRA, V. H.; RAIJ, B. van.; BERNARDI, C. A. de C.; SILVA, C. A.; SOARES, I. **Cultivo do cajueiro anão precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 8p
- [2] ARAÚJO FILHO, J. C. de; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B. da; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R. de; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, F. B. R. e; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P. dos; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B. da; LUZ, L. R. Q. P. da; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco.** Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). 1 CD-ROM.
- [3] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** 3a. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS, 1994. 65p.
- [4] FAO. **A framework for land evaluation.** Rome, 1976. 72 p. (FAO Soil Bulletin, 32).

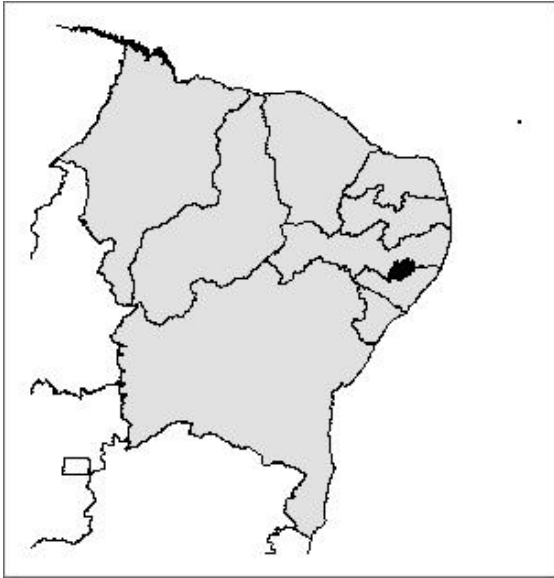


Figura 1 – Localização da área de estudo na região Nordeste do Brasil.

Tabela 1 – Distribuição das áreas da Microrregião de Garanhuns nas diferentes classes de aptidão pedológica para a cultura do cajueiro, no manejo B.

APTIDÃO	Área (km ²)	%
BOA	0	0%
REGULAR	1.677	23%
MARGINAL	302	4%
INAPTA	5.255	73%
TOTAL	7.234	100%

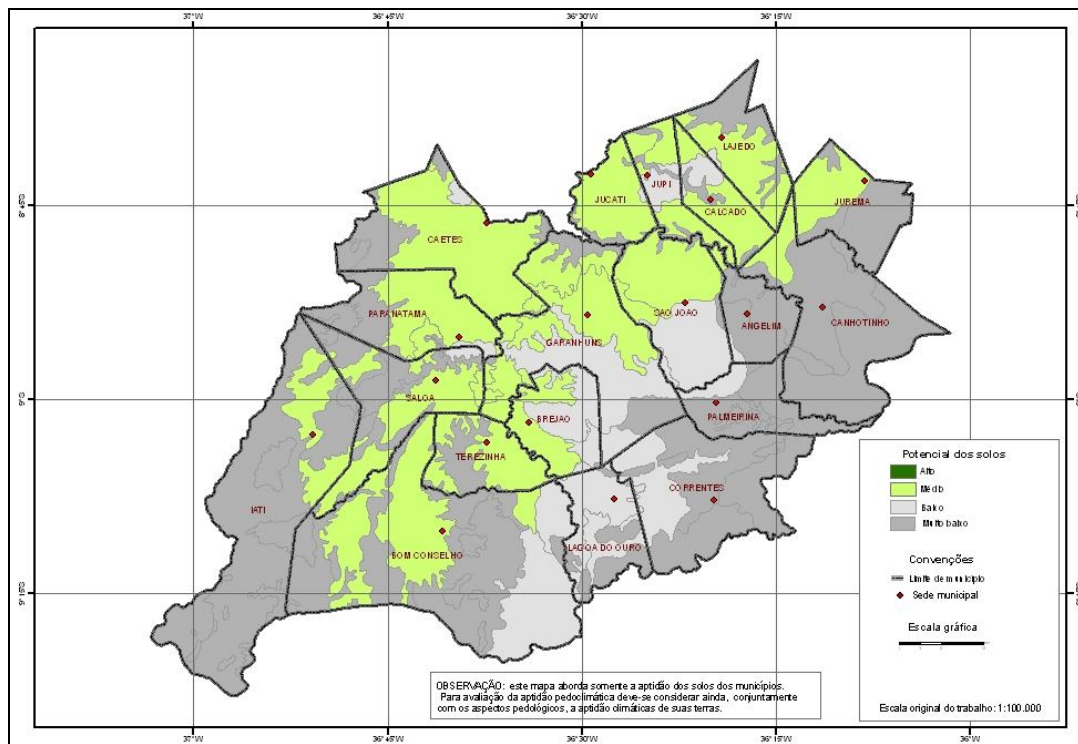


Figura 2 - Localização das áreas com maior disponibilidade de solos aptos à cultura do cajueiro na microrregião de Garanhuns, PE, para o manejo das terras com alto nível tecnológico.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Interação do Alumínio com as Frações Orgânicas de Organossolos em Ambientes Altimontanos e de Várzea

ADIERSON GILVANI EBELING⁽¹⁾, DANIEL VIDAL PÉREZ⁽²⁾, LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS⁽³⁾ & MARCOS GERVASIO PEREIRA⁽³⁾ GUSTAVO SOUZA VALLADARES⁽⁴⁾

RESUMO - A matéria orgânica do solo (MOS) é parte de um sistema dinâmico influenciado por vários fatores, como clima, conteúdo de argila, mineralogia e sistemas de manejo. Nos Organossolos o ambiente de formação (várzeas vs. altitude) afeta as transformações e a evolução da MOS. As formas de ligação forte entre a MOS e o Al devem ocorrer predominantemente em ambientes com altos conteúdos de SHs. Sendo assim os objetivos deste trabalho foram testar diferentes extratores e métodos para determinação do Al e avaliar a relação entre o Al e as SHs em dois ambientes de formação de Organossolos. O CuCl_2 extraiu maiores quantidades de Al quando comparado com o KCl. Os maiores teores de hidrogênio nos Organossolos interferem na quantificação do Al no método por titulação. O método do alaranjado de xilenol mostrou-se eficaz na quantificação do Al comparado ao ICP-OES. Nos ambientes de altitude, a maior parte do Al nos Organossolos parece estar complexado com a MOS, principalmente com a fração ácido húmico.

Palavras-Chave: (Ácidos Húmicos, Ácidos Fúlvicos, Complexação, Alaranjado de Xilenol)

Introdução

A matéria orgânica do solo (MOS) é componente chave de qualquer ecossistema terrestre, e a variação na distribuição, conteúdo e qualidade, influencia nos processos internos dos sistemas [1]. A MOS pode ser dividida em dois grandes grupos: as biomoléculas orgânicas, liberadas pela decomposição microbiana ou excretadas pelas raízes, e as substâncias húmicas (SHs) [2]. As primeiras são ligantes orgânicos solúveis de vida curta no solo, mas produzidas durante todo o período de atividade microbiana ou radicular e seu teor depende da qualidade dos resíduos adicionados ao solo [3] e do balanço entre síntese e destruição pelos microrganismos [4].

Quanto as SHs, os ácidos húmicos e a humina são compostos de alto peso molecular, geralmente, insolúveis em água. Por sua vez os ácidos fúlvicos são compostos orgânicos de menor peso molecular e normalmente solúveis [4], que favorecem a formação de complexos com o alumínio (Al) na solução do solo. Os ácidos húmicos e a humina podem adsorver o Al, processo relevante em ambientes onde estas

substâncias se encontram em maior quantidade [4]. Verifica-se que a adição de MO ao solo tem diminuído o teor de Al trocável na solução do solo [5; 6], o que é atribuído à mudança no pH do solo e a complexação orgânica do Al [6].

Com base na hipótese de que as formas de ligação fortes com o Al (troca de ligantes e quelação) devem ocorrer predominantemente em ambientes com altos conteúdos de SHs, os objetivos deste trabalho foram testar diferentes extratores para o Al em Organossolos. Ainda, testar métodos para determinação de Al e avaliar a relação entre o Al e as SHs em Organossolos.

Material e Métodos

Para a realização deste trabalho foram utilizados 11 perfis de Organossolos, de diferentes regiões do Brasil, totalizando 32 horizontes [7]. Os perfis foram separados e discutidos em dois ambientes de formação: Ambiente 1 – Baixada litorânea ou várzea; e Ambiente 2 – Planícies interioranas e ambientes de Altitude. As determinações foram feitas nos laboratórios de Gênese e Classificação do Solo, de Fertilidade do Solo, da UFRRJ - IA/DS e no laboratório de Química do Solo da Embrapa Solos.

Foi realizado o fracionamento químico quantitativo das substâncias húmicas [8], sendo obtidos neste processo os teores de carbono das frações humina (C-HUM), ácidos húmicos (C-FAH) e ácidos fúlvicos (C-FAF). Para a determinação das formas de Al foi usado o método colorimétrico do alaranjado de xilenol (AX) e a técnica de espectrometria de emissão por plasma (ICP-OES).

Resultados e Discussão

As variáveis envolvidas na determinação do Al em Organossolos são: tipo de extrator e a técnica para quantificação, sendo que o método da titulação [9] desenvolvido para solos minerais pode não ser adequado para medir Al em solos com elevado teor de MO. Já que a MO interfere na determinação do Al pela contribuição do hidrogênio (H^+) proveniente dos ácidos orgânicos. Outro ponto importante é a hidrólise de elementos como o ferro e o manganês e, em solos tiomórficos, a oxidação do enxofre.

A quantidade de Al extraído pelo CuCl_2 e pelo KCl, tanto em solos de regiões litorâneas e de várzeas (Ambiente 1) como nos de ambiente altimontano e de planalto (Ambiente 2), foi maior que para a extraída com o

¹ Primeiro Autor é Doutorando do Curso de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo (CPGA-CS), Depto Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: adiersonge@gmail.com. Bolsista CNPq.

⁽²⁾ Segundo autor é pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, 22460-000, Rio de Janeiro (RJ). E-mail: daniel@cnps.embrapa.br

⁽³⁾ Terceiro Autor é Professor Associado do Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Br 476, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. lanjos@ufrrj.br. gervasio@ufrrj.br

⁽⁴⁾ Quarto autor é Professor Adjunto, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará (UFC). Av. Mister Hull, 2977, Campus do Pici, 60021-970, Caixa postal 12168, Fortaleza, CE. valladares@ufc.br.

Apoio financeiro: CPGA-CS, FAPERJ, CNPq, CAPES e EMBRAPA.

KCl, independentemente do método de quantificação do Al [7]. Os teores de Al extraídos com CuCl_2 e determinados pelo plasma variaram de 80,59 a 777,04 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$; acima dos valores de Al extraídos com KCl e determinados pelo plasma, que variaram de 1,8 a 102,33 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$. Este comportamento pode ser devido à capacidade de CuCl_2 de extrair Al fortemente complexado com a MOS [10].

Quanto à comparação entre os teores de Al extraídos pelo KCl e determinados pelos distintos métodos, houve grande variação. Entretanto, nos solos do Ambiente 2, geralmente, os teores de Al quantificados por titulação com NaOH [9] apresentaram-se menores que para os demais métodos [7]. O que sugere que a natureza do material orgânico deve ser considerada na interpretação da acidez do solo e toxidez para as plantas devida ao Al.

Na Figura 1 foi comparada a concentração de Al extraído com CuCl_2 nos ambientes de várzeas vs. ambientes altimontanos, em relação ao teor de C-FAH, com uma clara distinção entre os ambientes de formação dos Organossolos. Uma das causas deste comportamento poderia ser o aumento relativo de Al no Ambiente 2, pelo intemperismo dos materiais de origem em condições de boa drenagem e remoção das bases, predominando o Al em solução e no complexo de troca, pela lixiviação dos demais cátions do complexo sortivo. Já em ambientes de planície, a má drenagem favorece a formação de minerais secundários de argila com maior atividade e a permanência da sílica no sistema, além da maior adição de bases como Ca^{2+} e Mg^{2+} e, nas áreas costeiras, do Na^+ . Assim, apesar dos altos teores de MOS, contribuindo com H^+ , no complexo sortivo predominam bases e não Al trocável.

O Al nos ambientes altimontanos parece estar muito mais relacionado às frações orgânicas quando comparado com os ambientes de várzeas, como observado pela relação entre o Al extraído pelo CuCl_2 e determinado pelo plasma e a relação EA:HUM (Figura 2). Essa relação fornece informações sobre a gênese do solo, identificando zonas de movimentação ou acúmulo de carbono [11]. Estes autores observaram picos da relação EA/HUM em horizontes espódicos. Nos Organossolos não foi observado padrão de acréscimo ou decréscimo da relação com a profundidade. O que indica que vários fatores influenciaram na proporção de compostos alcalino-solúveis ou insolúveis, incluindo vegetação original, uso do solo, ambiente de formação e clima, o que estaria contribuindo com uma maior complexação do Al com as SHs nestes solos.

Pela análise de regressão entre os métodos de determinação do Al (Tabela 1) observa-se que os valores de Al quantificados pela espectrometria de emissão atômica em plasma (ICP-OES) apresentaram alta correlação com os determinados pela espectrometria com alaranjado de xilenol (AX). A correspondência entre os métodos Al_K_PL (Al extraído com KCl e determinado pelo plasma) e Al_K_AX (Al extraído com KCl e determinado pelo alaranjado de xilenol) apresentou alta correlação ($r =$

0,99***), ou seja, pequena dispersão dos dados e equivalência entre os dois métodos. O mesmo não ocorreu entre os métodos Al_K_PL e Al_K_Na (Al extraído com KCl e determinado por titulação com NaOH). A correspondência foi muito baixa ($R^2 = 0,30$) e a dispersão dos dados muito grande, portanto esses dois métodos não são equivalentes. O mesmo foi observado para os métodos Al_K_PL e Al_Cu_PL, com R^2 de 0,36. Portanto, os métodos de extração com CuCl_2 e KCl não são correspondentes.

A distribuição na Figura 3 corrobora o apresentado na Tabela 1. A correspondência entre os métodos de determinação do Al extraído com KCl e determinado pelo plasma (Al_K_PL) e o Al extraído com KCl e determinado pelo Alaranjado de Xilenol (Al_K_AX) foi alta e a dispersão dos dados pequena, o que permite equiparar os dados obtidos de um método para outro.

A Figura 4 e a Tabela 1 mostram a ordenação das características entre os extratores e os métodos de determinação, aplicando a análise de componentes principais (ACP), onde foi notada a formação de três grupos de dados. O comprimento das linhas é proporcional à sua importância e os ângulos entre elas refletem as intercorrelações entre as variáveis [12]. O ângulo entre determinada linha e cada eixo de ordenação representa um grau de correlação com o eixo [13].

A relação entre o teor de Al extraído com KCl e CuCl_2 e o quantificado pelo plasma (Al_K_PL e Al_Cu_PL); alaranjado de xilenol (Al_K_AX) e titulação com NaOH (Al_K_Na) pode ser observada na Figura 4, onde estão representadas as projeções das variáveis no primeiro plano fatorial, o qual preserva a estrutura topológica das variáveis. Evidenciam-se as elevadas correlações positivas entre o Al_K_PL e o Al_K_AX sendo esta relação explicada por 70% dos valores. O mesmo não foi observado para o Al_K_Na e para o Al_Cu_PL, que se encontram fracamente associados as outras variáveis, sendo este comportamento explicado por 25% dos dados.

Fazendo-se a dispersão dos dados de Al com o C-FAF foi possível perceber a formação de dois grupos de dados (Figura 5). No primeiro têm-se os valores de Al extraídos com KCl e determinados pelo plasma (Al_K_PL), que apresentaram-se muito maiores em comparação aos do Al determinado por titulação (Al_K_Na). No segundo grupo, o Al_K_PL apresentou valores menores ou iguais aos medidos pelo método Al_K_Na.

A diferença no grupo onde o Al_K_PL foi maior que o Al_K_Na, indicou que na titulação foi obtido menos H^+ do que seria esperado pela hidrólise do Al^{+3} , ou seja, o Al deve estar complexado a MO ou em uma forma polimérica, como ocorre nos solos minerais com as argilas interestratificadas, ou ainda a interferência no método de quantificação de Al por outros elementos.

Foram avaliados os parâmetros teor de carbono na FAF e na FAH e sua relação com a distribuição dos teores de Al em função do extrator e do método de quantificação. A Figura 6 mostra a relação entre o Al_K_PL e a relação C-FAH/C-FAF nos dois ambientes de formação, indicando que o Al pode estar ligado tanto ao C-FAF como ao C-FAH, dependendo do ambiente e do tipo de manejo ao qual o solo possa estar sendo submetido.

Quanto a interferência na análise pelos elementos Fé e Mn, seus teores são, em geral, baixos nos Organossolos. Além disso, o pH favorável para a formação de complexos de AX com Fe(III) é ao redor de 1,5 [14; 15], valores que não foram observados nos horizontes avaliados. Já os altos valores de Al obtidos na extração com CuCl_2 sugerem que parte do Al está realmente complexado a MOS.

No segundo grupo (Figura 5), onde o $\text{Al}_{\text{K_PL}}$ é menor ou igual ao $\text{Al}_{\text{K_Na}}$, possivelmente há mais H^+ titulado que não é devido à hidrólise do Al, e isto pode ser relacionado ao fato de neste grupo haver maior quantidade de C-FAF. Os grupamentos funcionais que conferem a característica de fraca acidez, como os provenientes dos ácidos carboxílicos, se concentram na FAF. Uma segunda hipótese pode ser a influência de outros elementos hidrolisáveis, principalmente o Fe e Mn. Porém a primeira hipótese é mais forte, haja vista que os teores de Fe e Mn não apresentaram grande diferenciação, principalmente, se considerarmos o coeficiente de variação que foi muito alto, 45,1 e 105,3, respectivamente. Ainda, há uma correlação positiva entre o Al extraído pelo CuCl_2 e determinado pelo plasma e o teor de C-FAH (Figura 1) e, nos solos em ambiente de planalto, com a relação extrato alcalino/humina (Figura 2). Portanto, pode-se especular que o Al esteja ligado fortemente a humina, principalmente, e ao ácido húmico, não sendo assim extraído pelo CuCl_2 .

O teste T de médias para Al^{+3} determinado por titulação corroborou com a separação dos dados em dois grupos [7]. No primeiro, o $\text{Al}_{\text{K_PL}}$ foi muito maior que o $\text{Al}_{\text{K_Na}}$ (-2,46) e foi significativamente menor quando comparado com o segundo grupo, onde o $\text{Al}_{\text{K_PL}}$ foi menor ou igual ao $\text{Al}_{\text{K_Na}}$ (4,11).

Os valores de Al extraídos com KCl e quantificados pelo plasma nos horizontes em ambientes de várzeas e planícies litorâneas apresentaram correlação negativa com o C-FAF ($r = 0,55$, $p = 0,000$) [7]. Assim, com o aumento da concentração de C-FAF tem-se a diminuição da concentração de Al na solução e, conseqüentemente, menor toxidez para as plantas.

Quimicamente as três frações da MOS diferem entre si em peso molecular, características analíticas e conteúdo de grupos funcionais. A FAF tem menor peso molecular, porém maior conteúdo de grupos funcionais contendo oxigênio (CO_2H , OH , C=O) por unidade de peso do que as outras duas frações [16]. O que estaria favorecendo a maior complexação do Al pela FAF.

O CuCl_2 tem condições de extrair o Al fortemente complexado aos colóides orgânicos e minerais do solo sendo referido como Al total. Já o KCl extrai o Al fracamente complexado aos colóides orgânicos e minerais do solo, chamado de Al solúvel; já os ligantes orgânicos solúveis na solução do solo têm propriedades de complexar o Al da solução mantendo-o solúvel. Nos solos com elevado teor de MO como os Organossolos, haverá muito mais ácidos orgânicos em solução, conseqüentemente mais Al estará disponível na solução do solo associado a estes ácidos orgânicos.

O método da titulação adotado pela Embrapa tem dificuldades de quantificar o Al associado à MOS, quantificando apenas o Al livre da solução do solo (Al^{+3}). Foi observada alta correlação entre o Al em solução associado a frações orgânicas (obtido pela subtração do Al total, extraído pelo CuCl_2 determinado pelo plasma, do Al^{+3} , extraído pelo KCl e determinado pelo plasma) e a soma das frações húmicas para regiões altimontanas e de planalto ($r = 0,81$, $p=0,000$) e várzeas e planícies litorâneas ($r = -0,90$, $p=0,00$). Tanto nos Organossolos em ambiente altimontano e de planalto como nos de várzeas e planícies litorâneas as correlações foram significativas, entretanto apresentaram sinal inverso em função do ambiente.

Conclusões

A metodologia de extração com KCl e determinação do Al por titulação não foi eficiente para quantificar o Al^{+3} livre na solução em Organossolos.

O CuCl_2 extraiu maiores quantidades de Al quando comparado com o KCl. Os maiores teores de hidrogênio nos Organossolos interferem na quantificação do Al no método por titulação. O método do alaranjado de xilenol mostrou-se eficaz na quantificação do Al comparado ao ICP-OES. Nos ambientes de altitude, a maior parte do Al nos Organossolos parece estar complexado com a MOS, principalmente com a fração ácido húmico.

Referências

- [1] SÁ, J.C.M. 2001. *Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistema de manejo convencional e plantio direto*. PIRACICABA. Tese (Doutorado). ESALQ, Piracicaba.
- [2] SPOSITO, G. 1989. *The Chemistry of Soils*. New York, Oxford University Press. 277p.
- [3] FRANCHINI, J.C.; GONZALES-VILA, F.J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. 2001. Rapid transformation of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisols. *Plant and Soil*. 231:55-63.
- [4] VANCE, G.F.; STEVENSON, F.J.; SIKORA, F.J. 1995. Environmental chemistry of aluminum-organic complexes. In: SPOSITO G. (ed) *Environmental chemistry of aluminum*. Boca Raton. Lewis, p169-220.
- [5] HARGROVE, W.L., & THOMAS, G.W. 1982. Extraction of aluminum from aluminum organic matter complexes. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45:151-153.
- [6] MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; CALEGARI, A. 1993. Efeito do material vegetal na acidez do solo. *R.Bras.Ci.Solo*, 17:411-416.
- [7] EBELING, A.G. 2006. *Caracterização analítica da acidez em Organossolos*. Dissertação (Mestrado em agronomia-Ciência do Solo) – UFRRJ, Seropédica.
- [8] BENITES, V.M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. 2003. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 7p. (*Com. Técnico*, 16).
- [9] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. RJ 212
- [10] OATES, K.M. & KAMPRATH, E.J. 1983. Soil acidity and liming II: Evaluation of using aluminum extracted by various chloride salts for determining lime requirements. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47:690-692.
- [11] BENITES, V.M., KER, J.C. & MENDONÇA, E.S. 2000. *Fracionamento quantitativo de substâncias húmicas como auxiliar na identificação de diferentes solos da região Sul do Brasil – VI RCC*. p.184-192, In Curso et al.(Eds.).Guia de excursão de estudos de solos nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. EMBRAPA Florestas, Colombo.
- [12] ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C. 1999. Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. *R.Bras.Ci.Solo*, 23:933-942.

[13] SOUZA, E.R. 1996. *Alterações físico-químicas no deflúvio de três sub-bacias hidrográficas decorrentes da atividade agrícola*. (Dissertação), Lavras, UFL.

[14] SANTOS, M.L.M. 1991. *Estudo do mecanismo de tolerância ao alumínio e sua variabilidade genotípica em arroz (Oryza sativa L.)*. Dissertação de mestrado, UFRRJ, Seropédica.

[15] COSCIONE, A. R. 2001. *O uso de calibração multivariada para a determinação espectrofotométrica simultânea de alumínio e ferro: aplicação na análise de plantas e solo*. Tese de Doutorado, UNICAMP.

[16] SCHNITZER, M. 1982. Organic matter characterization. In: PAGE, A.L. (Ed.). *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison: ASA/SSSA. 2:581-594.

Tabela 1. Coeficientes da análise de regressão para os dois métodos de determinação do alumínio testados, e dados da análise de ACP.

X	Y	R ²	Coeficiente Linear			Coeficiente Angular			P(%)
			Min.	Médio	Máx.	Min.	Médio	Máx.	
Al_K_PL	Al_K_AX	0,95	-4,5	-0,47	3,57	0,92	1,00	1,08	***
Al_K_PL	Al_K_Na	0,30	-6,79	3,15	13,09	0,18	0,38	0,58	ns
Al_K_PL	Al_Cu_PL	0,36	54,74	141,3	227,86	2,02	3,75	5,48	ns
Dados da análise de ACP		F1	F2	F3	F4				
Autovalores		2,786	0,982	0,213	0,019				
Variância (%)		69,654	24,552	5,325	0,469				
Cumulativo (%)		69,654	94,206	99,534	100,00				

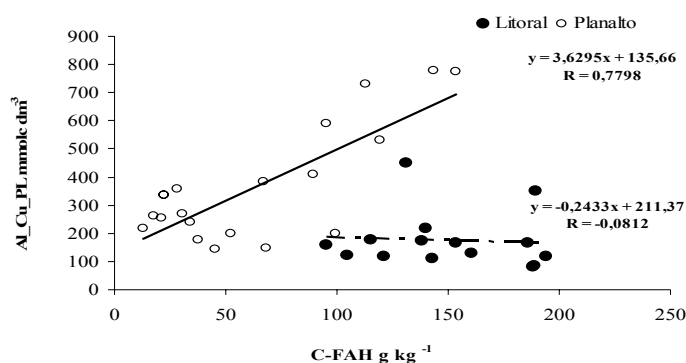


Figura 1. Relação entre o alumínio extraído pelo cloreto de cobre (Al_{Cu}PL) e determinado pelo plasma com o carbono na fração ácido húmico (C-FAH).

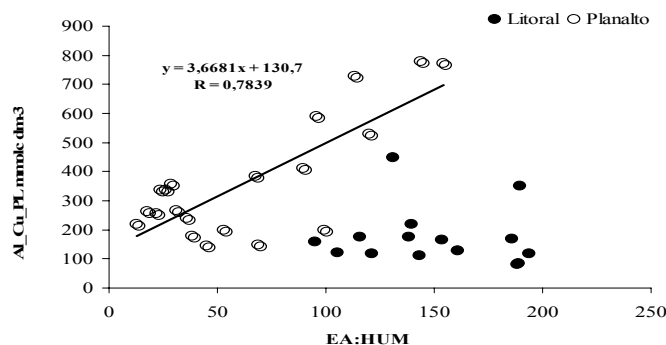


Figura 2. Correlação entre o alumínio extraído pelo cloreto de cobre (Al_{Cu}PL) e determinado pelo plasma com a relação extrato alcalino/húmina (EA/C-HUM).

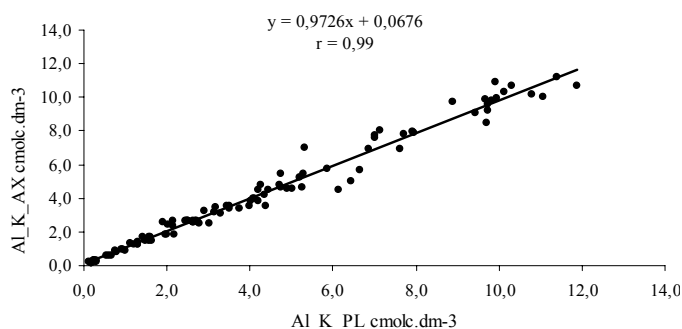


Figura 3. Correspondência entre os métodos do Al extraído com KCl e determinado pelo plasma (Al_KPL) e do Al extraído com KCl e determinado pelo método do alaranjado de xilenol (Al_KAX).

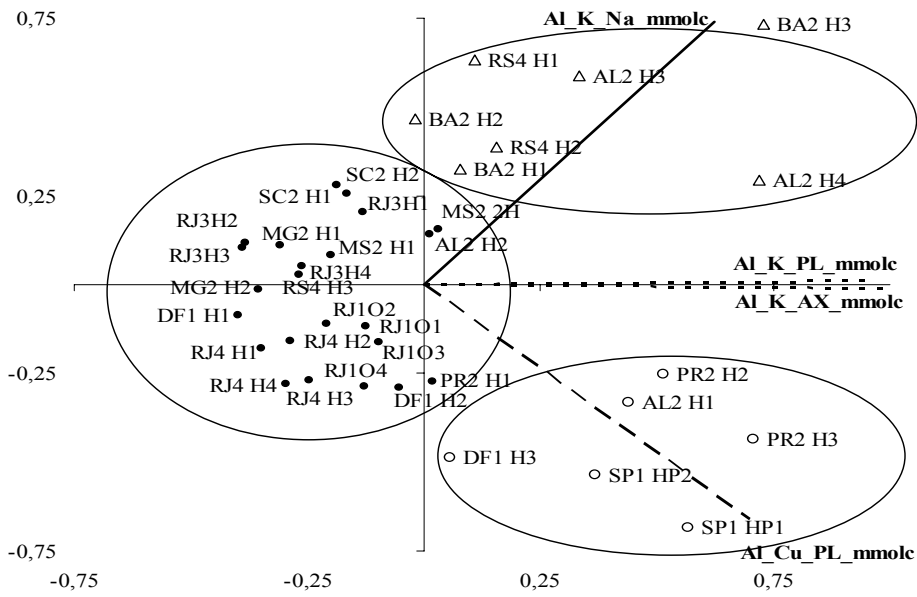


Figura 4. Ilustração dos 3 grupos de dados formados em função da relação entre os valores de Al_K_AX e do Al_K_PL , onde o eixo x explica 70% dos dados observados e o eixo y explica apenas 25% da relação. Sendo os dados gradados pela ACP.

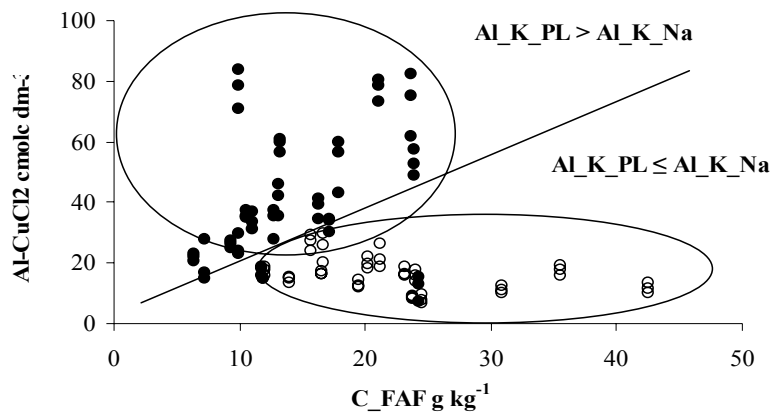


Figura 5: Ilustração dos 2 grupos de dados formados em função da relação entre os valores de Al_Cu_PL e o C_FAF .

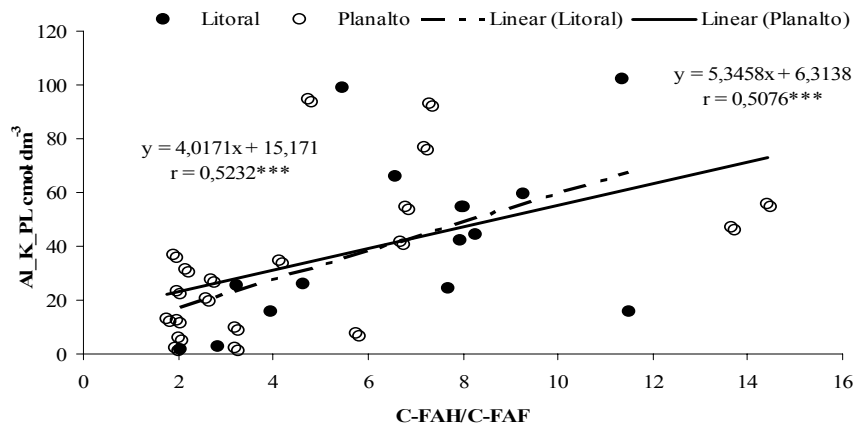


Figura 6. Relação entre o Al extraído com KCl e determinado pelo plasma com a relação $C-FAH/C-FAF$.

LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DE BAIXA E MÉDIA INTENSIDADE DE SOLOS DO MUNICÍPIO DE GUARIBAS, PIAUÍ

FLÁVIO HUGO B. BATISTA DA SILVA⁽¹⁾ & ROBERTO DA BOA VIAGEM PARAHYBA⁽²⁾

RESUMO - A diversidade ambiental da Zona Semi-Árida do Nordeste Brasileiro é de extrema complexidade. Para se restringir essa complexidade é importante uma estratificação de ambientes. Sendo assim, os levantamentos de solos são fundamentais, pois permitem organizar áreas de exploração de acordo com as suas vocações naturais. Este trabalho teve como objetivo realizar o levantamento de solos do município de Guaribas, visando subsidiar o planejamento de atividades agrícolas e pecuárias, incluindo recomendações de áreas para preservação ambiental. A prospecção dos solos foi desenvolvida procurando percorrer toda a área municipal. A descrição dos perfis, a coleta de amostras e a classificação pedológica foram feitas de acordo com as normas do Sistema de Classificação de Solos. Os principais solos que ocorrem são: Neossolos Quartzarênicos (RQ), Latossolos (L), Argissolos (P), e Neossolos Litólicos (RL), além de áreas com predomínio de Afloramentos Rochosos (AR).

Palavras-Chave: (Levantamento de solos; aptidão agrícola, Guaribas).

Introdução

O presente estudo foi desenvolvido pela Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento – UEP Recife, pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Embrapa, e financiado pelo Governo Federal, dentro do Programa FOME ZERO. Trata do Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade de solos – escala 1:100.000 do município de Guaribas, Estado do Piauí, tendo como objetivo principal gerar dados, em termos de caracterização, classificação, cartografia e quantificação dos principais solos e suas relações com segmentos componentes das paisagens. Dentro desta filosofia de estudos, buscou-se o conhecimento dos solos e da sua variabilidade, principalmente conforme as diferenciações de relevo, vegetação e geologia, assim como também em relação a determinados fatores limitantes ao uso agrícola, tais como, erosão, pedregosidade e rochiosidade.

Este trabalho, cartograficamente oferece bem mais detalhes que os levantamentos de solos desenvolvidos anteriormente BRASIL [1,2], mesmo assim, espera-se que sejam realizados trabalhos em escalas maiores nas áreas com maior potencial agrícola.

O município de Guaribas, PI possui uma área total de 3.741,5 km² (IBGE, [3]) dos quais 2.712,5 km²

(72,5 %) da área municipal pertencente ao Parque Nacional da Serra das Confusões, ou seja, 1.029,0 km² (27,5 %) da área municipal que poderá ser utilizada para o planejamento de diferentes atividades.

Material e Métodos

A metodologia utilizada para a execução desse trabalho foi a desenvolvida e adotada pelo Centro Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (CNPS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Os estudos de solos foram realizados através do levantamento pedológico a nível de reconhecimento baixa e média intensidade na escala 1:100.000. As atividades desenvolvidas seguiram a sequência abaixo.

Trabalhos preliminares de escritório

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica com objetivo de obter todas as informações disponíveis a respeito dos diversos estudos já realizados na área. As principais informações consultadas referem-se o mapa e relatórios de levantamentos: pedológicos, geológicos, geomorfologia, vegetação, clima, relevo, rede de drenagem superficial, rodovias, divisão municipal e fisiografia da região. Devido à indisponibilidade de fotografias aéreas e/ou imagens de satélites em escala apropriada, utilizou-se para o mapeamento, cartas topográficas na escala 1:100.000 publicadas pela SUDENE, conforme SALMITA [4], destacando-se as folhas denominadas de Japecanga (SC.23 X-A-VI), Chapada dos Gerais (SC.23-X-B-IV), Guaribas (SC.23-X-C-III) e Peixes (SC.23-X-D-I)

De posse deste material procedeu-se uma interpretação inicial dos principais padrões de solos, considerando os diversos ambientes pedoclimáticos e outros fatores interpretativos como drenagens, relevo, geologia e vegetação.

Trabalhos de campo

Após ter sido feita a análise e interpretação das informações disponíveis sobre solo e uns fatores de formação, fez-se a programação dos trabalhos de campo que teve o objetivo de identificar e estabelecer os limites e distribuição das diversas unidades de mapeamento na área e posteriormente no mapa, conforme procedimentos normativos de levantamentos pedológicos EMBRAPA [5, 6]. Para isto, foi preciso percorrer as todas as estradas de acesso ao longo do município. Durante o percurso das estradas foram realizadas tradagens, a cada 2 km, para exame do solo e sua caracterização quanto a sua morfologia (horizontes, espessura, cor, textura, consistência, etc); sua espacialização e ocorrência no ambiente (classificação taxonômica; proporção de

ocorrência nas paisagens; situação topográfica; geologia e material de origem; pedregosidade e rochividade; altitude; drenagem; vegetação predominante) e uso agrícola. Foram também registradas outras características ambientais da região de muita utilidade para a identificação e cartografia dos solos. Como os aspectos geomorfológicos, erodibilidade dos solos, fatores de impedimentos a mecanização e os relacionados a gênese dos solos. Além de exames em solos executados com trados, foram abertas trincheiras em locais estratégicos e representativos, escolhidos para descrição e amostragem de perfis de solos representativos das unidades de mapeamento. Foi adotada a metodologia para as descrição e coleta das amostras de solos por LEMOS & SANTOS [7] e ainda, as definições e notações de horizontes e camadas do solo pela EMBRAPA [8]. As amostras de solos coletadas foram encaminhadas para laboratório para análises necessárias de caracterização de solos.

Trabalhos de Laboratório

As análises químicas e físicas de caracterização dos solos foram executadas no laboratório do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Embrapa (CNPS) no Rio de Janeiro, utilizando os métodos recomendados pelo "Manual de Métodos de Análise de Solo" EMBRAPA [9].

Trabalhos de geoprocessamento

Com base nas observações de campo, exames e descrições morfológicas dos solos efetuados durante os trabalhos de campo e resultados analíticos de perfis de solos, confeccionou-se manualmente o mapa de solos do município e sua respectiva legenda. A elaboração da legenda baseou-se nas normas e critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos EMBRAPA [10].

A digitalização das cartas planimétricas e do mapa de solos confeccionado no campo foram realizados mediante o uso e uma mesa digitalizadora conectada a um microcomputador Pentium 233 Mhz, utilizando o softwares PC Arc/infor e Arcview da "Environmental Systems Reserch Institute-ESRI."

Os resultados do mapeamento de solos é apresentado na escala 1:100.000 que mostra a espacialização das unidades de mapeamento com as respectivas simbologias e legendas, além da rede de drenagem, açudes, principais rodovias, divisão municipal e cidades.

Foi adotada a metodologia do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, para estudo das terras do município de Guaribas, conforme RAMALHO & BEEK [11].

Resultados

Os principais classes de solos encontradas no mapeamento do município estão na tabela 1.

TABELA 01 – Classes de solos do município de Guaribas-PI.

Classes de solos	Área no município (km²)	% área no município
Latossolo	478,3	12,8
Argissolo	294,3	7,9
Neossolo Quartzarênico	2.654,0	70,9
Neossolo Litólico	276,0	7,4
AR	35,0	0,90
Lagoa	3,9	0,1
TOTAL	3.741,5	100

Discussão

Os solos mapeados da área municipal são das classes dos Neossolos Quartzarênicos (71%), Latossolos (12%), Argissolos (7%), Neossolos Litólicos (7%) e Afloramentos de rocha (1%) da área do município. Os Neossolos Quartzarênicos e Latossolos ocorrem predominantemente em relevo plano a suave ondulado, sendo que os Latossolos ocorrem numa cota mais elevada. Os Neossolos Quartzarênicos ocupam áreas também elevadas, entretanto, numa cota mais baixa. Os Argissolos ocorrem nas cotas mais baixas e intermediárias. Os Neossolos Litólicos ocorrem nas áreas mais acidentadas geralmente nas áreas de contatos entre as formações geológicas e sempre associadas aos Afloramentos rochosos de constituições variadas.

Estima-se que 91% das terras da área municipal que não pertence ao Parque Nacional da Serra das Confusões, apresentam aptidão restrita para uso com pecuária e 20% das terras com aptidão restrita a regular para o cultivo de lavouras, em pelo menos um nível de manejo.

As áreas indicadas para preservação ambiental são aquelas que não apresentam potencial para uso com lavouras ou pecuária e abrangem 8,3% da área do município.

Quanto à infraestrutura, observou-se que o município é pobre em estradas, e as existentes estão em péssimo estado de conservação. O município fica numa situação isolada e longe dos grandes centros consumidores, o que dificulta a comercialização e abastecimento de diversos produtos alimentícios e de outros gêneros.

Quanto à infraestrutura hídrica é muito carente, por não apresentar açudes, nem exploração d'água subterrânea. Pesquisas nestas áreas serão de fundamental importância para o desenvolvimento desta região. Existem estudos nas áreas circunvizinhas, mostrando a existência de águas subterrâneas. Verificou-se a exploração da água através de poços profundos para consumo humano, uso de irrigação e outros fins.

É de suma importância do envolvimento de órgãos de pesquisa e extensão rural para garantir aos agricultores deste município, informações necessárias para o desenvolvimento de atividades agroecológicas sustentáveis. Deve-se, também valorizar o uso de tecnologias alternativas e adaptadas a região semi-árida a

exemplo da construção de barragens subterrâneas, uso de plantas tolerantes a seca, sistemas CBL (capim, búfel, leucena), construção de cisternas, etc.

Conclusões

Os principais solos que ocorrem no município são constituídos unidades simples e por associações de classes de solos, como os Argissolos (P), Latossolos (L) Neossolos Quartzarênicos (RQ), Neossolos Litólicos (RL), Cambissolos (C) e Neossolos Flúvicos (RY), além de áreas com predomínio de Afloramentos rochosos (AR).

Apesar de uma pequena variabilidade climática no sentido leste-oeste ao longo do município, esta não é suficiente para suprir as necessidades hídricas da maioria das culturas, necessitando com isto o uso de culturas adaptadas a condições de déficits hídricos e/ou uso de cultivos irrigados. Além disso, observa-se que nesta região as precipitações são bastante irregulares ao longo dos anos, constituindo-se em importante fator limitante à produção agrícola.

Agradecimentos

Desde já agradecemos a todos os participantes deste trabalho, bem como, o apoio dado pelo IBAMA localizado na cidade de Caracol, Estado do Piauí.

Referências

- [1] BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN, 1986. (EMBRAPA. SNLCS/SUDENE-DRN. Boletim de Pesquisa, 36) (Brasil. SUDENE. DRN. Série Recursos de Solos, 18). 782p. 2 vol. ilustr.
- [2] BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folhas SB 23/24 Rio São Francisco/Aracaju: Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973. 1v. 7 mapas. (Levantamento de Recursos Naturais, 1).
- [3] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. 1999. Homepage :<http://www.ibge.gov.br/home/>.
- [4] SALMITA, A. R. **Catálogo das cartas topográficas do Nordeste**. Escala 1:100.000 (Folha Japeçanga SC.23 X-A-VI, Chapada dos Gerais SC.23-X-B-IV, Guaribas SC.23-X-C-III e Peixes SC.23-X-D-I). Recife, SUDENE, 1980. 196p.
- [5] SANTOS, H. G. dos; HOCHMULLER, D. P.; CAVALCANTI, A. C.; RÊGO, R. S.; KER, J. C.; PANOSO, L. A.; AMARAL, J. A. M. do. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 116 p.

[6] EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos (Rio de Janeiro, RJ). **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento**: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 1988b. 67p. (Embrapa-SNLCS. Documentos, 11).

[7] LEMOS, R.C de; SANTOS, R.D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 83p.

[8] EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos (Rio de Janeiro, RJ). **Definição e notação de horizontes e camadas do solo**. 2.ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1988a. 54p. (Embrapa-SNLCS. Documentos, 3).

[9] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

[10] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação-SPI, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p. il.

[11] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. 65p.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

LIMITAÇÕES E POTENCIALIDADES DE CLASSES DE SOLOS PARA LOCAÇÃO DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE

MARIA SONIA LOPES DA SILVA⁽¹⁾; GIZELIA BARBOSA FERREIRA⁽²⁾; ANDRÉA MARIA ALVES DE LUCENA⁽³⁾; MANOEL BATISTA DE OLIVEIRA NETO⁽⁴⁾; ROBERTO PARAHYBA DA BOA VIAGEM⁽⁵⁾; JOSÉ CARLOS PEREIRA DOS SANTOS⁽⁶⁾; TONY JARBAS FERREIRA CUNHA⁽⁷⁾

RESUMO - Devido à irregularidade das chuvas, os agricultores do semiárido estão sempre enfrentando riscos de perdas totais ou parciais de suas lavouras. Para vencer essas limitações, é imprescindível que se aumente a eficiência do aproveitamento das chuvas que caem nos agroecossistemas. Este aumento da eficiência pode ser conseguido através da construção de alternativas tecnológicas de captação de água de chuva. A Barragem Subterrânea (BS) constitui uma técnica de captação de água de chuva que contribui com a redução dos efeitos negativos dos longos períodos de estiagem. Como toda tecnologia a BS tem suas limitações e a maior delas é não ser apropriada para todo ambiente, existem critérios/parâmetros técnicos de construção que devem ser rigorosamente seguidos, como a identificação de solos da área onde a mesma deverá ser implantada. Diante do exposto, visando fornecer subsídios sobre ambiente apropriado para construção de unidades de barragens subterrâneas, o presente trabalho teve como objetivo apontar às limitações e potencialidades de classes de solos para locação de barragens subterrâneas, no semiárido do Nordeste brasileiro.

Palavras-Chave: captação de água de chuva, tecnologia social, características do solo.

Introdução

Barragem subterrânea (BS) é uma alternativa tecnológica social (compreende produtos, técnicas e/ou metodologias reprodutíveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que represente efetivas soluções de transformação social) de captação de água de chuva que contribui com a redução dos efeitos negativos dos longos períodos de estiagem. Colabora com o aumento da disponibilidade de água dentro do solo, reduzindo os riscos da exploração agrícola, consequentemente viabilizando a agricultura em pequenas e médias

propriedades rurais do semiárido brasileiro. A BS é formada por uma parede ou septo impermeável (Figura 1), que parte da camada impermeável ou rocha até uma altura de aproximadamente 0,7 m acima da superfície do terreno, construída transversalmente à descida da água, objetivando barrar o fluxo de água superficial e subterrâneo de um aquífero pré-existente ou criado concomitantemente com a construção da barreira impermeável [1] e [2]. Tem como função criar e/ou elevar o nível do lençol freático por meio da infiltração da água, com posterior utilização pelas plantas [3].

É uma alternativa viável quando locada em ambiente que atenda os parâmetros técnicos de construção e de manejo dos recursos solo e água. As experiências com barragem subterrânea no Nordeste brasileiro começaram no início da década de 80 pela Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. Paralelamente, na mesma década um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco, também começou estudos com BS. Diferentes materiais são utilizados como septo impermeável/parede: argila compactada (barro batido), concreto e lona plástica. O modelo desenvolvido pela Embrapa utiliza lona plástica de polietileno de 6 µ de espessura.

A barragem subterrânea é uma das âncoras do Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2). Este programa tem como princípio básico dotar cada família do semiárido brasileiro (SAB) de Uma Terra (1), com tamanho suficiente para produzir alimentos, e Duas fontes de água (2), uma para o consumo humano e outra para produção de alimentos e/ou criação de animais. O P1 + 2 é um Programa de formação e mobilização social para convivência com o semiárido brasileiro que está sendo implantado em alguns Estados do Nordeste, através de Unidades Pilotos, podendo ser incorporado a programas governamentais como o “Programa Hum Milhão de Cisternas (P1MC)” [4]

Nos últimos anos tem crescido muito o interesse por parte de empresas públicas, privadas e de movimentos sociais pela implantação de barragens subterrâneas nos agroecossistemas rurais do semiárido brasileiro. A

^(1,4,5,6) Pesquisador (a) Embrapa Solos-UEP Nordeste. Avenida Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51020-240. E-mail: sonia@uep.cnps.embrapa.br

⁽²⁾ Mestranda do PPG em Desenvolvimento Rural e Agroecologia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR).

⁽³⁾ Graduanda do Curso de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE)

⁽⁷⁾ Pesquisador Embrapa Semiárido. Caixa Postal 23, Petrolina, PE, CEP 56302-970.

Apoio financeiro: CNPq e BNB

despite de todo interesse existem muitas unidades de BSs improdutivas no Nordeste, em decorrência da não apropriação da tecnologia por parte do agricultor e de problemas relativos à construção.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo apontar às limitações e potencialidades de classes de solos para locação de barragens subterrâneas, no semiárido do Nordeste brasileiro.

Material e Métodos

Cento e quinze BSs estão sendo monitoramento em três estados do Nordeste (Paraíba, Bahia e Pernambuco). Em todas elas estão sendo acompanhada a produção, a pluviosidade, os cultivos explorados, o manejo do solo e da cultura, e instalados poços de observação para acompanhamento do nível do lençol freático. Este monitoramento tem detectado que muitas BSs estão inativas em virtude de falhas na construção, principalmente no que diz respeito ao solo onde estão sendo locadas.

A partir dos parâmetros técnicos de construção de BSs e do monitoramento realizado em algumas unidades produtivas, o estudo foi conduzido tendo-se como referência o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos [5].

Os parâmetros técnicos de construção de barragens subterrâneas com lona plástica, modelo CPATSA são: 1. Podem ser construídas em leito de rio/riacho e linhas de drenagem; 2. Em solos com profundidade de 1 a 3 m e de textura média a grossa; 3. Declividade (topografia) da área de no máximo 2%; 4. Vazão do rio/riacho não pode ser muito forte; 5. De preferência a água do rio/riacho/córrego não ter problemas com sais; 6. A precipitação média anual da área deve ser suficiente para armazenar água; 7. E o mais importante, o agricultor tem que se apropriar da BS, tem que precisar dela para auxiliar no seu sustento, tem que viver dela, e principalmente tem que ser sensibilizado, antes da construção, sobre a manutenção da estrutura hidráulica, sobre o manejo do solo, da água e das possibilidades de cultivos a serem explorados dentro da bacia de acumulação. Todos estes parâmetros são fundamentais para eficiência da tecnologia.

Sobrepondo os parâmetros técnicos recomendados para construção de BSs com as características de solo, segundo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), foi realizada uma prospecção das limitações e potencialidades das classes de solos de ocorrência no semiárido do Nordeste mais adequadas para locação desta tecnologia.

Resultados e Discussão

O resultado deste trabalho servirá como documento norteador para futuras construções de BSs por fornecer subsídios sobre os ambientes mais adequados para locação destas. Servirá, também, como alerta para que instituições públicas e não-governamentais atentem para importância do conhecimento sobre o solo e suas implicações na eficiência da estrutura hidráulica e no manejo do solo e das culturas dentro das unidades

produtivas de BSs.

Após a sobreposição dos parâmetros de construção com as características das classes de solos detectadas, através do monitoramento das áreas de plantio de unidades de BSs, construídas nos estados de Pernambuco, Bahia e Paraíba, temos a inferir:

Solos de textura arenosa

Solos de textura arenosa como os Neossolos Quartzarênicos (Figura 2), geralmente não são aptos para BS devido ser muito profundo e possuir baixa capacidade de retenção de água. Porém quando este solo apresenta uma camada impermeável dentro de 3 m de profundidade, e certo teor de argila como o Neossolo Quartzarênico latossólico, pode ser utilizado com bons resultados. Estes solos possuem baixas taxas de evaporação devido a baixa capilaridade.

Neossolo Flúvico (Figura 3) são os mais comumente usados para construção de BSs em leito de riacho. Porém, especial atenção tem que ser dada para profundidade destes solos em alguns leitos de rios/riachos. Como mencionado anteriormente, as BSs com lona plástica só permitem uma profundidade de até 3 m, onde assegura à resistência do plástico a vazão da água. Em rios/riachos onde os solos apresentem profundidades maiores que 3 m e com grande vazão, é recomendado à construção de BS com septo impermeável em alvenaria ou de pedra e cimento. Outro aspecto a considerar é o intervalo de tempo em que se têm grandes eventos de precipitação. Mesmo em rio/riacho onde o histórico aponte ocorrências de chuvas fortes em intervalos de tempo grande, não é recomendado a construção de BS de plástico, pois a forte vazão nesta ocasião danifica/rompe o septo impermeável/parede, comprometendo todo investimento utilizado. É, portanto, importante se preocupar com a vazão da água para que não se coloque em risco a estrutura da BS.

Solos de textura argilosa e muito argilosa

Os solos argilosos principalmente os que possuem na sua composição mineralógica argilas 2:1 como os Vertissolos (Figura 4) e os Luvisolos Crômicos vérticos (Figura 5) e outros de características vérticas, apesar da alta a média fertilidade, não são viáveis para BS em consequência de suas características de expansão e contração que pode comprometer a estrutura da parede, proporcionando vazamento, e sua textura muito argilosa dificultar o manejo da área de plantio dentro da bacia durante o período chuvoso. Além destas características têm-se como limitantes a baixa permeabilidade, baixa condutividade hidráulica e baixa capacidade de retenção de água destes solos, condições estas que propiciam acúmulo de sais na superfície, o que é indesejável para BS.

Solos de textura média/argilosa

Os solos de textura média/argilosa com argilas 1:1 na sua composição mineralógica podem apresentar propriedades favoráveis, proporcionando maior aglutinação das partículas, consequentemente maior retenção de água e nutrientes e melhores condições de manejo, principalmente no período de chuvas. Os Argilosos Amarelos (Figura 6) e Vermelho-Amarelos (Figura 7) de textura média/argilosa

são solos ocorrem com maior frequência no semiárido e nos quais podem ser locados BSs com maiores garantias de sucesso devido suas características de média fertilidade e condições físicas favoráveis, mesmo quando apresentam camada de impedimento.

O impedimento físico proporciona um comportamento peculiar nesses solos que pode ser favorável em termos de suprimento de água às plantas, principalmente na região semiárida. A baixa disponibilidade de água nas camadas aráveis é compensada pelos horizontes subsuperficiais, apresentando um aumento de capacidade de armazenamento de água. Essa característica, aliada a uma menor permeabilidade e uma moderada capacidade de infiltração, permite uma maior e mais demorada condição de armazenamento de água nessa zona de impedimento e acima dela, o que para barragem subterrânea constitui característica favorável.

Solos rasos

Os solos rasos como os Neossolos Litólicos (Figura 8) não são recomendados para locação de BSs devido proporcionar pouca acumulação de água e maior evaporação.

Conclusões

Um dos aspectos técnicos fundamentais na construção de barragens subterrâneas é a avaliação prévia dos atributos do solo da área onde se pretende implantar uma unidade produtiva. Não se pode construir BSs sem um especialista em Geologia e Gênese e Classificação dos Solos;

A caracterização dos atributos do solo, que consiste em identificar suas propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, com posterior definição da classe de solo, antes da implantação das unidades de BSs, é fundamental por fornecer subsídios para o manejo adequado do sistema solo-água-planta em sua área de plantio, bem como na eficiência da estrutura hidráulica;

Referências

- [1] FREITAS, I. 1999. Efeitos ambientais de barragem subterrânea na microbacia do córrego Fundo, região dos Lagos/RJ. Universidade Federal Fluminense. 2006 (Dissertação de Mestrado).
- [2] SILVA, M. S. L. da; ANJOS, J.B.; BRITO, L.T. de L.; SILVA, A. de S.S.; PORTO, E.R.; HONÓRIO, A. P. M. **Barragem subterrânea**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2006. (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas, N° 75).
- [3] COSTA, W.D. **Manual de barragens subterrâneas**. Ed. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco. 2005. 49p il.
- [4] SILVA, M. S. L. da ; ANJOS, José Barbosa dos ; FERREIRA, G. B. ; MENDONÇA, C. E. S.; SANTOS, J. C. P.; Oliveira Neto, M. B. de. Barragem subterrânea: uma opção de sustentabilidade para a agricultura familiar do semi-árido do Brasil. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. (Embrapa Solos. Circular Técnica 36).
- [5] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação** 2 ed. Rio de Janeiro, 2 ed . 2006. 306 p.

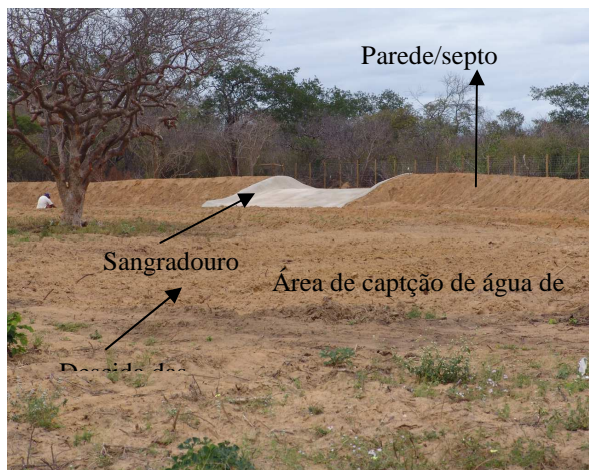


Figura 1. Barragem subterrânea.



Figura 2. Neossolo Quartzarênico



Figura 3. Neossolo Flúvico



Figura 4. Vertissolo

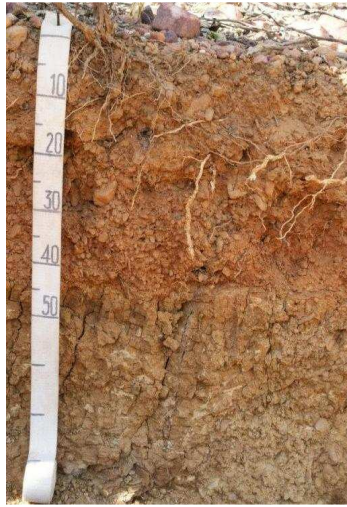


Figura 5. Luvisolo Crômico vértico



Figura 6. Argissolo Amarelo



Figura 7. Argissolo Vermelho-Amarelo



Figura 8. Neossolo Litólico

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Mapa de Solos do Brasil, Legenda Atualizada”

WALDIR DE CARVALHO JÚNIOR⁽¹⁾, HUMBERTO GONÇALVES DOS SANTOS⁽²⁾, SILVIO BARGE BHERING⁽²⁾, CÉSAR DA SILVA CHAGAS⁽²⁾, MÁRIO LUIZ DIAMANTE ÁGLIO⁽²⁾, TAMARA CRISOLIA⁽³⁾

RESUMO - o Mapa de Solos do Brasil, na escala 1:5.000.000 e a sua respectiva legenda atualizada para o segundo nível do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) – 2ª edição é uma iniciativa da Embrapa Solos na atualização da distribuição e ocorrência dos principais solos do Brasil. Esse trabalho constitui-se em uma atualização taxonômica e cartográfica realizada com base em estudos técnicos e levantamentos de solos realizados posteriormente a 1981.

Palavras-Chave: (solos; mapeamento; Brasil)

Introdução

O mapa de solos acompanhado de sua respectiva legenda é uma informação essencial na avaliação do potencial das terras e constituem-se, também, como fonte de dados e de conhecimento para o desenvolvimento sustentável e para a conservação do meio ambiente.

A disponibilização desse mapa de solos atualizado e em formato digital permite a utilização da classificação dos solos em um sistema taxonômico uniforme, que associado a distribuição e ocorrência espacial dos solos possibilitam a correlação e extrapolação dos resultados da pesquisa para outras regiões de condições ambientais similares no Brasil.

Após quase três décadas entre o lançamento do primeiro mapeamento de solos de abrangência nacional realizado pelo extinto Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS, 1981), da incorporação de novos conhecimentos a partir do lançamento e consolidação da 2ª edição do SiBCS (EMBRAPA, 2006), a Embrapa Solos tem o orgulho de disponibilizar, ainda que numa primeira aproximação, para toda a comunidade da ciência do solo o Mapa de Solos do Brasil revisado e atualizado de acordo com o SiBCS em sua 2ª edição. Esse novo mapa via permitir aos tomadores de decisão uma poderosa fonte de informações indispensável ao planejamento em nível regional/nacional de uso

sustentável das terras e a conservação ambiental (BARTELLI, et. al., 1966)

Material e Métodos

A primeira atividade realizada nesse trabalho consistiu na avaliação e ajuste do material cartográfico do mapa de solos original utilizado nesse trabalho. Ainda nessa primeira etapa foram incorporados ao material original novos estudos de solos de abrangências estaduais como por exemplo os do estado do Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais, entre outros, além de demais planos de informação empregados na atualização da legenda do mapa de solos.

O material cartográfico empregado, sob a qual foi ajustado o delineamento do mapa de solos foi produzido a partir da digitalização do mapa de solos do Brasil elaborado na escala 1:5.000.000 (SNLCS, 1981). Toda essa etapa do trabalho foi realizada no Laboratório de geoinformação da Embrapa Solos através do emprego de ferramentas de sistema geográfico de informação ARC/Info (ESRI, 1996 a,b).

Utilizou-se de ferramentas computacionais de sistemas de informação geográfica com objetivo exclusivo de dar suporte ao material de apoio temático elaborado para ser a base referencial para a atualização do delineamento do mapeamento de solos do Brasil segundo a 2ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

A atualização da cartografia do mapa de solos do Brasil foi realizada a partir de mapas de solos em escalas variadas, posteriormente generalizados em termos cartográficos e taxonômicos para a escala final de 1:5.000.000 com o intuito de apresentar um documento único de fácil visualização e exposição.

A 2ª edição do SiBCS incorporou relevantes alterações e mudanças ao sistema de classificação, desde o nível de Ordem até o nível de Subgrupo, com redefinição, reestruturação, extinção e inclusão de classes de solos. No sentido de manter o sincronismo com o sistema vigente, a atualização das unidades de mapeamento do mapa de solos do Brasil sofreram avaliações, alterações e reestruturações de acordo com a 2ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) conforme os preceitos estabelecidos pela Embrapa Solos.

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Pesquisador da Embrapa Solos. Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico no. 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-000. E-mail: waldircj@cnps.embrapa.br

⁽²⁾ Segundo, terceiro, quarto e quinto autores são pesquisadores da Embrapa Solos. Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico no. 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-000. E-mail: humberto@cnps.embrapa.br; silvio@cnps.embrapa.br; cesar@cnps.embrapa.br; mario@cnps.embrapa.br.

⁽³⁾ Sexto Autor é estagiária de pesquisa da Embrapa Solos. Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico no. 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-000. E-mail: tamaragrisolia@yahoo.com.br

A etapa de atualização taxonômica teve início na reavaliação das legendas e dos estudos dos levantamentos de solos estaduais que foram empregados na compatibilização e elaboração da legenda, como por exemplo o mapa de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná na escala 1:250.000, considerando a classificação de solos até o 5ª nível hierárquico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Nessa atualização taxonômica foram empregados Subgrupos existentes e já definidos no SiBCS (EMBRAPA, 2006) em outros Grandes Grupos, onde não constavam suas ocorrências. Também se optou pela combinação para o quarto nível, utilizando subgrupos já relacionados no SiBCS, listados em ordem de importância taxonômica. Como informação complementar, foram incluídas informações referentes ao quinto e sexto níveis categóricos ainda não efetivados pelo sistema atual, mas necessárias, porque já constavam nas legendas originais (SNLCS, 1981 e IBGE, 2001) de forma a não haver perda de informação, como, por exemplo, o caráter álico.

Nessa etapa do trabalho houve atenção especial às propriedades diagnósticas atualizadas e a incorporação de novos conhecimentos de solos, sua distribuição e a composição das unidades de mapeamento.

Resultados

A legenda de identificação dos solos foi organizada considerando-se a distribuição dos mesmos na paisagem, utilizando-se de unidades combinadas, ou seja, associações de solos, toda vez que a sua distribuição assim o requeria.

Nas associações de solos figura em primeiro lugar o componente que tem a maior extensão geográfica, seguindo em ordem decrescente pelo segundo e terceiro componentes.

Na tabela 1 é apresentada a ocorrência percentual dos solos em nível de ordem de acordo com o SiBCS (EMBRAPA, 2006), segundo a ocorrência do principal componente das unidades de mapeamento para os mapas de 1981 e o que vem sendo desenvolvido por este projeto.

Na tabela 2, são apresentados os valores percentuais de acordo com o 2º nível categórico do SiBCS (EMBRAPA, 2006), sempre que possível, pois em alguns casos não foi possível definir o 2º nível para algumas classes no mapa de 1981.

A Figura 1 identifica as ordens das classes de solos pela cor, no caso referente ao primeiro componente das unidades de mapeamento.

Discussão

A apresentação e disponibilização do mapa de solos do Brasil (versão inicial), em escala 1:5.000.000, feito por compilação de outros mapas e atualizado para a 2ª edição do SiBCS representa uma importante contribuição e uma grande oportunidade para os especialistas da área de solos.

A legenda sinóptica têm por objetivo simplificar a apresentação, enquanto que, as legendas completas visam manter o real detalhe da composição das unidades de mapeamento e serão disponibilizadas ao final do projeto. Essa legenda apresenta as classes de solos das unidades de mapeamento até o nível de grande grupo, 3º nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Conclusões

As treze classes de solo em nível de ordem do atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS, estão representadas no mapa, distribuídas em 32 classes de solos em nível de subordem, acrescidos dos tipos de terreno de afloramentos de rocha e dunas.

A classe de solos dominante como primeiro componente das unidades de mapeamento no mapa de solos do Brasil é a classe dos Latossolos, que perfaz 31,6% do território nacional. Em seguida, aparece a classe dos Argissolos, com 26,8% do nosso território, e em terceiro lugar em ordem decrescente ocorrem os Neossolos, com 13,3%.

Agradecimentos

A Embrapa Solos apresenta publicamente todo o seu reconhecimento aos colegas profissionais pedólogos que contribuíram ao longo de mais de cinco décadas na geração do conhecimento, da distribuição e da ocorrência dos solos no Brasil.

Referências

- [1] BARTELLI, L.J.; KLINGEBIEL, A.A.; BAIRD, J.V.; HEDDLESON, M. R. (Ed.). **Soil surveys and land use planning**. Madison: Soil Science Society of America/ American Society of Agronomy, 1966. 196 p.
- [2] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- [3] EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Mapa de solos do Brasil. Rio de Janeiro: 1981. Mapa colorido, escala 1:5.000.000. Acompanha um texto: CAMARGO, M.N. Comunicado expositivo do mapa de solos do Brasil.
- [4] ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ESRI. **ArcView GIS. the geographic information system for everyone**. New York, 1996a. CD ROM.
- [5] ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ESRI. **ArcView spatial analyst: advanced spatial analysis using raster and vector data**. New York, 1996b. CD ROM.
- [6] MAPA de solos do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE: Embrapa Solos, 2001. Mapa color. escala 1:5.000.000.

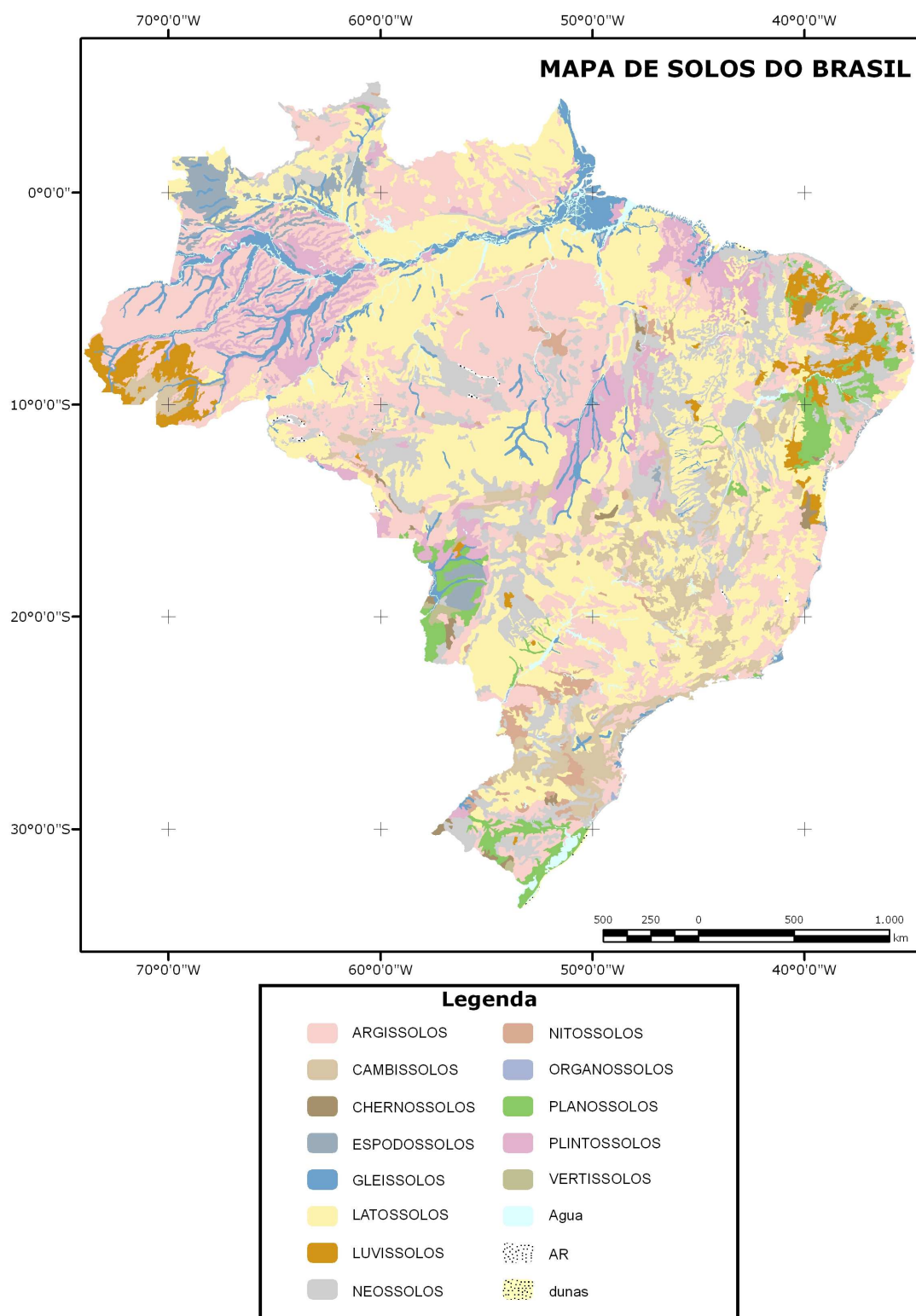
Tabela 1. Ocorrência de classes de solo em nível de ordem para os mapas de 1981 e atual.

Ordem	1981	Atual
	%	
Argissolos	25,50	26,80
Cambissolos	3,96	5,43
Chernossolos	0,52	0,45
Espodossolos	1,68	1,98
Gleissolos	3,75	4,61
Latossolos	38,48	31,62
Luvissolos	---	2,81
Neossolos	15,53	13,29
Nitossolos	1,47	1,19
Organossolos	---	0,03
Planossolos	1,78	2,75
Plintossolos	5,14	6,81
Vertissolos	0,15	0,21

Tabela 2. Ocorrência de classes de solo em nível de ordem e subordem para os mapas de 1981 e atual.

Ordem e subordem - 1981	%	Ordem e subordem - Atual	%
---	---	Afloramento de Rocha	0,13
Argissolo	3,00	Argissolo Acinzentado	0,02
Argissolo Bruno Acinzentado	0,52	Argissolo Amarelo	0,36
Argissolo Vermelho-Amarelo	21,97	Argissolo Vermelho	5,72
---	---	Argissolo Vermelho-Amarelo	20,69
Cambissolo Haplico	3,57	Cambissolo Haplico	5,38
Cambissolo Humico	0,39	Cambissolo Humico	0,05
Chernossolo	0,47	Chernossolo Argiluvico	0,30
Chernossolo Rendzico	0,05	Chernossolo Ebanico	0,08
---	--	Chernossolo Rendzico	0,08
Espodossolo	1,68	Espodossolo Ferrihumiluvico	1,98
Gleissolo Haplico	3,66	Gleissolo Haplico	4,32
Gleissolo Tiomorfico	0,09	Gleissolo Salico	0,26
---	---	Gleissolo Tiomorfico	0,02
Latossolo Amarelo	11,42	Latossolo Amarelo	11,68
Latossolo Bruno	0,16	Latossolo Bruno	0,38
Latossolo Vermelho	8,41	Latossolo Vermelho	7,46
Latossolo Vermelho-Amarelo	18,48	Latossolo Vermelho-Amarelo	12,09
---	---	Luvissolo Cromico	2,81
Neossolo Fluvico	0,69	Neossolo Fluvico	0,30
Neossolo Litolico	7,95	Neossolo Litolico	7,18
Neossolo Quartzarenico	6,35	Neossolo Quartzarenico	5,58
Neossolo Regolitico	0,53	Neossolo Regolitico	0,22
Nitossolo Bruno	0,16	Nitossolo Haplico	0,24
Nitossolo Vermelho	1,31	Nitossolo Vermelho	0,96
---	---	Organossolo Haplico	0,03
Planossolo Haplico	0,23	Planossolo Haplico	2,37
Planossolo Natrico	1,55	Planossolo Natrico	0,39
Plintossolo Haplico	5,14	Plintossolo Haplico	5,00
---	---	Plintossolo Petrico	1,82
Vertissolo	0,15	Vertissolo Ebanico	0,14
---	---	Vertissolo Haplico	0,05
---	---	Vertissolo Hidromorfico	0,02

Figura 1. Mapa de solos do Brasil 1º nível hierárquico - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).



XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Mapa de Solos do Estado do Paraná, Legenda Atualizada”

SILVIO BARGE BHERING⁽¹⁾, HUMBERTO GONÇALVES DOS SANTOS⁽²⁾, ITAMAR ANTONIO BOGNOLA⁽³⁾, GUSTAVO RIBAS CURCIO⁽⁴⁾, WALDIR DE CARVALHO JÚNIOR⁽⁵⁾, CÉSAR DA SILVA CHAGAS⁽⁶⁾, CELSO VAINER MANZATTO⁽⁷⁾, MÁRIO LUIZ DIAMANTE ÁGLIO⁽⁸⁾, JOSÉ DE SOUZA SILVA⁽⁹⁾

RESUMO - o Mapa de Solos do Estado do Paraná, na escala 1:600.000, e a respectiva Legenda Descritiva atualizadas para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) – 2ª edição é um esforço da Embrapa Solos e dos seus parceiros Embrapa Florestas e o Instituto Agrônomo do Paraná. Esse trabalho constitui-se em uma atualização taxonômica e cartográfica realizada com base na publicação da Série Documentos no. 96 da Embrapa Solos de 2007.

Palavras-Chave: (solos; mapeamento; Paraná)

Introdução

O uso da classificação dos solos dentro de um sistema taxonômico uniforme, associado ao conhecimento da distribuição e ocorrência espacial dos solos permite a extrapolação dos resultados da pesquisa para outras áreas de condições ambientais similares. O mapa pedológico e sua respectiva legenda descritiva são materiais básicos para a avaliação do potencial das terras e constituem, também, fonte de informação para o desenvolvimento sustentável e para diversas interpretações de interesse para a conservação e a defesa das condições ambientais. Após mais de duas décadas entre o lançamento do primeiro mapeamento de abrangência estadual para o Paraná, da incorporação de novos conhecimentos, da ampla difusão de ferramentas de sistemas de informação geográfica e do lançamento da 2ª edição do SiBCS, a Embrapa Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e seus parceiros, Embrapa Florestas e o Instituto Agrônomo do Paraná ao disponibilizar para a comunidade a

Legenda Descritiva e o Mapa de Solos do Estado do Paraná de acordo com o SiBCS em sua 2ª edição está proporcionando aos tomadores de decisão um instrumental indispensável ao planejamento do desenvolvimento sócio-econômico. Na certeza de estar oferecendo uma valiosa contribuição para o desenvolvimento desta importante unidade da Federação, cujas atividades agro-silvo-pastoris vêm tendo desempenho altamente consistente, nosso objetivo é o mais relevante - a melhoria da qualidade de vida do homem do campo, a adequada utilização sustentável das terras brasileiras e o progresso sustentável do país.

Material e Métodos

A primeira etapa deste trabalho consistiu na avaliação e atualização do material cartográfico destinado a servir de apoio ao delineamento do mapa de solos. Nesta etapa foram incorporados aos materiais originais novos planos de informação, em especial o limite de corpos hídricos, particularmente os reservatórios das novas usinas hidrelétricas.

O material cartográfico empregado sob a qual foi delineado o mapeamento de solos foi produzido a partir da digitalização das 22 folhas do IBGE na escala 1:250.000 que recobrem todo o estado do Paraná. Essa etapa do trabalho foi realizada no Laboratório de geoinformação da Embrapa Solos, com o auxílio de sistema geográfico de informação ARC/Info (ESRI, 1996 a,b).

Dessa forma, o material de apoio temático elaborado, com o apoio de ferramentas computacionais de sistemas de informação geográfica teve como único objetivo servir de referencial para o delineamento do mapeamento de solos

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Pesquisador da Embrapa Solos. Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico no. 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-000. E-mail: silvio@cnps.embrapa.br.

⁽²⁾ Segundo Autor é Pesquisador da Embrapa Solos. Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico no. 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-000. E-mail: humberto@cnps.embrapa.br.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Pesquisador da Embrapa Florestas. Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, km 111 Caixa Postal 319, Colombo, PR, Brasil, CEP 83411-000. E-mail: iabog@cnpf.embrapa.br.

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Pesquisador da Embrapa Florestas. Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, km 111 Caixa Postal 319, Colombo, PR, Brasil, CEP 83411-000. E-mail: curcio@cnpf.embrapa.br.

⁽⁵⁾ Quinto Autor é Pesquisador da Embrapa Solos. Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico no. 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-000. E-mail: waldircj@cnps.embrapa.br.

⁽⁶⁾ Sexto Autor é Pesquisador da Embrapa Solos. Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico no. 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-000. E-mail: cesar@cnps.embrapa.br.

⁽⁷⁾ Sétimo Autor é Pesquisador da Embrapa Solos. Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico no. 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-000. E-mail: manzatto@cnps.embrapa.br.

⁽⁸⁾ Oitavo Autor é Assistente de pesquisa da Embrapa Solos. Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico no. 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-000. E-mail: mario@cnps.embrapa.br.

⁽⁹⁾ Nono Autor é Assistente de pesquisa da Embrapa Solos. Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico no. 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 22460-000. E-mail: jose@cnps.embrapa.br.

do Estado do Paraná. Portanto, os limites políticos, espelhos de água, rodovias, áreas urbanas e outras entidades de representação cartográfica refletem as características do material básico original utilizado na digitalização, podendo, não ser plenamente compatível com bases cartográficas elaboradas por outras instituições.

A atualização do delineamento do mapa de solos foi realizada na escala de 1:250.000, posteriormente organizado e reduzido para a escala final de 1:600.000 com o intuito de apresentar um documento único de fácil visualização e exposição.

A 2ª edição do SiBCS incorporou mudanças relevantes, desde o nível de Ordem até o nível de Subgrupo, com redefinição, reestruturação, extinção e inclusão de classes de solos. Na atualização taxonômica das unidades de mapeamento do mapa de solos do estado do Paraná foram realizadas avaliações, alterações e reestruturações de acordo com a 2ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) e os preceitos estabelecidos pela Embrapa Solos.

A etapa de atualização taxonômica teve início na reavaliação das legendas e dos estudos dos levantamentos de solos que foram empregados na compatibilização (BOGNOLA et al., 2002 a, b; EMBRAPA, 1984; EMBRAPA, 2007; FASOLO et al., 1974; FASOLO et al., 2002; HOCHMÜLLER, 1975; LARACH et al., 1970; LARACH et al., 1971; LARACH et al., 1972; LARACH et al., 1981; RAUEN et al., 1977) e elaboração da legenda do mapa de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná na escala 1:250.000, considerando a classificação de solos até o 5ª nível hierárquico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Nessa atualização taxonômica foram empregados Subgrupos existentes e já definidos no SiBCS (EMBRAPA, 2006) em outros Grandes Grupos, onde não constavam suas ocorrências. Também se optou pela combinação para o quarto nível, utilizando subgrupos já relacionados no SiBCS, listados em ordem de importância taxonômica. Como informação complementar, foram incluídas informações referentes ao quinto e sexto níveis categóricos ainda não efetivados pelo sistema atual, mas necessárias, porque já constavam na legenda original (EMBRAPA, 1984) de forma a não haver perda de informação, como, por exemplo, o caráter álico.

Por fim, foram avaliadas as determinações analíticas e as descrições morfológicas dos perfis de solos descritos e coletados nos trabalhos originais segundo os critérios e parâmetros do atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Nessa etapa do trabalho houve atenção especial às propriedades diagnósticas atualizadas e a incorporação de novos conhecimentos de solos, sua distribuição e a composição das unidades de mapeamento.

Resultados

A legenda de identificação dos solos foi organizada considerando-se a distribuição dos mesmos na paisagem, procurando-se, tanto quanto possível, o uso de unidades simples, porém utilizando-se de unidades combinadas, ou seja, associações de solos, toda vez que a sua distribuição assim o requeria.

Nas associações de solos figura em primeiro lugar o componente que tem a maior extensão geográfica, seguindo em ordem decrescente pelo segundo e terceiro componentes.

A tabela 1, apresentada a seguir, mostra a ocorrência dos solos em nível de ordem de acordo com o SiBCS (EMBRAPA, 2006), segundo a ocorrência dos componentes principais nas unidades de mapeamento.

A identificação da unidade de mapeamento de solos foi feita no mapa pela cor (uma cor para cada subordem), No caso de associação de solos, a cor da unidade de mapeamento é definida pelo primeiro componente da associação, vinculado a um conjunto de letras (maiúsculas e minúsculas) e algarismos arábicos. A primeira letra maiúscula sempre se refere à ordem, enquanto a segunda e até a terceira letra maiúscula se relaciona à subordem. As letras minúsculas registram as características no 3º nível categórico (grande grupo).

A figura 1, a seguir, apresenta o Mapa de Solos do Estado do Paraná em classes de solo de 1º nível hierárquico do SiBCS (EMBRAPA, 2006).

Discussão

A apresentação e disponibilização do mapa de solos do estado do Paraná atualizado para a 2ª edição do SiBCS representa uma importante contribuição e uma grande oportunidade para os especialistas da área de solos.

A aplicação da legenda no mapa de solos impresso do estado do Paraná, em virtude da extensão da sua legenda, com 224 unidades de mapeamento de solos, muitas das quais compostas de dois ou mais componentes de classes de solo, requereu a elaboração de uma legenda sinóptica, de forma a permitir a sua apresentação em conjunto com o mapa de solos na escala 1:600.000.

As legendas sinóticas têm por objetivo simplificar a apresentação, enquanto que, as legendas completas visam manter o real detalhe da composição das unidades de mapeamento. Essa legenda apresenta as classes de solos das unidades de mapeamento até o nível de grande grupo, 3º nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Conclusões

Das treze classes de solo em nível de ordem do atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS, o mapa de solos do estado do Paraná contempla 9 classes de solos em nível de ordem, distribuídas em 36 classes de solos em nível de grande grupo.

A classe de solos dominante como primeiro componente das unidades de mapeamento no mapa de solos do estado do Paraná é a classe dos Latossolos com 61.406,59 km²

(30,76%), seguido dos Neossolos com 44.365,96 km² (22,22%), dos Argissolos com 31.013,71 km² (15,53%), Nitossolos com 30.300,09 km² (15,18%), e Cambissolos com 21.216,77 km² (10,63%).

Agradecimentos

A Embrapa Solos, a Embrapa Florestas e o Instituto Agrônomico do Paraná apresentam publicamente todo o seu reconhecimento aos colegas profissionais que contribuíram ao longo de mais de três décadas na geração do conhecimento, da distribuição e da ocorrência dos solos no estado do Paraná. Dentre os quais pode-se citar: Alcides Cardoso, Américo Pereira de Carvalho, Cláudio Edson Chaffin, Délcio Peres Hochmüller, Jorge Olmos Iturri Larach, Moacyr de Jesus Raien, Pedro Jorge Fasolo, Reinaldo Oscar Pötter.

Referências

- [1] BARTELLI, L.J.; KLINGEBIEL, A.A.; BAIRD, J.V.; HEDDLESON, M. R. (Ed.). **Soil surveys and land use planning**. Madison: Soil Science Society of America/ American Society of Agronomy, 1966. 196 p.
- [2] BOGNOLA, I.A.; FASOLO, P.J.; CARVALHO, A.P.; PÖTTER, R.O.; BHERING, S.B. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região central do Estado do Paraná (área 8)**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPS, 2002a. (Boletim de Pesquisa, 10). CD ROM.
- [3] BOGNOLA, I.A.; FASOLO, P.J.; CARVALHO, A.P.; PÖTTER, R.O.; BHERING, S.B. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região sudeste do Estado do Paraná (áreas 4, 5 e 6, 2ª parte)**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPS, 2002b. (Boletim de Pesquisa, 13). CD ROM.
- [4] EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Paraná**. Londrina, 1984. 2 tomos. (Embrapa/SNLCS. Boletim de Pesquisa, 27; IAPAR. Boletim Técnico, 16).
- [5] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- [6] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Mapa de Solos do Estado do Paraná. Rio de Janeiro**. EMBRAPA/CNPS, 2007. (Série Documentos, 96). CD ROM.
- [7] ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ESRI. **ArcView GIS. the geographic information system for everyone**. New York, 1996a. CD ROM.
- [8] ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ESRI. **ArcView spatial analyst: advanced spatial analysis using raster and vector data**. New York, 1996b. CD ROM.
- [9] LEMOS, R. C.de; SANTOS, R.D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1996. 83p.
- [10] FASOLO, P.J.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A.P. de; HOCHMÜLLER, D.P.; ITURRI L., J.O.; RAUEN, M. de J. **Levantamento de reconhecimento dos solos do sudeste do Estado do Paraná, 1ª parte; informe preliminar**. Curitiba, EMBRAPA/Centro de Pesquisas Pedológicas, 1974. 150p. (Boletim Técnico, 40).
- [11] FASOLO, P.J.; BOGNOLA, I.A.; CARVALHO, A.P. de; PÖTTER, R.O.; BHERING, S.B. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região centro-leste do Estado do Paraná (área 10)**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPS, 2002. (Boletim de Pesquisa, 11). CD ROM.
- [12] HOCHMÜLLER, D.P.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A.P. de; ITURRI L., J.O.; RAUEN, M. de J.; FASOLO, P.J. **Levantamento de reconhecimento dos solos do sudoeste do Estado do Paraná**. Curitiba, EMBRAPA/Centro de Pesquisas Pedológicas, 1975. 82p. (Boletim Técnico, 44).
- [13] LARACH I, L., J.O.; CARVALHO, A.P. de; CARDOSO, A.; HOCHMÜLLER, D.P.; MARTINS, J.S.; RAUEN, M. de J.; FASOLO, P.J.; LEMOS, R.C. de; RAUEN, V. **Levantamento de reconhecimento dos solos do noroeste do Estado do Paraná; informe preliminar**. Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, Rio de Janeiro, 1970. 102p. (Boletim Técnico, 14).
- [14] LARACH I, J.O.; CARVALHO, A.P. de; CARDOSO, A.; HOCHMÜLLER, D.P.; MARTINS, J.S.; RAUEN, M. de J.; FASOLO, P.J.; LEMOS, R.C. de & RAUEN, V. **Levantamento de reconhecimento dos solos do nordeste do Estado do Paraná; informe preliminar**. Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, Rio de Janeiro, 1971. 152p. (Boletim Técnico, 16).
- [15] LARACH I, J.O.; CARVALHO, A.P. de; CARDOSO, A.; HOCHMÜLLER, D.P.; MARTINS, J.S.; RAUEN, M. de J.; FASOLO, P.J.; LEMOS, R.C. de & RAUEN, V. **Levantamento de reconhecimento dos solos do oeste do Estado do Paraná; informe preliminar**. Divisão de Pesquisa Pedológica, 1972. 97p. (Boletim Técnico, 39).
- [16] RAUEN, M. de J.; FASOLO, P.J.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A.P. de; HOCHMÜLLER, D.P.; ITURRI L., J.O. **Levantamento de reconhecimento dos solos do litoral do Estado do Paraná (área 11); informe preliminar**. Curitiba/SNLCS, 1977. 128p. (Boletim Técnico, 54). (IAPAR. Boletim Técnico, 9).

Tabela 1. Ocorrência de classes de solo em nível de ordem no Estado do Paraná

1º Nível - Ordem	Área (km ²)	% Área Total
ARGISSOLOS	31.013,71	15,53
CAMBISSOLOS	21.216,77	10,63
CHERNOSSOLOS	90,47	0,05
ESPODOSSOLOS	832,12	0,42
GLEISSOLOS	2.331,23	1,17
LATOSSOLOS	61.406,59	30,76
NEOSSOLOS	44.365,96	22,22
NITOSSOLOS	30.300,09	15,18
ORGANOSSOLOS	996,83	0,50
AFLORAMENTOS DE ROCHA	1.649,48	0,83
ESPELHOS DE ÁGUA, ÁREAS URBANAS	5.455,18	2,73
ÁREA TOTAL	199.658,43	100,00

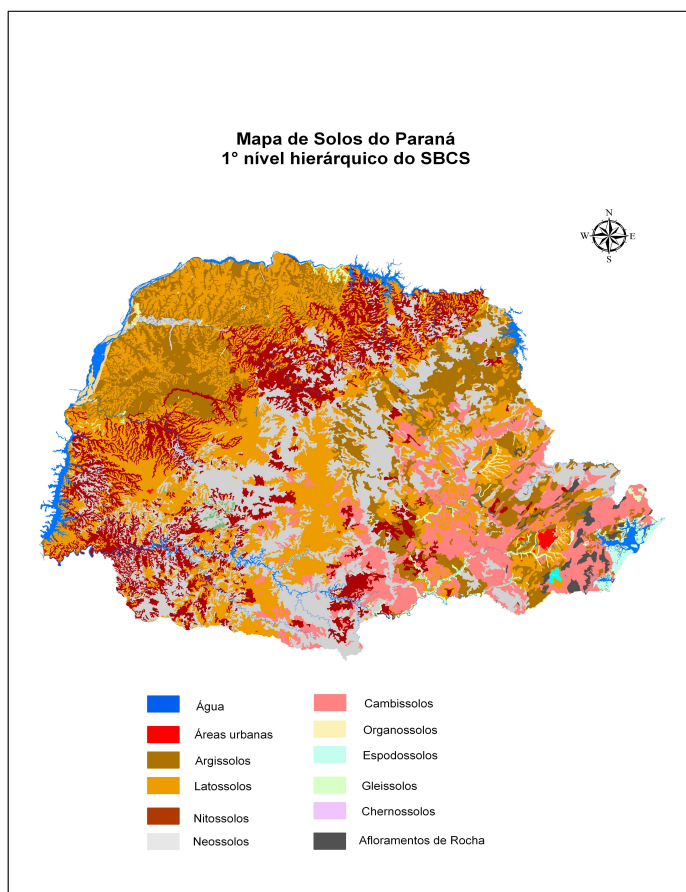


Figura 1. Mapa de solos do Estado do Paraná segundo o 1º nível hierárquico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006)

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Matéria seca e área foliar de plantas de sorgo submetidas a diferentes fontes comerciais e alternativas de magnésio”

FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO⁽¹⁾; RAFAEL BRAGA DE OLIVEIRA⁽²⁾; ERICA SOUTO ABREU LIMA⁽³⁾; JOSÉ CARLOS POLIDORO⁽¹⁾; VINÍCIUS DE MELO BENITES⁽¹⁾; TALITA DE SANTANA MATOS⁽³⁾; GUILHERME KANGUSSU DONAGEMMA⁽¹⁾

RESUMO – O óxido de magnésio (MgO) é um produto intermediário dessa indústria oriundo da calcinação da magnesita, com grande potencial de uso agrícola. Objetivando avaliar dois granulados produzidos a partir da mistura de MgO, gesso, betonita e melado, com o MgO em pó e mais dois fertilizantes comerciais (Fosmag e SKMg), conduziu-se um experimento com sorgo em casa-de-vegetação. Antes da adubação a amostra de um Planossolo foi dividida em 4 partes: uma que não recebeu calagem alguma, uma segunda parte que recebeu calcário calcítico na dose de uma vez a necessidade de calagem do solo (NC). Uma terceira parte recebeu calcário dolomítico na dose equivalente a uma vez a NC, e a quarta parte recebeu calcário dolomítico atendendo a metade da NC. A correção do solo com os calcários proporcionou incrementos na matéria seca (MS) e na área foliar de sorgo. As diferentes fontes de Mg avaliadas proporcionaram respostas diferenciadas nas plantas. As duas formas granuladas do MgO se apresentaram superiores ao MgO em pó, principalmente para as maiores doses quando se avalia o crescimento do sorgo pela MS. Plantas de sorgo apresentaram crescimento reduzido quando o solo foi corrigido com calcário calcítico e a ele foi adicionado o MgO na forma de pó. Esse comportamento deixa de existir quando a correção é feita com calcário dolomítico, especialmente na metade da dose recomendada. As fontes alternativas granuladas com MgO apresentam potencial de uso para a cultura equivalente a fontes comerciais.

Palavras-Chave: Óxido de magnésio; plantio direto; fertilizante.

Introdução

A magnesita é um mineral de carbonato de magnésio (MgCO₃), com composição química teórica de 47,7% de MgO e 52,3% de CO₂, sendo bastante utilizado na fabricação de refratários. O óxido de magnésio (MgO) é um produto intermediário dessa indústria oriundo da calcinação da magnesita, com grande potencial de uso agrícola. Por possuir solubilidade elevada em meio aquoso esse produto pode ser utilizado como matéria

prima na confecção de novos fertilizantes ou ser usado diretamente, misturado ou não, como fonte de Mg. Vários trabalhos vem sendo conduzidos com esse produto, objetivando-se avaliar seu potencial corretivo e nutricional na agricultura [1,2].

Em função da crescente demanda por fertilizantes, poucas formulações disponíveis, em especial para o Mg e fragilidade nos setores de logística de distribuição de corretivos e fertilizantes no Brasil, qualquer iniciativa que implique em diminuição da dependência externa na aquisição de insumos e aumente a sustentabilidade e competitividade do setor agropecuário brasileiro deve ser incentivada.

Pensando nessas premissas e na importância que manejo de corretivo possui na produção agrícola nacional, trabalhos estão sendo desenvolvidos pela Embrapa Solos com o intuito de testar novas alternativas de corretivos. Nesse sentido, esse trabalho buscou comparar o potencial de novas misturas granuladas contendo MgO frente as fontes de Mg comerciais mais usadas no mercado brasileiro.

Material e Métodos

O experimento foi realizado com uma amostra superficial (0-20 cm) de um Planossolo Háptico retirado do Campo experimental da Embrapa Agrobiologia, sendo esta destorroada, peneirada e homogeneizada. A análise de rotina (conduzida conforme Embrapa [3]) dessa amostra foi realizada no Laboratório de Análise de Solos, Planta e Água (LASP) da Embrapa Solos e seu resultado encontra-se a seguir: Al⁺³ trocável, pH, Ca⁺², Mg⁺² trocáveis e H+Al (acidez potencial), 0,3, 5,1; 0,3; 0,3; 2,1 meq/100ml, respectivamente.

A amostra foi dividida em 4 partes: uma que não recebeu calagem alguma, uma segunda parte que recebeu calcário calcítico na dose de uma vez a necessidade de calagem do solo (NC, sendo esta calculada segundo o método de saturação por bases, [4]), sendo esta equivalente a 161,76g de CaCO₃ por vaso. Uma terceira parte recebeu calcário dolomítico na dose de 194,88g por vaso (equivalente a uma vez a NC), e a quarta parte recebeu 97,44g de calcário dolomítico por vaso, atendendo a metade da NC.

O solo foi então colocado em vasos de 2,5 litros protegido com um saco plástico. Os vasos foram

⁽¹⁾ Pesquisadores Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000 E-mail: carvalciro@gmail.com

⁽²⁾ Estagiário Embrapa Solos Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000

⁽³⁾ Mestrandos em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465 Km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000 Apoio financeiro: Embrapa e Magnesita S.A.

umedecidos até a capacidade de campo por 21 dias para a reação dos calcários com o solo, sendo então realizado o plantio.

No momento do plantio foi retirado 10% do solo da região central do vaso para a incorporação manual de cloreto de potássio e superfosfato simples nas doses respectivas de 60 e 70 kg.ha⁻¹, além da fonte de magnésio, com posterior reintrodução desse material (solo + corretivos e fertilizantes). A fonte de magnésio usada foi a magnesita calcinada, aplicada em 3 formas (dois granulados: saco 4 = gesso 70% + MgO 30% e melaço 1:1, com água; saco 5 = gesso 70% + 25% MgO + 5% betonita + melaço 1:1, com água e o MgO em pó, <212µm) e 4 doses diferentes (0, 30, 60 e 120 kg.ha⁻¹). Adubos comerciais (multifosfato magnésiano, Fosmag e o sulfato duplo de potássio, SKMg) e o gesso puro na dose de 60kg.ha⁻¹ foram incluídos no desenho experimental e aplicados da mesma forma aos vasos. Em seqüência a aplicação desses insumos o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) foi semeado.

Foram semeadas 3 sementes de sorgo por vaso a profundidade de 3 cm da superfície do solo no vaso. Procedeu-se o desbaste mantendo 2 plantas por vaso após 1 semana da emergência das plântulas. Foi realizada uma adubação com 10ml de uma solução de uréia de 4,031g/l, 1ml de solução de Hoagland (Hoagland & Arnon, 1938) + 1 ml de solução de ferro.

Após 37 dias da semeadura as plantas foram cortadas a altura do solo sendo o material secado para posterior determinação da massa seca e análise química das plantas. Subamostras moídas do tecido da parte aérea do sorgo foram enviadas para o Laboratório de Análise de Água, Solo e Planta (LASP) da Embrapa Solos para determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg, segundo Embrapa [3].

A discussão dos dados foi baseada em parâmetros da estatística descritiva (média e erro-padrões).

Resultados

A matéria seca das plantas de sorgo e a sua área foliar acompanharam positivamente a correção do solo, demonstrando que o solo usado apresentava-se deficiente nos nutrientes adicionados (Figura 1). As respostas das plantas as doses de MgO foram diferenciadas em relação a dose e natureza do corretivo (Figura 1).

A produção de matéria seca (MS) das plantas tendeu a decrescer com o aumento das doses das fontes de Mg, nessa ordem: saco 4 > saco 5 > pó. A área foliar seguiu o mesmo comportamento da MS (Figura 1).

As diferenças entre os insumos e as doses reduziram-se, para MS, quando a correção foi feita com o calcário dolomítico em dose equivalente a ½ NC (Figura 1). Para a área foliar essa diferença ficou mais expressiva quando ao solo corrigido com calcário calcítico foi adicionado o MgO na forma de pó.

Comparando os diferentes granulados de Mg, com as formulações comerciais e o gesso na dose de 60kg ha⁻¹ de Mg, nota-se uma combinação positiva da calagem com calcário dolomítico (especialmente para meia

dose) e as fontes de Mg alternativas testadas (principalmente saco 4 e saco 5) sobre a MS e AF. Redução acentuada na produção de matéria seca do sorgo foi observada quando se utilizou o MgO forma de pó e o solo corrido com calcário calcítico (Figura 2).

Discussão

As diferentes fontes de Mg testadas apresentaram comportamentos diferenciados em função da composição de cada material testado. De um modo geral, os sacos 4 e 5 tiveram um comportamento diferenciado em relação ao MgO em pó, sendo esse deletério às plantas com aumento da dose, especialmente quando o solo foi corrigido com calcário calcítico. Em sendo arenoso o solo utilizado, os teores de matéria orgânica e conseqüentemente de S devem ser baixos, mas a hipótese de que esse elemento poderia estar limitando o desenvolvimento do sorgo caso o MgO seja usado, pode ser contestada na medida em que na ausência de aplicação dessa e das demais fontes de Mg (dose 0) o crescimento das plantas foi satisfatório.

O potencial de correção da acidez de um corretivo é dado pela sua reatividade e pelo seu efeito residual. A reatividade diz respeito da velocidade de ação no solo, ou seja, pela rapidez com que a acidez é corrigida, ao passo que reatividade, diz respeito ao tempo de duração dos efeitos da calagem. No caso do MgO em pó testado, a solubilidade e a granulometria podem estar aumento sua reatividade e disponibilização a ponto das relações entre os cátions ficarem comprometidas e de restringir o crescimento do sorgo. Vale comentar que essa espécie possui elevada plasticidade para a relação Ca/Mg [1], mas que outras relações poderiam estar comprometidas, como a relação Ca+Mg/K. Com a análise dos tecidos das plantas poder-se-á discutir melhor os efeitos das diferentes fontes quanto aos seus efeitos na nutrição da espécie.

As fontes alternativas granuladas com MgO parecem possuir potencial de uso para a cultura do sorgo equivalente a fontes comerciais (Figura 2). Embora essa confirmação seja dependente da análise química dos tecidos e estatística dos dados, acredita-se que a granulação do MgO com outros nutrientes apresenta-se como alternativa interessante para uso em solos deficientes em Mg agricultura brasileira.

Conclusão

A correção do solo com os calcários proporcionou incrementos na matéria seca (MS) e na área foliar de sorgo. As duas formas granuladas do MgO se apresentaram superiores ao MgO em pó, principalmente para as maiores doses quando se avalia o crescimento do sorgo pela MS. Plantas de sorgo apresentaram crescimento reduzido quando o solo foi corrigido com calcário calcítico e a ele foi adicionado o MgO na forma de pó. Esse comportamento deixa de existir quando a correção é feita com calcário dolomítico, especialmente na metade da dose recomendada. As fontes alternativas granuladas com MgO apresentam potencial de uso para a cultura equivalente a fontes comerciais.

Referências

- [1] ALCOFORADO, P.A.U.G. Efetividade de diferentes materiais corretivos na correção de dois Latossolos e no crescimento do sorgo. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 54p.
- [2] ROLIM, J. C. Influência de Corretivos da Acidez e do Gesso Agrícola em Propriedades Químicas do Solo, na Nutrição e Produção de Cana-de-açúcar. Piracicaba, 1985. 127p. (Tese de Doutorado)
- [3] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análise de solos*. 2nd Ed. Documentos. Vol 1 Embrapa-CNPS. Rio de Janeiro. 212 pp.
- [4] RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

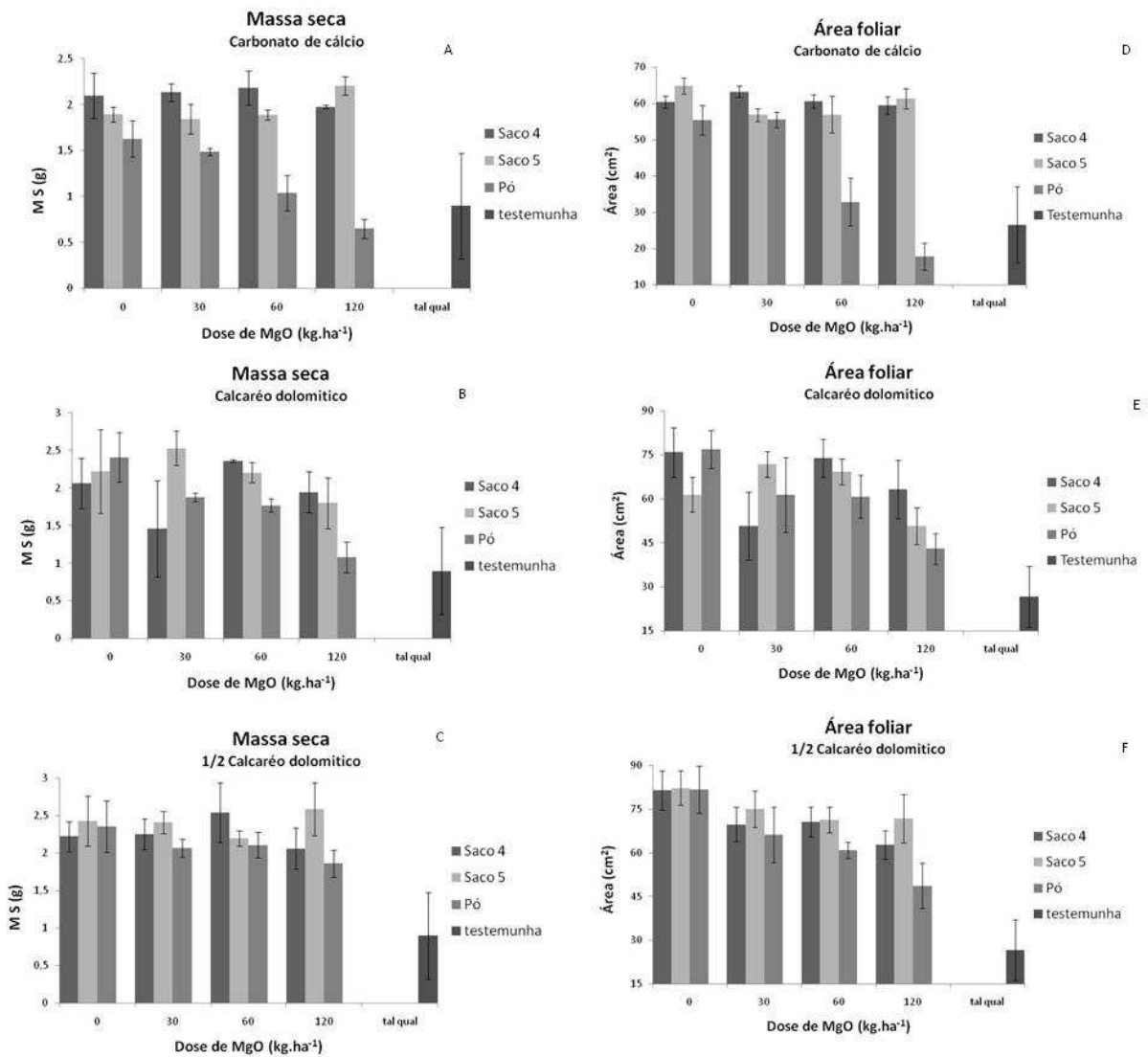


Figura 1 – Matéria seca da parte aérea (MS)(A,B,C) e área foliar (Área)(D,E,F) de sorgo em função de doses de MgO sob diferentes formulações (saco4 = gesso 70% + MgO 30% e melão 1:1, com água; saco 5 = gesso 70% + 25% MgO + 5% betonita + melão 1:1, com água e o MgO em pós, <212µm) e em diferentes doses (0, 30, 60 e 120 kg.ha⁻¹), comparativamente ao solo como foi retirado do campo (tal qual)

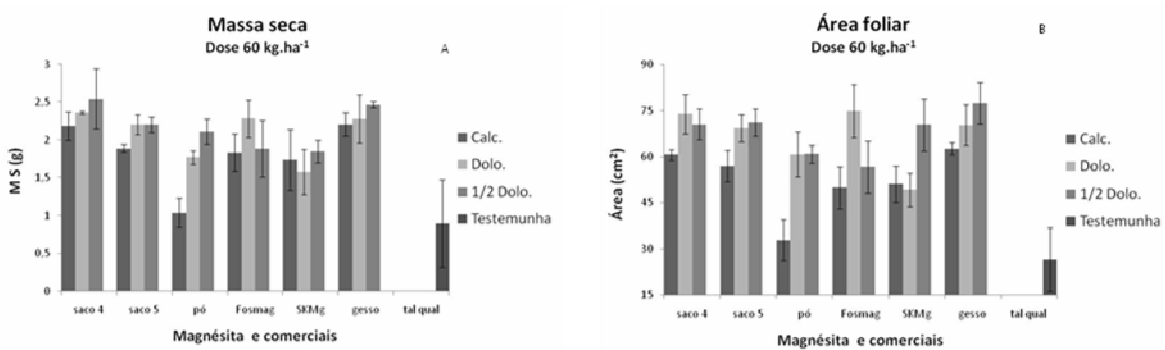


Figura 2 – Matéria seca da parte aérea (MS)(A) e área foliar (Área)(B) de sorgo em função dos diferentes granulados de magnésita e formulações comerciais e de calagem prévia do solo (saco4 = gesso 70% + MgO 30% e melão 1:1, com água; saco 5 = gesso 70% + 25% MgO + 5% betonita + melão 1:1, com água e o MgO em pós, <212µm), na dose de 60 kg.ha⁻¹, comparativamente ao solo como foi retirado do campo (tal qual)

MATÉRIA SECA E NUTRIENTES EM PLANTAS DE PINHÃO MANSO (*JATROPHA CURCAS*) EM ÁREAS DE CAMBISSOLO DE RIO DAS FLORES -RJ

JULIANA MARTINS FERREIRA⁽¹⁾; RODRIGO WAGNER PAIXÃO PINTO⁽¹⁾; GUILHERME KANGUSSÚ DONAGEMMA⁽²⁾; FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO⁽²⁾; LUIS CARLOS POLIDORO⁽²⁾; ALUISIO GRANATO DE ANDRADE⁽²⁾; FABIANO DE OLIVEIRA ARAÚJO⁽³⁾; PEDRO GASPARELLO⁽⁴⁾

RESUMO - O Pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.) é uma cultura de potencial econômico para a produção de biodiesel no Estado do Rio de Janeiro. O estudo foi realizado no município de Rio das Flores, Rio de Janeiro RJ, com o objetivo avaliar a matéria seca acumulada na parte aérea e nas raízes de plantas de pinhão manso amostradas em áreas sob regime hídrico distinto. Os teores de C, P, K, Ca e Mn nesses tecidos foram também avaliados. Doze plantas em cada área foram amostradas e seus tecidos pesados no campo. Sub-amostras de cada compartimento foram analisadas quimicamente. As plantas amostradas no ambiente mais úmido apresentaram teores de todos os nutrientes (exceto C) mais altos, embora a fertilidade das áreas não tenha apresentado diferenças marcantes. O pinhão Para tanto, foi realizada a coleta aleatória de quatro amostras de plantas na área total. Os materiais vegetais amostrados foram medidos, pesados, postos a secar e submetidos às análises de carbono total e foi feitas coletas de amostras de solo. A partir dos resultados, os teores de carbono não tiveram grandes variações, portanto, somente o caule, próximo ao rio obteve uma concentração do teor de carbono com uma média de 351,9, nas observações de matéria seca, o experimento próximo ao rio, obteve uma distribuição de biomassa em todo os compartimentos do vegetal, ao contrário do experimento distante do rio. Já as análises de crescimento sofreu uma interrupção, decorrente a uma chuva de granizo, portanto, após este evento as plantas tiveram um crescimento reduzido.

Palavras-Chave: (Pinhão Manso, crescimento vegetal, biodiesel)

Introdução

O pinhão manso (*Jatropha curca* L.) pertence à família Euforbiácea, a mesma da mamona (*Ricinus sp.*) e mandioca (*Manihot sp.*), esta cultura tem sido destacada como uma planta rústica, perene, adaptável a uma vasta gama de ambientes e condições edafoclimáticas e tolerante à seca. Várias são as

vantagens do pinhão manso dentre elas: menor exigência hídrica e nutricional, capacidade de recuperação de áreas degradadas em função de suas raízes profundas [2].

Além de tudo, pode se desenvolver em vários tipos de solo, inclusive em solos pobres e úmidos, porém, não tolera ao enxarcamento. Espera-se que o Pinhão manso seja uma boa opção de uso nas regiões que predominam Mar de Morros, como é o caso de grande parte do Estado do Rio de Janeiro, particularmente, as regiões do Médio Vale do Paraíba e Noroeste Fluminense.[1]

De acordo com Cordero et. al [3], a origem do pinhão manso ainda é controversa, é uma espécie nativa da América Tropical, cultivada desde os tempos pré-colombianos, provavelmente tenha sido introduzida e naturalizada nesta região e, por isso, não se conhece precisamente a sua origem.

Até o presente momento, o pinhão-manso tem sido mais estudado por suas propriedades químicas e seus empregos medicinais e biocidas, entretanto, poucos são os estudos agrônômicos [4]. É na região do sudeste brasileiro que a cultura esta sendo testada, entretanto, carece-se de informações técnico-científicas, é preciso ainda muitos estudos, como informações sobre as exigências nutricionais, por tanto, em razão da escassa disponibilidade de informações na literatura científica nacional sobre este assunto, motivou a realização desta pesquisa.

Objetivou-se, neste estudo, avaliar o crescimento aéreo e radicular do pinhão-manso, bem como estimar a curva de crescimento nutricional de macro e micro nutrientes e o teor de carbono.

Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido no município de Rio das Flores, Rio de Janeiro RJ. Foram plantadas mudas de pinhão manso em duas áreas, a primeira foi em janeiro/2008, próxima ao Rio preto, área caracterizada por ser de baixada e a segunda em fevereiro/2008, longe do rio, o espaçamento nas duas áreas são de 3 x 3 m. O clima da região é o tropical ameno, com chuva no verão e seca

⁽¹⁾ Primeiro autor é graduando em Geografia e Meio Ambiente pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RIO. Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea – Rio de Janeiro, RJ, CEP: 22453-900. Email: j.geo@hotmail.com

⁽²⁾ Segundo autor é Pesquisador Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, RJ, CEP –22460-000.

⁽³⁾ Terceiro autor é Técnico Agrícola Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, RJ, CEP –22460-000.

⁽⁴⁾ Quarto autor é Mestre em Agronomia e consultor técnico do Rancho ML.

no inverno. O solo da área é caracterizado como Cambissolo, de textura argilosa, além disso, cada área é manejada por consórcio de bois e com predomínio de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria* entre linhas. Sendo uma área próxima ao Rio Preto e outra distante e em cota um pouco mais elevada.

O pinhão manso foi plantado em covas com dimensões de 30 x 30 x 30 cm, utilizando a seguinte adubação no plantio: 120 g de calcário, 250 g de formulado 04-14-08 NPK por cova. Posteriormente, foram feitas adubações de cobertura de meia coroa com adubo de 10-10-10 NPK. Após 4 meses da implantação foi caracterizado o solo e realizada a medição das plantas.

Foi realizada a caracterização do solo, para tanto, coletaram-se amostras de solo na área da projeção da copa, na qual, foi feita coleta de 5 amostras simples para formar 5 compostos em cada bloco, sendo que cada amostra foi retirada em pontos a uma profundidade de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade.

As áreas foram divididas em 3 blocos, no qual, foram coletadas aleatoriamente 4 amostras de plantas por bloco, em seguida, foi medida a altura das plantas e o material vegetal foi dividido em raiz, caule, ramo e folha.

O material vegetal amostrado foi pesado, obtendo assim o peso fresco e posto a secar em estufa de circulação de ar a 65 °C. Após este processo, as amostras foram pesadas novamente para se obter o peso seco, posteriormente, foram moídas e passadas em peneira de malha de 0,210 mm, para homogeneização do material, sendo armazenado em recipientes de plástico que, por fim, foram submetidos à análise de Carbono total segundo método da Embrapa [6].

Para determinação dos teores de P, K, Ca, Mg, S, Fé, Mn, e Zn, o material vegetal, seco e moído, foi submetido à digestão nitroperclórica, as amostras foram aquecidas em capela à 180°C, depois foram avolumadas e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo e Planta (LASP).

Resultados

Nas observações do crescimento do Pinhão Manso, nota-se que o experimento onde as plantas estão distantes do rio, as mesmas tiveram um baixo crescimento nos meses de Julho com média de 0,46 cm. No mês de Outubro, foi observado um acréscimo de crescimento na média de 0,60 cm, e no mês de Fevereiro de 0,84 cm, comparadas com as plantas que estavam próximas do rio, no qual houve uma queda do crescimento referente ao mês de Setembro devido à ocorrência de uma chuva de granizo.

Posteriormente, as plantas foram submetidas à poda, obtendo assim um tamanho inferior, onde as médias das plantas distante do rio são de 0,86 cm no mês de Julho, 0,63 cm em Outubro e de 0,88 cm em Fevereiro.

Nas análises de teor de carbono, verificou-se que nas

duas áreas não houve grandes variações ao longo do tempo. O experimento distante do rio, obteve decréscimo do teor de carbono em todos os compartimentos vegetais. Já o experimento próximo ao rio, somente o caule apresentou um crescimento do teor de carbono.

O teor de carbono encontrado no caule, proveniente do experimento distante do rio, apresentou no mês de Julho, uma média de 326,6 g/kg, e no mês de Outubro, uma média de 315,9 g/kg. Ao contrário do experimento próximo ao rio, no qual apresentou uma média de 333,2 g/kg no mês de Julho e 351,9 g/kg no mês de Outubro.

Na maioria dos casos a folha apresentou os maiores teores de nutrientes avaliados, independente da área e da data. Além disso, o experimento próximo do rio apresentou os maiores teores de nutrientes. Os teores de P variaram de 0,6 g.kg⁻¹ à 5,9 g.kg⁻¹, enquanto que os valores de Ca variaram de 2,1 g.kg⁻¹ à 12,0 g.kg⁻¹. Já para os valores de K observou-se diferença mais significativa entre as áreas do que nos outros elementos, e apresentou o maior resultado na folha e o menor na raiz, 25,3 g.kg⁻¹ e 4,7 g.kg⁻¹ respectivamente. (Tabela 1)

Os teores encontrados para o micronutriente Mn foram os menores, independente dos compartimentos e do experimento. Notou-se que não houve diferença significativa para este nutriente.

Discussão

Podemos dizer que o crescimento do Pinhão manso está associado à adubação bem conduzida que permitiu ganhos significativos de produtividade na maior parte das plantas cultivadas, além disso, o manejo por consórcio de bois, também é responsável pelo desempenho da planta, oferecendo uma concentração superficial de nutrientes, ou seja, o esterco bovino é responsável por oferecer uma gama de nutrientes para o solo.[1]

Na comparação dos gráficos de biomassa, percebe-se que a umidade pode interferir na concentração de carbono, pois, no gráfico 2, próximo a rio, nota-se uma distribuição de carbono em todo o compartimento vegetal, principalmente, na raiz e caule, portanto, esta distribuição do carbono em todo material vegetal está associada também à poda, pois estimula a produção do rebrotamento. Entretanto no gráfico 1, distante do rio, há ocorrência do estresse hídrico na planta que tem como estratégia à concentração de carbono e de nutrientes no caule.

Podemos observar que a posição dos experimentos na paisagem também afeta diretamente na biomassa, pois o experimento longe do rio apresentou um menor desenvolvimento da estrutura vegetal, tanto da parte aérea quanto a raiz, ao contrário, do experimento perto do rio, no qual, teve equilíbrio em todos os compartimentos vegetais, ou seja, teve um maior desenvolvimento que poderá ter uma melhor produção, diferente do experimento longe do rio. Este comportamento pode ser explicado pela maior conteúdo de água no solo perto ao rio, que favorece um maior desenvolvimento das plantas. Além disso, esse maior conteúdo de água no solo próximo ao rio, que favorece um maior transporte de nutrientes no solo até as raízes. (Tabela 2)

Conclusões

- A matéria seca do Pinhão Manso foi influenciada pela posição na paisagem, ou seja, pelo regime hídrico do solo, havendo maior biomassa na aérea próxima ao Rio Preto;
- O acúmulo de nutrientes, exceto carbono, foi influenciado pela idade da planta e posição na paisagem;
- O Pinhão Manso embora seja considerado como tolerante a déficit hídrico, responde com maior desenvolvimento, na presença de maior conteúdo de água no solo. Bem como apresenta maior equilíbrio da relação parte aérea/raízes nessas condições.

Agradecimentos

A Mac Laren biodisel pelo financiamento desta pesquisa.

Referências

- [1] BRAGA, N.S.; DONAGEMMA, G.K.; LAVIOLA, B.G.; POLIDORO, J.C.; BALIEIRO, F.C.; ANDRADE, D.S.; PINTO, R.W.P.; GASPARELLO, P.A. 2008. Concentração de Nitrogênio em folhas de genótipos de Pinhão Mando no Estado do Rio de Janeiro, 2008. In: *FERTBIO, Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental*. Londrina, PR.
- [2] BELTRÃO, N.E.M. Agronegócio das oleaginosas no Brasil. *Inf. Agropec.*, 26:44-78, 2005.
- [3] CORDEIRO, J.; BOSHIER, D.H. 2003. *Jatropha curcas* L. In: *Arboles de centro-america*. Turrialba: CATIE, p.621-624
- [4] SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). *Informe Agropecuário*, v. 26, p.44-78, 2005.
- [5] LAVIOLA, B.G. & DIAS, L.A.S. 2008. Teor e acúmulo de Nutrientes em folhas e frutos de Pinhão-Manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:1969,1975.
- [6] EMBRAPA. 1997. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS, 212p.

Tabela 1. Acúmulo de nutrientes em diferentes compartimentos das plantas de Pinhão Manso (*Jatropha Curcas*)

Área	P (g.Kg ⁻¹)		Ca (g.Kg ⁻¹)		K (g.Kg ⁻¹)		Mn (g.Kg ⁻¹)	
	jul/08	out/08	jul/08	out/08	jul/08	out/08	jul/08	out/08
<i>Folhas</i>								
Distante do Rio	0,8	1,4	2,1	3,9	6,7	7,4	0,1	0,1
Próximo do Rio	2,3	5,9	9,7	12,0	25,2	25,3	0,5	0,6
<i>Caulo</i>								
Distante do Rio	0,6	1,5	2,2	4,9	6,1	9,7	0,3	0,1
Próximo do Rio	1,0	2,0	4,3	11,0	12,4	15,4	0,2	0,3
<i>Raiz</i>								
Distante do Rio	1,0	1,0	2,1	3,0	4,7	7,3	0,3	0,1
Próximo do Rio	0,7	1,6	4,0	6,2	8,6	15,9	0,2	0,2

Tabela 2. Caracterização dos solos do experimento.

Caracterização	Próximo ao rio		Distante do rio	
	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40
Profundidade				
Areia fina ¹ g/Kg	148,7	135,3	158,7	127,3
Areia grossa ¹ g/kg	127	103,3	244,3	199,7
Silte ¹	276	272,3	199	198,3
Argila ¹	448,7	489	398	474,7
Ph ²	5,2	5,2	4,8	4,8
V%	50,7	43,3	47	42
Al 3+ (cdmc.dm)	0,16	0,3	0,3	0,3

Análise de solo- 1- Método do densímetro (Embrapa, 1997), 2- Potenciometria (Embrapa, 1997), titulação com NaOH (Embrapa, 1997).

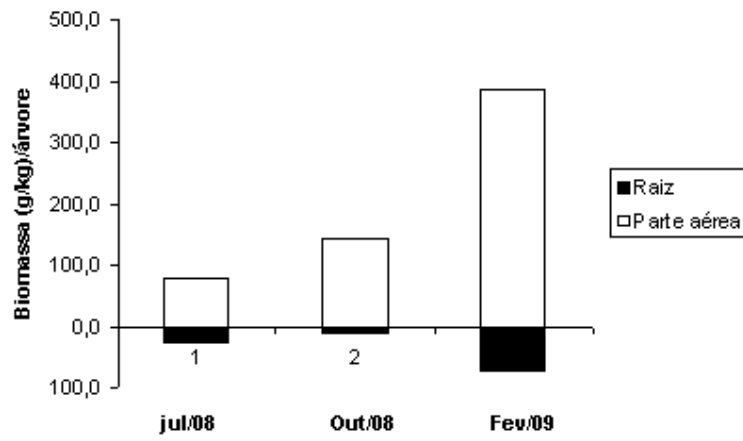


Gráfico 1- Produção de Biomassa na parte aérea e raiz no experimento distante do Rio Preto (g).

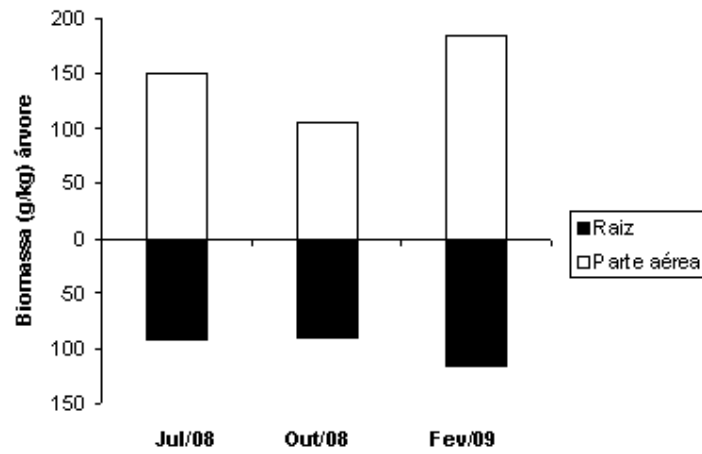


Gráfico 2. Produção de Biomassa na parte aérea e raiz seca no experimento próximo ao Rio Preto (g).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Metodologia de análise do risco erosivo e sua relação com Áreas de Preservação Permanente: aplicação à microbacia do Rio Santa Maria, estado do Rio de Janeiro”

André Pereira Batista⁽¹⁾, Azeneth Eufrausino Schuler⁽²⁾, Rachel Bardy Prado⁽³⁾, Waldir de Carvalho Júnior⁽⁴⁾, Alexandre Ortega Gonçalves⁽⁵⁾, José Ronaldo de Macedo⁽⁶⁾ & Rodrigo Sá de Araújo⁽⁷⁾

RESUMO – Este trabalho aplica uma metodologia de análise qualitativa da erosão, em SIG (Sistema de Informação Geográfica), para mapear as áreas de baixo, médio e alto potencial à erosão na microbacia do Rio Santa Maria, localizada no município de São José de Ubá, no Noroeste do Rio de Janeiro. Na segunda etapa do trabalho, a metodologia será utilizada para avaliar o impacto da preservação e degradação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) sobre o risco erosivo. As duas fases da metodologia são apresentadas e o potencial de aplicação discutido.

Palavras-Chave: potencial a erosão, APP, SIG, mapeamento.

Introdução

A erosão de terras agrícolas constitui um fenômeno de grande importância, em razão da rapidez com que se processa e dos grandes prejuízos ocasionados, não só para a exploração agropecuária, mas também para diversas outras atividades econômicas, sociais e para o meio ambiente.

Atualmente os modelos de estudo da erosão do solo baseiam-se em equações matemáticas, de formulação empírica (observacional) ou experimental (com base física). Por ser caro e impraticável monitorar a erosão em toda a área, muitas pessoas utilizam a EUPS – Equação Universal de Perda de Solo, criada por Wischmeier e Smith em 1978. Esse modelo tende a superestimar a produção de sedimentos já que não considera a deposição ao longo do declive BORGES, [1]. Por esse motivo adotou-se a metodologia de análise qualitativa, sugerida por SALOMÃO [2].

Na Microbacia de Santa Maria, local de realização do trabalho, as principais atividades econômicas são a tomaticultura e a pecuária.

A olericultura, com ênfase na cultura de tomate, promove intensa degradação dos recursos naturais devido ao manejo não conservacionista adotado. O preparo do solo pela aração e o plantio ocorrem no sentido da declividade (morro abaixo), favorecendo a

erosão hídrica. O sistema de irrigação utilizado pela maioria dos agricultores se caracteriza pelo sistema chamado de “molhamento”, que contribui muito para a perda de solo e ocasiona desperdício de água TÔSTO et al. [3]. A aplicação de grandes quantidades de fertilizantes e pesticidas é responsável por impactos como a poluição do solo e da água.

As pastagens, devido à falta de manejo adequado, estão degradadas ou superpastejadas, e sujeitas às perdas de solo mais elevadas em função da diminuição da cobertura vegetal. É prática freqüente na região o uso do fogo como ferramenta de manejo, pouco antes do início das chuvas, para eliminar a cobertura anterior e estimular o crescimento das forrageiras, o que causa destruição gradual da matéria orgânica do solo. Além disso, nas áreas superpastejadas ocorre compactação do solo, devido à pressão exercida pelos cascos dos bovinos, que promove a alteração na densidade global do solo, reduzindo sua permeabilidade SPERA et al, [4].

Estas atividades agrícolas adotadas na microbacia são praticadas muitas vezes em regiões destinadas, pela legislação, às Áreas de Preservação Permanente (Código Florestal - Lei 4.771/65). Neste contexto, o objetivo deste trabalho é propor uma metodologia para mapear e avaliar qualitativamente o risco à erosão da microbacia de Santa Maria – RJ, sob os diferentes usos da terra, tipos de solos e declividades e a relação deste risco com o nível de preservação ou degradação das Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Material e Métodos

A. Área de Estudo

A microbacia de Santa Maria está localizada no município de São José de Ubá, região noroeste fluminense, entre os meridianos 41°52' e 41°57' de longitude oeste e 21°22' e 21°25' de latitude sul. Pertence à Bacia do Rio São Domingos, afluente do Rio Muriaé. A localização da área de estudo encontra-se na Figura 1.

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Bolsista do projeto GEF/Rio “Manejo Sustentável de Recursos Naturais em Microbacias do Norte-Noroeste Fluminense” e estudante de graduação de Biologia/ Univ. Santa Úrsula. E-mail: andrepbatista@gmail.com.

^(2, 3, 4, 5, 6.) Pesquisadores da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000 (maryso@cnpq.embrapa.br, rachel@cnpq.embrapa.br, waldircj@cnpq.embrapa.br, aortega@cnpq.embrapa.br, jrmacedo@cnpq.embrapa.br)

⁽⁷⁾ Bolsista do projeto GEF/Rio “Manejo Sustentável de Recursos Naturais em Microbacias do Norte-Noroeste Fluminense” e estudante de graduação de Geografia/ Univ. Federal do Rio de Janeiro. E-mail:rodrigoaraujo.ufrj@gmail.com
Apoio financeiro: Projeto GEF/ Rio Rural

B. Metodologia

Na primeira fase, a carta de suscetibilidade à erosão de Santa Maria será extraída do cruzamento das cartas de declividade, erodibilidade, comprimento de rampa e erosividade, utilizando os programas ARCGIS 9.3 e System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA GIS), conforme representado na Figura 2.

O mapa de erodibilidade, por sua vez, será elaborado com base nos índices de erodibilidade dos solos. As informações de solos, bem como a base cartográfica utilizada e os dados de precipitação foram obtida o no âmbito do projeto “Gestão Participativa da sub-bacia do rio São Domingos”, financiado pelo CT-Hidro/FINEP, no período de 2003 a 2005. A distribuição das classes de solo em relação à erodibilidade encontra-se na Tabela 1.

O Modelo Digital de Elevação, ou MDE (Figura 3), foi elaborado pela interpolação dentro do ArcGis (função TopoToRaster), a partir das curvas de nível na escala de 1:10.000, com equidistância vertical de 5 m, dos pontos cotados e da rede de drenagem. A partir do MDE, serão calculados o mapa de declividade e o mapa de comprimento de rampa. Este último será calculado por meio do software SAGA GIS.

O mapa de erosividade será elaborado com base nos dados pluviométricos da região, que possibilitarão o cálculo da erosividade média, por meio da relação $E=6,866(P^2/p)^{0,85}$, onde P é a precipitação média anual e p a precipitação média mensal. O valor da erosividade é dado em MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano.

A elaboração do mapa preliminar de suscetibilidade à erosão se dará em dois passos, com modificação da metodologia originalmente proposta por Salomão [5]. A partir do cruzamento, dos mapas de erodibilidade e declividade, serão definidas cinco classes de suscetibilidade à erosão laminar, as quais são relacionadas às classes de capacidade de uso das terras propostas por Ramalho Filho e Pereira [6], conforme a descrição de classes de suscetibilidade de Salomão [7] apresentadas a seguir:

- Classe I: EXTREMAMENTE SUSCETÍVEL
- Classe II: MUITO SUSCETÍVEL
- Classe III: MODERADAMENTE SUSCETÍVEL
- Classe IV: POUCO SUSCETÍVEL
- Classe V: POUCO A NÃO SUSCETÍVEL.

O segundo passo envolve o cruzamento de classes de erosividade e de comprimento de rampa. Classes de combinações de potencial erosivo das chuvas associado a comprimento de rampa serão propostas para posterior cruzamento com as e classes de suscetibilidade preliminar do solo (passo 1, conforme o autor citado acima).

Será realizada uma campanha de campo visando à confirmação e ajustes necessários na definição das classes de suscetibilidade. Todas as áreas com diferentes suscetibilidades deverão ser verificadas em campo.

O mapa de uso e cobertura das terras (Figura 4) foi obtido no âmbito do projeto em andamento “Manejo Sustentável de Recursos Naturais em Microbacias do Norte-Noroeste Fluminense” - SMH-SEAAPI/GEF

(Global Environment Facility), na escala 1:10.000, a partir de imagens de alta resolução Ikonos. As classes deste mapa serão adaptadas para as utilizadas por Salomão [8], sendo elas:

- Classe a: Com ou sem cobertura vegetal de baixo a médio porte, com intensa atividade antrópica (erosão, estrada, solos exposto e áreas urbanizadas).
- Classe b: cobertura vegetal de baixo e médio porte, com atividade antrópica moderada (agricultura).
- Classe c: cobertura vegetal de baixo a médio porte, com atividade antrópica muito reduzida (pastagem).
- Classe d: cobertura vegetal de porte alto a médio, com atividade antrópica muito reduzida (vegetação).
- Classe e: espelhos d’água, várzeas e afloramento rochoso, cujo potencial erosivo pode ser considerado nulo.

Na etapa final, será feito o cruzamento do mapa preliminar de suscetibilidade à erosão com o mapa de uso e cobertura das terras, obtendo-se o mapa de potencial à erosão laminar com as seguintes classes segundo Salomão [9]:

- Classe A – Alto Potencial – uso do solo incompatível com a suscetibilidade à erosão laminar.
- Classe B: Médio Potencial – uso atual do solo incompatível com a suscetibilidade à erosão laminar, possível de ser controlada com práticas conservacionistas adequadas.
- Classe C: Baixo Potencial – uso atual do solo compatível com a suscetibilidade à erosão laminar.

Na segunda fase da metodologia, será avaliado o papel das APPs para o controle e mitigação do risco à erosão. Para tal, será necessário obter o Mapa das Áreas de Preservação Permanente, considerando os diferentes tipos previstos na legislação: mata ciliar, áreas com declividade acima de 45%, faixa que circunda nascentes e topos de morros. A seguir, serão realizadas as seguintes análises: i) Identificação do percentual de áreas com alto risco à erosão em áreas de APP degradadas e conservadas; ii) Simulação de cenário de risco à erosão para a hipótese de APPs conservadas na microbacia em questão; iii) Comparação entre os valores de área com alto risco à erosão na situação de uso e cobertura atual com a situação hipotética de conservação de APPs, a fim de quantificar o impacto da degradação de APPs sobre o risco à erosão.

Resultados

A. Resultados Esperados

A metodologia apresentada está esquematizada no diagrama da figura 2.

Na fase 1, a metodologia de Salomão [10] será testada na área de estudo, com uma modificação para integrar, além da declividade e erodibilidade, os mapas de comprimento de rampa e de erosividade para

elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão. As características da região, com solos de alta suscetibilidade à erosão, com áreas de elevada declividade, ocorrência de precipitações intensas e concentradas em poucos meses e problemas de manejo e conservação do solo, levam a esperar que os resultados mostrem ocorrência de áreas com um alto risco de erosão na bacia.

Na fase 2, “Avaliação do papel das APPs”, os resultados que serão obtidos nos procedimentos (i) e (iii) desta etapa, serão comparados para mensurar o potencial de redução de risco à erosão das Áreas de Preservação Permanente quando preservadas. Os resultados das áreas de risco à erosão na bacia serão comparados considerando-se a situação real presente, com áreas de APP preservadas e degradadas, e a situação hipotética de APP totalmente preservada.

Discussão

A bacia em estudo foi ocupada há mais de um século, e a recuperação das Áreas de Preservação Permanente nos locais muito afetados pela erosão é dispendiosa e de difícil execução. Assim, o cenário simulado de APPs preservadas não representa uma possibilidade real de recuperação da vegetação. Por outro lado, a metodologia oferece a possibilidade de avaliar através de simulação o papel de controle da erosão pelas APPs, tendo em vista o contexto atual de pressão para mudanças na legislação ambiental.

Por outro lado, este estudo permite também a identificação de áreas de alto risco de erosão que requerem a urgente adoção de medidas de recuperação. Dentro do projeto GEF-Rio “Manejo Sustentável de Recursos Naturais em Microbacias do Norte-Noroeste Fluminense”, há iniciativas para adoção de práticas de manejo de controle a erosão e recuperação de nascentes, as quais podem ser replicadas nas áreas avaliadas prioritárias em termos de risco.

Conclusões

O estudo avalia a aplicação da metodologia de mapeamento do risco à erosão como ferramenta para analisar o papel das Áreas de Preservação Permanente

e identificar locais prioritários para intervenções de manejo visando à recuperação do potencial produtivo e à conservação do solo. A metodologia apresenta-se como um instrumento rápido e de baixo custo para obter subsídios ao planejamento ambiental de bacias hidrográficas.

Agradecimentos

Ao Projeto GEF/Rio Rural “*Manejo Sustentável de Recursos Naturais em Microbacias do Norte-Noroeste Fluminense*”, que fornece a bolsa aos estudantes do projeto, e ao projeto CT-Hidro Finep/ CNPq, “*Gestão Participativa da sub-bacia do rio São Domingos*” que proveu parte da base de dados utilizada. Ao Dr. Silvio Bhering e à Dra. Elaine Fidalgo, da Embrapa Solos, pela atenção, disponibilização de informações e sugestões sobre a metodologia utilizada.

Referências

- [1] BORGES R. O.; SILVA R. A. A.; CAMPAGNOLI F.; CASTRO S. S. 2009. *Mapeamento da evolução da produção de sedimentos no setor sul da alata bacia do rio Araguaia* Anais, 8º Simpósio Nacional de Controle de Erosão, ABGE, Mar-Abr 2009, pp. 1-14.
- [2, 5, 7, 8, 9, 10] SALOMÃO, Fernando Xímenes de Tavares. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, T. A. J.; SILVA, A.S. & BOTELHO, R. G. (Organizadores). *Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p 229 a 267
- [3] TÔSTO S. G.; BRANDÃO E. S.; MACEDO J. R.; CAPECHE C. L. 2006. *Avaliação de Impacto Ambiental - Produção de Tomate de Mesa Ecologicamente Cultivado no Município de São José de Ubá, RJ - Uma Aplicação do Método Ambitec-Agro* Homepage: http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/pdfs/bpd105_2006_impacto_to_mate.pdf
- [4] SPERA, S. T.; TÔSTO, S. G.; MACEDO, M. C. M. 1993. Práticas de conservação de solos sob pastagens para Mato Grosso do Sul: revisão bibliográfica. EMRAPA-CNPq. Documento nº 54. 96p.
- [6] RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA L. C. 1999. *Aptidão agrícola das terras do Brasil potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação*. Embrapa Solos

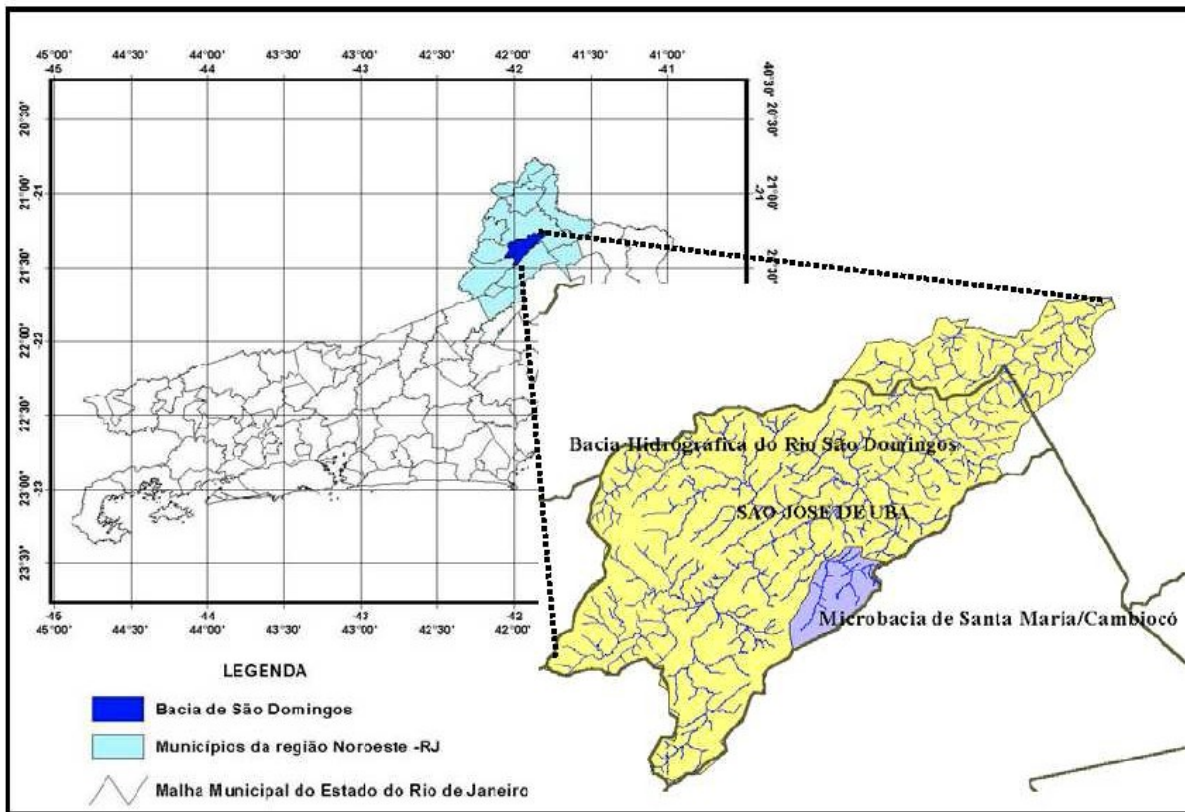


Figura 1. Mapa de localização da microbacia de Santa Maria

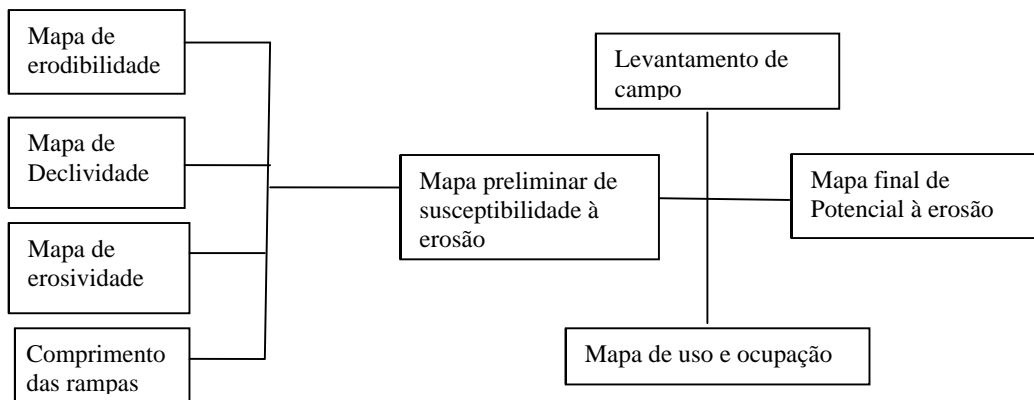
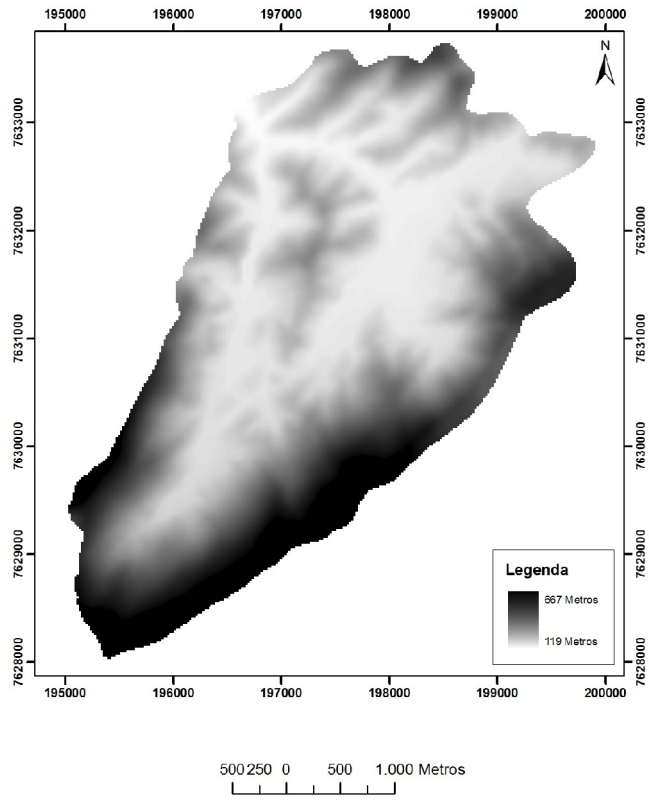


Figura 2. Roteiro metodológico para a definição das classes de potencial de risco à erosão laminar.

Tabela 1. Classes de Erodibilidade.

Classes de erodibilidade	Índices relativos de Erodibilidade	Unidades Pedológicas de ocorrência
I	10,0 a 8,1	Cambissolos
II	8,0 a 6,1	Argissolos
III	6,0 a 2,1	
IV	2,1 a 0	Gleissolos



ESCALA ORIGINAL
1:10000

Figura 3. Mapa Digital de Elevação.

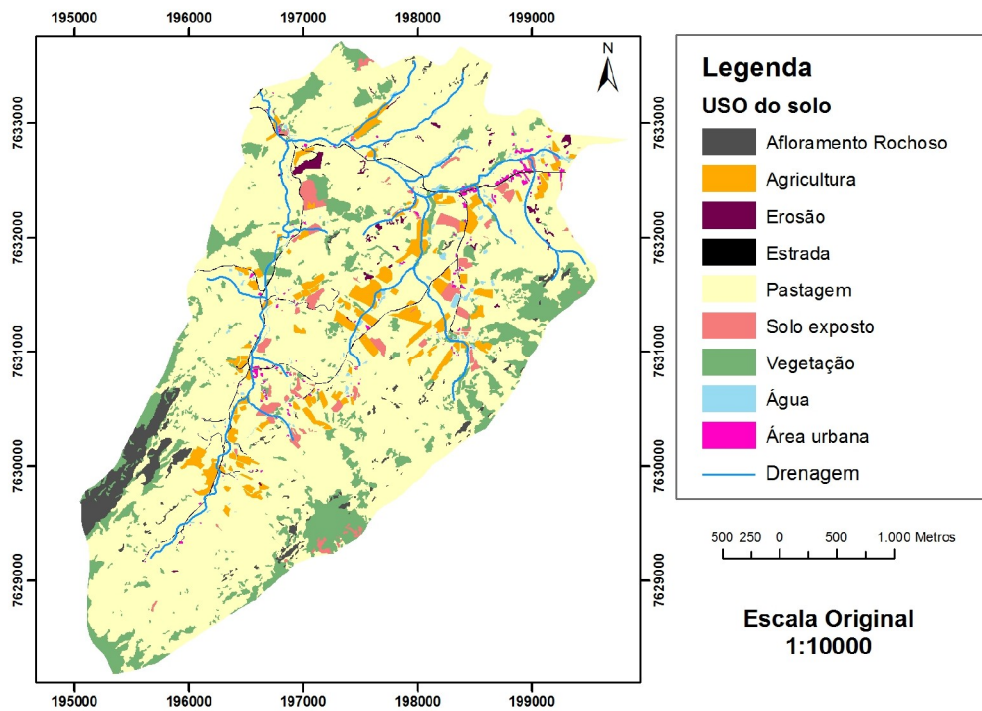


Figura 4. Mapa de Uso e Ocupação.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Mineralogia de solos de vulcanismo recente no Brasil”

ELIANE DE PAULA CLEMENTE⁽¹⁾, CARLOS ERNESTO SCHAEFER⁽²⁾ & VANDER DE FREITAS MELO⁽³⁾

RESUMO – O presente trabalho foi realizado na ilha da Trindade, situada a 1.100 km da costa, no paralelo de Vitória. Uma ilha de origem vulcânica que se formou a partir de cinco episódios vulcânicos. Cada episódio resultou em diferentes materiais geológicos com aspectos mineralógicos específicos. Dada a juvenalidade da ilha, com sua última erupção a 3 mil anos, os solos se apresentam bastante jovens, com muitos minerais primários presentes, tanto na fração grosseira, quanto na fração argila. Foram estudados 10 perfis representativos da ilha com todos os horizontes pedogenéticos e cada um representando uma amostra. Foi realizada a mineralogia da fração argila por difratometria de raios-x. A presença generalizada de minerais primários em solos de Trindade, encontrada na fração argila, situa-os entre os mais jovens e menos intemperizados já estudados em todo o território brasileiro, denotando sua origem vulcânica recente e diferenciando-se de solos derivados de rochas vulcânicas de outras ilhas oceânicas de origem vulcânica mais intemperizadas.

Palavras-Chave: (mineralogia, ilha oceânica, vulcanismo)

Introdução

A mineralogia da ilha da Trindade está intimamente relacionada com seus cinco episódios vulcânicos, ocorridos nos últimos 3,6 Ma. O mais antigo episódio vulcânico é um complexo ao qual se denomina “Complexo de Trindade” constituído de rochas piroclásticas e intrusivas que se expõem nas vertentes da maior parte da ilha, visível acima do nível do mar. As rochas mais antigas do complexo são tufo lapilíticos com blocos de rocha tannbuschítica (uma variedade de olivina nefelinito constituída largamente de cristais de piroxênio com pequena quantidade de nefelina e olivina). A maior parte do complexo é formada por piroclastos variados associados ao vulcanismo fonolítico, em camadas inclinadas de até 30°. Na região ocidental da ilha o complexo alcança espessura próxima de 400 m [1].

A Seqüência Desejado constitui-se de derrames de fonólito, nefelinito e grazinito (uma variedade de

nefelinito fonolítico contendo analcima, porém não olivina) com intercalações de piroclastos de composição equivalente. A seqüência representa uma atividade vulcânica mista, com a extrusão explosiva de lavas fonolíticas mais viscosas entremeadas com a efusão de derrames mais fluidos de grazinito e nefelinito. As idades obtidas para os derrames da Formação Desejado compreendem-se entre 1,60 e 2,63 Ma [2].

A Formação Morro Vermelho resulta de uma erupção explosiva com derrames de lava ankaratrítica, uma variedade melanocrática de olivina nefelinito contendo biotita. O vulcanismo manifestou-se no alto vale da região central da ilha, que foi preenchido por espessura superior a 200 m de lavas e piroclastos. As lavas escoaram para a plataforma insular do lado norte da ilha e sustentam um baixo planalto inclinado para o litoral. Os piroclastos, de estrutura muito variada, resultaram da emissão do piromagma muito fluido [1]. A Formação Morro Vermelho não seria mais antiga que 170.000 anos, onde lavas teriam extravasado durante uma das regressões marinhas universais que acompanharam os estádios da glaciação Würm, entre 115.000 e 11.000 anos atrás [3].

Na formação Valado intercalam piroclastos e derrames de lava tannbuschítica provenientes de um centro emissivo situado vale acima. Nele ocorrem piroclastos constituídos de corpos discóides lembrando emplastos, filamentos de lava, bombas rotacionais e massas de lava caídas ao solo em estado ainda pastoso formando aglutinado, único visto na ilha. A erupção aparentemente se processou a partir de uma fenda situada à meia encosta, paralela à costa atual, em sítio onde existem diversos diques de tannbuschito de estrutura [1].

O objetivo do trabalho foi identificar a mineralogia dos solos da ilha e verificar seu grau de intemperismo.

Material e Métodos

A ilha da Trindade está situada a 20° 30’S e 29° 18’WG. O clima é do tipo tropical oceânico com temperatura média anual de 25,2 °C, sendo o mês de fevereiro o mais quente (30,2 °C) e o de agosto o mais frio (17,3 °C). A precipitação média anual é de 923 mm, mas muito variável. Foram selecionados 10 perfis para o estudo dos solos em diferentes pedoambientes, resultantes de variações litológicas, topográficas e de cobertura vegetal.

⁽¹⁾ Primeira Autora é Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, CEP 22460-000 E-mail: eliane@cnpq.embrapa.br

⁽²⁾ Segundo Autor é Professor Adjunto do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa., Campus da UFV, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: carlos.schaefer@solos.ufv.br

⁽³⁾ Terceiro Autor é Professor do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba, PR. CEP 80035-050 – E-mail: vanderfm@ufpr.br
Apoio financeiro: CNPq.

Em cada pedoambiente, foi descrito e coletado um perfil de solo representativo, compreendendo todos os horizontes pedogenéticos, conforme Tabela 1.

A fração argila foi analisada por DRX, para identificação dos minerais presentes. As amostras foram moídas em almofariz e montadas em placas Koch (amostras não orientadas) [4] e os difratogramas foram obtidos em goniômetro vertical Philips, controlado por computador. A velocidade do goniômetro foi de 1°20'/min, com amplitude de 4 a 65°20'. O difratômetro, equipado com tubo de cobre e utilizando radiação CuK α , foi operado a 25 mA e 35 kV, para todas as análises realizadas. Foram feitos vários tratamentos para diferenciar os minerais presentes na fração argila [5]: a) saturação com Mg e secagem ao ar, para diferenciar minerais do tipo 2:1 expansíveis (vermiculita e montmorilonita) dos não expansíveis (mica); b) saturação com Mg e solvatação com glicerol, para diferenciar vermiculita e esmectita; c) saturação com K e secagem ao ar, para diferenciar clorita, vermiculita e vermiculita com hidróxi entrecamadas (VHE); d) saturação com K e aquecimento a 300°C, para diferenciar clorita e VHE; e e) saturação com K e aquecimento a 550°C, para diferenciar clorita e minerais interestratificados e concentrar minerais do tipo 2:1. Após os tratamentos, as amostras foram montadas em lâminas de vidro, utilizando-se a técnica do esfregaço (amostras orientadas), e analisadas por DRX. A amplitude foi de 3 a 15° 20'/min e a velocidade angular do goniômetro de 1° 20'/min.

Resultados

Com base na DRX da argila natural, da argila desferrificada e tratada com DBC; orientada e submetida a tratamentos (argila saturada com KCl, KCl aquecida, Mg, Mg-glicerol) foi possível observar a presença notável de minerais primários em todos os solos estudados, ao lado de minerais secundários decorrentes de intemperismo, revelando a natureza incipiente da alteração mineral dos solos da ilha.

Discussão

A mineralogia da fração argila dos solos revela grande similaridade com a mineralogia de materiais inalterados estudados por Almeida [6]. O autor mostra que a mineralogia de Trindade, não difere das províncias congêneres, em que teores deficientes de sílica, acompanhados de excesso de sódio e alumina, imprimem traços distintivos à mineralogia da série eruptiva. Nas rochas de Trindade falta por completo quartzo magmático, mas estão presentes plagioclásio, nefelina, analcita, biotita, noseana e micas. Os anfibólios e piroxênios são responsáveis pela riqueza em sódio, alumínio e titânio.

Como observado na Figura 1, os minerais da fração argila pouco se distinguem dos encontrados na fração

areia [7], o que reforça a juvenalidade dos solos da ilha.

Os solos das posições mais baixas do relevo apresentam uma maior diversidade de minerais primários devido ao intemperismo menos acentuado, enquanto em maiores altitudes encontram-se maiores proporções de minerais secundários (goethita, gibbsita), mas ainda com presença de minerais primários incomuns, como hornblenda (anfíbólio) e plagioclásio na fração argila. Não ocorreram muitas diferenças entre os perfis estudados, sendo comum a presença de hornblenda, plagioclásio, mica, esmectita, magnetita e anatásio. Os solos mais evoluídos apresentam traços de gibbsita, presença de goethita e caulinita e algumas variações, como pode ser visto na Tabela 2. A coexistência de gibbsita com uma assembléia de minerais primários indica direta solubilização de plagioclásios, em função da hidrólise ácida nos solos mais elevados da ilha, à exemplo reportado por Stoops et al [8].

Conclusões

A presença generalizada de minerais primários em solos de Trindade, na proporção encontrada na fração argila, situa-se entre os mais jovens e menos intemperizados já estudados em todo o território brasileiro, denotando sua origem vulcânica recente, e diferenciando-os de solos derivados de rochas vulcânicas, de outras ilhas, como Noronha, que mostram menor proporção de minerais inalterados e maior grau de intemperismo.

Agradecimentos

A todos àqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, a UFV, CNPq.

Referências

- [1] ALMEIDA, F.F.M. A Ilha de Trindade. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 2000. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio092/sitio092.htm>. Acesso em: 10 abr. 2003.
- [2] ALMEIDA, F.F.M. Geologia e Petrologia da Ilha da Trindade. Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 197 p., 1961. (Monografia XVIII).
- [3] CORDANI, U.G. Idade do vulcanismo do Oceano Atlântico Sul. São Paulo: Instituto de Geociências e Astronomia, Boletim IGA, 1:9-75. 1970
- [4] BESOAIN, E. Mineralogía de Arcillas de Suelos. Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperacion para Ia Agricultura. 1205 p., 1985.
- [5] WHITTIG, L.D.; ALLARDICE, W.R. X-ray diffraction techniques. In: KUTER, A., ed. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, p.331-362, 1986. (Agronomy Series, 9).
- [6] ALMEIDA, F.F.M. Petrologia da Ilha da Trindade. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP. 223 p., 1962.
- [7] CLEMENTE, Eliane de Paula ; SCHAEFER, C.E.R ; VIANA, J.H . Mineralogia da fração areia dos solos da ilha da Trindade. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2007, Gramado. conquistas e desafios da ciência do solo brasileira. Porto Alegre : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo:Núcleo regional sul, 2007.
- [8] STOOPS, G.; MARCELINO, V., ZAUZYAH, S. and MAAS, A. Micromorphology of soil of humid tropics. In: Soil Micromorphology: Studies in Management and Genesis. Developments in Soil Science 22. A. Ringrose-Voase and G.H. Humphries (Eds.), Elsevier, Amsterdam. p.1-15, 1994.

Tabela 1. Localização, características dos perfis de solos estudados e de seus respectivos ambientes

Perfil	Localização	Atitude (m)	Rochosidade	Formação geológica
P1 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico bioclástico-carbonático	2050520 S; 2931326 W. Terço superior de Duna vegetada com <i>Cyperus atlanticus</i> , logo abaixo da crista fonolítica e tálus, em relevo ondulado.	26	Não rochoso.	Dunas quaternárias de calcários recifais, com contribuição de sedimentos de rochas vulcânicas, subordinada.
P2-NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico	2050813 S; 2931547 W. Área de relevo suave ondulado, em terço inferior de rampa pedimentada, com blocos e matacões rochosos. Representa o nível mais baixo de rampas pedimentadas atrás do POIT e da Praia dos Portugueses, recoberta de <i>Cyperus atlanticus</i> e revegetação de <i>Colubrina glandulosa</i> com quatro anos, esparsa.	49	Rochoso com mais de 25% da área coberta de blocos/matacões de fragmentos de lava ankaratrítica e fonolitos.	Depósitos de tálus rochoso de blocos da Formação Trindade e Desejado, com sedimentos inconsolidados de pedimentação.
P3 - NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico	2051621 S; 2930960 W. Topo aplainado do platô do Príncipe, abaixo da saia de tálus do Morro da Gruta, com vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> , em relevo plano, com poucos blocos e matacões rochosos de lava ankaratrítica.	91	Rochoso com 5-10% da área coberta de blocos/matacões de fragmentos de lava.	Escórias globosas e fibrosas, horizontalmente dispostas no Platô
P4 – NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico	2051016 S; 2931368 W. Terço superior de rampa logo abaixo da saia de tálus, com vegetação de <i>Cyperus atlanticus</i> , em relevo ondulado, com blocos e matacões rochosos de fonólito do Pico da Bandeira (situado acima).	136	Rochoso com mais de 20% da área coberta de blocos/matacões de fragmentos de fonolitos.	Leque coluvial pedimentado da saia do Pico da Bandeira, com tipos fonolíticos
P5 – NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico	2051359 S; 2931500 W. Terço inferior da borda do Morro Vermelho, na saia abaixo do Pico do Elefante com <i>Cyperus atlanticus</i> .	196	Tufos e colúvios da Formação do Morro Vermelho (lavas ankaratríticas)	Tufos e colúvios da Formação do Morro Vermelho (lavas ankaratríticas)
P6-CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	2051545 S; 2932385 W. Topo aplainado do platô abaixo do Pico do Desejado, vegetação de <i>Bulbostylis nesiotis</i> e alguns <i>Cyperus</i> , em relevo plano, com blocos e matacões rochosos de fonolito nas vizinhanças da borda do platô devido à erosão laminar severa pelo pastoreio de cabras.	448	Rochoso em menos de 5% da área, blocos/matacões de fragmentos de fonolitos.	Tufos básicos em platô latossolizado <i>in situ</i> , com contribuições coluviais; material mais antigo e conservado da ilha, pela natureza porosa dos tufos.
P7 - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	2051356 S; 2932317 W. Base de rampa na saia do pico do Desejado, na área coberta de <i>Pytirogramma calomelanos</i> onde foram feitas covas para <i>Colubrina glandulosa</i> ; em relevo local suave, geralmente montanhoso, com raros blocos e matacões rochosos de fonolito recoberto de líquens crustosos e foliosos. Representa o nível elevado típico de cobertura de <i>Pytirogramma calomelanos</i> abaixo do Desejado.	478	Rochoso com 15-20% da área coberta de blocos/matacões de fragmentos de fonolitos.	Depósito de tálus de pedimentos da Formação Desejado, com tipos fonolíticos
P8 – CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico	2050978 S; 2932781 W. Terço superior de vertente de face sul, mais úmida, ravinada, com floresta nebulosa de <i>Cyathea delgadii</i> com comunidade de sub-bosque de <i>Peperomia glabella</i> ., em relevo montanhoso, com poucos blocos e matacões rochosos de fonolito recoberto de líquens crustosos e foliosos. Representa o nível mais elevado e antigo de floresta de pteridófitas da Ilha, abaixo do Platô do Desejado (trilha Desejado-Fazendinha).	517	Não rochoso, com alguns afloramentos em 20% da área (fragmentos de fonolitos).	Formação Desejado, com tipos fonolíticos
P9 - CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico	2051162 S; 2932533 W. Topo do platô do desejado voltado à face sul, mais úmida, com vegetação de Floresta de <i>Myrsine floribunda</i> , em relevo local plano a suave ondulado, com raros blocos e matacões rochosos de fonolito aflorantes.	599	Não rochoso, com menos de 5% da área coberta de fragmento de fonolitos	Fonolito da formação Desejado
P10 - ORGANOSSOLO FÓLICO Fíbrico	2051241 S; 2932550 W. Topo de anfiteatro ravinado com vegetação de <i>Cyathea delgadii</i> , em relevo montanhoso, em terço superior de vertente, com blocos e matacões rochosos de fonolito recoberto de líquens crustosos e foliosos. Representa o nível elevado da Ilha, abaixo do Platô do Desejado, com <i>Myrsine floribunda</i> .	554	Rochoso com mais de 25% da área coberta de blocos/matacões de fragmentos de fonolitos.	Formação Desejado, com tipos fonolíticos

Tabela 2. Minerais presentes na fração argila dos perfis de solos estudados

MINERAIS	PICOS	PERFIS
Analcima	5,671	
Anatásio	2,363; 3,423-3,450	P2A1, P3A1, P3A2, P3C, P4A1, P4AB, P4Bt, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi
Augita	3,23	P2A2, P3A1
Augita/titanita	2,938	P3CR
Biotita/vermiculita	4,92; 5,175; 11,928	P2A1
Ca-Apatita	2,803	P8C
Ca-Apatita + Hornblenda	2,727	P2C1
Ca-apatita + ilmenita	2,770; 2,805	P4AB, P4C2
Carbonato-Apatita/ilmenita	2,786	P2A1
Caulinita	2,577-2,589; 3,58-3,622; 7,10-7,588;	P2C1, P3A1, P3A2, P3CR, P4C2, P5A1, P7A, P8C, P10B, P10BC
Clorita	2,847; 4,79; 13,80; 14,301; 14,542	P2A2, P2C1, P3CR, P4A1, P4Bt, P4C1
Clorita + caulinita	7,035	P2A2
Cristobalita	2,856; 3,156; 4,110	P2A1, P2A2, P3C, P10A
Cristobalita/Goethita	4,110	P8C, P10B
Esmectita	4,50; 5,137; 5,157; 14,577; 15,5; 15,824; 16,223-16,973; 17,142-17,543; 18,550; 19,246	P2A2, P2C1, P3A1, P3A2, P3C, P3CR, P4A1, P4AB, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P7A, P7Bi, P8C, P9O2, P9C, P10A, P10B, P10BC
Esmectita/titanita	2,958; 4,50; 15,590; 18,822	P2A1
Esmectita/mica	4,27-4,408; 5,137-5,902; 11,897; 11,98; 12,008-12,720	P2A2, P2C1, P3A1, P3A2, P3C, P3CR, P4A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P7A, P7Bi, P9O2, P9C, P10A, P10BC
Gibbsita	2,328-2,581; 3,281; 3,30; 4,88	P2C1, P3A1, P7A, P8C, P9O2, P10B, P10BC
Goethita	2,58; 4,137-4,243	P2A2, P2C1, P3A1, P3A2, P3CR, P4A1, P4AB, P4Bt, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P7A, P7Bi, P8C, P9O2, P9C, P10B
Ilmenita + Ca-apatita	2,759	P3C
Hornblenda	2,710-2,731; 3,139-3,206; 8,42-8,881	P2A1, P2A2, P2C1, P3A1, P3A2, P3C, P3CR, P4A1, P4AB, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P7A, P7Bi, P8C, P9O2, P9C, P10A, P10B
Hornblenda + apatita	2,744	P3A1, P3A2
Magnetita	2,525-2,597	P2C1, P3A1, P3A2, P3C, P3CR, P4A1, P4AB, P4Bt, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P8C, P9C, P10A, P10B, P10BC
Mica	4,92; 5,117; 5,191; 9,884; 9,974; 10,180; 10,50;	P2A2, P3C, P4BC, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P8C, P9O2, P9C, P10A, P10B
Mica/esmectita/clorita	13,5	P3CR
Mica/esmectita	5,117-5,797; 11,790-11,98	P4A1, P4AB, P4Bt, P4BC, P4C1, P4C2, P10B
Mica/vermiculita	5,71; 12,011; 20,872	P2C1, P8C
Plagioclásio	2,900-2,988; 3,150-3,816; 4,05; 4,279; 6,362-6,794; 8,713	P2A1, P2A2, P2C1, P3A1, P3A2, P3C, P3CR, P4A1, P4AB, P4Bt, P4BC, P4C1, P4C2, P5A1, P6A, P6Bi1, P6Bi2, P7A, P7Bi, P8C, P9O2, P10B, P10BC
Plagioclásio + Cristobalita	3,128	P3C
Plagioclásio + titanita + augita	2,975	P3A1
Quartzo	3,35- 3,55	P2A2, P4A1, P6Bi1, P6Bi2, P9O2
Titanita + augita	2,99; 3,23	P2A2

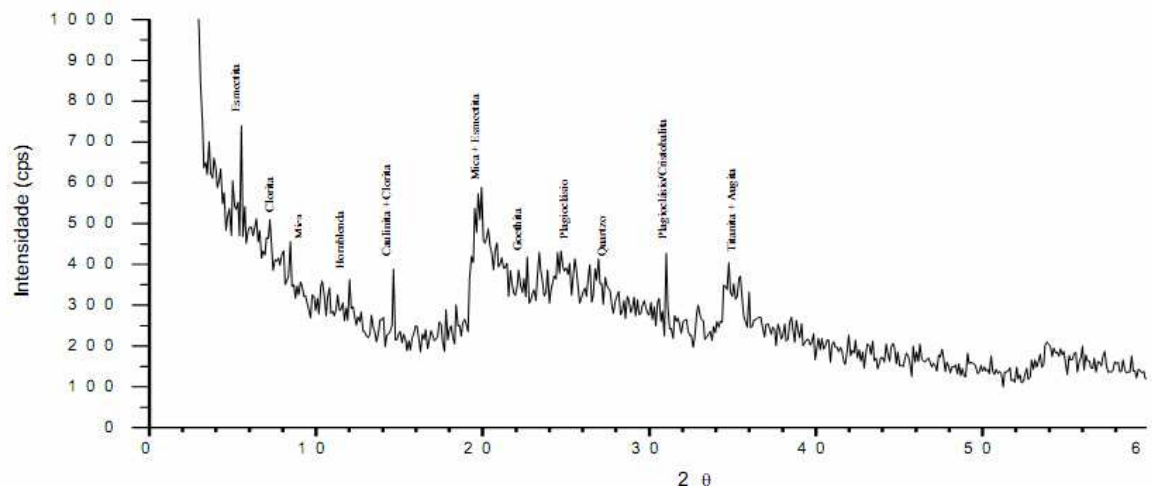


Figura 1. Difratoograma de raio-x da argila natural do Perfil 2 – NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico, horizonte A2

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“O Solo e a Produção de Bioenergia: Perspectivas e Desafios”

Os solos e a cultura do arroz

HUMBERTO GONÇALVES DOS SANTOS⁽¹⁾, ELAINE CRISTINA CARDOSO FIDALGO⁽²⁾, MAURÍCIO RIZATTO COELHO⁽²⁾, MÁRIO LUIZ DIAMANTE ÁGLIO⁽³⁾ & ALBERTO BAETA DOS SANTOS⁽⁴⁾

RESUMO -

O objetivo deste trabalho é apresentar a distribuição dos solos no Brasil e descrever suas principais características, potencial e limitações para a cultura do arroz irrigado e de terras altas. Os solos mais usados para o cultivo do arroz de terras altas são os Latossolos, Argissolos e Nitossolos, classes que abrangem aproximadamente 59% do território brasileiro. O arroz irrigado por inundação é cultivado em condições variadas de hidromorfismo, encontrada nos solos que ocupam, em geral, áreas sedimentares baixas, de várzeas ou terraços. Nestes ambientes podem ocorrer Planossolos, Gleissolos, Chernossolos, Vertissolos, Organossolos, Cambissolos, Espodosolos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos hidromórficos.

Palavras-chave: (arroz irrigado, arroz de terras altas, classes de solos)

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma espécie hidrófila, cujo processo evolutivo tem levado a sua adaptação às mais variadas condições ambientais. São considerados dois grandes sistemas para a cultura, o arroz irrigado por inundação controlada, cultivado nas várzeas, e o de terras altas, sem irrigação e com irrigação suplementar por aspersão (Guimarães et al., 2006)

No Brasil, o arroz irrigado por inundação e o de terras altas são cultivados em uma grande diversidade de classes de solos. Para isso, é necessário que haja um manejo adequado da fertilidade mediante correções e adubações apropriadas e práticas de conservação de solo para evitar a erosão causada principalmente pelas chuvas.

As áreas de solos mais usados para a cultura do arroz de terras altas compreendem os Latossolos, Argissolos e Nitossolos, argilosos ou muito argilosos, com boa capacidade de retenção de água. Esse aspecto é de grande importância para o arroz de terras altas porque seu sistema de cultivo é predominante dependente da precipitação pluvial. O arroz irrigado

por inundação, por sua vez, é cultivado em condições variadas de deficiência de drenagem (hidromorfismo). Nesse caso, os Planossolos, Gleissolos, Chernossolos, Vertissolos, Organossolos, Cambissolos, Espodosolos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos hidromórficos que ocupam, em geral, áreas sedimentares baixas, de várzeas ou terraços, apresentam condições mais ou menos apropriadas ao seu cultivo.

Este trabalho tem como objetivo apresentar a distribuição dos solos no Brasil, identificados até o primeiro nível categórico, e descrever suas principais características, potencial e limitações para implantação da cultura de arroz irrigado e de terras altas.

Material e Métodos

Inicialmente o Mapa de Solos do Brasil (IBGE e EMBRAPA, 2001), em escala 1:5 000 000 foi atualizado com base no atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006) e simplificado até o segundo nível categórico.

As exigências da cultura de arroz, seja no sistema irrigado ou de terras altas, foram identificadas na literatura (Alonço et al., 2005; Embrapa Arroz e Feijão, 2003), bem como a descrição das principais características dos solos em que se cultiva o arroz nos dois sistemas (Coelho et al., 2006)

Resultados

No Mapa de Solos do Brasil, atualizado com base no atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), pode-se distinguir 13 grandes classes de solos representativas das paisagens brasileiras (Figura 1).

Há grande predominância dos Latossolos, Argissolos e Neossolos, que no conjunto se distribuem em aproximadamente 70% do território nacional (Tabela 1).

As classes Latossolos e Argissolos ocupam aproximadamente 58% da área e são solos profundos, altamente intemperizados, ácidos, de baixa fertilidade natural e, em certos casos, saturados por alumínio.

Solos de média a alta fertilidade também ocorrem e são em geral pouco profundos em decorrência de seu baixo grau de intemperismo, caracterizados nas classes dos

⁽¹⁾ Primeiro autor é pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000. E-mail:humberto@cnps.embrapa.br.

⁽²⁾ Segundo e terceiro autores são pesquisadores da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000.

⁽³⁾ Quarto autor é Geógrafo da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000.

⁽⁴⁾ Quinto autor é pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12, Santo Antônio de Goiás, GO, CEP 75375-000.

Neossolos, Argissolos, Luvisolos, Planossolos, Nitossolos, Chernossolos e Cambissolos.

A seguir são descritos Latossolos, Argissolos e Nitossolos, os solos mais adequadas à cultura do arroz de terras altas.

A. Latossolos

Ocupam aproximadamente 31% do território nacional (Tabela 1), sendo solos muito antigos, resultantes de energéticas transformações de seu material constitutivo, ou oriundos de sedimentos já pré-intemperizados. Em consequência, há o predomínio, na fração argila, de minerais nos últimos estádios de intemperismo, caulinitas e óxidos de ferro e alumínio, sendo a fração areia também dominada por minerais altamente resistentes à decomposição, quartzo predominantemente. Em geral, são muito profundos, porosos, bem drenados, macios e permeáveis, de textura variável, de média a muito argilosa segundo o material de origem. Comumente, são de baixa fertilidade natural. A baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e baixa saturação por bases definem os Latossolos como de baixa capacidade de armazenamento e suprimento de nutrientes às plantas. A CTC desses solos depende essencialmente da matéria orgânica, o que evidencia a importância do manejo adequado para melhorar a fertilidade desses solos.

B. Argissolos

Os Argissolos, que ocupam aproximadamente 27% do território brasileiro, formam uma classe bastante heterogênea que, em geral, têm em comum um aumento substancial no teor de argila em profundidade. Geralmente, ocupam terrenos de relevos mais movimentados na paisagem, quando comparados aos Latossolos. Esse fato, associado ao gradiente textural mais alto, promove taxas de infiltração diferenciadas ao longo do perfil, rápida nos horizontes superficiais e mais lenta nos subsuperficiais. Isto favorece o escoamento superficial das águas das chuvas, contribuindo para aumentar os riscos de erosão, o que exige a utilização de práticas ou de manejo conservacionista.

C. Nitossolos

São solos minerais, não hidromórficos, de textura argilosa ou muito argilosa em todos os horizontes (teor de argila $\geq 350\text{g/kg}$ de solo). São caracterizados por apresentar cerosidade moderada a forte na superfície dos agregados que compõem o seu horizonte subsuperficial. Como os Nitossolos são comumente profundos, muito porosos, sem problemas de drenagem ou aeração, com boas condições físicas, ou seja, sem impedimentos mecânicos ao crescimento das raízes, apresentam boa aptidão para lavouras e demais usos agropecuários, porém sua ocorrência está restrita a aproximadamente 1% do território brasileiro.

A seguir são descritos os solos de áreas sedimentares baixas, de várzeas ou terraços, mais utilizadas ao cultivo do arroz irrigado.

D. Planossolos

Ocupam 2,7% do território brasileiro. São solos mal drenados com horizonte superficial de textura mais leve, contrastando com o horizonte subsuperficial adensado e extremamente endurecido quando seco. Esse horizonte subsuperficial apresenta cores acinzentadas ou escurecidas que refletem uma baixa permeabilidade. Os principais fatores limitantes ao uso agrícola desses solos são a má drenagem e os valores relativamente baixos de soma de bases, principalmente nos horizontes superficiais.

E. Gleissolos

Compreendem solos hidromórficos e ocupam cerca de 4,7% do território nacional. Caracterizam-se por apresentar um horizonte com cores cinzentas (horizonte glei), imediatamente abaixo do horizonte A, ou que começa dentro de 50 cm da superfície, indicativo de formação em ambiente de redução devido à saturação por água durante um longo período do ano. São de textura média ou argilosa em todos os horizontes, não apresentando mudança textural abrupta entre os horizontes, o que os diferencia dos Planossolos. Podem apresentar fertilidade baixa a alta. Podem ainda apresentar conteúdos expressivos de carbonatos, de matéria orgânica no horizonte superficial, sais, sódio ou compostos de enxofre oxidáveis, os quais têm grande influência no comportamento desses solos, muitas vezes impossibilitando seu uso para fins agrícolas.

F. Chernossolos

São solos constituídos por material mineral com elevada saturação por bases (eutróficos). A capacidade de troca de cátions é alta nos horizontes superficiais e aumenta com a profundidade, do mesmo modo que a soma de bases e a porcentagem de saturação por bases, o que os caracteriza como eutróficos. Devido à fertilidade natural elevada desses solos, o arroz irrigado cresce bem e produz boas colheitas. Porém, por serem pouco porosos, moderada a imperfeitamente drenados, com excesso de água durante o período chuvoso, e por apresentarem argilas do tipo 2:1, expansivas e pegajosas quando molhadas, podem apresentar dificuldades à mecanização durante o preparo do solo. Distribuem-se em menos de 0,5% do território nacional.

G. Vertissolos

São solos de coloração acinzentada ou preta, argilosos, imperfeitamente drenados, muito plásticos e muito pegajosos devido à presença de argilas expansivas (2:1). Comumente são pouco profundos. Em relação à utilização, esses solos são adequados do ponto de vista químico, porém não apresentam atributos físicos favoráveis ao manejo, sendo muito duros quando secos, formando torrões compactos, e muito plásticos e muito pegajosos quando molhados, aderindo aos implementos agrícolas. São cultivados com arroz irrigado em áreas planas. Ocupa aproximadamente 2% do território brasileiro.

H. Organossolos

São solos pouco desenvolvidos, de constituição orgânica proveniente de acumulações de restos vegetais em grau variável de decomposição, em ambientes mal a muito mal drenados. Apresentam cor preta, cinzenta muito escura

ou marrom devido aos elevados teores de carbono orgânico. Usualmente são ácidos, com baixa saturação por bases e freqüentemente com altos teores de alumínio trocável. Quando drenados e cultivados podem ficar sujeitos a uma acentuada subsidência (rebaixamento da superfície) e diminuição gradativa no teor de matéria orgânica.

Apesar de ácidos a fortemente ácidos, apresentam razoável fertilidade natural e a saturação por alumínio, normalmente alta, não se constitui em problema para as plantas cultivadas devido, principalmente, à sua complexação pelos compostos orgânicos. A deficiência de aeração e os impedimentos à mecanização constituem-se em importantes limitações ao uso desses solos. Apresenta a menor expressão em termos de área ocupada, 0,03%.

I. Cambissolos

Os Cambissolos em áreas de várzea ocupam posições ligeiramente superiores e de melhor drenagem do que os Gleissolos. Suas partes mais planas são freqüentemente sistematizadas e utilizadas com arroz irrigado. São muito variáveis quanto à textura e à fertilidade natural.

J. Espodossolos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos hidromórficos

Apresentam uma aptidão muito restrita para o uso com arroz irrigado, pois são muito arenosos ou sujeitos a inundações muito freqüentes. Ocupam áreas significativas de várzeas no rio Grande do Sul, Santa Catarina e Roraima.

Devido ao mapa de solos de restringir ao segundo nível categórico, não foi possível estimar a área ocupada pelos últimos solos descritos.

Conclusões

No Mapa de Solos do Brasil, atualizado com base no atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), pode-se distinguir 13 grandes classes de solos representativas das paisagens brasileiras.

59% do território brasileiro é ocupado pelas classes Latossolos, Argissolos e Nitossolos, os mais adequados para o cultivo do arroz de terras altas.

Condições variadas de hidromorfismo, onde se cultiva o arroz irrigado por inundação, são encontradas nos solos que ocupam, em geral, áreas sedimentares baixas, de várzeas ou terraços, onde podem ocorrer Planossolos, Gleissolos, Chernossolos, Vertissolos, Organossolos, Cambissolos, Espodossolos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos hidromórficos.

Referências

- [1] ALONÇO, A. S. et al. 2005 [Online]. *Cultivo do arroz irrigado no Brasil*. (Sistemas de Produção, 3). Homepage: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoBrasil/>. Acesso em 05/06/2008.
- [2] COELHO, M.R.; SANTOS, H.G.; OLIVEIRA, R.P.; MORAES, J.F.V. Solos. In: SANTOS, A.B. STONE, L.F. VIEIRA, N.R.A. eds. *A cultura de arroz no Brasil*. 2a. ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. Cap.6, p. 161-208.
- [3] EMBRAPA. 2006. 2ed. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 306p.
- [4] EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. 2003. *Cultivo do arroz de terras altas*. (Sistemas de Produção, 1). Homepage: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasOld/>. Acesso em 13/04/2009.
- [5] GUIMARÃES, C.M.; SANTOS, A.B.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M.; STONE, L.F. Sistemas de cultivo. In: SANTOS, A.B. STONE, L.F. VIEIRA, N.R.A. eds. *A cultura de arroz no Brasil*. 2a. ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. Cap.3, p. 53-96.
- [6] IBGE. EMBRAPA. 2001 [Online]. *Mapa de solos do Brasil*. Rio de Janeiro, 2001. Mapa colorido em escala 1:5 000 000. Homepage: http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/tem_solos.php. Acesso em: 05 /06/2008.

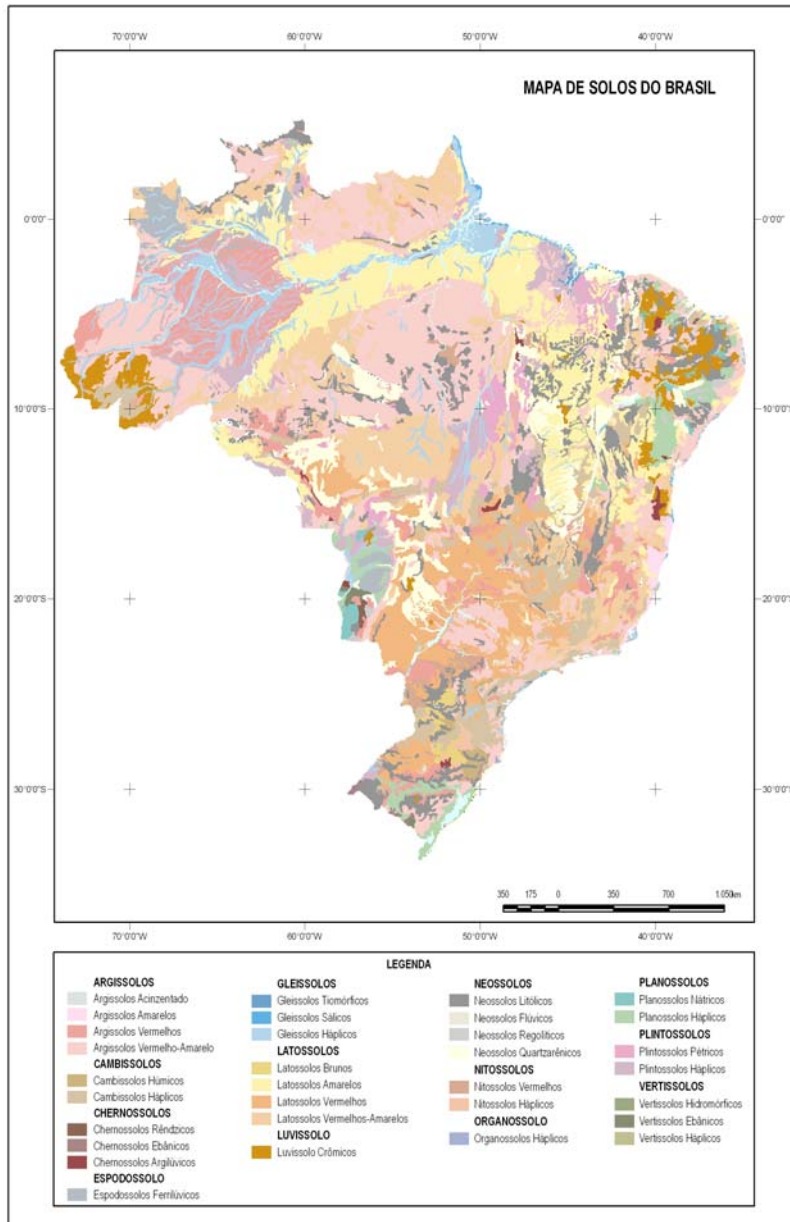


Figura 1. Distribuição dos solos no Brasil baseado no Mapa de Solos do Brasil, atualizado segundo o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Tabela 1. Extensão e distribuição das classes de solos no Brasil.

Planossolos, Gleissolos, Chernossolos, Vertissolos, Organossolos, Cambissolos, Espodossolos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Quartzarênicos hidromórficos

Classes	Área absoluta (km ²)	Área relativa (%)
Argissolos	2.28589,16	26,84
Cambissolos	448.268,08	5,26
Chernossolos	37.206,29	0,44
Espodossolos	160.892,69	1,89
Gleissolos	397.644,27	4,67
Latossolos	2.681.588,69	31,49
Luvissolos	241.910,74	2,84
Neossolos	1.122.603,82	13,18
Nitossolos	96.533,02	1,13
Organossolos	2.231,33	0,03
Planossolos	226.561,75	2,66
Plintossolos	594.599,98	6,98
Vertissolos	17.630,98	0,21
Afloramentos de rocha, dunas, água e outros	201.815,77	2,37
Brasil	8.514.876,60	100,00

Potencial dos Solos dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea do Estado de Sergipe, para o Cultivo da Cana-de-açúcar, Empregando Médio nível Tecnológico

JOSÉ CARLOS PEREIRA DOS SANTOS⁽¹⁾; ADEMAR BARROS DA SILVA⁽¹⁾; HILTON LUÍS FERRAZ DA SILVEIRA⁽²⁾; FÁBIO RICARDO MARIN⁽³⁾; MANOEL BATISTA DE OLIVEIRA NETO⁽¹⁾; MARIA SONIA LOPES DA SILVA⁽¹⁾ & DIÓGENES VIRGINIO DO NASCIMENTO⁽⁴⁾

RESUMO

O conhecimento do potencial agrícola das terras é um aspecto muito importante para a orientação quanto ao uso racional dos recursos financeiros e ambientais. Este trabalho teve como objetivo identificar, na região dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea de Sergipe, as áreas com melhor potencial pedológico para o cultivo da cana-de-açúcar. Foi utilizado como material básico o levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea do Estado de Sergipe, na escala 1:100.000. A interpretação foi feita para o uso das terras empregando médio nível tecnológico (manejo B). Os solos foram enquadrados nas classes de aptidão agrícola boa, regular, marginal e inapta, em função do seu potencial produtivo e, ou, dos riscos de degradação ambiental devido ao uso e manejo das terras com a cultura. O estudo estimou que 364 km² (5 % da região estudada) apresentam aptidão pedológica boa, e, 4.770 km² (67 % da área), aptidão regular, para a cultura da cana. O restante da área é formado por solos de aptidão marginal ou inapta para a cultura. Os locais de ocorrência das melhores áreas para a cultura foram indicados por meio de um mapa com o potencial pedológico da região estudada. As melhores áreas encontram-se uniformemente distribuídas ao longo de toda a região dos Tabuleiros, sendo pequena a ocorrência de solos aptos na Baixada Litorânea, em função do caráter arenoso dos seus solos.

Palavras-Chave: (Sergipe, aptidão pedológica, cana-de-açúcar)

Introdução

A cultura da cana-de-açúcar representa uma importante fonte de emprego e renda na região Nordeste do Brasil, especialmente nos Estados de Alagoas e Pernambuco.

Sem a mesma magnitude dos Estados de Alagoas e

Pernambuco, a cultura ocupa uma área bem menos expressiva, porém economicamente importante, no Estado de Sergipe, concentrando-se em sua região mais úmida.

No Estado, a cana-de-açúcar concentra-se nas regiões fisiográficas denominadas Tabuleiros Costeiros e Baixada Litorânea. De acordo com estimativas do IBGE [1], a área plantada no Estado foi de aproximadamente 38.000 ha na safra de 2007/08, com uma produtividade média de 62t/ha.

Tanto do ponto de vista da mecanização agrícola, como do uso de insumos, a cultura tem sido manejada sob diferentes níveis tecnológicos. Em função disto, a produtividade tem sido bastante variada situando-se, predominantemente, entre 40 e 80t/ha/ano.

O grau de adoção de tecnologias para o manejo das culturas em geral, e, em particular da cana-de-açúcar, depende de aspectos econômicos, socioculturais e ambientais. No caso dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea de Sergipe, a situação não é diferente, os fatores também influenciam de forma marcante no nível tecnológico adotado e na produtividade da cultura.

Destaca-se que, em Sergipe, algumas áreas são cultivadas com a cana-de-açúcar em condições ambientais bastante desfavoráveis. As principais limitações estão, em geral, relacionadas com a baixa fertilidade natural dos solos. Outros fatores como textura, profundidade, drenagem e pedregosidade também podem apresentar restrições ao cultivo da cana.

Este trabalho teve como objetivo identificar nas regiões dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea do Estado de Sergipe, as áreas com melhor potencial pedológico para o cultivo da cana-de-açúcar, empregando médio nível tecnológico no manejo da cultura.

Material e Métodos

Este trabalho abrangeu como área de estudo as regiões dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea do Estado de Sergipe, situadas entre os paralelos 8°33'47"S e 9°22'52"S e entre os meridianos 37°03'16"W e 36°0'32"W (Figura 1).

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Solos/UEP Recife, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51.020-240. E-mail: josecarlos@uep.cnps.embrapa.br.

⁽²⁾ Analista da Embrapa Solos/UEP Recife, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51.020-240.

⁽³⁾ Pesquisador da Embrapa Informática, Av. André Tosello, 209, Barão Geraldo, Campinas, SP, CEP 13083-886.

⁽⁴⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma da UFRPE, Estagiário da Embrapa Solos, Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51.020-240.

O documento básico usado na avaliação da aptidão dos solos para a cultura da cana-de-açúcar foi o “Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea do Estado de Sergipe”, na escala 1:100.000 [2].

A interpretação das características dos solos foi feita para o uso das terras empregando médio nível tecnológico (manejo B), conforme Ramalho Filho e Beek [3]. Nesse manejo o agricultor emprega nível moderado de tecnologia e de recursos financeiros no cultivo das terras e da cultura. Em geral, considera-se a possibilidade de uso de tração animal, de alguma correção da fertilidade do solo, de controle de pragas e doenças e do uso de práticas simples de conservação de solos. Não se considera o uso de irrigação.

Os solos foram enquadrados em uma das classes de aptidão agrícola boa, regular, marginal e inapta, em função do seu potencial produtivo e, ou, dos riscos de degradação ambiental devido ao uso e manejo das terras com a cultura.

O enquadramento dos solos nas diferentes classes de aptidão foi feito por meio do cruzamento de suas características e, ou, de aspectos ambientais, considerados importantes para o desenvolvimento da cultura, com as exigências da cultura. Na interpretação foram considerados os seguintes aspectos do solo e do ambiente a estes associados: relevo, profundidade, fertilidade, pedregosidade, drenagem, textura, natureza da argila e salinidade.

Após a obtenção da aptidão de cada solo componente das unidades de mapeamento, produziu-se o mapa de potencial pedológico, cujo objetivo foi o de indicar, na região estudada, os locais de maior ocorrência de solos aptos para o cultivo de cana-de-açúcar. No mapa, cada unidade de mapeamento de solos foi classificada como sendo de potencial bom, médio, baixo ou muito baixo, com base na proporção de solos com aptidão boa, regular, marginal e inapta, da seguinte forma:

Potencial bom: unidades de mapeamento constituídas por 50% ou mais de solos com aptidão boa.

Potencial médio: unidades de mapeamento constituídas por 25% a 50% de solos com aptidão boa, ou, onde a soma de aptidão boa com regular é maior ou igual a 50%.

Potencial baixo: unidades de mapeamento de solos contendo entre 0% e 25% de solos com aptidão boa, ou, a soma de solos de aptidão boa com regular situar-se entre 25% e 50%.

Potencial muito baixo: unidades de mapeamento sem a ocorrência de solos com aptidão boa, e, a ocorrência de solos com aptidão regular é inferior a

25%.

Resultados e Discussão

A distribuição dos quantitativos de áreas com solos nas classes de aptidão pedológica boa, regular, marginal e inapta para a cana-de-açúcar é apresentada na Tabela 1.

Sob o ponto de vista pedológico, os Tabuleiros Costeiros e a Baixada Litorânea de Sergipe apresentam, juntos, 364 km² (5% de sua área) com solos de aptidão boa; 4.770 km² (67%) com solos de aptidão regular; 416 km² (6%) com solos de aptidão marginal; e, 1.531 km² (22%) com solos na classe inapta.

Os solos de melhor potencial, considerados como sendo de aptidão boa, de modo geral pertencem às classes dos Neossolos Flúvicos, Brunizéns e Cambissolos. Além das boas condições físicas, boa profundidade e do relevo favorável, esses solos apresentam, também, uma boa fertilidade natural.

Na classe de aptidão regular foram enquadrados, principalmente, os solos das classes dos Argissolos. Em proporções menores ocorrem, também, solos das classes Latossolos, Gleissolos, Plintossolos e Vertissolos.

Os principais fatores limitantes dos Argissolos enquadrados na classe regular são a baixa fertilidade natural, e em alguns casos, o relevo acidentado. Nos Gleissolos, as maiores limitações são a drenagem deficiente e a baixa fertilidade natural. No caso dos Vertissolos, a principal limitação é de ordem física, em consequência da grande presença de minerais de argila expansivos.

A baixa fertilidade natural apresentada pela maioria dos solos da região estudada foi considerada como sendo uma limitação moderada à cultura, uma vez que o manejo com média tecnologia pressupõe somente uma correção parcial dessa limitação, dentro dos limites observados.

Salienta-se que os Neossolos Flúvicos e os Gleissolos ocorrem na paisagem sempre associados aos cursos d'água. O uso desses solos, portanto, pode oferecer riscos de contaminação dos recursos hídricos, exigindo, portanto, atenção especial no seu manejo, de forma a minimizar os impactos ambientais.

A Figura 2, produzida com base na proporção da unidade de mapeamento ocupada por solos de aptidão boa, regular, marginal e inapta, mostra os locais onde ocorrem as áreas com maior potencial para exploração da cana-de-açúcar na área estudada.

Os solos com aptidão boa e regular ocorrem, em sua maioria, nos Tabuleiros Costeiros, onde estão distribuídos de forma uniforme ao longo de toda a região. O caráter arenoso da Baixada Litorânea torna os solos pouco propícios para o cultivo da cana-de-açúcar.

Salienta-se que o estudo aborda apenas as potencialidades e limitações do ambiente relacionadas com o solo e fatores associados como relevo, pedregosidade e drenagem. Os aspectos climáticos não foram

considerados.

Observa-se, entretanto, que a maior parte da área encontra-se em condições úmidas, sob domínio de vegetação primária do tipo floresta e cerrado subperenifólios, floresta perenifólia de restinga, campos hidrófilos de restinga e de várzea e floresta subcaducifólia. Somente uma área muito pequena da região está sob domínio de floresta mais seca do tipo caducifólia. Esta boa disponibilidade hídrica e as temperaturas elevadas são condições propícias ao cultivo da cana, sendo provavelmente as razões que tornam a região tradicionalmente produtora de cana em Sergipe.

Conclusões

O estudo estimou que 364 km² (5% da região estudada) apresentam aptidão pedológica boa; 4.770 km² (67%) aptidão regular; 416 km² (6%) aptidão marginal; e, 1.531 km² (22%) aptidão inapta, para a cultura da cana-de-açúcar.

As melhores áreas para o cultivo da cana-de-açúcar encontram-se uniformemente distribuídas ao longo de toda a região dos Tabuleiros, sendo pequena a ocorrência de solos aptos na Baixada Litorânea, em função do caráter arenoso dos seus solos.

O relevo plano dos Tabuleiros Costeiros e a presença de solos profundos, em geral, com boas condições físicas, são os aspectos mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura. A principal limitação é a baixa fertilidade natural, parâmetro que teve peso significativo nos resultados, uma vez que a interpretação adotada considera somente o emprego de média tecnologia no manejo das terras, o que torna a fertilidade natural uma limitação importante no sistema de produção.

Referências

- [1] IBGE. Produção agrícola municipal. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 29 jun. 2009.
- [2] ARAÚJO FILHO, J. C. de; LOPES, O. F.; OLIVEIRA NETO, M. B.; NOGUEIRA, L. R. Q.; BARRETO, A. C. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região dos tabuleiros costeiros e da baixada litorânea do Estado de Sergipe. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Boletim de Pesquisa nº4, 1999.
- [3] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3a. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS, 1994. 65p.



Figura 1. Localização da área de estudo na região Nordeste do Brasil.

Tabela 1. Distribuição dos solos nas regiões dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea de Sergipe nas diferentes classes de aptidão pedológica para a cana-de-açúcar, no manejo das terras com médio nível tecnológico.

Aptidão pedológica	Médio Nível Tecnológico	
	Área (km ²)	(%)
Boa	364	5
Regular	4.770	67
Marginal	416	6
Inapta	1.531	22
Total	7.081	100,0

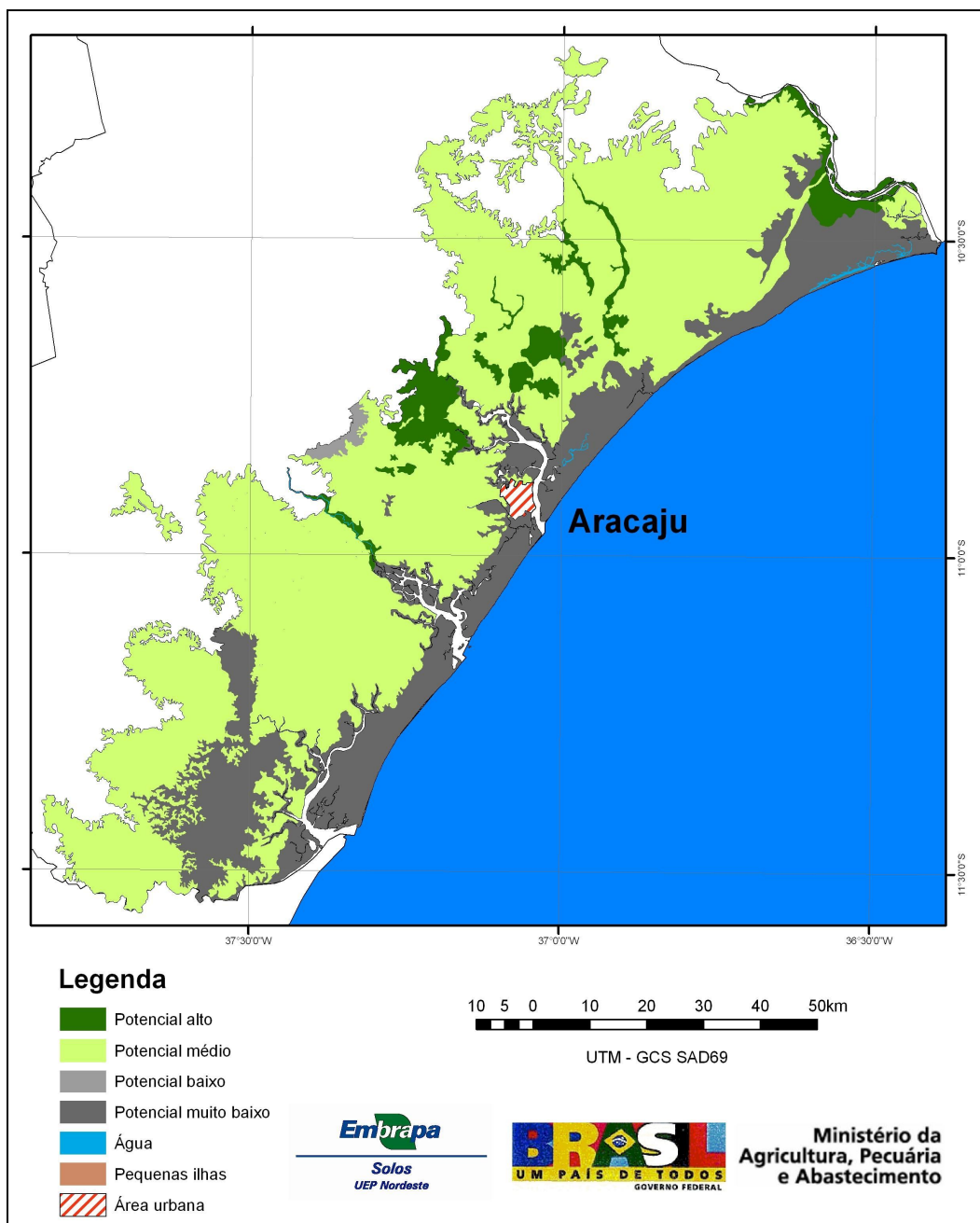


Figura 2. Distribuição espacial do potencial dos solos nas regiões dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea de Sergipe para a cultura da cana-de-açúcar, no manejo das terras com médio nível tecnológico.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Potencial de resposta à adubação para micronutrientes submetidos a diferentes normas DRIS na cultura do cupuaçu⁽¹⁾”

**JAIRO RAFAEL MACHADO DIAS⁽²⁾, JUSSIE DA SILVA SOLINO⁽²⁾ DANIEL VIDAL PEREZ⁽³⁾,
CLEIGIANE DE OLIVEIRA LEMOS⁽⁴⁾, PAULO GUILHERME SALVADOR WADT⁽³⁾,
LEONARDO BARRETO TAVELLA⁽²⁾**

RESUMO – A adubação balanceada com micronutrientes tem merecido maior atenção devido ao fato de que freqüentemente muitas lavouras estão deficientes em micronutrientes, além de que ser-pá pela adubação balanceada que se garantirá melhor resposta aos macronutrientes. Neste sentido, objetivou-se avaliar o comportamento do diagnóstico nutricional, submetidos a cinco grupos de normas DRIS. Para isto, amostras foliares de cupuaçueiros foram coletadas de pomares comerciais, cuja idade das plantas variou de 5 a 18 anos, com sistemas de cultivo solteiro ou sistemas agroflorestais (SAF's) e manejo orgânico ou convencional, obtendo-se para cada relação nutricional, entre os nutrientes Zn, Fe e Mn, as normas DRIS bivariadas, as quais foram obtidas para o conjunto das populações monitoradas e para subpopulações específicas. Os resultados indicam que, pra os micronutrientes Zn, Fe e Mn, não houve diferenças entre os diagnósticos nutricionais para os diferentes grupos de normas DRIS usados.

Palavras-Chave: (estado nutricional; análise foliar; *Theobroma grandiflorum*).

Introdução

O potencial de resposta à adubação (PRA) é uma ferramenta capaz de melhorar a interpretação dos índices DRIS. Proposto por Wadt [1] com o intuito de aumentar a precisão do diagnóstico nutricional produzido pelo método DRIS [2]. Esse método compara o módulo do índice DRIS de cada nutriente (INut) com o valor do índice de balanço nutricional médio (IBNm), como forma de verificar se o desequilíbrio atribuído a um dado nutriente é maior ou menor que o desequilíbrio atribuído à média de todos os nutrientes. Por esse método são definidos cinco classes de resposta à adubação, onde se o INut em módulo for inferior ou igual ao IBNm, tem-se uma planta com bom equilíbrio nutricional, ou seja, a probabilidade de resposta à adubação será nula (Z); INut menor que o IBNm sendo o de menor valor, simultaneamente, maior em módulo que o IBNm, tem-se uma planta com déficit nutricional, ou seja, a probabilidade de resposta à adubação será positiva (P) e, se o INut for menor que o IBNm não sendo o de menor valor, a planta apresenta-se com deficiência para o nutriente, portando a probabilidade de resposta à adubação poderá ser positiva ou nula (PZ). Em

contrapartida se o INut for maior em módulo que o IBNm, não sendo o de maior valor, a planta apresenta-se com excesso do nutriente em questão, portando a probabilidade de resposta à adubação será negativa ou nula (NZ) e quando o INut for maior que todos os demais índices, observa-se também excesso para o nutriente, sendo a probabilidade de resposta à adubação negativa (N).

Para cupuaçueiros cultivados na Amazônia, além de não existir nenhum método eficaz para fertilização, os solos sob cultivo são de baixa fertilidade natural e muito ácidos, atualmente tem-se constatado esgotamento nutricional para a cultura, onde colheitas sucessivas, sem qualquer reposição de nutrientes, exaurirão o solo a níveis de empobrecimento prejudicial [3].

Além dos macronutrientes, principalmente P e K, o primeiro por ser muito deficiente na maioria dos solos brasileiros, e o segundo por ser altamente exigido pela cultura, demanda de reposições periodicamente pelo intenso processo de exportação existente no meio. Nessa tendência de cada vez mais aumentar a produtividade, os micronutrientes assumem papéis importantes. Uma vez que, são importantes nos processos fisiológicos do cupuaçueiro, principalmente na fotossíntese [4].

Entretanto, para o diagnóstico nutricional de micronutrientes em cupuaçueiros, faz-se necessário verificar se haveria interpretações distintas usando-se normas DRIS genéricas ou específicas. Se normas genéricas produzirem o mesmo diagnóstico que normas específicas, seu uso poderá ser mais indicado, pela maior facilidade de acumulação de informações necessárias e também, pela sua aplicação em uma maior variabilidade de situações.

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o diagnóstico produzido por diferentes grupos de normas DRIS na interpretação do estado nutricional do cupuaçueiro.

Material e Métodos

Para interpretação dos índices DRIS através do PRA foram monitorados 153 pomares comerciais de cupuaçueiro para geração das normas DRIS, sendo 42 cultivados em monocultivo e 111 em sistemas agroflorestais (SAF's), com idade variando de 5 a 18 anos, no período de julho a setembro de 2008, localizados na área de influência do distrito de Nova Califórnia, extremo-oeste do município de

¹ Pesquisa financiada com recursos financeiros do CNPq e FUNTAC

² Eng. Agrônomo, mestrando do Curso de Produção Vegetal da Universidade Federal do Acre. E-mail: jairorafaelmdias@hotmail.com, jussiesolino@hotmail.com e Leo_barreto@hotmail.com

³ Eng. Agrônomo, D.Sci. Pesquisadores, Embrapa Acre e Embrapa Solos. E-mail: daniel@cnps.embrapa.br e paulo@cpafac.embrapa.br

⁴ Sistemas de Informação. Bolsista CNPq. Embrapa Acre. E-mail: cleigiane@cpafac.embrapa.br

Porto Velho, Rondônia, em um quadrículo contido entre os paralelos 9° 24'45''S e 9°54'54''S e os meridianos 65°27'28''W e 65°51'52''W.

Nos pomares foram retiradas amostras foliares, cujas plantas foram previamente identificadas como tendo potencial de baixa (PBP), média (PMP) e alta (PAP) produtividade. Para a amostragem, estabeleceu-se como padrão de referência a 3ª folha de lançamento recém amadurecido, tomadas a partir do ápice do ramo da altura média na posição norte e sul, seguindo-se a mesma recomendação utilizada para o cacau [5]. Coletou-se um total de trinta folhas por pomar.

As análises químicas das amostras foliares foram determinadas através de digestão nitro-perclórica e sulfúrica. Após digestão nitro-perclórica as folhas de cupuaçu foram analisadas quanto à concentração total de Ca, Mg, Mn, Fe, Zn e Cu por espectrometria de plasma (ICP-OES), Na e K por fotometria de chama e P por espectrofotometria molecular. O nitrogênio total foi obtido após digestão sulfúrica e destilação por Kjeldahl [6].

De acordo com a análise visual, os resultados das análises foliares dos referidos pomares foram subagrupados em função do seu potencial produtivo (PBP, PMP e PAP), definidos através de suas condições atuais. Cada pomar foi previamente diagnosticado, levando em consideração os aspectos: fitossanitários, status do manejo cultural e do solo. Com relação aos aspectos fitossanitários levou-se em consideração o nível de infestação dos pomares para a vassoura de bruxa (*Crinipellis pernicioso*) e a broca-do-fruto (*Conotrachelus humeropicus*), problemas que mais afetam a produtividade na região [7], com relação ao status do manejo cultural e do solo foram levados em consideração o nível de práticas de manejo adotado nas áreas. Adotou-se para avaliação das práticas culturais: presença ou ausência de poda, frutos estragados da área de cultivo e limpeza da área. Para as práticas de manejo do solo, levou-se em consideração, presença ou ausência de adubação orgânica, cobertura do solo e cultivo em nível. Para as características avaliadas (status fitossanitário, manejo cultural e do solo) foram atribuídos conceitos: 1 (ruim), 2 (regular) e (3) bom.

O banco de dados foi dividido em uma população com potencial de baixa (PBP), média (PMP) e alta (PAP) produtividade para o estabelecimento das normas. O critério utilizado para definição das classes se deu pela soma dos referidos conceitos, onde: $3 \leq PBP < 6$, $6 \leq PMP \leq 7$ e $8 \leq PAP \leq 9$.

Uma vez definida as classes de produtividade, a população de alta produtividade (PAP) foi utilizada para a obtenção das normas DRIS por meio do software DRIS (www.dris.com.br) para cinco diferentes subpopulações: GERAL, constituído por todos os pomares de alta produtividade (PAP) e ESPECÍFICAS, subdivididas em: CCS para PAP cultivados em SAF's; CCM para PAP cultivados em sistema de monocultivo; CUP>11anos para PAP com idade superior a 11 anos e CUP≤11anos para PAP com idade igual ou inferior a 11 anos.

Os resultados das análises químicas do tecido vegetal para N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe e Mn juntamente com os respectivos resultados do diagnóstico visual (PBP, PMP e PAP) foram avaliados por meio de software específico para o cupuaqueiro, o qual resultou na determinação das normas DRIS. As normas foram estabelecidas utilizando-se as concentrações dos nutrientes da população com potencial de alta produtividade.

Para cada grupo de pomares de alta produtividade dentro de cada uma das populações de referência foram determinadas as respectivas normas DRIS bivariadas, que consistiram na média de cada relação e sua respectiva variância. A seguir, todos os pomares foram avaliados pelos diferentes grupos de normas DRIS estabelecidos, usando-se para o cálculo dos índices DRIS, todas as relações bivariadas entre os nutrientes, por meio da fórmula de Jones [8]. Após a determinação do índice DRIS de cada nutriente, foi calculado IBNm e o PRA [1] para Zn, Fe e Mn.

Para avaliar o diagnóstico nutricional determinado por cada grupo de norma DRIS, utilizou-se o teste qui-quadrado (χ^2) de Pearson a 5% de probabilidade, para verificar se as frequências quanto a distribuição entre as classes do PRA não diferiram entre si.

Resultados

Os teores nutricionais médios da PAP presentes nas folhas de cupuaçu (Tabela 1), com base nos critérios de interpretação sugeridos por Salvador et al. [9] para todos os micronutrientes avaliados são considerados deficientes, com exceção do Mn que se encontra em condições de excesso ou tóxico para a cultura do cupuaçu.

Para todos os micronutrientes monitorados não foram observadas diferenças estatísticas no diagnóstico obtido a partir das diferentes normas DRIS (Tabela 2, 3 e 4).

Para o Zn, aproximadamente 66 % dos pomares avaliados encontram-se equilibrados nutricionalmente, 11,5% apresentam-se na faixa de excesso e 22,5% na faixa de deficiência (Tabela 2). Pequenas variações nas frequências de pomares nutricionalmente equilibrados foram observados entre as normas CUP>11 e CCM. Para os pomares que indicaram deficiência, as maiores diferenças observadas nas frequências foram entre as normas CUP>11 e CUP≤11, enquanto que para os pomares com excesso de Zn, as diferenças observadas foram inferiores a 4% nos casos monitorados (Tabela 2).

O Fe dentre todos os micros avaliados foi o nutriente que apresentou estar em maior deficiência nos pomares monitorados (41%). Para a faixa do excesso as diferenças entre as normas foram inferiores a 3% (Tabela 3).

Destes micronutrientes, o Mn foi considerado o que encontra-se em maior desequilíbrio nutricional, correspondendo a 69% dos pomares monitorados, seja por excesso ou deficiência (Tabela 4). A faixa de deficiência predominou (36,1%) quando comparada com as faixas, equilíbrio ou excesso. Portando, observa-se ainda que tanto para a faixa do excesso quando para a faixa da deficiência as pequenas variações de frequências ocorreram entre CUP>11 e CUP≤11, sendo inferiores a 4% para ambas as normas (Tabela 4).

Discussão

Apesar dos teores dos micronutrientes para a PAP nas folhas de cupuaçu (Tabela 1) estarem fora da faixa determinada por Salvador et al. [9] os mesmos foram utilizados para o estabelecimento das normas DRIS isso se justifica pelo fato de que o tecido vegetal amostrado em diferentes épocas do ano estão sujeitos a sofrer influências pelos fatores de diluição e concentração, onde a matéria seca é a principal fonte de variação desses teores, fator explicado pela utilização de índices nutricionais ao invés de teores de nutrientes no sistema DRIS [10].

Segundo Ayres [11] os teores no solo de Fe e Mn são considerados muito alto e o nível de Zn baixo nos solos da área de estudo. Para o Mn e Zn os teores encontrados nas folhas de cupuaçu refletem exatamente a capacidade do solo em supri-los. Por outro lado, apesar da quantidade de Fe presente nos solos ser considerado muito alto, o mesmo não apresentou sintoma de toxidez nas plantas, fato comprovado pela deficiência encontrado no tecido foliar de acordo com os critérios definidos por Salvador et al. [9]. Esse fato é explicado pela alta presença de óxidos de Fe e Al nesses solos, onde o Fe detectado nos solos estão na forma complexa (insolúvel), formando os referidos óxidos, portando indisponível para as plantas [4].

O Zn foi o nutriente que apresentou maior situação de equilíbrio entre todos micronutrientes avaliados (66% dos pomares), a partir dos diferentes grupos de normas DRIS, as pequenas variações entre as normas $CUP > 11$ e $CUP \leq 11$ para a faixa deficiente indica que plantas mais velhas, ou seja em plena fase produtiva demandam mais Zn quando comparado com plantas jovens, pois o Zn esta presente em diversas enzimas, dentre elas: desidrogenase, proteinase e peptidase que promove o crescimento de hormônios e a formação de amido que por si fomenta a produção e a maturação do fruto [12].

Segundo Brady [12] pode existir antagonismo entre micronutrientes, onde o excesso de Mn é fomentado pela deficiência de Fe, fato constatado no diagnóstico nutricional avaliado pelos diferentes grupos de normas DRIS.

Em contrapartida, considerando o diagnóstico nutricional a partir de todas as normas DRIS avaliadas, o Mn foi o nutriente que apresentou menor situação de equilíbrio (31% dos pomares). As pequenas variações observadas entre as normas DRIS $CUP > 11$ e $CUP \leq 11$, são explicadas pelo fato de 72,5% dos pomares pertencentes as referidas normas serem cultivados em SAF's, onde a uma tendência em plantas cultivadas consorciadas ter maior capacidade fotossintética, por explorar diferentes partes do dossel, portando demandam mais Mn, micronutriente importante na fotossíntese [12].

Entretanto, qualquer grupo de normas DRIS utilizada resultou em diagnósticos semelhantes quanto

a interpretação baseou-se no método do potencial de resposta a adubação, indicando, claramente, que a interpretação do estado nutricional não foi dependente de normas específicas.

Conclusões

Normas DRIS genéricas para os micronutrientes Fe, Zn e Mn são indicadas para a avaliação do estado nutricional de cupuaçueiros pelo método do potencial de resposta à adubação.

Agradecimentos

CNPq, pelo apoio financeiro e bolsa de mestrado, e aos produtores e técnicos do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (RECA), de Vila Califórnia, Porto Velho, RO pelo apoio logístico e colaboração nos trabalhos de campo.

Referências

- [1] WADT, P. G. S. 1996. *Os métodos da Chance Matemática e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto*. Tese de doutorado, UFV, Viçosa.
- [2] BEAUFILS, E.R. 1973. *Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)*. Pietermaritzburg, University of Natal. 132p.
- [3] ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. 2004. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu, com e sem semente, na região da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Fruticultura*..26:320-325.
- [4] ALFAIA, S.S.; RIBEIRO, G.A.; NOBRE, A.D.; LUIZÃO, F.J.; LUIZÃO, R.C. 2004. Evaluation of soil fertility in smaholder agroforestry systems and pastures in Western Amazonia. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 102:409-414.
- [5] MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba, POTAFOS. 319p.
- [6] CARMO, C.A.F. de S. do; ARAÚJO, W. S. de; BERNARDI, A. C. de C.; SALDANHA, M.F.C. 2000. *Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados pela Embrapa Solos*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 41p
- [7] LOPES, C.M.D. A.; SILVA, N.M. 1998. Impacto econômico da broca do cupuaçu, *Conotrachelus humeropictus* Field (Coleoptera: Curculionidae) nos estados do Amazonas e Rondônia. *Sociedade Entomológica do Brasil*. 27:45-49.
- [8] JONES, C.A. 1981. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. *Commun. Soil Sci*. 12:785-794.
- [9] SALVADOR, J. O.; MURAOKA, T.; ROSSETO, R.; RIBEIRO, G.A. 1984. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçueiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. *Sci. agric*. 51:407-414.
- [10] RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.; ALVAREZ V, V. H. 1999. *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 359p.
- [11] AYRES, M.I. da C. 2006. *Efeitos da calagem e da adubação potássica na produção de cupuaçu (Theobroma grandifloru) em sistemas agroflorestais do projeto Reça em Nova Califórnia – Rondônia*. Dissertação de Mestrado, FCA, UFAM, Manaus.
- [12] BRADY, N.C. 1989. *Natureza e propriedade dos solos*. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos. 898p.

Tabela 1. Concentração média dos micronutrientes nas folhas da sub-população de alto potencial produtivo em função das normas DRIS estabelecidas para o cupuaqueiro cultivado na Amazônia Sul-Occidental

Nutrientes	GERAL	CCS	CSM	CUP>11 anos	CUP≤11 anos	Salvador et al. [9]*
				<i>mg kg⁻¹</i>		
Zn	11,7	11,6	11,7	12,1	11,3	14-26
Fe	78,9	85,3	78,4	71,8	87,2	118-242
Mn	286,1	284,7	290,4	298,3	271,7	38-270
Nº amostra	48	34	14	26	22	-

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

* Faixas de suficiência para a cultura do cupuaçu.

Tabela 2. Distribuição do potencial de resposta ao zinco* quanto à probabilidade de resposta positiva (P), probabilidade de resposta positiva ou nula (PZ), probabilidade de resposta nula (Z), probabilidade de resposta negativa ou nula (NZ) e probabilidade de resposta negativa (N) para cupuaqueiros cultivados em diferentes sistemas de produção, na Amazônia Sul-Occidental em 153 pomares diagnosticados por cinco diferentes grupos de normas DRIS.

Potencial de resposta a adubação	Normas DRIS				
	GERAL	CCM	CCS	CUP≤11	CUP>11
P	21	11	20	10	23
PZ	20	15	18	16	22
Z	94	109	97	108	92
NZ	9	10	8	10	4
N	9	8	10	9	12

* Teste de χ^2 (Pearson) = 16,839, com probabilidade de 39,6% para a significância pelo teste bilateral, 16 graus de liberdade.

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

Tabela 3. Distribuição do potencial de resposta ao ferro* quanto à probabilidade de resposta positiva (P), probabilidade de resposta positiva ou nula (PZ), probabilidade de resposta nula (Z), probabilidade de resposta negativa ou nula (NZ) e probabilidade de resposta negativa (N), para cupuaqueiros cultivados em diferentes sistemas de produção, na Amazônia Sul-Occidental em 153 pomares diagnosticados por cinco diferentes grupos de normas DRIS.

Potencial de resposta a adubação	Normas DRIS				
	GERAL	CCM	CCS	CUP≤11	CUP>11
P	39	21	41	26	34
PZ	33	30	32	31	34
Z	51	74	51	69	53
NZ	5	3	5	6	8
N	25	25	23	21	24

* Teste de χ^2 (Pearson) = 19,759, com probabilidade de 23,1% para a significância pelo teste bilateral, 16 graus de liberdade.

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

Tabela 4. Distribuição do potencial de resposta ao manganês* quanto à probabilidade de resposta positiva (P), probabilidade de resposta positiva ou nula (PZ), probabilidade de resposta nula (Z), probabilidade de resposta negativa ou nula (NZ) e probabilidade de resposta negativa (N), para cupuaqueiros cultivados em diferentes sistemas de produção, na Amazônia Sul-Occidental em 153 pomares diagnosticados por cinco diferentes grupos de normas DRIS.

Potencial de resposta a adubação	Normas DRIS				
	GERAL	CCM	CCS	CUP≤11	CUP>11
P	35	39	36	33	38
PZ	23	15	22	19	22
Z	40	52	41	48	49
NZ	16	10	17	13	16
N	39	37	37	43	31

* Teste de χ^2 (Pearson) = 8,964, com probabilidade de 91,5% para a significância pelo teste bilateral, 16 graus de liberdade.

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

Potencial pedológico do município de Coruripe - Alagoas para o cultivo de cana-de-açúcar

ADEMAR BARROS DA SILVA⁽¹⁾; ELMO CLARCK GOMES⁽²⁾; JOSÉ CARLOS PEREIRA DOS SANTOS⁽¹⁾; LUCIANO J. DE O. ACCIOLY⁽¹⁾; ANTONIO RAIMUNDO DE SOUSA⁽³⁾; HILTON L. F. DA SILVEIRA⁽⁴⁾ & DAVI F. DA SILVA⁽⁵⁾

RESUMO - O município de Coruripe apresenta características diferenciadas de solos, relevo, uso e ocupação. O estudo e o mapeamento dessas características possibilitam um ordenamento ambiental coerente e são fundamentais para o planejamento agrícola. Este trabalho teve como objetivos definir e mapear, com base no levantamento de solos do Estado de Alagoas (escala 1:100.000), o potencial pedológico do município para a cultura de cana-de-açúcar. Na avaliação foram considerados: relevo, profundidade efetiva, textura, fertilidade, drenagem, pedregosidade, risco de erosão, salinidade e sodicidade. Essas características foram avaliadas para cada solo no nível de manejo C (alta tecnologia). Para o cruzamento das características do solo com as exigências da cultura foram estabelecidas as classes de aptidão boa, regular, restrita e inapta. O município apresenta 614 km² com aptidão boa para o cultivo de cana-de-açúcar, 112 km² com aptidão regular, 171 km² com aptidão restrita e 53 km² com aptidão inapta. As áreas com aptidão boa/potencial alto (64,5% do município) localizam-se nos tabuleiros com predomínio de Argissolos (Amarelos e Vermelho-Amarelos) e Latossolos Amarelos, todos profundos, bem drenados, com relevo plano e suave ondulado. A área com aptidão regular/potencial médio corresponde a 11,8% do município. São as áreas de tabuleiros onde ocorrem Argissolos Acinzentados; e fundos dos vales onde ocorrem Gleissolos. Na condição de aptidão restrita/potencial baixo, o município apresenta 18% da área, com Argissolos (Vermelho-Amarelos e Amarelos) de relevo forte ondulado, alto risco de erosão; e Espodossolos com fertilidade muito baixa, pouca retenção de umidade e drenagem deficiente. As áreas inaptas ocupam 5,7% do município, onde ocorrem Neossolos Quartzarênicos com baixa fertilidade e baixa retenção de água; Organossolos e Gleissolos Tiomórficos com horizonte sulfúrico, baixa drenabilidade e Solos Indiscriminados de Mangue. Esses ambientes são apropriados para preservação ambiental.

Palavras-Chave: (solos; potencial; aptidão)

Introdução

O município de Coruripe, localizado no estado de Alagoas, apresenta condições diferenciadas quanto aos solos, relevo, uso e ocupação. É importante assinalar que a identificação, a interpretação e a espacialização dessas características, numa escala adequada, permitem uma ocupação ambiental ordenada e são fundamentais na elaboração de uma estratégia de desenvolvimento agrícola. A utilização prática desses conhecimentos nas atividades rurais, aliada ao clima, pode reduzir os efeitos da degradação dos recursos naturais.

Portanto, as atividades agrossilvipastoris devem ser conduzidas de acordo com as aptidões das terras de cada local. A exploração das terras acima da sua capacidade de suporte, de modo geral, resulta em problemas econômicos (exigindo adições crescentes de insumos para manter a produtividade) e ambientais, como perda da biodiversidade e aumento da erosão, favorecendo a degradação dos solos, o assoreamento dos cursos d'água, as inundações e o aumento dos níveis de poluentes nos mananciais hídricos, acarretando prejuízos para toda sociedade.

Tratando-se do cultivo da cana-de-açúcar, o que se verifica, na MGLA, é a cultura ocupando indistintamente os diversos ambientes, muitas vezes desconsiderando as limitações dos solos, principalmente as relacionadas com o relevo, que dificulta a mecanização e acelera a erosão, e com a fertilidade natural muito baixa da maioria dos solos. Desse modo, este trabalho teve como objetivos definir e mapear, com base nos estudos de levantamento de solos do Estado de Alagoas (escala 1:100.000), o potencial pedológico do município de Coruripe para a cultura de cana-de-açúcar no nível de manejo C (uso de alta tecnologia).

Material e Métodos

Coruripe localiza-se na Mesorregião Geográfica do Leste Alagoano, Microrregião de São Miguel dos Campos, distante 131 km de Maceió. Limita-se ao norte com Jequiá da Praia e Teotônio Vilela, ao sul com Feliz Deserto, a leste com o Oceano Atlântico e ao oeste com Penedo. Ocupa uma área de 913 km² (de acordo com a digitalização feita com base na escala 1:100.000, a área do

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife, R. Antonio Falcão 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51020-240, ademar@uep.cnps.embrapa.br

⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo – Pedólogo. Rua Waldemar Nery C. Monteiro, 416, sala 101, Recife, PE, CEP 51030-140.

⁽³⁾ Pesquisador do IPA. Rua Gal. San Martin, 1371, Bonji, Recife, PE, CEP 51761-000.

⁽⁴⁾ Geógrafo - Analista da Embrapa Solos UEP Recife, R. Antonio Falcão 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51020-240.

⁽⁵⁾ Assistente da Embrapa Solos UEP Recife, R. Antonio Falcão 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51020-240.

município ocupa cerca de 970 km²), possui uma população de 42.272 habitantes e tem como atividade principal o cultivo de cana-de-açúcar [1]. Culturas de subsistência como feijão, milho e mandioca ocorrem de forma pouco expressiva, quando comparadas com o cultivo da cana.

No município a altitude máxima é de 150 m no tabuleiro e 3 m na planície fluvial. Os principais rios que drenam a área são Coruripe, Conduípe, Piauí, Poxim e Jequiá [1]. No que se refere ao clima, pela sistemática de Köppen, prevalece o tipo As', quente sub-úmido, a estação chuvosa se adianta para o outono, antes do inverno, com pluviometria média anual em torno de 1.490mm (concentrada de abril a julho), apresentando deficiência hídrica no verão e excedente no inverno [2]. A temperatura média anual é de 26°C. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro e os meses mais frios julho e agosto.

A vegetação dominante original nos tabuleiros e encostas era de floresta subperenifólia, atualmente muito modificada (predomínio de cana-de-açúcar), e nas baixadas, floresta subperenifólia de várzea e campos hidrófilo e higrófilo de várzea, também com bastante modificação.

Quanto à litologia e material de origem dos solos, grande parte da área dos tabuleiros e encostas dos vales apresenta sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos do grupo Barreiras - Terciário. As várzeas dos fundos dos vales apresentam sedimentos de composição granulométrica diversificada do período Quaternário e nos ambientes de restinga sedimentos arenoquartzosos [2].

A classificação do potencial pedológico para cana-de-açúcar foi feita de acordo com Ramalho Filho & Beek [3], fazendo-se adaptações conforme Silva et al. [4]. O trabalho de base utilizado na classificação foi o Levantamento de Solos do Estado de Alagoas, na escala 1:100.000. Foram considerados: relevo, profundidade efetiva, textura, fertilidade, drenagem, pedregosidade, risco de erosão, salinidade e sodicidade. Essas características foram avaliadas para cada solo do município, considerando-se o nível de Manejo C, ou seja, empregando-se alta tecnologia: aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisa para o melhoramento e conservação das terras e da cultura. A motomecanização é usada em diversas fases do cultivo.

Para o cruzamento das características do solo com as exigências da cultura foram estabelecidas classes de acordo com Ramalho Filho & Beek [3]: a) **Boa**: terras sem limitações significativas para produção sustentável da cultura. Admitem-se restrições desde que não sejam suficientes para reduzir a produtividade de forma expressiva e não aumente os insumos acima de um nível aceitável; b) **Regular**: terras que apresentam limitações moderadas para produção sustentável da cultura. Essas limitações reduzem a produtividade, elevando a necessidade de insumos para se obter boas produtividades. Ainda que atrativas,

as vantagens são inferiores àquelas das terras de classe com "aptidão boa"; d) **Restrita**: terras que apresentam limitações fortes para produção sustentável da cultura. Essas limitações reduzem a produtividade, elevando a necessidade de insumos, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente; d) **Inapta**: terras que apresentam limitações fortes para produção sustentada da cultura, no nível de manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente ou mesmo que excluem a produção sustentável da cultura.

Os solos foram enquadrados em uma das classes de aptidão agrícola boa, regular, restrita e inapta, em função do seu potencial produtivo e, ou, dos riscos de degradação ambiental devido ao uso e manejo das terras com a cultura.

A definição final do potencial pedológico foi feito de acordo com a Legenda da Figura 1.

Resultados

As classes de aptidão pedológica e áreas de abrangência no município, para o cultivo da cana-de-açúcar, utilizando alto nível tecnológico (Manejo C), podem ser observados na Tabela 1. A legenda e a espacialização do potencial pedológico encontram-se na Figura 1.

Discussão

De acordo com o levantamento de solos do município foram identificadas e mapeadas as classes Latossolo Amarelo, Argissolos (Amarelos, Vermelho-Amarelos, Acinzentados), Espodossolo, Gleissolo, Neossolo Flúvico, Neossolo Quartzarênico, Organossolo e Solos Indiscriminados de Mangue.

Fazendo-se a interpretação das características físicas, químicas e ambientais das classes de solo identificadas, foi possível determinar as classes de aptidão pedológica para o cultivo de cana-de-açúcar no nível de manejo utilizando alta tecnologia. O município apresenta 614 km² com aptidão boa, 112 km² com aptidão regular, 171 km² com aptidão restrita e 53 km² com aptidão inapta (Tabela 1).

As áreas com aptidão boa (64,5% do município) localizam-se, principalmente, nos tabuleiros com predomínio de Argissolos (Amarelos e Vermelho-Amarelos) e Latossolos Amarelos, todos profundos, bem drenados, com relevo plano e suave ondulado, tendo como principal fator limitante a baixa fertilidade, que pode ser corrigida por meio de adubação; e, nos ambientes de várzeas, os Neossolos Flúvicos que podem ser drenados, adubados e incorporados ao sistema produtivo.

A área com aptidão regular corresponde a 11,8% do município. São as áreas de tabuleiros e fundos dos vales. Nos tabuleiros, onde ocorrem os Argissolos Acinzentados apresentando problemas de drenagem, textura arenosa e arenosa/média e argilosa, e baixa fertilidade. Os problemas de drenagem e de fertilidade são corrigíveis por meio de tecnologias. Nos fundos dos vales onde ocorrem Gleissolos, que em função do tipo de manejo (alta

tecnologia), possibilitando a drenagem e a adubação, saem da condição marginal/inapta para regular.

Na condição de aptidão restrita, o município apresenta 18% da área. São os locais com predomínio de Argissolos (Vermelho-Amarelos e Amarelos) com relevo forte ondulado, que apresentam alto risco de erosão, e de Espodosolos com fertilidade muito baixa, pouca retenção de umidade e com drenagem deficiente, ou seja, com baixo potencial agrícola.

As áreas inaptas ocupam 5,7% do município, onde predominam os Neossolos Quartzarênicos com baixa fertilidade e baixa retenção de água; os Organossolos e Gleissolos Tiomóficis com horizonte sulfúrico, baixa drenabilidade, dificuldade de trânsito; e, os Solos Indiscriminados de Mangue. Esses ambientes são apropriados para preservação ambiental.

É importante salientar que os Neossolos Flúvicos, os Gleissolos e os Organossolos ocorrem na paisagem sempre associados aos cursos d'água. O uso intensivo desses solos pode oferecer riscos de poluição das águas, e exige muita atenção no seu manejo, de forma a minimizar os impactos ambientais.

Com base na proporção da unidade de mapeamento ocupada por solos de aptidão boa, regular, restrita e inapta, foi elaborado o mapa do potencial pedológico para o cultivo da cana-de-açúcar no município (Figura 1). O estudo não considerou os aspectos relacionados com as leis ambientais – Código Florestal e resoluções do Conama - (que deve ser feito na ocasião do planejamento do cultivo) e os riscos climáticos. Com relação ao clima, sabe-se que no município a precipitação pluviométrica média anual é de 1.490mm e a vegetação primária é do tipo floresta subperenifólia. A condição de boa disponibilidade hídrica e a temperatura elevada são fatores favoráveis ao cultivo da cana.

Conclusões

O município apresenta 614 km² com aptidão boa para o cultivo de cana-de-açúcar, 112 km² com aptidão regular, 171 km² com aptidão restrita e 53 km² com aptidão inapta.

As áreas com aptidão boa/potencial alto (64,5% do município) localizam-se nos tabuleiros com

predomínio de Argissolos (Amarelos e Vermelho-Amarelos) e Latossolos Amarelos, todos profundos, bem drenados, com relevo plano e suave ondulado.

A área com aptidão regular/potencial médio corresponde a 11,8% do município. São as áreas de tabuleiros onde ocorrem os Argissolos Acinzentados; e fundos dos vales onde ocorrem os Gleissolos.

Na condição de aptidão restrita/potencial baixo, o município apresenta 18% da área, com Argissolos (Vermelho-Amarelos e Amarelos) de relevo forte ondulado, alto risco de erosão; e Espodosolos com fertilidade muito baixa, pouca retenção de umidade e drenagem deficiente.

As áreas inaptas ocupam 5,7% do município, onde ocorrem Neossolos Quartzarênicos com baixa fertilidade e baixa retenção de água; Organossolos e Gleissolos Tiomóficis com horizonte sulfúrico, baixa drenabilidade e Solos Indiscriminados de Mangue. Esses ambientes são apropriados para preservação ambiental.

Referências

- [1] INSTITUTO ARNON DE MELO. 2006. Municípios de Alagoas – Coruripe. Maceió: Encartes da Gazeta de Alagoas, p. 252-257.
- [2] EMBRAPA. 1975. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Alagoas. Rio de Janeiro: SNLCS/Ministério da Agricultura/Sudene. Boletim Técnico, 35. (Série Recursos de Solos, 5).
- [3] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3a. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS, 1994. 65 p.
- [4] SILVA, F. B. R. e; SANTOS, J. C. P.; SILVA, A. B.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. da B. V.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SOUSA NETO, N. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LOPES, O. F.; LUZ, L. R. P. P.; LEITE, A. P.; SOUZA, L. G. M.C.; SILVA, C. P.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H.C. Zoneamento agroecológico do Estado de Pernambuco, Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco, 2001. CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 35).

Tabela 1. Classes de aptidão pedológica do município de Coruripe (AL), para a cana-de-açúcar, empregando alto nível de tecnologia (manejo C).

Aptidão pedológica	Manejo C	
	Área (km ²)	%
Boa	614,5	64,5
Regular	112,6	11,8
Restrita	171,0	18,0
Inapta	53,0	5,7
Total	951,1	100

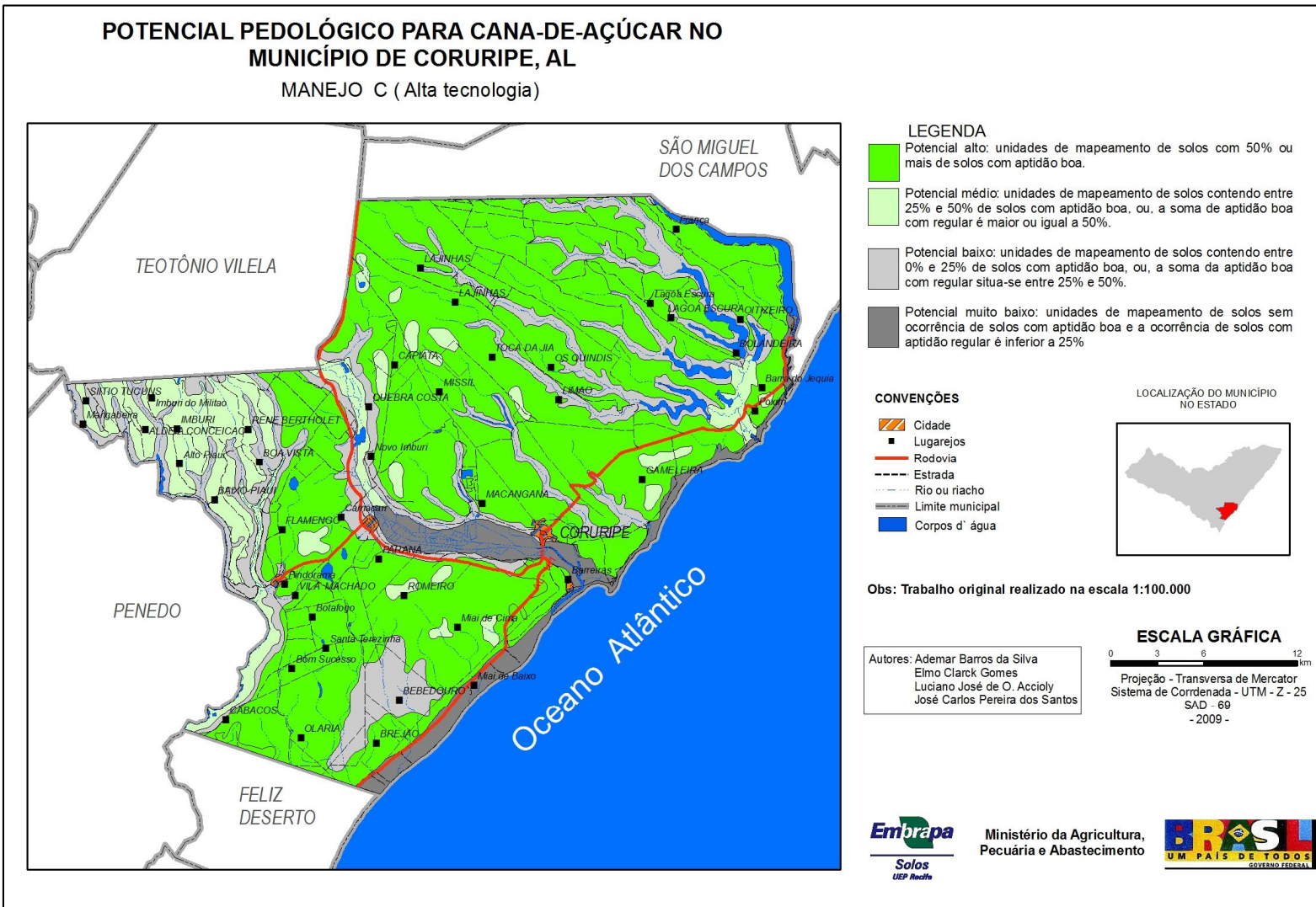


Figura 1. Potencial pedológico do município de Coruribe (AL) para o cultivo de cana-de-açúcar no manejo C (uso de alta tecnologia).

Potencial de resposta à adubação para N, P, K, Ca e Mg em cupuaçueiros avaliados por diferentes normas DRIS¹.

JAIRO RAFAEL MACHADO DIAS⁽²⁾, RENATO DE MELLO PRADO⁽³⁾, PAULO GUILHERME SALVADOR WADT⁽⁴⁾, DANIEL VIDAL PÉREZ⁽⁵⁾ & CLEIGIANE DE OLIVEIRA LEMOS⁽⁶⁾

RESUMO – O potencial de resposta à adubação é uma ferramenta utilizada para a interpretação dos valores dos índices DRIS, de forma que pode ser útil para verificar se diferentes grupos de normas resultam em diagnósticos distintos ou semelhantes entre si. Neste sentido, objetivou-se avaliar o comportamento do diagnóstico nutricional, submetidos a cinco grupos de normas DRIS. Para isto, amostras foliares de cupuaçueiros foram coletadas de pomares comerciais, cuja idade das plantas variou de 5 a 18 anos, com sistemas de cultivo solteiro ou sistemas agroflorestais (SAF's) e manejo orgânico ou convencional, obtendo-se para cada relação nutricional entre os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, as normas DRIS bivariadas, as quais foram obtidas para o conjunto das populações monitoradas e para subpopulações específicas. As diferentes normas DRIS resultaram em diagnósticos semelhantes para N, P e Ca e distinto para K e Mg.

Palavras-Chave: (Diagnóstico nutricional; Padrões de referência; *Theobroma grandiflorum*).

Introdução

A nutrição adequada do cupuaçueiro (*Theobroma grandiflorum*) é fundamental para manter um crescimento vigoroso e elevadas produtividades. Portando, na Amazônia, onde a cultura é largamente distribuída, a mesma é submetida a solos ácidos e de baixa fertilidade natural, e uma vez que colheitas sucessivas, sem qualquer reposição de nutrientes, poderão exaurir o solo a níveis de empobrecimento prejudicial [1].

Neste sentido, a diagnose foliar pode ser uma importante ferramenta para detectar possíveis deficiências, principalmente pelo fato de considerar a própria planta como extrator de nutrientes do solo permitindo avaliação direta do seu estado nutricional [2].

Para interpretar os resultados da análise foliar, atualmente vem sendo utilizado em larga escala o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), uma vez que o mesmo, elimina o efeito de diluição e concentração por ser um método de diagnose nutricional que se baseia no cálculo de índices nutricionais, fato não previsto pelos métodos tradicionais (nível crítico e faixas de suficiência) que utiliza para o diagnóstico os teores nutricionais que é muito susceptível a variação, principalmente em função da idade da planta e época de amostragem das folhas [2,3].

Como o diagnóstico do método DRIS depende da definição das normas DRIS, muitos trabalhos têm discutido as condições ideais para a obtenção destas normas, havendo conclusões distintas, desde aquelas obtidas a partir de dados calibrados localmente, como também conclusões que sugerem normas DRIS regionais ou universais. Silva et al. [4] avaliando as universalidades das normas DRIS, concluíram que é preferível a utilização de normas específicas em vez de normas universais; da mesma forma, Rocha et al. [5] destacaram a importância de obtenção de normas regionais e específicas para diferentes condições de cultivo. Entretanto, Reis Junior [6] destacou a possibilidade de utilização de normas universais, desde que as condições de cultivo de ambas subpopulações (referência e amostra) sejam parecidas.

A partir da definição das normas DRIS, diversas metodologias podem ser utilizadas para o estabelecimento do diagnóstico nutricional ou, seja para determinação da ordem de limitação dos nutrientes. Atualmente, a metodologia de Jones [7] por ser simples e prática é muito utilizado para avaliação do diagnóstico nutricional, onde o equilíbrio nutricional é determinado com base exclusivamente na medida padronizada do desvio de uma relação bivariada em função do valor ótimo, é adequada para o diagnóstico nutricional em situações em que serão aplicados testes de estatística multivariada, por ser o único método em que o valor do índice DRIS é exatamente o valor médio padronizado de todas as relações bivariadas computadas.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar se diferentes grupos de normas DRIS para cupuaçueiro diferem entre si e, quando diferem, que efeitos produzem no potencial de resposta a adubação para os nutrientes N, P, K, Ca e Mg.

Material e Métodos

Pomares comerciais de cupuaçueiros cultivados em diferentes sistemas de produção, monocultivo (42) e SAF's (111), com idade variando entre 5 a 18 anos, monitorados no período de julho a setembro de 2008, localizados na área de influência do distrito de Nova Califórnia, extremo-oeste do município de Porto Velho, Rondônia, em um quadrículo contido entre os paralelos 9° 24'45''S e 9°54'54''S e os meridianos 65°27'28''W e 65°51'52''W foram utilizados neste estudo para geração das normas DRIS.

Para a amostragem foliar, estabeleceu-se como padrão de referência a 3ª folha de lançamento recém

¹ Pesquisa financiada pelo CNPq e FUNTAC

² Engenheiro Agrônomo, Mestrado de Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre. E-mail: jairorafaelmdias@hotmail.com

³ Engenheiro Agrônomo, D.Sci. Professor e Pesquisador, Universidade Estadual Paulista. E-mail: rmprado@fcav.unesp.br

^(4,5) Eng. Agrônomo, D.Sci. Pesquisadores, Embrapa Acre e Embrapa Solos. E-mail: paulo@cpafac.embrapa.br e daniel@cnps.embrapa.br

⁶ Sistemas de Informação. Bolsista CNPq. Embrapa Acre. E-mail: cleigiane@cpafac.embrapa.br

amadurecido, tomadas a partir do ápice do ramo da altura média na posição norte e sul, seguindo-se a mesma recomendação utilizada para o cacau [2]. Coletou-se um total de trinta folhas por pomar.

As análises químicas das amostras foliares foram determinadas através de digestão nitro-perclórica e sulfúrica. Após digestão nitro-perclórica as folhas de cupuaçu foram analisadas quanto à concentração total de Ca, Mg, Mn, Fe, Zn e Cu por espectrometria de plasma (ICP-OES), K por fotometria de chama e P por espectrofotometria molecular. O N total foi obtido após digestão sulfúrica e destilação por Kjeldahl [8]

De acordo com a análise visual, os resultados das análises foliares dos referidos pomares foram subgrupados em função do seu potencial produtivo, definidos através de suas condições atuais. Cada pomar foi previamente diagnosticado, levando em consideração os aspectos: fitossanitários, status do manejo cultural e do solo. Com relação aos aspectos fitossanitários levou-se em consideração o nível de infestação dos pomares para a vassoura de bruxa (*Crinipellis perniciosa*) e a broca-do-fruto (*Conotrachelus humeropicus*), problemas que mais afetam a produtividade na região, com relação ao status do manejo cultural e do solo foram levados em consideração o nível de práticas de manejo adotado nas áreas. Adotou-se para avaliação das práticas culturais: presença de poda, frutos estragados da área de cultivo e limpeza da área. Para as práticas de manejo do solo, levou-se em consideração, presença de adubação orgânica, cobertura do solo e cultivo em nível. Para as características avaliadas (status fitossanitário, manejo cultural e do solo) foram atribuídos conceitos: 1 (ruim), 2 (regular) e (3) bom.

O banco de dados foi dividido em uma população com potencial de baixa (PBP), média (PMP) e alta (PAP) produtividade para o estabelecimento das normas. O critério utilizado para definição das classes se deu pela soma dos referidos conceitos, onde: $3 \leq PBP < 6$, $6 \leq PMP \leq 7$ e $8 \leq PAP \leq 9$.

Uma vez definida as classes de produtividade, a população de alta produtividade (PAP) foi utilizada para a obtenção das normas DRIS por meio do software DRIS (www.dris.com.br) para cinco diferentes subpopulações: Geral, constituído por todos os pomares de alta produtividade (PAP) e específicas, subdivididas em: CCS para PAP cultivados em SAF's; CCM para PAP cultivados em sistema de monocultivo; CUP > 11 anos para PAP com idade superior a 11 anos e CUP ≤ 11 anos para PAP com idade igual ou inferior a 11 anos.

Para cada grupo de pomares de alta produtividade dentro de cada uma das populações de referência foram determinadas as respectivas normas DRIS bivariadas, que consistiram na média de cada relação e sua respectiva variância.

A seguir, todos os pomares foram avaliados pelos diferentes grupos de normas DRIS estabelecidos, usando-se para o cálculo dos índices DRIS todas as relações bivariadas entre os nutrientes, por meio da fórmula de Jones [7].

Após a determinação do índice DRIS de cada nutriente, foi calculado o índice de balanço nutricional médio (IBNm) e o potencial de resposta à adubação (PRA) para cada um dos nutrientes avaliados. Foram

considerados cinco classes para o potencial de resposta à adubação [9]:

Alta probabilidade de resposta positiva (altamente deficiente): pomares cujo valor do índice DRIS de um dado nutriente foi negativo, sendo o nutriente de menor índice DRIS e cujo módulo do índice DRIS foi maior que o IBNm;

Média probabilidade de resposta positiva (mediamente deficiente): pomares cujo valor do índice DRIS de um dado nutriente foi negativo e cujo módulo do índice DRIS foi maior que o IBNm, excluindo-se aqueles nutrientes cujo índice DRIS tenha sido o de menor valor;

Equilibrado: pomares cujo valor do módulo do índice DRIS de um dado nutriente tenha sido menor que o IBNm;

Média probabilidade de resposta negativa (mediamente em excesso): pomares cujo valor do índice DRIS de um dado nutriente foi positivo e cujo módulo do índice DRIS foi maior que o IBNm, excluindo-se aqueles nutrientes cujo índice DRIS tenha sido o de maior valor; e

Alta probabilidade de resposta negativa (altamente em excesso): pomares cujo valor do índice DRIS de um dado nutriente foi positivo, sendo o nutriente de maior índice DRIS e cujo módulo do índice DRIS foi maior que o IBNm.

Após a determinação do PRA à aplicação com cada um dos nutrientes avaliados, foi realizado teste de teste qui-quadrado (χ^2) de Pearson a 5% de probabilidade, para verificar a hipótese de que as frequências observadas cada a interpretação do estado nutricional dos pomares para cada um dos grupos de normas DRIS utilizadas não tenham diferido entre si.

Resultados

Para o N, aproximadamente 77,7% dos pomares avaliados encontram-se equilibrados nutricionalmente, 14,7% apresentam-se na faixa de excesso e 7,6% na faixa deficiente (Tabela 1), cuja interpretação não diferiu, pelo teste de qui-quadrado, pelos diferentes grupos de normas DRIS utilizados. Pequenas variações nas frequências de pomares nutricionalmente equilibrados foram observados entre as normas Geral x CCM e Geral x CUP > 11. Para os pomares que indicaram deficiência, as diferenças observadas na frequência observada foram inferiores a 3% dos casos monitorados, enquanto que para os pomares com excesso de N, as maiores diferenças foram entre as normas Geral x CCM e Geral x CCS. Porém, como já enfatizado, estatisticamente nenhuma das diferenças foi significativa.

A proporção de pomares deficientes em P foi aproximadamente o dobro e a de excesso de P foi praticamente a mesma, daquela observada para N: 13% sendo que 74% dos pomares foram considerados nutricionalmente equilibrados para elemento (Tabela 2). A identificação dos pomares deficientes em P foi pouca afetada pelas normas DRIS utilizadas, de modo que a frequência de distribuição das classes de potencial de resposta não diferiu entre as normas DRIS utilizadas, pelo teste de qui-quadrado (Tabela 2).

De forma semelhante ao Ca, não se observou diferença estatística no diagnóstico obtido com as

diferentes normas DRIS (Tabela 3). Ressalva-se, entretanto, que para este nutriente, foi observado que, em média, 65,4% dos pomares se encontram em equilíbrio nutricional e o restante, com deficiência ou excesso.

Por outro lado, a distribuição de frequência do potencial de resposta quanto aos nutrientes K e Mg foi dependente das normas DRIS utilizadas, avaliados pelo teste de qui-quadrado ao nível de significância de 1% de probabilidade (Tabela 4 e 5).

Destes nutrientes, o K foi considerado o que se apresenta em maior desequilíbrio nutricional, correspondendo a 45% dos pomares monitorados, seja por excesso ou deficiência (Tabela 4), sendo que normas DRIS de populações de referência mais novas ou cultivadas em monocultivo tenderam a apontar a maior proporção de lavouras deficientes neste elemento.

Este mesmo comportamento foi observado para o Mg, onde as normas DRIS de populações de referência mais novas ou cultivadas em monocultivo tenderam a apontar a maior proporção de lavouras deficientes em Mg (Tabela 5).

Discussão

O N foi o nutriente que apresentou maior situação de equilíbrio entre todos avaliados (77% dos pomares), a partir dos diferentes grupos de normas DRIS. Esse fato é explicado pelo intenso processo de ciclagem existente no meio, onde a matéria orgânica é a principal fonte de nitrogênio nesses sistemas. Ainda contribui para essa tendência o fato de 72,5% dos pomares avaliados serem oriundos de SAF's, cujo sistema tende a manter o nitrogênio com processos de ciclagem mais intensos que nas condições de monocultivo [10].

Em contrapartida, considerando o diagnóstico nutricional a partir de todas as normas DRIS avaliadas, o K foi o nutriente que apresentou menor situação de equilíbrio (55% dos pomares), sendo que o maior desequilíbrio nutricional deu-se pelo excesso do nutriente (32% dos pomares) e pode estar ligado a deficiência das normas DRIS específicas em diagnosticar o estado nutricional de lavouras mais velhas ou cultivadas em SAF's.

Embora o P seja o nutriente que se encontra em maior deficiência em solos amazônicos, a frequência de lavouras deficientes neste elemento foi relativamente baixa. Se considerar que nos solos amazônicos a simbiose com microorganismos como fungos micorrízicos pode ser intensa, provavelmente, a contribuição de processos simbióticos poderia estar colaborando para a baixa detecção de lavouras deficientes.

Deve ser considerada também, que pelo fato de não haver lavouras adubadas adequadamente com esse nutriente, o potencial produtivo de muitas lavouras poderia estar sendo limitado, de forma que os padrões nutricionais reflitam todos a situação generalizada de deficiência de fósforo destes solos. Isto significa que a proporção de lavouras deficientes em fósforo poderia ser maior que a apresentada neste trabalho.

A deficiência de Mg também foi relacionada a normas DRIS geradas para condições de monocultivo

ou de plantas mais jovens. Isto poderia estar indicando que plantas com menor competição por luz estariam apresentando teores de Mg mais elevados quando comparadas com plantas sadias de outros sistemas de produção (SAF's ou pomares mais velhos). A relação entre a deficiência de Mg e a competição pela luz estaria desta forma relacionada aos processos fotossintéticos, já que este elemento é importante na composição da clorofila.

Neste sentido, para o K e Mg as diferenças entre as normas poderiam estar indicando desvios nutricionais que poderiam vir a ser corrigidos nestas subpopulações, e não, propriamente falando, diferentes exigências nutricionais.

Conclusões

Para o N, P e Ca as normas DRIS específicas foram estatisticamente iguais à norma DRIS geral, enquanto que para K e Mg os diagnósticos produzidos foram estatisticamente diferentes entre as normas DRIS específicas e a norma DRIS geral.

Agradecimentos

Ao CNPq e a FUNTAC, pelos apoios financeiros ao projeto de pesquisa, e aos produtores e técnicos do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (RECA), de Vila Califórnia, Porto Velho, RO, pelo apoio logístico e colaboração nos trabalhos de campo.

Referências

- [1] AYRES, M.I. da C. 2006. *Efeitos da calagem e da adubação potássica na produção de cupuaçu (Theobroma grandifloru) em sistemas agroflorestais do projeto Reça em Nova Califórnia - Rondônia*. Dissertação de Mestrado, FCA, UFAM, Manaus.
- [2] MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba, POTAFOS. 319p.
- [3] BEAUFILS, E.R. 1973. *Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)*. Pietermaritzburg, University of Natal. 132p.
- [4] SILVA, G.G.C. da; NEVES, J.C.L.; ALVAREZ, V.H.; LEITE, F.P. 2005. Avaliação da universalidade das normas DRIS, M-DRIS e CND. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, 29:755-761.
- [5] ROCHA, A.C. da; LEANDRO, W.M.; ROCHA, A.O.; SANTANA, J. da S.; ANDRADE, J.W. de S. 2007. Normas DRIS para cultura do milho semeadas em espaçamento reduzido na região de Hidrolândia, GO, Brasil. *Bioscience Journal*. 23:50-60.
- [6] REIS JUNIOR, R. A. 2002. Dris norms universality in the corn crop. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. 33:711-735.
- [7] JONES, C.A. 1981. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. *Commun. Soil Sci.* 12:785-794.
- [8] CARMO, C.A.F. de S. do; ARAÚJO, W. S. de; BERNARDI, A. C. de C.; SALDANHA, M.F.C. 2000. *Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados pela Embrapa Solos*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 41p
- [9] WADT, P. G. S. 1996. *Os métodos da Chance Matemática e do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto*. Tese de doutorado, UFV, Viçosa.
- [10] ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. 2004. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu, com e sem semente, na região da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 26:320-325.

Tabela 1. Distribuição do potencial de resposta ao nitrogênio* quanto à alta probabilidade de resposta positiva (APRP), média probabilidade de resposta positiva (MPRP), provável resposta nula (PRN), média probabilidade de resposta negativa (MPRN) e alta probabilidade de resposta negativa (APRN), para cupuaqueiros cultivados em diferentes sistemas de produção, na Amazônia Sul-Occidental, de 153 pomares diagnosticados por cinco diferentes grupos de normas DRIS.

Potencial de resposta a adubação	Normas DRIS				
	GERAL	CCM	CCS	CUP≤11	CUP>11
APRP	5	6	5	6	5
MPRP	7	4	10	4	7
PRN	123	107	122	115	124
MPRN	7	20	10	14	11
APRN	11	16	6	14	6

* Teste de χ^2 (Pearson) = 21,544, com probabilidade de 15,8% para a significância pelo teste bilateral, 16 graus de liberdade.

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

Tabela 2. Distribuição do potencial de resposta ao fósforo* quanto à alta probabilidade de resposta positiva (APRP), média probabilidade de resposta positiva (MPRP), provável resposta nula (PRN), média probabilidade de resposta negativa (MPRN) e alta probabilidade de resposta negativa (APRN), para cupuaqueiros cultivados em diferentes sistemas de produção, na Amazônia Sul-Occidental, de 153 pomares diagnosticados por cinco diferentes grupos de normas DRIS.

Potencial de resposta a adubação	Normas DRIS				
	GERAL	CCM	CCS	CUP≤11	CUP>11
APRP	9	10	8	9	10
MPRP	13	11	13	4	15
PRN	111	113	112	117	109
MPRN	8	11	10	14	10
APRN	12	8	10	9	9

* Teste de χ^2 (Pearson) = 9,879, com probabilidade de 87,3% para a significância pelo teste bilateral, 16 graus de liberdade.

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

Tabela 3. Distribuição do potencial de resposta ao cálcio* quanto à alta probabilidade de resposta positiva (APRP), média probabilidade de resposta positiva (MPRP), provável resposta nula (PRN), média probabilidade de resposta negativa (MPRN) e alta probabilidade de resposta negativa (APRN), para cupuaqueiros cultivados em diferentes sistemas de produção, na Amazônia Sul-Occidental, de 153 pomares diagnosticados por cinco diferentes grupos de normas DRIS.

Potencial de resposta a adubação	Normas DRIS				
	GERAL	CCM	CCS	CUP≤11	CUP>11
APRP	11	17	11	20	9
MPRP	14	16	14	22	12
PRN	105	90	108	91	106
MPRN	15	18	13	11	15
APRN	8	12	7	9	11

* Teste de χ^2 (Pearson) = 16,896, com probabilidade de 39,2% para a significância pelo teste bilateral, 16 graus de liberdade.

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

Tabela 4. Distribuição do potencial de resposta ao potássio* quanto à alta probabilidade de resposta positiva (APRP), média probabilidade de resposta positiva (MPRP), provável resposta nula (PRN), média probabilidade de resposta negativa (MPRN) e alta probabilidade de resposta negativa (APRN), para cupuaçueiros cultivados em diferentes sistemas de produção, na Amazônia Sul-Ocidental, de 153 pomares diagnosticados por cinco diferentes grupos de normas DRIS.

Potencial de resposta a adubação	Normas DRIS				
	GERAL	CCM	CCS	CUP≤11	CUP>11
APRP	3	10	2	15	2
MPRP	10	23	9	23	6
PRN	93	83	84	76	85
MPRN	20	18	19	18	20
APRN	27	19	39	21	40

* Teste de χ^2 (Pearson) = 55,435, com probabilidade de 0,0% para a significância pelo teste bilateral, 16 graus de liberdade.

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

Tabela 5. Distribuição do potencial de resposta ao magnésio* quanto à alta probabilidade de resposta positiva (APRP), média probabilidade de resposta positiva (MPRP), provável resposta nula (PRN), média probabilidade de resposta negativa (MPRN) e alta probabilidade de resposta negativa (APRN), para cupuaçueiros cultivados em diferentes sistemas de produção, na Amazônia Sul-Ocidental, de 153 pomares diagnosticados por cinco diferentes grupos de normas DRIS.

Potencial de resposta a adubação	Normas DRIS				
	GERAL	CCM	CCS	CUP≤11	CUP>11
APRP	8	20	8	20	4
MPRP	9	20	5	24	8
PRN	119	91	122	96	119
MPRN	9	9	10	8	14
APRN	8	12	8	5	8

* Teste de χ^2 (Pearson) = 52,038, com probabilidade de 0,0% para a significância pelo teste bilateral, 16 graus de liberdade.

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

Proposta metodológica para o mapeamento da demanda de potássio para o Sudoeste Goiano

CARLOS EDUARDO GONCALVES FERREIRA⁽¹⁾, RACHEL BARDY PRADO⁽²⁾, VINÍCIUS DE MELO BENITES⁽³⁾ & JOSÉ CARLOS POLIDORO⁽⁴⁾

RESUMO - O conhecimento da dinâmica e da distribuição espacial do uso das terras é de fundamental importância para subsidiar o planejamento agrícola. A utilização de fertilizantes potássicos no manejo dos solos muitas vezes não leva em conta a variabilidade espacial do nutriente nos diferentes manejos das terras, desconsiderando também propriedades do solo como a textura. Ao relacionar espacialmente dados sobre o uso das terras a textura dos solos e as taxas de aplicação de K_2O , o presente trabalho faz uma proposta metodológica de mapeamento qualitativo da aplicação média de K. Aplicando-se a metodologia por meio de álgebra de mapas, de forma experimental, nos dados obtidos no âmbito do Projeto Aduba Brasil (Embrapa/IPI/COMIGO) no Sudoeste Goiano, verificou-se grande percentual de áreas com elevadas taxas de aplicação de potássio, e outras onde o nutriente precisaria ter uma maior aplicação. Este tipo de informação espacial poderá orientar políticas de planejamento agrícola e recomendação de adubação de potássio para a região em estudo, bem como para outras localidades do Brasil, onde o cultivo de grãos seja predominante, conduzindo à conservação dos solos e maior sustentabilidade agrícola.

Palavras-Chave: manejo agrícola; textura; potássio

Introdução

A partir dos anos 1970, a ocupação do homem sobre o espaço do Centro-oeste brasileiro apresentou um elevado crescimento devido a políticas de expansão agrícola. Tal fato ocasionou um alto grau de mecanização agrícola e aplicação de fertilizantes, visando elevados níveis de produção em diversas localidades, como o Sudoeste do Estado de Goiás, e mantendo até os dias atuais o predomínio da alta produtividade agropecuária, Graziano Neto [1]. Desta forma, a dinâmica do manejo das terras é intensa, sendo necessário o conhecimento da distribuição espacial do uso e cobertura das terras, objetivando fornecer subsídios a ações de planejamento sobre o espaço.

Tendo em vista essa problemática, os estudos sobre o uso e cobertura do solo se fazem essenciais, já que

com o advento do imageamento por satélite é possível estimar áreas cultivadas, desmatadas, entre outras, Moreira [2].

Com o advento das geotecnologias (Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), Sensoriamento Remoto, GPS e outras), é possível correlacionar espacialmente e efetuar análises sobre informações de manejo a outras informações do ambiente, como textura dos solos e dados de fertilidade, permitindo uma abordagem espacialmente holística das atividades agrícolas, conforme Burrough & McDonnell [3] e Novo [4].

Já o conhecimento da variabilidade das características do solo e das culturas no espaço geográfico é considerado, atualmente, o princípio básico para o manejo preciso das áreas agrícolas, qualquer que seja sua escala, Grego & Vieira [5].

Para Cassman [6], o uso de insumos na agricultura depende de fatores como demanda e eficiência para aplicação, além da logística de distribuição. Dados apresentados pela FAO [7], revelam que as culturas que mais utilizaram fertilizantes no Brasil foram a soja (24%), milho (23%) e cana de açúcar (21%), seguida pelas demais culturas, lembrando que estas culturas são predominantes no Sudoeste Goiano. Em diversas regiões do Brasil, podem ser observados grandes contrastes onde, por um lado existem áreas de extrema carência por estes nutrientes e, em outras situações, observa-se a aplicação massiva de corretivos e fertilizantes potássicos, FAO [7].

Em sistemas de produção onde o Plantio Direto é praticado, por exemplo, pode-se observar uma elevada eficiência de até 100% no aproveitamento de nutrientes do solo como o K, se comparado aos sistemas de cultivo convencionais, que envolvem gradagens e aração, Beranardi et al. [8].

Como a textura dos solos é uma propriedade que interfere significativamente na demanda de aplicação e na retenção de K no solo e, portanto, num desenvolvimento adequado da agricultura, conforme assinala Wiethölter [9], esta informação foi considerada neste trabalho.

Assim, o presente trabalho propõe identificar espacialmente áreas com maior ou menor taxa de aplicação de K, considerando os diferentes tipos de uso, textura e taxas de aplicação de potássio, com vistas a orientar

⁽¹⁾ Primeiro Autor possui graduação em Geografia, Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000 E-mail: carlosed.gf@hotmail.com.

⁽²⁾ Segunda Autora é Pesquisadora da Embrapa Solos Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000. E-mail: rachel@cnps.embrapa.br

⁽³⁾ Terceiro Autor é Pesquisador da Embrapa Solos Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000. E-mail: vinicius@cnps.embrapa.br

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Pesquisador da Embrapa Solos Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000. E-mail: polidoro@cnps.embrapa.br

Apoio financeiro: Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE).

qualitativamente a necessidade/otimização no uso deste nutriente.

Material e Métodos

A. Área de Estudo

A região onde foi desenvolvido o presente estudo corresponde ao Sudoeste do Estado de Goiás, possuindo uma área de aproximadamente 10 milhões ha, cujo bioma predominante é o Cerrado (Figura 1). A área mapeada corresponde a 51 municípios localizados entre as coordenadas geográficas 14° 09'S e 19° 27'S e 48° 31'O e 53°12'O. Trata-se de uma região com grande importância econômica, sendo uma das maiores produtoras de grãos do país, atendendo a demanda de abastecimento interno e exportação, GUERRA et al. [10]. Dentre os municípios mais produtivos da região estão Paraúna, Rio Verde, Montividiu, Santa Helena de Goiás, Santo Antônio da Barra e Acreúna.

B. Obtenção do Mapa de Uso e Cobertura das Terras

Para o conhecimento da distribuição dos diversos tipos de uso e cobertura, imagens orbitais do satélite Landsat TM-5, ao longo de 2007, foram adquiridas em diferentes períodos do ciclo agrícola local. Informações complementares acerca do uso regional também foram utilizadas para apoiar a interpretação e classificação, principalmente a partir dos dados obtidos em trabalho de campo. Em função dos custos financeiros de aquisição de mais uma imagem e pela dificuldade em obter-se imagens sem recobrimento por nuvens, uma ínfima parte ao sul de Rio Verde ficou ausente de mapeamento.

Por meio do *software* Spring 4.3.3 e suas ferramentas de segmentação de imagens e do classificador semi-automático *Bhattacharya Distance*, o Mapa de Uso e Cobertura das Terras foi obtido, apresentando dez classes temáticas, a saber: Área construída, Cana-de-açúcar, Pastagem, Remanescentes de vegetação natural, Eucalipto, Soja/Safrinha (soja de verão onde no inverno utiliza-se sistema de safrinha como milho, milheto e sorgo granífero), Soja/Pousio (áreas de soja que no inverno ficam em pousio), Soja/Solo Exposto (área de soja recentemente colhida/arada), Outros (outros tipos de cultivo, que puderam ser identificados) e Nuvem/Sombra. Em seguida, foi realizado um agrupamento entre as classes em função do sistema de manejo que utilizam K_2O na agricultura: Soja/Safrinha, Soja/Pousio foram consideradas como áreas de Semeadura Direta, e Solo/Exposto foi considerado como Cultivo Convencional.

C. Obtenção do Mapa de Textura dos Solos

Os dados de textura dos solos do Sudoeste Goiano foram obtidos por meio do Mapa de Solos em meio digital via *website* do Governo do Estado de Goiás, em formato *shapefile*, e que foram gerados no âmbito do projeto RADAMBRASIL, BRASIL [11] em escala 1:250.000, sob as folhas SE-22-VD (Jataí), SE-22-X-A

(Inhúmas), SE-22-X-C (Rio Verde), SE-22-Y-B (Caçu) e SE-22-Z-A (Quirinópolis). Ressalta-se que em função da indisponibilidade de dados nas folhas do RADAMBRASIL, parte do município de Paraúna ficou ausente de mapeamento. A partir de tais dados, os agrupamentos texturais foram obtidos conforme EMBRAPA [12], separados em textura arenosa, média e argilosa.

D. Cruzamento dos Mapas de Uso e de Textura

A partir do mapa de textura dos solos e de uso e cobertura reclassificado, foi feito um cruzamento no *software* ArcGIS 9.3 da ESRI, utilizando a ferramenta *Intersect* no módulo *Geoprocessing Wizard*, gerando assim a unidade de mapeamento do Mapa da taxa de aplicação de K para o Sudoeste Goiano.

E. Correlação do mapa obtido na etapa anterior com os dados de recomendação da aplicação de K_2O para as principais culturas

Na última etapa do presente trabalho, utilizou-se dados referentes a taxa de aplicação média de K_2O , por hectare, recomendada para as culturas apresentadas na Tabela 1, segundo a FAO [7].

Estes dados foram importados para o SIG, atribuindo os valores de recomendação de K_2O às classes de uso da terra (culturas predominantes) levantadas na primeira etapa. No intuito de testar a metodologia proposta, considerando que o sistema de plantio direto tem um melhor aproveitamento de K, de acordo com Bernardi et al. [8] e Wiethölter [9], fez-se uma ponderação qualitativa, atribuindo peso 3 ao cultivo de Cana-de-açúcar, peso 2 à recomendação para o sistema de plantio convencional e peso 1 à recomendação para o sistema de plantio direto (quanto maior o peso maior demanda de K).

Finalmente, ao se considerar que as diferentes texturas dos solos influenciam a retenção do nutriente, atribuiu-se pesos aos diferentes tipos de textura visando a otimização de aplicação de K_2O . Conforme mencionado por Werle [13] e Sousa & Lobato [14], solos de textura arenosa, ao contrário daqueles de textura média e argilosa, requerem maior dosagem de aplicação de potássio, já que esta textura seria mais propícia a lixiviação. Sendo assim, solos de textura argilosa receberam peso 1, solos de textura média receberam peso 2 e solos de textura arenosa receberam peso 3.

Na sequência, o mapa de uso da terra, contendo a informação de recomendação de K, ponderada por tipo de manejo (plantio direto e plantio convencional), foi cruzado com o mapa de textura ponderado, por meio de álgebra de mapas através da ferramenta *Raster Calculator*, do módulo *Spatial Analyst* do ArcGIS 9.3, para a obtenção do Mapa de aplicação média de potássio no Sudoeste Goiano.

Resultados e Discussão

A. Mapa de Uso / Textura dos Solos - Sudoeste Goiano

Através da tabela 2 é verificável a área total das classes de uso e o respectivo percentual de ocupação na área do município. Percebe-se que a semeadura direta é a classe majoritária nas atividades agrícolas do sudoeste goiano. Isto se deve à adoção do SPD por grande parte dos produtores (337.893,98 hectares em Rio Verde,

correspondente a 45% da área do município), apesar de ainda encontrarmos grandes áreas com cultivo convencional (26.430,04 hectares em Montividiu, 14% da área total municipal).

Observando a figura 2, é possível conhecer a distribuição espacial da aplicação média de potássio (K_2O) no Sudoeste Goiano.

Na porção sudeste, onde se encontra o município de Santa Helena de Goiás, é notória a concentração espacial de aplicação de K_2O , se comparada a outras localidades no mapa. Isto se deve, em princípio, da grande presença de área plantada de Cana-de-açúcar (33% do município), que demanda grandes quantidades de K_2O (95 kg por hectare, conforme a tabela 1) em correção e adubação.

A grande presença de Semeadura Direta de grãos em diversas áreas ao longo do mapa, principalmente sobre solos de textura média, demonstra que a taxa de aplicação de K pode ser menor se comparada à Cana-de-açúcar convencional. Sob desta textura, que é a majoritária na área em questão, a necessidade de aplicação de K pode ser menor, já que a retenção é superior aos solos de textura arenosa.

Solos de textura argilosa sob semeadura direta, podem ser encontrados à leste do mapa no município de Acreúna, na porção central de Rio Verde, no município de Montividiu e dentro do município, além da porção Norte-nordeste do mapa. Nestas áreas, a taxa de aplicação, por ser relativamente menor, denota a necessidade inferior e, portanto, um manejo diferenciado do solo ao se efetuar correção e adubação com fertilizantes potássicos. Já o cultivo de grãos sobre solos de textura arenosa, verificável ao sul de Rio Verde, são aqueles que demandam maior necessidade de K, devido a baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e retenção do nutriente ao longo do perfil do solo.

Conclusões

A partir dos resultados, concluiu ser fundamental uma maior disponibilidade de dados referente aos solos, por meio de amostras georreferenciadas obtidas em campo, para que no futuro seja possível efetuar inferências espaciais e uma recomendação de adubação potássica com uma maior acurácia, proporcionando eficiência no uso deste nutriente. Para tal, as ferramentas das Geotecnologias apresentam um elevado potencial para auxiliar em tais questões.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao International Potash Institute (IPI), a Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE), a Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (COMIGO) e a Embrapa Solos pelo apoio incondicional que viabilizou a realização do presente trabalho.

Referências

- [1] GRAZIANO NETO, F. 1985. *Questão Agrária e Ecologia: Crítica da Agricultura Moderna*. São Paulo, Brasiliense. 154p.
- [2] MOREIRA, M. A. 2003. *Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação*. 2 ed. Viçosa, UFV. 307p.
- [3] BURROUGH, P.A.; McDONNELL, R.A. 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. New York, Oxford University Press. 333p.
- [4] NOVO, E. M. L. M. 2008. *Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações*. 3 ed. São Paulo, Edgard Blücher. 358p.
- [5] GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. 2005. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 169-177.
- [6] CASSMAN, K., DOBERMANN, A., WALTERS, D.T. 2002. Agroecosystems, nitrogen-use efficiency and nitrogen management. *Ambio*, 31: 132-140.
- [7] FAO. 2006. *Fertilizer use by crop*. Rome, FAO/IFA/IFDC. 108p.
- [8] BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. 2003. *Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos Cerrados*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 22 p.
- [9] WIETHÖLTER, S.; BEM, J. R.; KOCHHANN, R. A.; PÖTTKER, D. 1998. Fósforo e potássio no sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N. J. (Ed.) *Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto*. Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 27-52.
- [10] GUERRA, A. J. T.; PEREIRA, J. B. da S.; KASSAB, M. M.; FIGUEIREDO, P. R. H. de; ALAMEIDA, V. J. de; REGIS, W. D. E. 1998. *Um estudo do meio físico com fins de aplicação ao planejamento do uso agrícola da terra no Sudoeste de Goiás*. Rio de Janeiro, IBGE. 210p.
- [11] BRASIL. 1981. *Levantamento de Recursos Naturais, v.25, Projeto Radambrasil - Folhas SE-22-VD (Jatáí), SE-22-X-A (Inhúmas), SE-22-X-C (Rio Verde), SE-22-Y-B (Caçu) e SE-22-Z-A (Quirinópolis): Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso potencial da terra em escala 1:250.000*. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia. 636p.
- [12] EMBRAPA. 2006. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2a ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica. 306p.
- [13] WERLE, Rodrigo ; GARCIA, Rodrigo Arroyo ; ROSOLEM, C. A. 2008. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 2297-2395.
- [14] SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, Edson. 2004. *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2. ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica. 411 p.

Tabela 1. Taxa de Aplicação de N, P₂O₅ e K₂O em kg por hectare para cada cultura no Centro-Oeste brasileiro. Fonte: FAO [7].

Culturas	Taxa de aplicação		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg ha ⁻¹		
Milho	40	46	41
Soja	7	76	68
Feijão	11	20	10
Cana-de-açúcar	57	60	130
Arroz	30	49	25
Café	115	28	108
Trigo	9	64	53
Citrus	55	27	52
Algodão	90	147	136
Batata	100	433	233

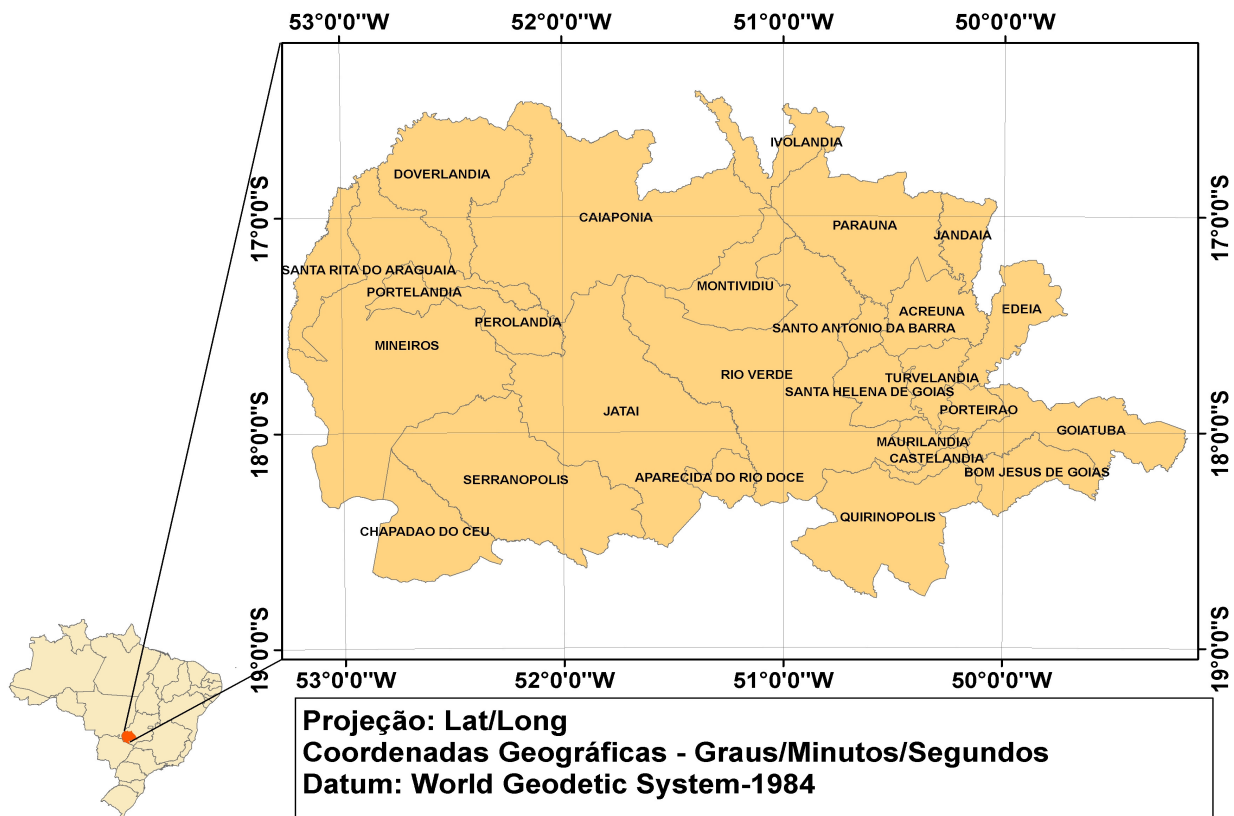
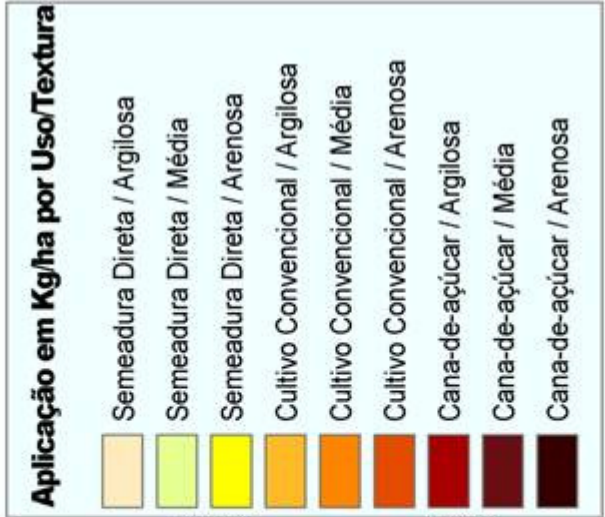


Figura 1. Localização do Sudoeste Goiano.

Tabela 2. Área total das classes mapeadas, juntamente com o percentual de ocupação em cada município.

	Rio Verde		Acreúna		Montividiu		Paraúna		Sta. Helena de Goiás		Sto. Antônio da Barra	
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
Área Construída	4016,2	1%	632,7	0,4%	521,3	0,3%	312,8	0,1%	1106,7	1%	142,74	0,3%
Cana-de-açúcar	5179,1	1%	11447,9	7%	418,4	0,2%	2463,5	1%	37210,1	33%	347,86	1%
Cerrado	209481,9	28%	44528,2	29%	38372,5	21%	126777,8	34%	12098,7	11%	22898,4	51%
Cultivo Convencional	74062,3	10%	9680,6	6%	26430,0	14%	31088,5	8%	5746,8	5%	2283,4	5%
Eucalipto	5752,8	1%	-	-	17,1	0,01%	75,9	0,01%	53,7	0,01%	-	-
Nuvem/Sombra	-	-	-	-	109,0	0,1%	2532,3	1%	-	-	-	-
Outros	8731,6	1%	22411,0	14%	5871,0	3%	24435,2	6%	7620,4	7%	138,5	0,3%
Pastagem	102814,9	14%	9521,6	6%	13853,9	7%	84394,2	22%	1354,6	1%	3424,6	8%
Semeadura Direta	337893,9	45%	57727,6	37%	101145,2	54%	103890,1	28%	47208,9	42%	15614,7	35%
Total	747933,1	100%	155950,1	100%	186738,8	100%	375970,6	100%	112400,2	100%	44850,2	100%

Mapa de aplicação de K no Sudoeste Goiano



Projeção: UTM
Fuso: 22S
Datum: WGS-84



1:1.000.000

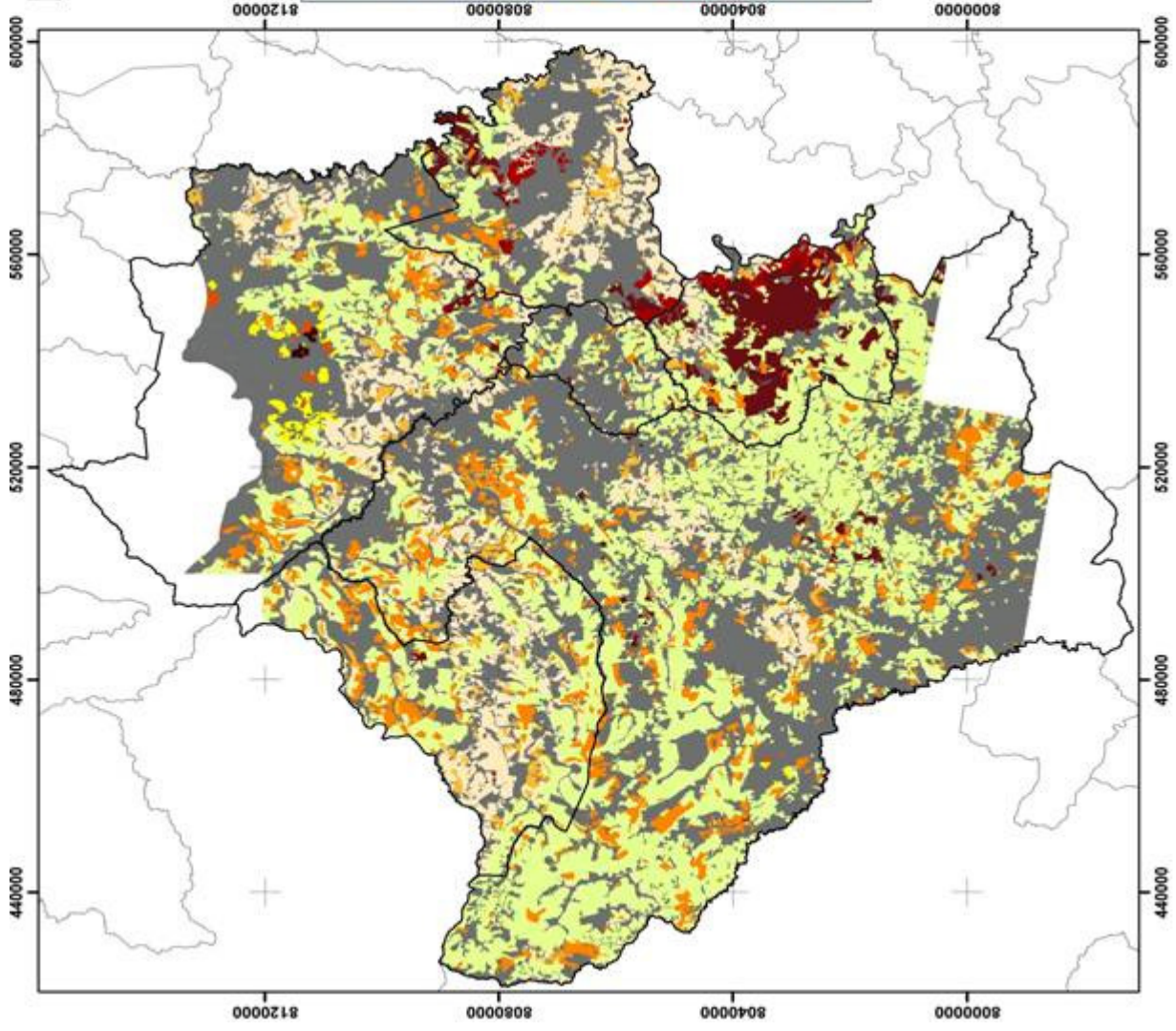


Figura 2. Mapa de aplicação de K no Sudoeste Goiano.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Propriedades físicas do solo influenciadas por diferentes usos em um Cambissolo de Trajano de Moraes – RJ”

Guilherme Kangussú Donagemma¹; José Ronaldo de Macedo¹, Rachel Bardy Prado¹, Azeneth Eufrazino Schuler¹, Fernando Vieira Cesário², Fabiano Carvalho Balieiro¹

RESUMO - Diferentes práticas de manejo e uso do solo podem influenciar as suas características físicas. Como exemplo pode-se citar a estabilidade e o tamanho dos agregados, alterando por sua vez, a dinâmica de infiltração de água no solo, fixação de raízes e o teor de matéria orgânica, com conseqüências como a erosão e a perda de funções importantes do solo. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar algumas propriedades físicas do solo em resposta a diferentes usos. Para tal, foram coletadas amostras com três repetições coincidentes com o terço superior, médio e inferior da encosta sob Mata, Pasto e Eucalipto em um Cambissolo de Trajano de Moraes-RJ, em duas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm. Foram determinadas a estabilidade de agregados, densidade, condutividade entre outras propriedades. As propriedades físicas, exceto os índices de estabilidade, não foram alteradas significativamente pelos usos. A classe de agregados dominante foi > 1 mm. Na camada 0-20 cm, o índice DMP apresentou diferença significativa para a Mata. Já na profundidade 20-40cm, este mesmo índice apresentou diferença para o Eucalipto. O uso Eucalipto apresentou as maiores taxas de condutividade e resistência à penetração, em ambas as profundidades 0-20 e 20-40 cm. A densidade do solo no uso Pasto foi pelo menos 20% maior que a do Eucalipto, na profundidade 20-40 cm.

Palavras-Chave: (Agregados; DMP; DMG, Densidade do solo, Resistência a penetração)

Introdução

A utilização de indicadores de qualidade do solo é relevante, pois possibilita o monitoramento da qualidade do solo ao longo do tempo, pensando na sustentabilidade ambiental, agrícola e econômica.

Em solos, as partículas primárias tendem, sobre circunstâncias favoráveis, a unirem-se em uma unidade estrutural conhecida como *agregado* [1]. O estado de agregação do solo resulta em um balanço entre as forças ou processos que promovem a agregação e as causas que promovem sua destruição. Muitos estudos apontam que as práticas de manejo e uso do solo podem afetar positiva ou negativamente a agregação e

as propriedades físicas do solo [2, 3, 4]. Nesse sentido, a estabilidade de agregados, e seu tamanho, a densidade do solo, a condutividade hidráulica saturada, a resistência a penetração e a porosidade podem ser considerados indicadores de qualidade do solo [5, 6, 7, 8, 2, 9]. Atributos físicos do solo como a resistência à penetração, a porosidade, a densidade, a retenção de água entre outros, são responsáveis pelo crescimento das plantas e são influenciados pelas diferentes práticas de manejo como já mencionado, bem como são influenciados pela textura e estrutura do solo. Segundo [5] o Diâmetro Médio Geométrico (DMG) e o Diâmetro Médio Ponderado (DMP) podem ser usados como parâmetros indicativos da agregação do solo.

Além disso, avaliações do estoque de carbono do solo são interessantes para um diagnóstico mais firme da qualidade do solo, ao se levar em conta a sustentabilidade agrícola e ambiental.

O objetivo do presente trabalho consistiu em avaliar algumas propriedades físicas de um Cambissolo de Trajano de Moraes influenciadas por diferentes usos: Pastagem, Mata e Eucalipto.

Material e Métodos

A área de estudo corresponde a uma microbacia denominada Córrego da Caixa D'água, localizada na bacia hidrográfica do rio Imbé, situada por sua vez, na Região Serrana do Rio de Janeiro. Esta microbacia abarca parte do município de Trajano de Moraes e Santa Maria Madalena, possuindo aproximadamente 16 km².

A região de Trajano de Moraes é caracterizada pela presença de clima subtropical seco (Cwa) e Subtropical úmido [10]. As rochas observadas na região são em geral rochas ígneas metamorfozadas como Gnaisses meso a melanocráticos. Também há a ocorrência de rochas ígneas na forma de diques de diabásio, além de sedimentos terciários referentes a Formação Barreiras e finalmente sedimentos inconsolidados Quaternários acumulados por ação fluvial [10].

Foram coletadas amostras em duas profundidades 0-20 e 20-40 cm, nos Terços Superior, Médio e Inferior (três repetições), em um Cambissolo sob diferentes usos: Mata, Pasto e Eucalipto. Para determinação de

⁽¹⁾ Pesquisador (a) Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, RJ, CEP –22460-000, donagemma@cnps.embrapa.br; jrmacedo@cnps.embrapa.br, rachel@cnps.embrapa.br, marysol@cnps.embrapa.br, balieiro@cnps.embrapa.br

⁽²⁾ Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Cidade Universitária, Ilha do Fundão, RJ, fv.cesario@hotmail.com
Apoio Financeiro: EMBRAPA e SMH-SEAAPA/GEF

densidade do solo, condutividade hidráulica, porosidade total, macro e micro porosidade utilizou-se o anel volumétrico e a determinação no laboratório foi realizada segundo [11]. No campo, foi realizada a determinação da resistência à penetração com um penetrógrafo e foram retirados blocos para a avaliação da estabilidade de agregados em água.

Os blocos, para análise de agregados, foram homogeneizados com peneira de 4 mm, antes do tamisamento úmido, para ser determinada a distribuição das classes (2,0 – 1,0 – 0,5 – 0,25 – 0,125 e < 0,125mm) de agregados por via úmida, utilizado o método de Yoder, [5]. Após o tamisamento, as classes foram conduzidas a estufa para secar a 40° C durante 48 horas. Foram calculados o diâmetro médio ponderado (DMP) e o diâmetro médio geométrico (DMG) [12]. A comparação das médias das propriedades físicas em resposta aos tratamentos (usos) foi realizada por meio do teste Tukey, utilizando o programa SAEG (Demonstração).

Resultados

Os resultados obtidos no uso Mata diferiram significativamente entre os usos para o índice Diâmetro Médio Geométrico, apresentando a menor média 2,16 para camada 0-20 cm. O mesmo índice também apresentou diferença significativa para o uso Eucalipto, com média igual a 2,37 na camada 20-40 cm (Figura 1). Para ambas as profundidades, o DMP apresentou a seguinte sequência: Eucalipto > Pasto > Mata.

O Diâmetro Médio Geométrico, tanto na camada 0-20 como na camada 20-40 cm, diferiu significativamente entre os três usos (Figura 1). O diâmetro mais representativo nas duas profundidades do solo foi maior que 1 mm. (Tabela 1)

Na classe de agregados 4-2 mm a Mata diferiu significativamente do uso Eucalipto, já o Pasto não apresentou diferença significativa em relação à Mata e ao Eucalipto para esta classe de agregados (Tabela 1). Contudo, na classe < 0, 125 mm, na profundidade 0-20cm, os usos diferiram significativamente entre si. Entretanto, na camada 20-40 cm a Mata apresentou resultados significativamente diferentes dos outros usos.

Os demais atributos físicos analisados não apresentaram diferença estatística entre os usos (Tabela 2).

Todavia, na camada 0-20 cm a maior densidade ocorreu no uso Pasto (1,30 g/cm³) e a menor, no uso Eucalipto (1,05 g/cm³). Já na camada 20-40 cm o uso Mata apresentou a maior densidade (1,24 g/cm³) entre os usos (Tabela 2), seguindo a sequência Eucalipto > Mata > Pasto, para a profundidade 0-20 cm e Eucalipto > Pasto > Mata para a profundidade 20-40 cm.

A condutividade hidráulica do uso Eucalipto apresentou a maior percolação que a metodologia permitia, alcançando os 25 cm em 1 hora. De uma forma geral, os solos apresentaram boa percolação, sendo que todos os usos apresentaram valores acima de 15 cm/h.

A Mata apresentou as menores médias de resistência à penetração em ambas as profundidades, respectivamente 2,10 e 3,10 (Kg/m²).

O uso Eucalipto apresentou as maiores médias para resistência a penetração 15,10 e 10,90 (kg/m²) respectivamente, para as duas profundidades, dados que guardada as devidas proporções, não são condizentes com os resultados obtidos para a densidade e a condutividade, fato que necessita ser analisado com mais detalhes.

Os resultados relacionados à resistência à penetração seguiram a sequência Eucalipto > Pasto > Mata, em ambas as profundidades.

Discussão

O Diâmetro Médio Geométrico, que calcula o diâmetro da classe de agregados mais representativo no solo, apresentou diferença significativa para os três usos. Este índice ainda mostrou que a classe mais representativa no solo, foi de agregados > 1 mm, revelando de uma forma geral, boa agregação do solo para todos os usos. Agregados com diâmetro médio acima de 0,5 mm são considerados relativamente resistentes ao esboroamento, e dependendo do manejo são bons condutores de água e ar [13].

Para o índice DMP, a Mata apresentou diferença significativa na camada 0-20 cm, com a menor média entre os usos, indicando assim menor agregação nesta profundidade. Presume-se, já que não existe nenhuma característica especial para este uso, e este foi tido como referência, a influência da ação antrópica, com uso desconhecido e indiscriminado da Mata, fato que pode estar acentuando um baixo *turnover* da matéria orgânica neste uso.

Problemas no processo de ciclagem de nutrientes podem reter a matéria orgânica na serrapilheira e diminuir a quantidade de C para o solo [14]. Isto ocorre devido a umidade e a cobertura do solo terem uma estreita relação com a agregação do solo [15], bem como, pelo fato da matéria orgânica e os minerais de argila serem os dois agentes cimentantes que mais contribuem para a agregação do solo [13]. Já na camada 20-40 cm, o uso Eucalipto apresentou o maior diâmetro ponderado entre os usos, esse fato pode ser resultado do sistema radicular do Eucalipto.

Os índices de DMP e DMG diminuíram com a profundidade, mostrando que a estabilidade de agregados diminui com a profundidade. Este fato pode estar atrelado ao menor conteúdo de matéria orgânica em profundidade e teores de areia bem mais elevados em superfície em determinados solos [16].

Na profundidade de 0-20 cm foi observado um aumento da densidade do solo para a classe Pasto em relação a Mata. Comportamento semelhante foi verificado por [17] em cambissolos, sob Cultivo Convencional e Pantio Direto. Já na profundidade 20-40 cm os usos parecem não estar afetando a densidade em relação à Mata. Entre os três usos, unicamente os valores de densidade do Eucalipto encontraram-se dentro da faixa 1,1 a 1,6 g/cm³ [1].

Com relação a classe de agregados < 0,125 do uso Mata, estes apresentaram na camada 20-40 cm diferença significativa. Os resultados desta análise evidenciam que o não revolvimento do solo minimiza o ciclo de formação dos macroagregados e por consequência, permitem com que os microagregados sejam preservados.

A condutividade hidráulica no Eucalipto foi pelo menos 50% superior aos outros usos. Houve uma diminuição da condutividade, nas duas camadas 0-20 e 20-40 cm, dos outros usos em relação ao Eucalipto, destacando o alto valor encontrado no Eucalipto. Diminuição da condutividade na camada 0-20 cm já foi verificada em plantios diretos e convencionais, em Latossolos e Cambissolos, em relação a Mata nativa [16, 17].

Como indica a tabela 2, a porosidade total foi afetada pelo uso Pasto, na camada 0-20 cm. Contudo, não houve diferença significativa entre os usos. De certa forma os valores de porosidade total são inversamente proporcionais aos de densidade. Quanto menor a densidade do solo, maior a porosidade total, e se encontram dentro da faixa de 30 a 60% para solos minerais [1]. Estes resultados estão de acordo com [16].

Conclusões

1. A condutividade hidráulica e a resistência à penetração estão sendo afetadas negativamente, principalmente no uso Eucalipto.
2. Os manejos no Cambissolo estudado não alteram de forma significativa a agregação do solo, embora os valores de DMP e DMG dos outros usos tenham sido superiores ao da Mata;
3. A maior proporção de agregados < 0,125 mm na Mata evidencia a má conservação da macroestrutura nesse ambiente;
4. Apesar das diferenças significativas entre os usos, a estabilidade de agregados é relativamente boa em todos os usos.

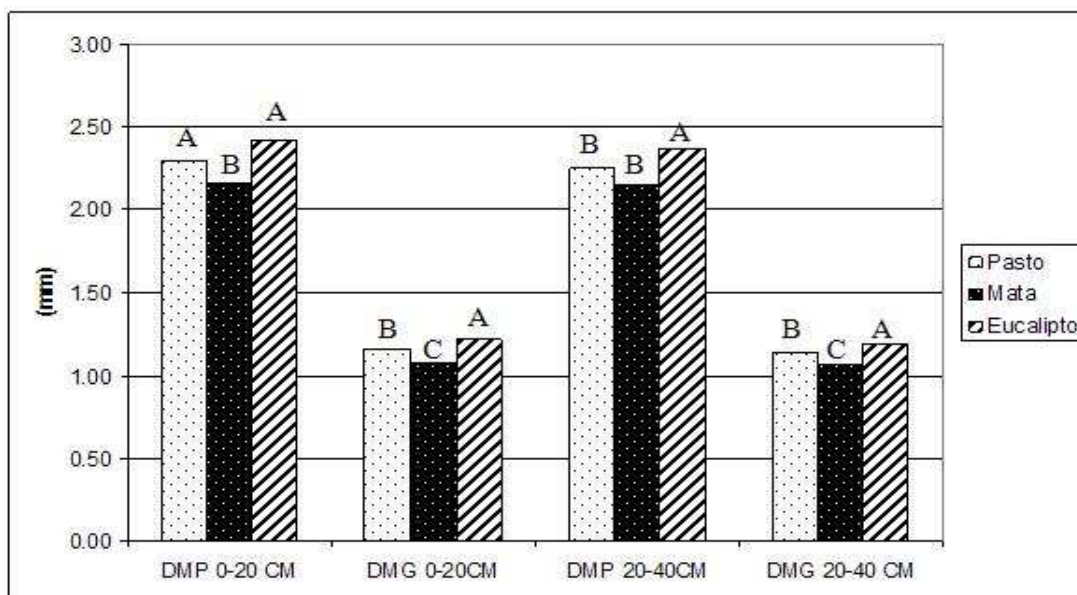
Agradecimentos

Ao projeto “Manejo Sustentável de Recursos Naturais em Microbacias do Norte-Noroeste Fluminense” - SMH-SEAAPA/GEF (*Global Environment Facility*), no âmbito do qual os dados foram obtidos, assim como pelo fornecimento da bolsa ao aluno de graduação.

Referências

- [1] HILLEL, D. *Solo e água: Fenômenos e princípios físicos*. Porto Alegre: UFRGS. 1970. 231 p.
- [2] CASTRO FILHO, C., A. LOURENÇO, *et al.* Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the state of Parana, Brazil. *Soil and Tillage Research*, v.65, n.1, p.45-51. 2002.
- [3] MADARI, B. E. Fracionamento de Agregados: Procedimento para uma Estimativa Compartimentada do Sequestro de Carbono no Solo. *Embrapa Solos: Boletim de pesquisa e desenvolvimento*. 22: 10 p. 2004.
- [4] DARAGHMEH, O. A., J. R. JENSEN, *et al.* Soil structure stability under conventional and reduced tillage in a sandy loam. *Geoderma*, v.150, n.1-2, p.64-71. 2009.
- [5] CASTRO FILHO, C., O. MUZILLI, *et al.* Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo Distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 22: 527-538 p. 1998.
- [6] BOIX-FAYOS, C., A. CALVO-CASES, *et al.* Influence of soil properties on the aggregation of some Mediterranean soils and the use of aggregate size and stability as land degradation indicators. *CATENA*, v.44, n.1, p.47-67. 2001.
- [7] DENEFF, K., J. SIX, *et al.* Influence of dry-wet cycles on the interrelationship between aggregate, particulate organic matter, and microbial community dynamics. *Soil Biology & Biochemistry*, v.33, n.12-13, p.1599-1611. 2001.
- [8] ZHANG, B. e R. HORN. Mechanisms of aggregate stabilization in Ultisols from subtropical China. *Geoderma*, v.99, n.1-2, p.123-145. 2001.
- [9] CORRÊA, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.203-209. 2002.
- [10] FERRAZ, R. P. D., E. C. C. FIDALGO, *et al.* Diagnóstico do meio físico da bacia hidrográfica do Rio do Imbé (RJ): aplicação de metodologia integrada como subsídio ao manejo de microbacias. *Embrapa Solos: Boletim de pesquisa e desenvolvimento*. 29: 92 p. 2003.
- [11] EMBRAPA. Manual de métodos e análises do solo. Rio de Janeiro: Brasília: Embrapa produção de informação. 1997. 212p.
- [12] KEMPER, W. D. e R. C. ROSENAU. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.) *Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods*. *Soil Science Society of America*: 425-442 p. 1986.
- [13] KIEHL, E.J. Manual de edafologia - relações solos planta. São Paulo. 1979. 264p.
- [14] FRANZLUEBBERS, A. J. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil and Tillage Research*, v.66, n.2, p.95-106. 2002.
- [15] CAMPOS, B. C. D., D. J. REINERT, *et al.* Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*. 23: 33-391 p. 1999.
- [16] ANJOS, J. T., A. A. A. UBERTI, *et al.* Propriedades Físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 18: 139-145 p. 1994.
- [17] MOTA, J. C. A., R. N. D. A. JUNIOR, *et al.* Algumas propriedades físicas e hidricas de tres solos na chapada do Apodi, RN, cultivados com melão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 32: 49-58 p. 2008.

FIGURA 1: Índices de agregação, DMP e DMG, em duas profundidades em diferentes usos.



Colunas seguidas com a mesma letra, na mesma profundidade e para o mesmo índice (DMP;DMG) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%

TABELA 1: Influência dos usos sobre as classes de agregados.

Peso dos agregados (g)			
Classe (mm)	Pasto	Mata	Eucalipto
0 - 20cm			
4 - 2	18,75 AB	17,71 B	19,90 A
2 - 1	0,23	0,46	0,42
1 - 0,5	0,14	0,24	0,27
0,5 - 0,25	0,16	0,17	0,19
0,25 - 0,125	0,14	0,26	0,36
< 0,125	5,55 B	7,17 A	4,80 C
20 - 40cm			
4 - 2	18,22 AB	17,44 B	19,53 A
2 - 1	0,41	0,18	0,54
1 - 0,5	0,24	0,36	0,37
0,5 - 0,25	0,22	0,14	0,46
0,25 - 0,125	0,15	0,10	0,65
< 0,125	5,73 B	6,95 A	5,26 B

Linhas seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%

FIGURA 2: Densidade em duas profundidades para os diferentes usos.

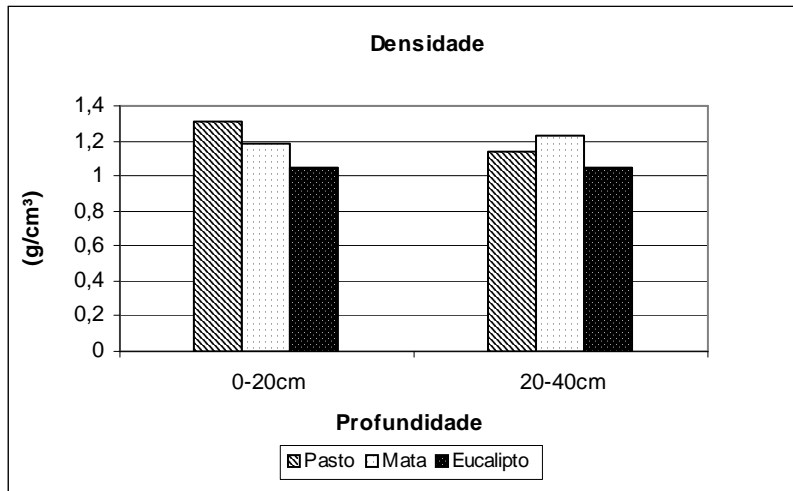


FIGURA 3: Condutividade Hidráulica em duas profundidades para os diferentes usos.

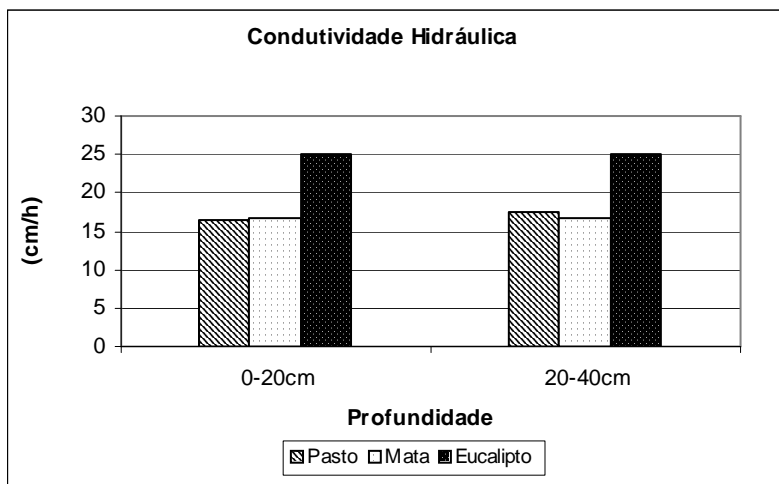
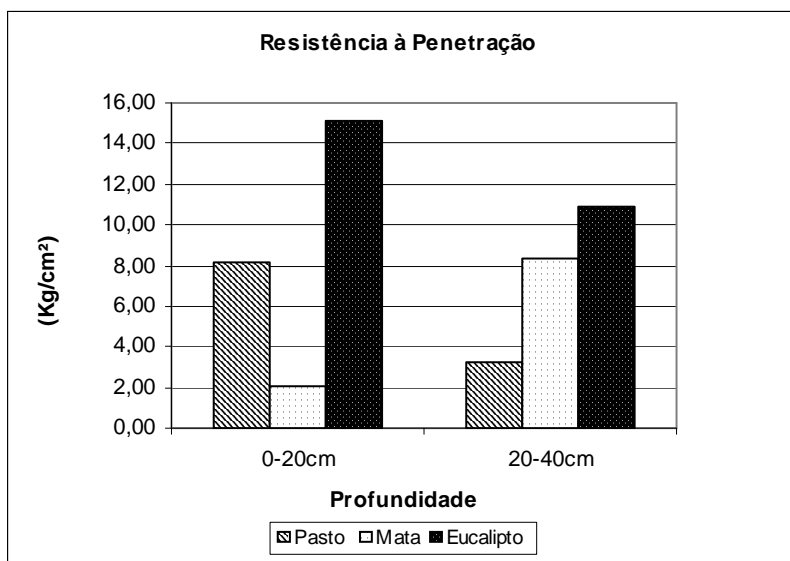


FIGURA 4: Resistência a Penetração em duas profundidades em diferentes usos.



Qualidade de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro: atributos físico-hídricos⁽¹⁾

JOSÉ FRANCISCO LUMBRERAS⁽²⁾, NELSON FERREIRA FERNANDES⁽³⁾, UEBI JORGE NAIME⁽²⁾, PAULO EMÍLIO FERREIRA DA MOTTA⁽²⁾, AMAURY DE CARVALHO FILHO⁽²⁾, ALFREDO MELHEM BARUQUI⁽²⁾, EDGAR SHINZATO⁽⁴⁾, SEBASTIÃO BARREIROS CALDERANO⁽²⁾, FRANCESCO PALMIERI⁽²⁾, ANA CAROLINA FERRAZ⁽⁵⁾ & THAIS SENA BALTER⁽⁵⁾

RESUMO - Objetivou-se avaliar a qualidade física de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro, visando contribuir para o planejamento de seu uso sustentável. Utilizaram-se informações de solos geradas no âmbito do Projeto RADEMA (PRODETAB 106-02/99). Os solos avaliados compreenderam Latossolos, Argissolos, Planossolos e Gleissolos, característicos dos macropedambientes regionais (Varre-Sai (MVS), Miracema (MMi), Laje do Muriaé (MLM), Itaperuna (MIt)). Os resultados obtidos evidenciam elevada variabilidade nos atributos físicos dos solos, tanto devido ao uso agrícola, notadamente no horizonte superficial, quanto devido às propriedades intrínsecas de cada solo, muitas vezes com grande variação vertical, principalmente no macropedambiente Itaperuna (MIt) e nas áreas de baixada.

Palavras-Chave: qualidade do solo, atributos físico-hídricos, indicadores de qualidade física do solo, uso sustentável da terra.

Introdução

O solo e sua cobertura vegetal exercem um papel crucial na vida do homem, não só no suprimento de alimentos e água, como também influenciando a composição do ar e a qualidade ambiental. Em face das mudanças na qualidade do solo promovidas pelas atividades humanas, investigações regulares e sucessivas são necessárias para monitorar a degradação das terras e suas tendências. Este trabalho objetivou avaliar a qualidade física de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro, visando contribuir para o planejamento de uso sustentável das terras.

Material e Métodos

A área de estudo situa-se entre as coordenadas 20°45' e 21°52' S. e 41°27' e 42°23' W.Gr., ocupando 5.388,5km², o que equivale a 12,3% da superfície total do estado do Rio de Janeiro. As terras são, em sua maioria, ocupadas com pastagens, que recobrem cerca de 80% da região. A cobertura florestal de Mata Atlântica compreende apenas 9,64% da área do norte-

noroeste fluminense e a 34,52% do Planalto do Alto Itabapoana. A área de produção com lavouras abrange pouco mais de 20.000ha, e as principais culturas são: café, milho, arroz, cana-de-açúcar, feijão e tomate.

A partir das informações procedentes de levantamentos pedológicos [2], avaliaram-se algumas propriedades intrínsecas dos principais solos da região, procurando-se também identificar e avaliar eventuais alterações na qualidade do solo introduzidas por influência antrópica, com enfoque principalmente na condução de água e ar, armazenamento de água, suscetibilidade à erosão e adequação ao crescimento radicular. Os parâmetros de referência dos indicadores físicos constam na Tabela 1. As análises físico-hídricas foram realizadas em amostras com estrutura indeformada (em triplicata, à exceção dos perfis U1P1 a U6P2, sem repetição), retiradas com o coletor de Uhland, utilizando-se aparelho de placa porosa de Richards. A macroporosidade corresponde à diferença de umidade entre a amostra saturada e a submetida a uma tensão de 0,006MPa. A capacidade de campo (CC) foi considerada como sendo o conteúdo de água do solo retido na tensão de 0,01MPa. Portanto, a capacidade de água disponível do solo (CAD) foi considerada como a água retida entre 0,01 e 1,5MPa. O indicador capacidade de aeração (ACt/Pt) [3] compreende a relação da porosidade do solo drenada entre a saturação e a capacidade de campo (ACt) pela porosidade total (Pt). A porosidade total foi considerada como sendo o conteúdo de água na amostra saturada. O índice S [4], que corresponde à inclinação da curva característica de umidade no seu ponto de inflexão, foi determinado a partir dos coeficientes das curvas características de umidade, ajustadas pelo modelo matemático proposto por Van Genuchten [5] com a restrição de Mualem, com a equação: $|S| = -n(\theta_s - \theta_r)[(2n-1)/(n-1)]^{[(1/n)-2]}$, em que θ_s é o conteúdo de água na amostra saturada, θ_r o conteúdo de água residual e n o coeficiente empírico do modelo.

Objetivando dispor de uma base para discutir os atributos do solo, foi realizada uma estratificação do

⁽¹⁾ Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro [1].

⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ, CEP 22.460-000. E-mail do primeiro autor: jflumbreras@gmail.com

⁽³⁾ Professor do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Cidade Universitária – Ilha do Fundão, Caixa Postal 68.537, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21.945-970.

⁽⁴⁾ Pesquisador do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Avenida Pasteur, 404, Praia Vermelha, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22.290-040.

⁽⁵⁾ Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Apoio financeiro: PRODETAB, projetos Radema 106-02/99 e Aquíferos 087-01/01.

ambiente regional em “macropedoambientes”, tomando-se como referência os trabalhos efetuados por Motta et al. [6] e Lumbreras et al. [7]. Tendo em vista que a denominação dos macropedoambientes adotada na presente abordagem difere da realizada nestes trabalhos, na Tabela 2 é apresentada a correspondência entre eles, assim como alguns aspectos ambientais.

Resultados e Discussão

A avaliação da qualidade do solo foi realizada para Latossolos, Argissolos, Planossolos e Gleissolos, conforme parâmetros constantes na Tabela 1.

Os valores dos indicadores de qualidade física (IQFs) foram organizados por classe pedológica, uso e cobertura vegetal (pastagem – **past**; floresta degradada – **flor**) e macropedoambiente, conforme Lumbreras [1].

Os Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos foram apreciados conjuntamente, já que se mostraram similares em termos dos atributos físicos considerados. Foram avaliados onze perfis de *Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos distróficos típicos* (LAd), sendo sete descritos e amostrados sob remanescentes florestais em diferentes níveis de degradação, entre os quais três sob floresta tropical subperenifolia no macropedoambiente Varre-Sai (MVS) e quatro sob floresta tropical subcaducifolia no macropedoambiente Miracema (MMi); quatro perfis são oriundos de áreas de pastagens no MMi.

Foram avaliados cinco perfis de *Argissolos Vermelhos eutróficos típicos e/ou abrupícios* (PVe) situados no macropedoambiente Itaperuna (MIIt): um localizado em área de floresta tropical subcaducifolia e quatro em locais utilizados com pastagens.

Os Planossolos são os solos de maior diferenciação vertical da área de estudo. Foram avaliados cinco perfis situados em áreas de pastagens, todos localizados em MIIt. Apresentam elevada variabilidade espacial e foram avaliados conjuntamente, compreendendo *Planossolos Háplicos eutróficos* ou *sálicos* ou *alíticos*, *gleissólicos* e/ou *solódicos* e/ou *arênicos* e/ou *plínticos* e *Planossolos Nátricos órticos gleissólicos* (SXe).

Os Gleissolos, devido à origem aluvionar, apresentam grande variabilidade nas características morfológicas e analíticas, tanto ao longo do perfil quanto lateralmente. Foram avaliados sete perfis, situados em áreas de pastagens: um localizado em MMi, e os demais, em MIIt. A avaliação foi realizada para todos os perfis conjuntamente, compreendendo *Gleissolos Háplicos Ta* ou *Tb eutróficos*, *solódicos* e/ou *vertissólicos* e/ou *cambissólicos* e/ou *salinos*, e *Gleissolos Háplicos Sódicos vertissólicos* (GXe). Apresentam horizonte A sobreposto a horizontes hidromórficos (gleizados) e, por terem sofrido forte influência antrópica, em geral drenados, por vezes sistematizados para o cultivo de arroz, é comum a presença de Ap de espessura restrita (o que impossibilitou a sua amostragem com anéis de Uhland em alguns locais).

Análise comparativa entre classes de solo

Dentre os solos avaliados, a profundidade ao saprolito (que tem marcante influência no movimento de água no solo e na erodibilidade) habitualmente é muito alta nos Latossolos; alta e muito alta nos Argissolos e nos Gleissolos; média e baixa nos Planossolos – há que se ressaltar que esses solos, além de menos profundos, apresentam muito baixa a média profundidade ao horizonte B plânico (entre 26 e 58cm) e, em geral, também possuem argila de atividade alta, com reflexo nas propriedades estruturais, resultando em solos mais suscetíveis à erosão.

Quando se avaliam os solos em suas condições naturais, obtém-se a dimensão de suas propriedades intrínsecas. Nesse sentido, os valores dos indicadores de qualidade física (Figuras 1, 2, 3 e 4) apontam:

- No horizonte superficial os Latossolos e Argissolos sob cobertura de remanescente florestal (floresta: **flor**) apresentam boa qualidade física, com valores de IQFs (CH, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S) muito altos, evidenciando marcante contribuição da matéria orgânica nas propriedades físicas desses horizontes.

- No horizonte subsuperficial, presumivelmente pouco afetado pelos sistemas de produção, ocorre grande variabilidade nos IQFs condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S, reflexo das distintas propriedades estruturais e mineralógicas. Os Latossolos do MVS (de composição mineralógica gibbsítica-oxídica e caulinitico-oxídica, com predomínio de estrutura granular) apresentam valores muito altos e altos desses indicadores, seguidos dos Latossolos localizados nas áreas de clima seco (no MMi) (de composição caulinitica tendendo a caulinitico-oxídica, com estrutura granular e em blocos subangulares), com valores predominantemente altos. Os Argissolos (MIIt), cauliniticos, com predomínio de estrutura em blocos subangulares e angulares, apresentam marcante distinção na qualidade física em subsuperfície, com predominância de valores médios e baixos desses IQFs, eventualmente muito baixos. Os Gleissolos (MIIt, eventualmente MMi) apresentam valores baixos e muito baixos; e os Planossolos (MIIt), o de pior qualidade física em subsuperfície da área de estudo, apresentam valores muito baixos - ambos cauliniticos e com argilominerais do tipo 2:1, com predomínio de estrutura em blocos angulares, por vezes prismática.

Em decorrência da utilização com pastagens (**past**), ocorreu franca piora na qualidade física do horizonte superficial dos Latossolos e Argissolos, como evidenciado pelos menores valores dos IQFs (condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S), comparativamente aos locais de remanescentes florestais (Figuras 1, 2, 3 e 4).

Embora haja grande variabilidade nos valores desses indicadores, no horizonte superficial ocorrem situações distintas entre os diferentes solos sob uso com pastagens: nos Planossolos predominam valores altos e muito altos (por apresentarem textura superficial arenosa), eventualmente com condutividade hidráulica e macroporosidade médios; seguem-se os Latossolos

(MMi) com valores médios e altos de condutividade hidráulica e capacidade de aeração, baixos a altos de macroporosidade e baixos de índice S; os Argissolos, com valores médios e altos, eventualmente com valores baixos de condutividade hidráulica, macroporosidade e índice S; e os Gleissolos, com valores desde baixos até muito altos – ressalte-se que ocorre com frequência horizonte Ap pouco espesso e que o horizonte subsuperficial apresenta valores desses IQFs predominantemente muito baixos (Figuras 1, 2, 3 e 4).

Em termos de armazenamento de água, entre as profundidades de 0 e 30cm e de 0 e 100cm predominam para os Latossolos valores médios de capacidade de água disponível (CAD). Nas áreas de pastagens verifica-se tendência de valores de CAD serem ligeiramente mais elevados nos horizontes superficiais dos Latossolos (MMi) (aumento na porosidade capilar), comparativamente às áreas dos remanescentes florestais. Os Argissolos e Planossolos apresentam CAD variando de média a muito alta entre 0 e 30cm e de média a alta entre 0 e 100cm. No entanto, devido à textura leve, os horizontes superficiais dos Planossolos tendem a secar rapidamente. Os Gleissolos apresentam valores variando de médios a muito altos nas duas seções consideradas (Figura 5).

Conclusões

Os resultados obtidos evidenciam elevada variabilidade nos atributos físicos dos solos, tanto devido ao uso agrícola, notadamente no horizonte superficial, quanto devido às propriedades intrínsecas de cada solo, muitas vezes com grande variação vertical, principalmente no macropedoambiente Itaperuna (MIt) e nas áreas de baixada.

Em áreas utilizadas com pastagens, ocorreu degradação física no horizonte superficial de Latossolos e Argissolos, em graus variados, comparativamente aos locais de remanescentes florestais, conforme evidenciado pelos menores valores de condutividade hidráulica, macroporosidade, capacidade de aeração e índice S. No entanto, em Latossolos verifica-se em locais sob uso com pastagens a tendência da ocorrência de valores de CAD ligeiramente mais elevados no horizonte superficial.

Os Latossolos são relativamente homogêneos e apresentam boa qualidade física sob cobertura de floresta, no entanto, apresentam no MVS melhor condução de água e ar em subsuperfície, reflexo de sua composição mineralógica, com maior ocorrência de sesquióxidos de ferro e alumínio – quando confrontados com Latossolos de MMi, predominantemente caulíníficos.

Os Argissolos (MIt), com boa qualidade física no horizonte superficial do perfil de referência, apresentam acentuada variação nas propriedades ao longo do perfil, com regular a má qualidade física em subsuperfície

(principalmente relacionada à condução de água e de ar, o que vem contribuir para a intensificação de sua suscetibilidade à erosão).

Os Planossolos (MIt) apresentam horizonte superficial com boa qualidade física em locais sob uso com pastagens, porém em subsuperfície mostram horizonte B plânico de qualidade muito má, em especial relacionada com a condução de água e de ar, e suscetibilidade à erosão.

Os Gleissolos (MIt e MMi) apresentam elevada variabilidade na qualidade física do horizonte superficial em áreas sob uso agrícola, e má e muito má qualidade em subsuperfície, em especial relacionada com a condução de água e de ar.

O índice S possui grande sensibilidade às alterações no espaço poroso do solo, principalmente nos poros de maiores dimensões (macroporos).

Na seção de 0 a 30cm prevalecem valores médios de CAD para Latossolos e valores mais elevados (entre médios e muito altos) para as classes dos Argissolos, Planossolos e Gleissolos. Entre 0 e 100cm predominam valores médios de CAD para Latossolos, médios e altos para Argissolos e Planossolos e entre médios e muito altos para Gleissolos.

Referências

- [1] LUMBRERAS, J. F. **Relações solo-paisagem no noroeste do estado do Rio de Janeiro**: subsídios ao planejamento de uso sustentável em áreas de relevo acidentado do bioma Mata Atlântica. 2008. 305 f. il. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- [2] CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; MOTTA, P. E. F. da; NAIME, U. J.; PALMIERI, F.; BARUQUI, A. M.; CALDERANO, S. B.; FIDALGO, E. C. C.; SHINZATO, E. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. Contém texto e mapa color., escala 1:100.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento) (no prelo).
- [3] REYNOLDS, W. D.; BOWMAN, B. T.; DRURY, C. F.; TAN, C. S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. *Geoderma*, v. 110, n. 1-2, p. 131-146, nov. 2002.
- [4] DEXTER, A. R. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, v. 120, n. 3-4, p. 201-214, jun. 2004.
- [5] VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.
- [6] MOTTA, P. E. F. da; LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; PALMIERI, F.; CALDERANO, S. B.; BARUQUI, A. M.; NAIME, U. J.; LEMOS, A. L. Macropedoambientes do estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto (SP). **Solo**: alicerce dos sistemas de produção. Ribeirão Preto: UNESP/Ilha Solteira: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003.
- [7] LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; PALMIERI, F.; CALDERANO, S. B.; BARUQUI, A. M.; PEREIRA, N. P.; NAIME, U. J.; LEMOS, A. L. **Macropedoambientes da região noroeste fluminense**: uma contribuição ao planejamento ambiental. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. (Embrapa Solos. Documentos, 64).

Tabela 1. Parâmetros utilizados para os indicadores de qualidade física (IQFs).

Indicador de qualidade	Espessura	Unidade	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto	Limite crítico
								Inferior
	cm							
Profundidade ao horizonte B plânico		cm	<31	31 - 50	51 - 100	101 - 200	>200	30
Profundidade ao saprolito		cm	<51	51 - 100	101 - 200	201 - 300	>300	50
Condutividade hidráulica saturada (CH)	Superficial	cm/h	<0,037	0,037 - 0,36	0,36 - 3,6	3,6 - 36	>36	0,036
Condutividade hidráulica saturada (CH)	Subsup. (menor valor até 150cm, exceto Cr)	cm/h	<0,037	0,037 - 0,36	0,36 - 3,6	3,6 - 36	>36	0,036
Macroporosidade	Superficial	m ³ /m ³	<0,10	0,10 - 0,15	0,16 - 0,20	0,21 - 0,25	>0,25	0,10
Macroporosidade	Subsup. (menor valor até 150cm, exceto Cr)	m ³ /m ³	<0,10	0,10 - 0,15	0,16 - 0,20	0,21 - 0,25	>0,25	0,10
Capacidade de aeração	Superficial	m ³ /m ³	<0,20*	0,20 - 0,26*	0,27 - 0,33*	0,34 - 0,40*	>0,40*	0,20*
Capacidade de aeração	Subsup. (menor valor até 150cm, exceto Cr)	m ³ /m ³	<0,20*	0,20 - 0,26*	0,27 - 0,33*	0,34 - 0,40*	>0,40*	0,20*
Índice S	Superficial		<0,020	0,020 - 0,027*	0,028 - 0,035*	0,036 - 0,043*	>0,043*	0,020
Índice S	Subsup. (menor valor até 150cm, exceto Cr)		<0,020	0,020 - 0,027*	0,028 - 0,035*	0,036 - 0,043*	>0,043*	0,020
Capacidade de água disponível (CAD)	0 - 30	mm	<15,0	15,0 - 22,5	22,6 - 30,0	30,1 - 37,5	>37,5	15
Capacidade de água disponível (CAD)	0 - 100	mm	<50,0	50,0 - 75,0	75,1 - 100,0	100,1 - 125	>125	50

* Valores adaptados por Lumberras [1].

Tabela 2. Correspondência entre a numeração dos macropedoambientes adotada nesta pesquisa e nos trabalhos anteriores [6,7] e alguns aspectos ambientais.

Macropedoambiente (atual)	Macropedoambiente (anterior)	Solos predominantes	Altitude predominante	Vegetação natural	Clima (Köppen)	
Símbolo			m			
Varre-Sai	MVS	Macropedoambiente 3	Latosolos	500-900	Flor. trop. subperenifólia	Cwa (Cwb*)
Miracema	MMi	Macropedoambiente 2	Latosolos	100-300	Flor. trop. subcaducifólia	Aw
Laje do Muriaé	MLM1	Macropedoambiente 2	Intermediários entre Latossolos e	100-300	Flor. trop. subcaducifólia	Aw
	MLM2	Macropedoambiente 3	Argissolos	400-600	Flor. trop. subperenifólia	Cwa (Aw)*
Itaperuna	MIt	Macropedoambiente 1	Argissolos	100-300	Flor. trop. subcaducifólia e caducifólia	Aw

* Ocorre de forma restrita.

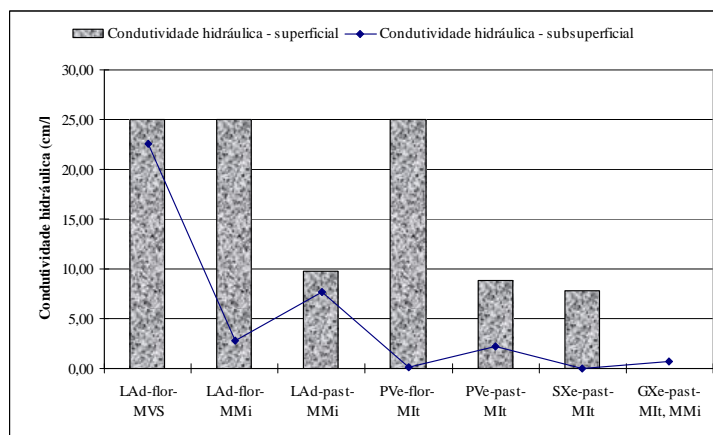


Figura 1. Condutividade hidráulica (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

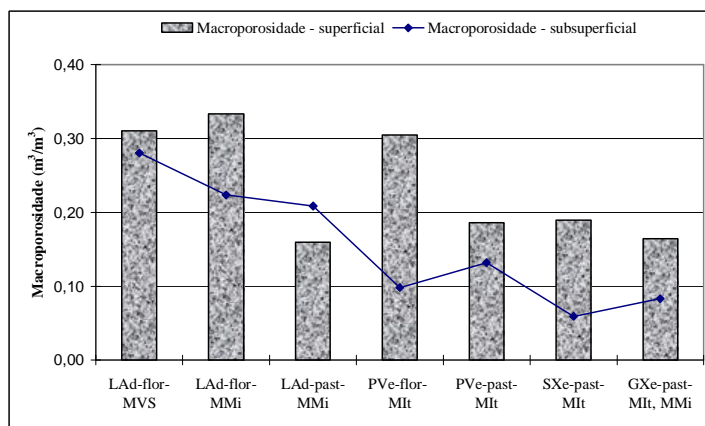


Figura 2. Macroporosidade (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

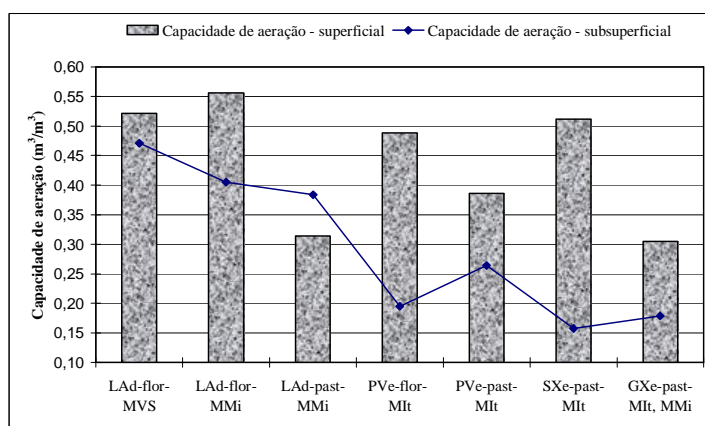


Figura 3. Capacidade de aeração (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

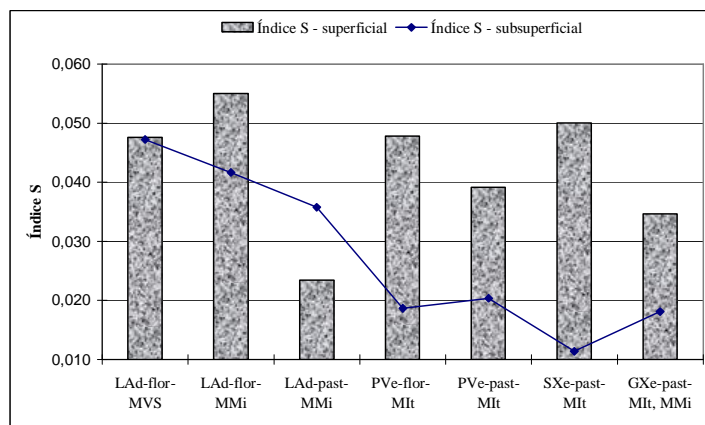


Figura 4. Índice S (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

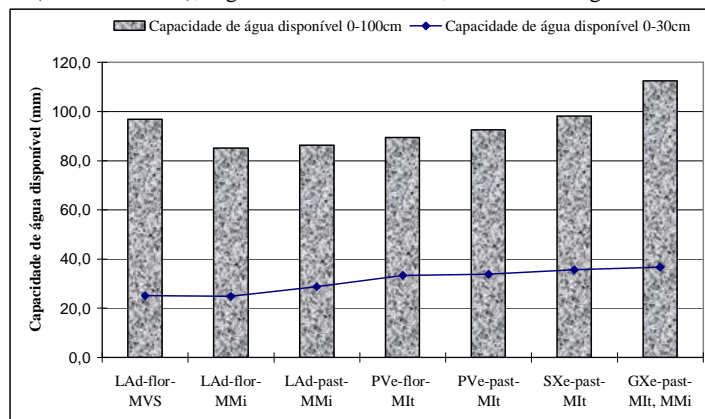


Figura 5. Capacidade de água disponível (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

Qualidade de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro: atributos químicos⁽¹⁾

JOSÉ FRANCISCO LUMBRERAS⁽²⁾, UEBI JORGE NAIME⁽²⁾, PAULO EMÍLIO FERREIRA DA MOTTA⁽²⁾, AMAURY DE CARVALHO FILHO⁽²⁾, NELSON FERREIRA FERNANDES⁽³⁾, ALFREDO MELHEM BARUQUI⁽²⁾, SEBASTIÃO BARREIROS CALDERANO⁽²⁾, EDGAR SHINZATO⁽⁴⁾ & FRANCESCO PALMIERI⁽²⁾

RESUMO - Objetivou-se avaliar a qualidade química de solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro, visando contribuir para o planejamento de seu uso sustentável. Utilizaram-se informações de solos geradas no âmbito do Projeto RADEMA (PRODETAB 106-02/99). Os solos avaliados compreenderam Latossolos, Argissolos, Planossolos e Gleissolos, característicos dos macropedoambientes regionais (Varre-Sai (MVS), Miracema (MMi), Laje do Muriaé (MLM), Itaperuna (MIIt)). Os resultados obtidos evidenciam elevada distinção nos atributos químicos dos solos devido às suas propriedades intrínsecas, verificando-se elevada variabilidade nos valores de alguns indicadores nas áreas de baixadas (Planossolos e Gleissolos). Não foram obtidos resultados conclusivos com relação às alterações na qualidade química em Latossolos e Argissolos devido à utilização agrícola das terras.

Palavras-Chave: qualidade do solo, atributos químicos, indicadores de qualidade química do solo, uso sustentável da terra.

Introdução

O solo e sua cobertura vegetal exercem um papel crucial na vida do homem, não só no suprimento de alimentos e água, como também influenciando a composição do ar e a qualidade ambiental. Em face das mudanças na qualidade do solo promovidas pelas atividades humanas, investigações regulares e sucessivas são necessárias para monitorar a degradação das terras e suas tendências. Este trabalho objetivou avaliar a qualidade química de solos do noroeste do estado do Rio de Janeiro, visando contribuir para o planejamento de uso sustentável das terras.

Material e Métodos

A área de estudo situa-se entre as coordenadas 20°45' e 21°52' S. e 41°27' e 42°23' W.Gr., ocupando 5.388,5km², o que equivale a 12,3% da superfície total do estado do Rio de Janeiro. As terras são, em sua maioria, ocupadas com pastagens, que recobrem cerca de 80% da região. A cobertura florestal de Mata

Atlântica compreende apenas 9,64% da área do noroeste fluminense e a 34,52% do Planalto do Alto Itabapoana. A área de produção com lavouras abrange pouco mais de 20.000ha, e as principais culturas são: café, milho, arroz, cana-de-açúcar, feijão e tomate.

A partir das informações procedentes de levantamentos pedológicos [2], avaliaram-se algumas propriedades intrínsecas dos principais solos da região, procurando-se também identificar e avaliar eventuais alterações na qualidade do solo introduzidas por influência antrópica, tendo em vista, principalmente, as seguintes funções do solo: crescimento radicular, fertilidade do solo, suprimento de nutrientes para as plantas, atividades biológica e química, retenção de contaminantes, estabilidade do solo, seqüestro de carbono. As análises químicas dos solos foram efetuadas segundo metodologia da Embrapa. A avaliação da qualidade química foi realizada na seção de 0 a 30cm. Foram considerados os valores dos seguintes indicadores: carbono orgânico (C), pH em água, potássio trocável (K⁺), soma de bases trocáveis (SB), acidez trocável (Al³⁺), saturação por bases (V), saturação por alumínio (m), fósforo disponível (P), saturação por sódio trocável (PST) e condutividade elétrica (CE). A presença de níveis críticos de sódio (saturação maior ou igual a 15%) e/ou sais solúveis (CE maior ou igual a 4 mS/cm) em subsuperfície foi também considerada, estabelecendo-se faixas de profundidade dentro da seção de 120 cm da superfície. Os parâmetros de referência dos indicadores químicos constam na Tabela 1.

Objetivando dispor de uma base para discutir os atributos do solo, foi realizada uma estratificação do ambiente regional em “macropedoambientes”, tomando-se como referência os trabalhos efetuados por Motta et al. [3] e Lumbreras et al. [4]. Tendo em vista que a denominação dos macropedoambientes adotada na presente abordagem difere da realizada nestes trabalhos, na Tabela 2 é apresentada a correspondência entre eles, assim como alguns aspectos ambientais.

Resultados e Discussão

⁽¹⁾ Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro [1].

⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ, CEP 22.460-000. E-mail do primeiro autor: jflumbreras@gmail.com

⁽³⁾ Professor do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Cidade Universitária – Ilha do Fundão, Caixa Postal 68.537, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21.945-970.

⁽⁴⁾ Pesquisador do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Avenida Pasteur, 404, Praia Vermelha, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22.290-040. Apoio financeiro: PRODETAB, projetos Radema 106-02/99 e Aquíferos 087-01/01.

A avaliação da qualidade do solo foi realizada para Latossolos, Argissolos, Planossolos e Gleissolos, conforme parâmetros constantes na Tabela 1.

Os valores dos indicadores de qualidade química (IQQs) foram organizados por classe pedológica, uso e cobertura vegetal (pastagem – **past**; floresta degradada – **flor**) e macropedoambiente em que se inserem, conforme Lumbresas [1].

Os Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos foram apreciados conjuntamente, já que se mostraram similares em termos dos atributos químicos considerados. Foram avaliados dezesseis perfis de *Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos distróficos típicos* (LAd), sendo nove descritos e amostrados sob remanescentes florestais em diferentes níveis de degradação, entre os quais três sob floresta tropical subperenifólia no macropedoambiente Varre-Sai (MVS) e seis sob floresta tropical subcaducifólia, sendo quatro no macropedoambiente Miracema (MMi) e um no macropedoambiente Laje do Muriaé (MLM1); sete perfis são oriundos de áreas de pastagens no MMi.

Foram avaliados sete perfis de *Argissolos Vermelhos eutróficos típicos e/ou abrípticos* (PVe) situados no macropedoambiente Itaperuna (MI): um localizado em área de floresta tropical subcaducifólia e seis em locais utilizados com pastagens.

Foram avaliados sete perfis de Planossolos situados em áreas de pastagens, todos localizados em MI. Apresentam elevada variabilidade espacial e foram avaliados conjuntamente, compreendendo *Planossolos Háplicos eutróficos* ou *sálicos* ou *alíticos*, *gleissólicos* e/ou *solódicos* e/ou *arênicos* e/ou *plínticos* e *Planossolos Nátricos órticos gleissólicos* (SXe). Os valores mais altos de alguns indicadores de qualidade química, como é o caso da soma de bases e do valor V, são devidos ao cômputo dos valores analíticos de parte do horizonte B plânico no cálculo da média ponderada, tendo em vista que em alguns perfis o Bt se inicia a menos de 30 cm da superfície.

Nos Gleissolos, de grande variabilidade nas características morfológicas e analíticas, tanto ao longo do perfil quanto lateralmente, foram avaliados nove perfis, situados em áreas de pastagens: um localizado em MMi, e os demais, em MI. A avaliação foi realizada para todos os perfis conjuntamente, compreendendo *Gleissolos Háplicos Ta* ou *Tb eutróficos*, *solódicos* e/ou *vertissólicos* e/ou *cambissólicos* e/ou *salinos*, e *Gleissolos Háplicos Sódicos vertissólicos* (GXe). Apresentam horizonte A sobreposto a horizontes hidromórficos (gleizados) e, por terem sofrido forte influência antrópica, em geral drenados, por vezes sistematizados para o cultivo de arroz, é comum a presença de Ap de espessura restrita.

Análise comparativa entre classes de solo

Tendo em vista a restrita amostragem em áreas de Latossolos e Argissolos sob remanescentes florestais e a grande variabilidade dos solos, não foram obtidos resultados conclusivos com relação às alterações na qualidade química, devido à utilização das terras em sistemas agrícolas. Em termos de carbono orgânico, os

Latossolos e os Argissolos situados nas áreas com remanescentes florestais apresentam tendência de teores ligeiramente mais elevados que nas áreas com pastagens.

Os valores mais elevados de carbono orgânico ocorreram em MVS, situado no teto da paisagem regional, variando entre as classes média e muito alta para os Latossolos. Em outro extremo, os menores valores desse indicador – nas classes baixa e muito baixa – ocorreram nos Planossolos. Nos demais solos, os valores foram médios e médios a baixos (Figura 1).

Os valores de pH são muito baixos e baixos para os Latossolos e predominantemente médios (adequados) para os demais solos (Figura 1).

O potássio trocável, de elevado coeficiente de variação, ocorre em níveis médios e baixos nos Latossolos e nos Planossolos; em níveis médios e altos, nos Argissolos e Gleissolos. Em alguns locais, ocorrem em níveis muito altos, principalmente nos Gleissolos e Planossolos, indicando que esses locais já foram adubados (Figura 2).

Os valores de soma de bases (SB) são baixos e muito baixos nos Latossolos; médios e altos nos Planossolos, eventualmente baixos ou muito altos (MI); altos e muito altos para os Argissolos Vermelhos; muito altos para os Gleissolos (Figura 2).

Ocorrem valores muito baixos de saturação por bases e altos de alumínio trocável nos Latossolos. Nos demais solos os teores de alumínio são muito baixos; a saturação por bases é alta e média nos Planossolos; alta nos demais solos (Figura 3).

Os Planossolos apresentam níveis variados de sódio trocável e de sais solúveis em diferentes profundidades no perfil, por vezes em níveis baixos, ora com valores altos em profundidades muito baixas ou baixas; enquanto todos os perfis avaliados de Gleissolos apresentam níveis médios de sódio (solódicos), que ocorrem em profundidades variadas, dentro de 75cm a partir da superfície. Eventualmente, podem ocorrer solos com níveis altos de sódio trocável ou sais solúveis, em profundidades variadas.

Salvo alguns poucos locais que foram adubados, principalmente nas baixadas e áreas de relevo mais suave, a grande maioria dos solos apresenta valores de fósforo disponível muito baixos.

Conclusões

Tendo em vista a restrita amostragem em áreas de Latossolos e Argissolos sob remanescentes florestais e a grande variabilidade dos solos, não se obtiveram resultados conclusivos com relação às alterações na qualidade química, devido à utilização das terras em sistemas agrícolas.

A qualidade química dos solos é distinta entre os macropedoambientes. Os valores dos indicadores pH em água, potássio trocável, soma de bases, saturação por bases, acidez trocável e saturação por alumínio evidenciam alta disponibilidade de nutrientes nos Argissolos Vermelhos e baixa disponibilidade nos Latossolos. Os Gleissolos possuem alta disponibilidade de nutrientes, mas contêm níveis moderados de sódio

trocável (solódicos) dentro de 75cm da superfície; eventualmente, podem conter valores mais elevados de sódio e níveis tóxicos de sais solúveis em subsuperfície. Os Planossolos, com disponibilidade de nutrientes em geral média e alta, apresentam qualidade química variável, principalmente em função do teor e da profundidade de ocorrência de sais solúveis e/ou de sódio trocável.

Referências

- [1] LUMBRERAS, J. F. **Relações solo-paisagem no noroeste do estado do Rio de Janeiro**: subsídios ao planejamento de uso sustentável em áreas de relevo acidentado do bioma Mata Atlântica. 2008. 305 f. il. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- [2] CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; MOTTA, P. E. F. da; NAIME, U. J.; PALMIERI, F.; BARUQUI, A. M.; CALDERANO, S. B.; FIDALGO, E. C. C.; SHINZATO, E. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região noroeste do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. Contém texto e mapa color.,

- escala 1:100.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento) (no prelo).
- [3] MOTTA, P. E. F. da; LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; PALMIERI, F.; CALDERANO, S. B.; BARUQUI, A. M.; NAIME, U. J.; LEMOS, A. L. **Macropedoambientes do estado do Rio de Janeiro**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto (SP). **Solo**: alicerce dos sistemas de produção. Ribeirão Preto: UNESP/Ilha Solteira: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003.
- [4] LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; PALMIERI, F.; CALDERANO, S. B.; BARUQUI, A. M.; PEREIRA, N. P.; NAIME, U. J.; LEMOS, A. L. **Macropedoambientes da região noroeste fluminense: uma contribuição ao planejamento ambiental**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. (Embrapa Solos. Documentos, 64).

Tabela 1. Parâmetros utilizados para os indicadores de qualidade química (IQQs).

Indicador de qualidade	Espessura cm	Unidade	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto	Limite crítico	
								Inf.	Sup.
Carbono orgânico (C)	0 - 30	g/kg	<5,1*	5,1 - 10,0	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	>30,0*		
pH em H ₂ O	0 - 30		<4,4	4,4 - 5,3	5,4 - 6,5	6,6 - 7,3	>7,3	4,4	7,3
Potássio trocável (K ⁺)	0 - 30	cmol _c /dm ³	<0,05	0,05 - 0,10	0,11 - 0,18	0,19 - 0,30	>0,30		
Soma de bases (SB)	0 - 30	cmol _c /dm ³	<0,7	0,7 - 1,8	1,9 - 3,6	3,7 - 6,0	>6,0		
Saturação por bases (V)	0 - 30	%	<21	21 - 40	41 - 60	61 - 80	>80		
Acidez trocável (Al ³⁺)	0 - 30	cmol _c /dm ³	<0,3	0,3 - 0,5	0,6 - 1,0	1,1 - 2,0	>2,0		2,0
Saturação por alumínio (m)	0 - 30	%	<16	16 - 30	31 - 50	51 - 75	>75		75
Fósforo disponível (P)	0 - 30	mg/dm ³	<5	5 - 8	9 - 12	13 - 18	>18		
Prof. em que ocorre saturação por sódio (PST) ≥ 15%		cm	<30	30 - 60	61 - 90	91 - 120	>120	30	
Prof. em que ocorre cond. elétrica (CE) ≥ 4mS/cm		cm	<30	30 - 60	61 - 90	91 - 120	>120	30	

* Valores adaptados por Lumbresas [1].

Tabela 2. Correspondência entre a numeração dos macropedoambientes adotada nesta pesquisa e nos trabalhos anteriores [3,4] e alguns aspectos ambientais.

Macropedoambiente (atual)	Macropedoambiente (anterior)	Solos predominantes	Altitude predominante	Vegetação natural	Clima (Köppen)	
	Símbolo		m			
Varre-Sai	MVS	Macropedoambiente 3	Latossolos	500-900	Flor. trop. subperenifólia	Cwa (Cwb*)
Miracema	MMi	Macropedoambiente 2	Latossolos	100-300	Flor. trop. subcaducifólia	Aw
Laje do Muriaé	MLM1	Macropedoambiente 2	Intermediários	100-300	Flor. trop. subcaducifólia	Aw
	MLM2	Macropedoambiente 3	entre Latossolos e Argissolos	400-600	Flor. trop. subperenifólia	Cwa (Aw)*
Itaperuna	MIt	Macropedoambiente 1	Argissolos	100-300	Flor. trop. subcaducifólia e caducifólia	Aw

* Ocorre de forma restrita.

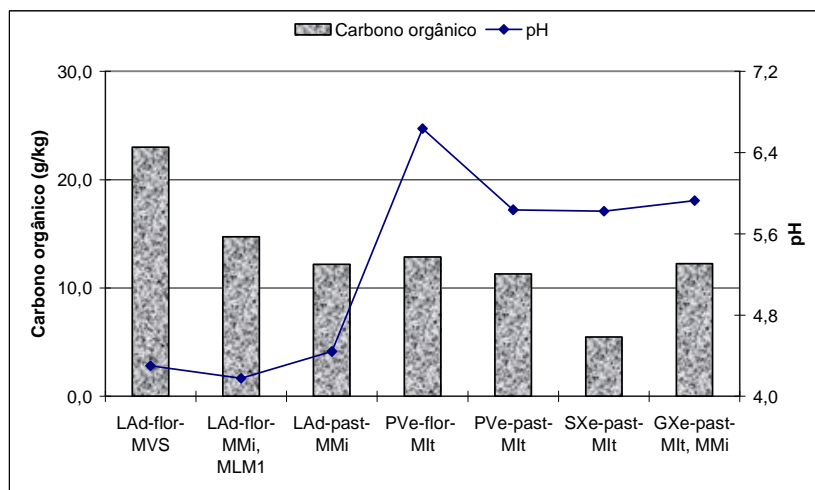


Figura 1. Carbono orgânico e pH (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

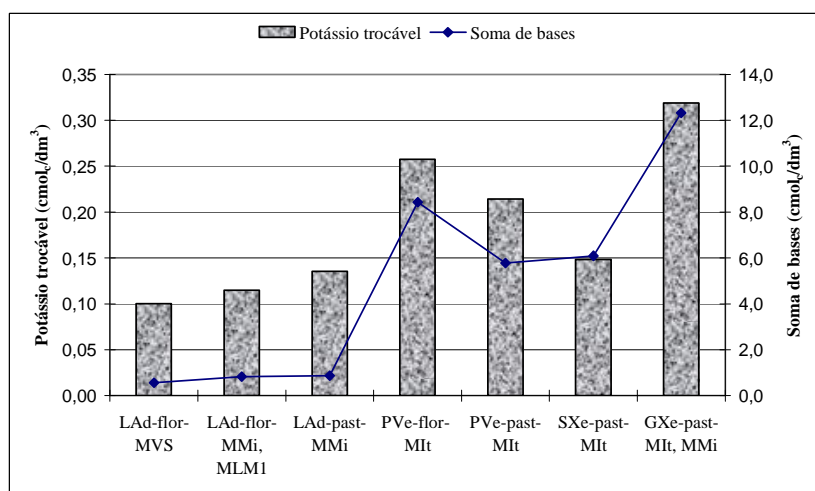


Figura 2. Potássio trocável e soma de bases (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

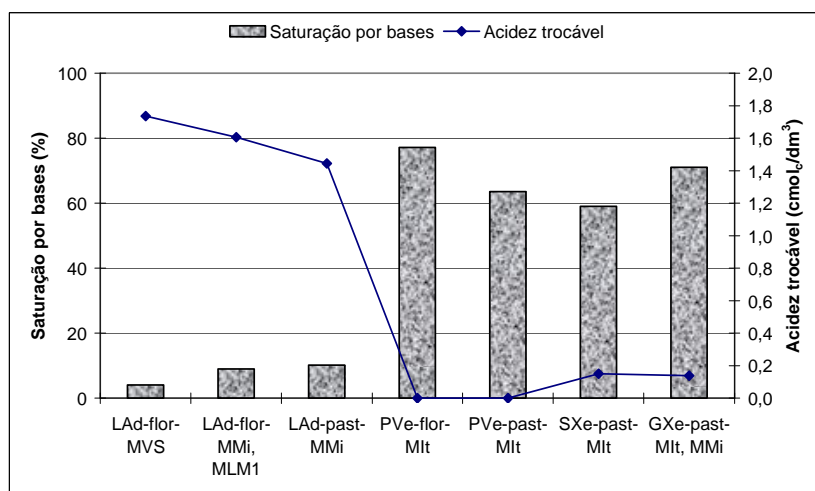


Figura 3. Saturação por bases e acidez trocável (valores médios), segundo a classe de solo, a cobertura vegetal e o macropedoambiente.

Relações Solo-Paisagem na Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro

AMAURY DE CARVALHO FILHO⁽¹⁾, JOSÉ FRANCISCO LUMBRERAS⁽¹⁾, PAULO EMILIO FERREIRA DA MOTTA⁽¹⁾, UEBI JORGE NAIME⁽¹⁾, FRANCESCO PALMIERI⁽¹⁾, ALFREDO MELHEM BARUQUI⁽¹⁾, SEBASTIÃO BARREIROS CALDERANO⁽¹⁾, NELSON FERREIRA FERNANDES⁽²⁾, ELAINE CRISTINA CARDOSO FIDALGO⁽¹⁾, EDGAR SHINZATO⁽³⁾ & AROALDO LOPES LEMOS⁽¹⁾

RESUMO - Visando contribuir para o conhecimento do bioma Mata Atlântica, a região Noroeste Fluminense foi estratificada em cinco pedoambientes. A porção mais rejuvenescida da paisagem apresenta solos de elevada fertilidade natural, sob florestas de acentuada deciduidade; predominam Argissolos em relevo colinoso e nas encostas íngremes de serras residuais, onde são comuns afloramentos de rocha; nas baixadas mais amplas tem-se uma topossequência característica, com Argissolos abruptos em pequenas colinas, Planossolos em rampas suaves e Gleissolos nas partes deprimidas. O pedoambiente contíguo distingue-se pelo relevo mais convexo e profundo manto de alteração, com domínio de Argissolos e Latossolos argissólicos, em geral distróficos, sob floresta subcaducifólia. Em nível mais elevado, o terceiro ambiente apresenta relevo desde ondulado a montanhoso, floresta subcaducifólia ou subperenifólia, e domínio de Latossolos e Argissolos, muitos deles de caráter transicional. No teto da paisagem, em zona planáltica de relevo acidentado, ocorrem Latossolos e Cambissolos, em geral álicos, sob floresta subperenifólia. Bordas íngremes, na transição entre a superfície mais baixa e os níveis topográficos superiores, compõem a paisagem regional.

Palavras-Chave: solos tropicais; geomorfologia; interações ambientais

Introdução

Além da sua importância para o conhecimento das interações ambientais, os estudos de relação solo-paisagem têm aplicação direta na interpretação e reconhecimento de campo das informações de mapas de solos, e extensão desse conhecimento para áreas afins, ainda carentes de estudos pedológicos mais detalhados. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo investigar as relações entre solos e demais aspectos do meio físico no noroeste do estado do Rio de Janeiro, importante segmento do bioma Mata Atlântica, propondo uma estratificação mais detalhada do ambiente, em complemento à apresentada por

Lumbreras [1], além de contribuir para melhor compreensão da evolução da paisagem regional.

Material e Métodos

Com base em um mapa pedológico em nível de reconhecimento de alta intensidade [2], foram investigadas as relações entre solos e aspectos ambientais da região noroeste do estado do Rio de Janeiro, compreendida entre 20°45'-21°52' S e 41°27'-42°23' WGr, com um total de 5.388,5 km². As unidades de paisagem foram identificadas e caracterizadas por meio de interpretação de fotografias aéreas 1:60.000 (vôo AST-10 da USAF) e averiguação de campo, com o apoio de cartas planialtimétricas 1:50.000 do SGE, em conjunto com a caracterização morfológica, física e química de perfis de solo representativos.

O substrato geológico regional é constituído por rochas metamórficas de alto grau dos Complexos Paraíba do Sul e Juiz de Fora e, em menor proporção, da Unidade Italva, e granitóides; sedimentos alúvio-coluvionares recentes ocorrem nas planícies e sopés de encosta. De relevo bastante variado, e grande amplitude altimétrica (desde menos de 100 m até mais de 1.000 m de altitude), a área em estudo insere-se nos domínios geoambientais do Norte-Noroeste Fluminense e Planalto do Alto Itabapoana. O primeiro consiste em vasta depressão interplanáltica, de relevo colinoso, predominantemente forte ondulado, com alguns maciços montanhosos e serras isoladas, enquanto o Planalto do Alto Itabapoana corresponde a uma extensão das áreas de relevo acidentado da zona da Mata de Minas Gerais e sul do Espírito Santo. Ocorrem os tipos climáticos Aw e Cwa, e de forma restrita Cwb, o primeiro dominante na maior parte da área, os outros dois nos trechos mais elevados, em especial no Planalto do Alto Itabapoana. A interação entre as condições climáticas e pedológicas se reflete no grau de deciduidade da vegetação original de floresta, hoje restrita a fragmentos de matas secundárias.

Resultados e Discussão

Cinco pedoambientes foram reconhecidos na região: dois correspondentes à porção mais rebaixada da paisagem, relacionada ao nível de base do rio Paraíba do Sul e seus

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22.460-000. E-mail do primeiro autor: amaury@cnpq.embrapa.br.

⁽²⁾ Professor do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Cidade Universitária – Ilha do Fundão, Caixa Postal 68.537, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21.945-970.

⁽³⁾ Pesquisador do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Avenida Pasteur, 404, Praia Vermelha, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22.290-040. Apoio financeiro: PRODETAB, projetos Radema 106-02/99 e Aquíferos 087-02/01.

afluentes principais; dois aos níveis topográficos mais elevados, referentes a alguns maciços montanhosos residuais e às áreas planálticas e patamares adjacentes, que têm expressão máxima no Planalto do Alto Itabapoana; e o último relativo justamente às bordas íngremes que marcam o limite entre aqueles dois grandes conjuntos.

Pedoambiente I (Itaperuna)

De maior expressão territorial, corresponde às áreas mais rejuvenecidas da paisagem, típicas da região de Itaperuna, sob domínio de relevo forte ondulado e ondulado, com elevações de conformação convexo-côncava, em alguns trechos com intenso ravinamento natural. São entremeadas por baixadas de dimensões variáveis, às vezes bem amplas, estas em geral margeadas por colinas baixas, de relevo suave ondulado e ondulado, que constituem uma transição para os terrenos mais elevados adjacentes. Ocorrem ainda relevos residuais de vertentes íngremes (montanhoso e forte ondulado), com muitas exposições rochosas. Toda a área é constituída por solos de elevada fertilidade natural, alguns com argila de alta atividade. Os solos das elevações apresentam expressivo incremento de argila em profundidade e horizonte B textural com estrutura em blocos, ou prismática, em geral bem desenvolvida, associada a cerosidade de grau moderado ou mais forte, e cores vermelho-amareladas e avermelhadas. Solos amarelados são menos comuns, em geral relacionados aos relevos mais rebaixados e suaves adjacentes às várzeas ou a elas entremeados, e que têm como característica marcante, embora não exclusiva dessa posição fisiográfica, a presença de mudança textural abrupta [3]. Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos, de caráter eutrófico, são os solos dominantes, com ocorrência menor de Argissolos Amarelos e Luvisolos. Nos relevos residuais, em associação com os afloramentos de rocha, encontram-se áreas de solos rasos, principalmente Neossolos Litólicos, e próximo a Italva, devido a uma condição particular decorrente da natureza do material de origem (rochas carbonáticas), ocorrem Chernossolos Argilúvicos ou Rêndzicos. A vegetação nativa é representada pela floresta subcaducifólia, de acentuada deciduidade, ou ainda pela floresta caducifólia, cuja presença está relacionada a solos menos profundos, em conjunção com condições climáticas bastante secas [3]. As baixadas, quando mais estreitas e encaixadas, são dominadas por Gleissolos, muitas vezes com alta atividade de argila e caráter solódico, sob campo higrófilo de várzea. Nas mais amplas, esses solos tendem a ocorrer em posições deprimidas junto aos cursos d'água, com Planossolos, em geral dominantes, situados em rampas muito suaves, conectadas às pequenas elevações adjacentes. Há assim uma pedotoposequência bastante característica, comum inclusive a outras áreas do território fluminense [3], evidenciada pela associação de solos com mudança textural abrupta em condição hídrica variável, com Argissolos ocupando as colinas rebaixadas de relevo ondulado ou mais suave e Planossolos as baixadas

amplas, progredindo em suave descenso até as áreas mais encaixadas, de domínio dos Gleissolos. Em áreas de clima mais seco registra-se ainda a ocorrência de Planossolos Nátricos, inclusive com caráter sálico [2].

Pedoambiente II (Miracema)

É nas adjacências de Miracema onde se verifica a expressão mais típica desse pedoambiente. Sem qualquer desnível topográfico a marcar o limite com o descrito anteriormente, a transição entre eles, embora sutil, evidencia-se tanto pela conformação das elevações, como sobretudo pelas características dos solos. Predomina também relevo forte ondulado e ondulado, mas as elevações, em geral abaixo de 350 m de altitude, apresentam encostas de perfil convexo de maior amplitude, entremeadas por ravinas côncavas, porém sem transições marcadas por forte descontinuidade entre essas formas topográficas, como é comum no ambiente contíguo. Os solos caracterizam-se pela grande espessura do manto de alteração, com horizonte C de cor rosada atingindo grandes profundidades. O horizonte B, em geral espesso e com argila de baixa atividade, apresenta cores vermelho-amareladas ou amareladas (matizes mais vermelhos que 5YR são raros), e estrutura em blocos com fraco grau de desenvolvimento, ou no máximo moderado, em alguns casos com cerosidade associada; ocorre também estrutura granular típica de horizonte B latossólico, e o incremento de argila em relação aos horizontes superficiais é quase sempre baixo. Os solos dominantes são, assim, Latossolos e Argissolos latossólicos (Vermelho-Amarelos e Amarelos) de caráter distrófico, alguns até mesmo álicos. O espesso manto de alteração e a boa permeabilidade dos solos das elevações, ao lado da pequena diferença textural, além de menor suscetibilidade à erosão determinam maior capacidade de armazenamento de água e recarga de aquíferos que no ambiente anterior. Tal condição parece influenciar a própria vegetação natural [3], que embora constituída por floresta subcaducifólia, apresenta, sob condições climáticas equivalentes, caráter decíduo bem mais atenuado que naquele. É provável que reflita-se também no regime hídrico dos solos das baixadas, contribuindo para a manutenção do lençol freático elevado durante boa parte do ano, como indica a vegetação nativa de campo higrófilo e floresta subperenifólia de várzea, que recobrem Gleissolos de moderada fertilidade natural e argila de baixa atividade, em consonância com a natureza mineralógica dos solos das elevações às quais se entremeiam.

Pedoambiente III (Patamares escalonados)

Corresponde a áreas situadas em nível altimétrico superior aos ambientes anteriormente descritos, com cotas entre 400 e 600 metros. Tanto pela posição topográfica, como pelas características de seus solos e da vegetação nativa, constitui como que um ambiente intermediário, por vezes disposto em patamares escalonados entre aqueles e as zonas planálticas, que constituem o teto da paisagem regional. É representado ainda por áreas isoladas, por vezes bastante estreitas, nos topos de alguns relevos residuais dispersos na superfície mais rebaixada. Embora predominem elevações de conformação convexa, em geral de pequena amplitude, com incidência menor de encostas

côncavas (principalmente nos terrenos mais acidentados), o relevo varia de ondulado a montanhoso, este predominante na transição para as áreas planálticas, ou no limite entre patamares. As condições climáticas são mais amenas, o que se reflete no aspecto da vegetação original, que varia de subcaducifólia (de caráter atenuado) a subperenifólia, conforme o nível topográfico, posição da encosta, ou mesmo características dos solos. Também estes apresentam com frequência características transicionais entre Latossolos e Argissolos, em decorrência sobretudo da morfologia (estrutura e cerosidade) do horizonte B, já que o gradiente textural é quase sempre baixo. Devido à dominância de cores brunadas ou vermelho-amareladas, tanto Latossolos como Argissolos se enquadram, em segundo nível categórico, como Amarelos ou Vermelho-Amarelos. Os Latossolos tendem a predominar em níveis mais altos, em áreas de perfil convexo de encostas forte onduladas e montanhosas, e os Argissolos em pequenas colinas, ou nas partes mais dissecadas e íngremes, onde podem apresentar caráter intermediário com Cambissolos. Em geral apresentam baixa fertilidade natural, mas com ocorrência de alguns solos eutróficos. As baixadas restringem-se a pequenas várzeas encaixadas entre as elevações, cujos solos dominantes são Gleissolos, sob vegetação de campo higrófilo ou floresta subperenifólia de várzea.

Pedoambiente IV (Planaltos dissecados)

Como evidenciado pela constituição mineralógica de seus solos, corresponde à superfície mais antiga da região, acima de 600 metros de altitude, muito semelhante a grandes áreas da zona da Mata Mineira. Originalmente sob floresta subperenifólia, sua paisagem se caracteriza por uma sucessão de elevações que embora de grande amplitude topográfica (relevo montanhoso ou forte ondulado) apresentam conformação bastante convexa, cuja continuidade é com frequência interrompida por encostas de perfil côncavo, em geral ainda mais íngremes. Inclui todavia trechos menos acidentados, constituídos por elevações de relevo forte ondulado, ou mesmo ondulado, estes porém de forma mais restrita, além de alguns maciços montanhosos, onde são comuns afloramentos de rocha. À exceção destas áreas, o conjunto das elevações caracteriza-se pela grande espessura do manto de alteração, com amplo predomínio de Latossolos, com horizonte B em geral bastante profundo, de textura muito argilosa e cores brunadas ou amareladas, em matizes que variam de 7,5YR a 10YR, apesar dos teores de Fe_2O_3 do ataque sulfúrico com frequência superarem 110 g/kg. A ocorrência de Cambissolos é menor, relacionados às áreas de relevo côncavo, de forte declividade, onde por efeito do ravinamento o horizonte C tende a estar próximo da superfície, ou aos trechos mais íngremes, em associação com os afloramentos rochosos. Em algumas áreas, principalmente nas posições mais altas da paisagem, verifica-se a ocorrência de horizonte A húmico, por vezes muito espesso. Encaixadas entre as elevações, as várzeas tendem a ser estreitas, sob condições de

encharcamento boa parte do ano, com vegetação de campo higrófilo e predominância de Gleissolos. A fertilidade natural é sempre muito baixa, mesmo nos solos de várzea, com grande domínio de solos álicos.

Pedoambiente V (Bordas íngremes)

Refere-se a ambiente transicional, mas de grande importância no contexto pedogeomorfológico da paisagem norte fluminense. Corresponde aos terrenos declivosos que marcam a transição entre as superfícies mais altas (pedoambientes III e IV), e as áreas rebaixadas (pedoambientes I e II). Com exceção de pequenos trechos, em que a transição se faz em degraus sucessivos, os desnivelamentos nessas bordas são muito acentuados, em alguns locais com perfil subvertical. Por essa razão, os processos erosivos são muito intensos nesse ambiente, que em seu conjunto abrange as áreas de maior fragilidade ambiental de toda a região. Apresentam elementos fisiográficos muito semelhantes às serras residuais dispersas na superfície mais baixa, com Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, em geral eutróficos, em associação com afloramentos de rocha, além de Neossolos Litólicos ou Cambissolos; a vegetação é de floresta subcaducifólia, ou mesmo caducifólia nas áreas de solos mais rasos. Em direção aos níveis superiores, tanto a vegetação como os solos apresentam caráter um pouco distinto, no que se assemelham aos terrenos mais elevados, com domínio de Argissolos, de cores menos vermelhas, e Cambissolos, além de alguns Latossolos nas posições mais altas, onde a floresta subperenifólia passa a predominar.

Conclusões

Os pedoambientes descritos emolduram todo o quadro natural da região Noroeste Fluminense, cujos padrões de distribuição e características dos solos indicam o processo erosivo como elemento principal em sua evolução pedogeomorfológica.

Referências

- [1] LUMBRERAS, J.F. 2008. *Relações solo-paisagem no noroeste do estado do Rio de Janeiro*: subsídios ao planejamento de uso sustentável em áreas de relevo acidentado do bioma Mata Atlântica. 305f. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- [2] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2009. *Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos da Região Noroeste do estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos (no prelo).
- [3] CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J.F.; WITTERN, K.P.; LEMOS, A.L.; SANTOS, R.D. dos; CALDERANO FILHO, B. et al. 2003. *Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 197p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 32).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Reprodução de minhocas e crescimento de mudas de sabiá em composto de aparas de grama em mistura com carvão vegetal e fosfato”

JOÃO PAULO MOURA BARATA⁽¹⁾, CAROLINA ARAÚJO DE QUEIROZ COSTA⁽²⁾, NATÁLIA ERARISTO BELO DOS SANTOS⁽³⁾; FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO⁽⁴⁾, CAIO DE TEVES INÁCIO⁽⁴⁾, RICARDO TRIPPIA DOS GUIMARÃES PEIXOTO⁽⁴⁾, VINICIUS DE MELO BENITES⁽⁴⁾, ADRIANA MARIA DE AQUINO⁽⁵⁾

RESUMO - Com o intuito de produzir um composto com propriedades interessantes para produção de mudas diversas e olerícolas, para fins de agricultura urbana, montou-se um experimento no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão – Antônio Carlos Jobim, com quatro tratamentos: Grama; Grama + Fosfato (super simples); Grama + Carvão; Grama + Carvão + Fosfato, sendo estes, repetidos duas vezes na forma de pilhas de compostagem de 2,5 m³. Ao final do período de maturação, o composto foi encaminhado para a Embrapa Solos, para dar origem a estudos envolvendo vermicompostagem e germinação e crescimento de sabiá em função dos substratos estudados. Foi observado efeito deletério do fosfato no crescimento das mudas e na taxa de reprodução das minhocas. Esse efeito foi mitigado em ambas as situações quando à mistura foi adicionado o carvão. Houve tendência de maior estabilização do carbono (humificação) quando o substrato foi vermicompostado. Assim, foi concluído que é possível produzir adubos orgânicos a partir de aparas de gramas, sendo a adição de carvão uma escolha interessante para auxiliar o crescimento das mudas.

Palavras-Chave: Vermicompostagem, produção de mudas, metais pesados.

Introdução

A compostagem é uma técnica de otimização da atividade microbiana sobre o material orgânico, fazendo com que este se transforme em adubo. A origem desse material assume importância na medida em que irá influenciar as propriedades física, química e biológica do produto final. A mistura de diferentes resíduos, com ou sem adubos pode melhorar a

qualidade do substrato produzido. Por exemplo, Benites et al. (2004), avaliou a qualidade da mistura de uréia, fosfato natural e ácido pirolenhoso (Biopiról[®]) às aparas de grama e detectaram que os tratamentos não influenciavam significativamente o produto final. A adição de uréia não influenciou significativamente os atributos do material, a não ser o teor de nitrogênio. O que sugere a não utilização deste fertilizante, pois inviabiliza o uso do composto em sistema de produção orgânico.

Os principais efeitos da adição de fosfato natural foram relativos aos teores de nutrientes e metais pesados. Assim como influenciou significativamente atributos como densidade óptica e pH. A adição de biopiról não interferiu significativamente sobre a atividade microbiana, responsável pelo processo de decomposição de resíduos, nem aos atributos como pH, substâncias húmicas e a cor do extrato solúvel. Contudo, as aparas de grama de mostraram sendo um material de boa qualidade para a produção de fertilizantes orgânicos.

O Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão apresenta extensa área gramada, na qual sua manutenção gera aproximadamente 60 Mg (Mg = 10⁶ g) de aparas de grama mensalmente. Por não possuir contaminação de metais pesados ou qualquer outro elemento que possa por em dúvida a utilização do produto final em hortas, produção de mudas ou mesmo em paisagismo, a Embrapa Solos e a Gerência de Meio Ambiente do aeroporto vem estudando as possibilidades de uso desse resíduo para diversos fins.

Este trabalho objetivou testar quatro substratos produzidos a base de aparas de grama no crescimento inicial de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e no estabelecimento e desenvolvimento de minhocas Vermelhas da Califórnia.

Material e Métodos

⁽¹⁾ Bolsista PIBIC-CPNq e graduando de engenharia ambiental na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - 22453-900. E-mail: barata.joao@yahoo.com.br

⁽²⁾ Estagiária da Embrapa Solos e graduanda de biologia na Universidade Veiga de Almeida, Rua Ibituruna, 108, Maracanã, Campus Tijuca, Rio de Janeiro, RJ - Brasil - 20271-020

⁽³⁾ Estagiária da Embrapa Solos e graduanda de biologia na UNIGRANRIO, Rua Prof. José de Souza Herdy, N° 1160 - 25 de Agosto - Duque de Caxias, RJ - Brasil - 25071-202

⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro - RJ - Brasil - 22460-000.

⁽⁵⁾ Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Rodovia BR 465, km 7 Seropédica - RJ - Brasil - 23890-000
Apoio financeiro: CNPq e FINEP

As pilhas de compostagem foram montadas em outubro de 2007, num galpão coberto, em áreas do AIRJ/Galeão, localizados no Rio de Janeiro.

Foram testados quatro tratamentos: Grama; Grama + Carvão; Grama + Fosfato (super simples); Grama + Carvão + Fosfato, sendo estes repetidos duas vezes na forma de pilhas de compostagem. Cada pilha possuía volume final de 2,5 m³. A Tabela 1 apresenta as quantidades de cada insumo utilizado na confecção das pilhas para que as mesmas permanecessem com o mesmo volume final. Pré-testes foram realizados para avaliação da densidade de cada material.

As aparas de grama, obtidas pelo corte da grama de plataformas de pouso e decolagem do aeroporto passaram previamente pelo processo de moagem a fim de diminuir sua granulometria. O experimento teve início em 22 de outubro de 2007, quando se iniciou o molhamento das pilhas. No início do processo os reviramentos foram realizados de dois em dois dias e, a partir do final de novembro, após junção das pilhas de cada tratamento, os reviramentos passaram a ser feitos de dez em dez dias. Esse procedimento foi necessário, pois foi observado que as pilhas não estavam aquecendo suficientemente. Ao final de fevereiro todas as pilhas sofreram nova trituração e o reviramento foi realizado duas vezes por semana.

No mês de março de 2008, amostras de cada tratamento foram encaminhadas para o CNPS, para que pudessem dar origem a dois estudos: (i) avaliação da taxa de reprodução de minhocas *Eiscea fetida*, vulgarmente conhecida como “Vermelha da Califórnia” e a (ii) germinação e crescimento inicial de sabiá na presença das diferentes misturas.

Ambos os experimentos foram conduzidos na Casa de Vegetação da Embrapa Solos. O de vermicompostagem abrangeu o período de 50 dias (27/03/2008 a 15/05/2008). Os diferentes tratamentos foram repetidos doze vezes, sendo que em seis deles foram adicionadas vinte minhocas adultas por balde. Cada balde, com aproximadamente dez litros de composto semi-maduro, constituíram uma unidade experimental. Desta forma, o delineamento experimental se constituiu de um fatorial 2 x 4 (com e sem minhoca x 4 substratos), com seis repetições, totalizando 48 parcelas experimentais.

Os baldes com os diferentes materiais foram preparados no dia 27/03/2008 e regados duas vezes por semana a fim de manter a umidade do material.

Ao final de noventa dias foi realizada a contagem das minhocas e retirada de amostras para caracterização quanto aos teores de C e N totais, pH e condutividade elétrica. Para determinação dos teores de C e N as amostras foram finamente moídas e encaminhadas para o Laboratório de Análise, Água, Solo e Planta (LASP) da Embrapa Solos, onde tiveram seus teores determinados por combustão seca num analisador CHNS modelo Perkin Elmer 2400.

Para determinação do pH e condutividade elétrica dos substratos, utilizou-se o seguinte procedimento:

Foram pesadas cerca de 15 g de composto em recipientes de plástico com tampa. A estes foram adicionados 85 ml de água destilada e encaminhados para o processo de agitação horizontal, durante trinta minutos, a 40 rpm. Após o período de agitação, as amostras permaneceram em descanso por mais vinte minutos. Usando um peagâmetro (Adamo, modelo mPA-210) e um condutivímetro (da mesma marca, mas modelo mCA-150), previamente calibrados, foram determinados a condutividade elétrica e o pH das amostras.

Paralelamente, tubetes de 180 cm³ de capacidade (chamados de “tubetões”) foram semeados com a espécie sabiá. Após germinação, foi realizado o desbaste das mudas com o intuito de deixar apenas uma planta por tubete. Cada tubete representou a unidade amostral, com cerca de quarenta e quatro repetições por tratamento. Após noventa dias, foram medidas a altura e o diâmetro de coleto das mudas, e posteriormente foi executado o corte das plantas, sendo a parte aérea e o sistema radicular separados e encaminhados para a estufa de ventilação forçada (55 °C) até peso constante, para determinação da massa seca.

Os dados relativos ao experimento de vermicompostagem (teor de C, N, relação C/N, pH e condutividade elétrica) foram submetidos a análise de variância tendo como fontes de variação a presença ou ausência de minhocas no composto (fator um), as diferentes misturas em teste (fator dois), bem como a interação desses fatores. Uma vez detectada a interação, desdobrou-se a mesma com o intuito de se observar o efeito das misturas dentro e fora da vermicompostagem. A influência das misturas no número de minhocas ao final do experimento um, assim como sob as variáveis de crescimento de plantas de sabiá em estágio inicial de desenvolvimento (do experimento dois) foram avaliadas pela ANOVA e pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os programas Infostat (2008p) e Statistica (versão 7.1) foram usados nas análises estatísticas.

Resultados

Experimento 1: Vermicompostagem

Os diferentes compostos proporcionaram a reprodução da população da minhoca da Califórnia, após 90 dias de condução do experimento, a exceção do tratamento G+F. (Figura 1). Porém, as misturas afetaram de forma distinta e significativa essa reprodução. A presença do carvão em mistura com as aparas de grama e fosfato mitigou tal efeito deletério.

Foi constatado que a adição de fertilizante fosfatado levou a maior acidificação e salinização ($p < 0,05$) das misturas as quais fez parte. Contudo, novamente foi observado que a presença do carvão diminuiu esse efeito (Figura 2).

A adição do carvão nas pilhas de compostagem aumentou o teor de C, mas não foi observado efeito significativo sobre o teor de N; assim foi observado aumento da relação C/N dos produtos finais. A vermicompostagem tendeu a reduzir a relação C/N,

indicando que o material encontra-se ligeiramente mais humificado (Tabela 2).

Experimento 2: Crescimento de sabiá

Quanto ao desenvolvimento das plantas, foi observado um maior crescimento (massa seca e altura) das mudas nos tratamentos em que carvão fazia parte da mistura (Figura 3 e 4), sendo esse efeito mais pronunciado no tratamento G+C. Não houve diferença na média dos diâmetros do coleto das plantas para os tratamentos G e G+F, assim como para G+C e G+C+F (Figura 5). Embora a altura das plantas sob influência da mistura G+C+F não tenha alcançado os efeitos da mistura G+C, o diâmetro apresentou resposta positiva a mistura com os três insumos.

Discussão

O composto produzido a partir somente de aparas de grama do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro não apresentou restrição a vermicompostagem, pois foi observado um aumento da população de minhocas da ordem de 400%. Porém, foi observado efeito deletério da presença do super simples na mistura de compostagem, com redução significativa da população inserida. Vários fatores podem ter influenciado esse achado, como: (i) a presença de metais pesados (principalmente o Cd) no fertilizante; (ii) a presença de radionuclídeos (como U, Ra, Th) nesse insumo; (iii) a acidificação, e (iv) o aumento da força iônica do meio (medido pela condutividade elétrica) do substrato. Todos esses fatores são citados na literatura como merecedores de atenção em se tratando de impacto ambiental desse tipo de fertilizante [2, 6, 10].

A presença de metais pesados e de outros elementos tóxicos em fertilizantes não é um fato novo [1]. No caso dos fertilizantes fosfatados (super simples, por exemplo), podemos citar, dentre outros, a presença de Cádmiu, que é potencialmente tóxico ao homem, animais e plantas, interferindo em seu desenvolvimento, mesmo em baixas concentrações [2]. Estudos comprovam que os metais pesados são responsáveis pela diminuição do número de minhocas em certas áreas [3], e que o gênero estudado é mais sensível ao efeito do Cádmiu, afetando seriamente seu DNA [4].

No caso das plantas, esse metal apresenta efeito fitotóxico e pode limitar as produções por reduzir a absorção de nutrientes [5]. Isso efeito pode estar relacionado com a redução das mudas na matéria seca e altura das mudas sob o efeito dos tratamentos e G+C+F, mas análises do composto e das mudas poderão confirmar tal hipótese.

É importante ressaltar que o produto originado à adição de ácidos à rocha fosfática, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, usado como fertilizante fosfatado, contém quantidades variáveis de U, Ra, Th, dependendo do ácido utilizado

na acidulação do minério de fosfato [6], que pode ter auxiliado, também, no efeito nocivo do substrato.

Contudo, a presença do carvão nessa mistura (G+F+C vs. G+F) foi capaz de mitigar o efeito deletério do supersimples sobre as minhocas.

É sabido que o produto da alteração termal controlada (pirolise) de materiais vegetais, como o carvão usado nesse experimento, pode incrementar a geração de cargas do meio a partir do aumento do teor de carbono aromático, similar ao de ácidos húmicos [7]. Desta forma, esses compostos poderiam estar reduzindo a biodisponibilidade de elementos nocivos as minhocas. Somando a isso, estudos comprovam que as zeólitas sintetizadas com a cinza do carvão são eficientes trocadores de íons para remoção do Cd, Zn e Cu em soluções aquosas [8].

Teor de C das pilhas aumentou (logicamente) quando se aplicou carvão as pilhas, sendo o efeito sobre os teores de N menos expressivo. O tratamento tido como testemunha, ou seja, a pilha contendo apenas a grama foi que apresentou o maior teor de N, comparativamente aos demais tratamentos, corroborando com achado de Benites et al. [9]. Segundo os autores, e trabalhando com pilhas formadas com aparas de grama, foi detectado aumento dos teores de N com o tempo de compostagem, indicando possível concentração do elemento nas pilhas, ou entrada externa (via água de irrigação ou fixação biológica de N_2). Novos trabalhos nessa linha devem ser incentivados.

Foi observada uma tendência de diminuição da relação C/N dos compostos produzidos sob ação das minhocas, em especial o tratamento apenas com grama, indicando efeito sinérgico da fauna e flora do composto na humificação dos resíduos. O material mais estabilizado, isto é, com carbono na forma humificada, apresenta como vantagens maior capacidade de troca de cátions, maior retenção de umidade e mineralização mais lenta [10].

As diferentes misturas restringiram o desenvolvimento inicial do sabiá. Acredita-se que os compostos ainda não se apresentavam estabilizados o suficiente para serem testados como substrato para produção de mudas, pois foi observado crescimento aéreo e radicular reduzido, com folíolos apresentando queima generalizada em suas bordas. Nota-se novamente que o carvão foi responsável melhorar as condições do substrato, pois as mudas tenderam a apresentar crescimento melhor na sua presença. Vários podem ser os efeitos desse resíduo, como citado anteriormente, mas a presença de substâncias húmicas no solo e em substrato pode alterar positivamente o crescimento de plantas.

Vale lembrar que esse ensaio foi conduzido paralelamente ao de vermicompostagem e que por isso não foram apresentados resultados das plantas submetidas ao efeito das minhocas no composto. Novos estudos com o composto mais maduro e vermicompostado serão realizados, assim como a combinação desses compostos, com materiais minerais diversos, como terra de subsolo, areia, zeólita, dentre outros.

Conclusões

Aparas de grama apresentaram potencial para serem vermicompostadas, embora tenha sido observado efeito deletério do fosfato na taxa de reprodução das minhocas e no crescimento das mudas. Esse efeito foi mitigado em ambas as situações quando à mistura foi adicionado o carvão. Houve tendência de maior estabilização do carbono (humificação) quando o substrato foi vermicompostado. Assim, foi concluído que é possível produzir adubos orgânicos a partir de aparas de gramas, sendo a adição de carvão uma escolha interessante para auxiliar o crescimento das mudas.

Agradecimentos

Agradeço aos estagiários da Embrapa-solos, Rodrigo Wagner Paixão Pinto e aos trabalhadores do aeroporto, que ajudaram na contagem das minhocas, na preparação e atividades de rotina do experimento.

Agradeço ao CNPq a Bolsa concedida no programa PIBIC/Embrapa Solos e ao projeto “Produção de fertilizantes orgânicos e substratos a partir de resíduos da manutenção de gramados em áreas urbanas”, financiado pela FINEP, pelo apoio de deslocamento ao evento.

Referências

- [1] MALAVOLTA, E. 1994. *Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos*. São Paulo, ProduQuímica. 153p
- [2] BIZARRO, V. G. 2007. *Teor e biodisponibilidade de cádmio em fertilizantes fosfatados*. Dissertação de

Mestrado, Ciência do solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS).

- [3] ABDUL RIDA, A. M. M.; BOUCHÉ, M. B. 1995. The eradication of an earthworm genus by heavy metals in southern France. *Applied Soil Ecology*, 2: 45-52
- [4] LI, M.; LIU, Z.; XU, Y.; CUI, Y.; LI, D.; KONG, Z. 2009. Comparative effects of Cd and Pb on biochemical response and DNA damage in the earthworm *Eisenia fetida* (Annelida, Oligochaeta). *Chemosphere*, 74: 621-625
- [5] SANITÀ di TOPPI, L.; GABBRIELLI, R. 1999. Response to cadmium in higher plants. *Environmental Experimental Botany*, v.41, p.105-130.
- [6] FERNANDES, H.M., RIO, M.A.P., FRANKLIN, M.R. 2004. Impactos radiológicos da indústria do fosfato. *Série Estudos & Documentos*, 56. CETEM/MCT. 48p.
- [7] TROMPOWSKY, P.M., BENITES, V.M., MADARI, B.E., PIMENTA, A.S., HOCKADAY, W.C., HATCHER, P.G. 2005. Characterization of humic like substances obtained by chemical oxidation of eucalyptus charcoal. *Organic Geochemistry*, 36 1480–1489.
- [8] FUNGARO, D.A.; SILVA, M.G. 2002. Utilização de zeólita preparada a partir de cinza residuária de carvão como absorvedor de metais em água. *Química Nova*, 25, 6B: 1081-1085
- [9] BENITES, V. M.; BEZERRA, F. B.; MOUTA, R. O.; ASSIS, I. R.; SANTOS, R. C.; CONCEIÇÃO, M.; ANDRADE, A. G. 2004. Produção de adubos orgânicos a partir da compostagem dos resíduos da manutenção da área gramada do aeroporto internacional do Rio de Janeiro. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. Embrapa-CNPq.
- [10] AQUINO, A. M.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, V. F. [Online]. *Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: Vermicompostagem*. Homepage: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/download/cot008.pdf>

Tabela 1. Quantidades (kg) de cada material/insumo utilizado na formação das pilhas de compostagem (2,5 m³)

Tratamentos	Gramas (kg)	Carvão (kg)	Fosfato (kg)
G	200	-	-
G+C	160	143	-
G+F	200	-	25,6
G+F+C	160	143	25,6

Tabela 2. Teor de C e de N (g kg⁻¹) e relação C/N das diferentes misturas sob ação (CM) ou não (SM) das minhocas.

Tratamento	%C	%N	C/N
G - SM	31,1(1,16)	4,34(0,04)	24
G - CM	31,44(1,03)	3,74(0,02)	21
G+F - SM	52,8(3,56)	3,04(0,05)	61
G+F - CM	52,71(2,26)	3,00(0,03)	51
G+C - SM	30,98(1,56)	3,83(0,02)	31
G+C - CM	34,16(2,64)	3,90(0,02)	28
G+C+F - SM	49,44(2,07)	2,99(0,03)	56
G+C+F - CM	51,01(3,31)	3,01(0,04)	51

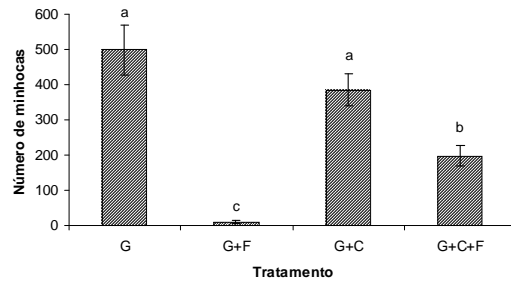


Figura 1. Número de minhocas após 90 dias de inoculação em diferentes substratos previamente compostados. G: apra de grama; G+F: grama + fosfato; G+C: grama + carvão e G+C+F: grama+carvão+fosfato.

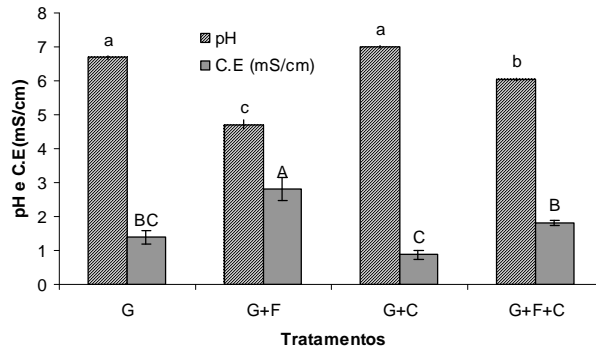


Figura 2. pH e condutividade elétrica (MS/cm) dos compostos submetidos a vermicompostagem. G: apra de grama; G+C: grama + carvão; G+F: grama + fosfato e G+C+F: grama+fosfato+carvão.

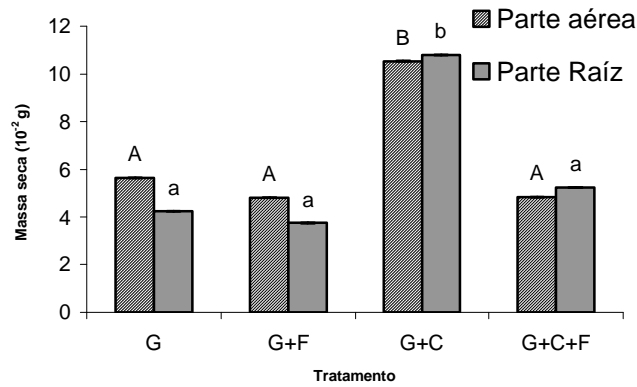


Figura 3: Massa seca (valor médio) da parte aérea e de raízes de mudas de sabiá submetidos aos diferentes substratos. G: apra de grama; G+C: grama + carvão; G+F: grama + fosfato e G+C+F: grama+fosfato+carvão.

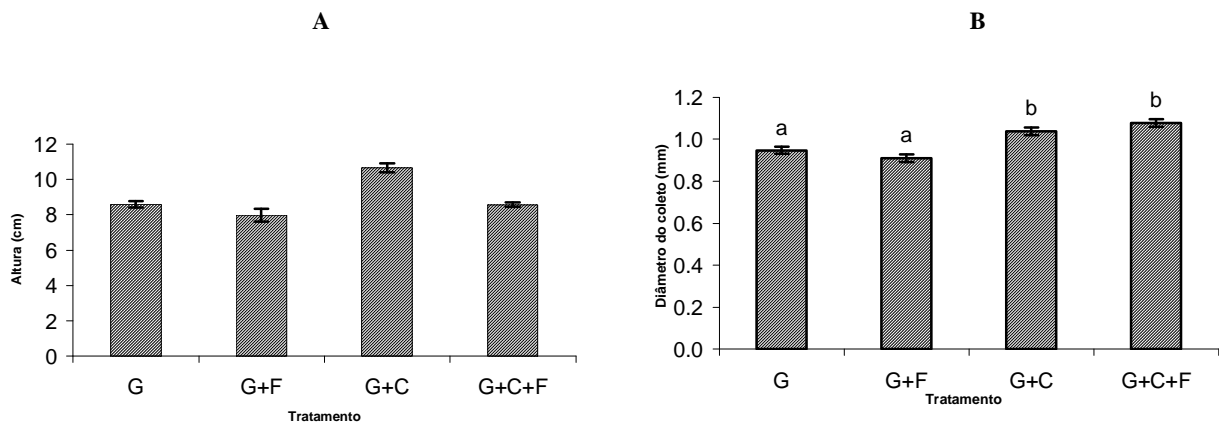


Figura 4. Altura (A) e diâmetro do coleto (B) de mudas de sabiá submetidas aos diferentes substratos.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Risco de Salinização no Solo após a aplicação do lodo de curtume”

ANA LUCIA FARIAS DA SILVA⁽¹⁾ SANDRA TEREZA TEIXEIRA⁽²⁾ PAULO GUILHERME SALVADOR WADT⁽³⁾ DANIEL VIDAL PEREZ⁽⁴⁾

RESUMO – Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o risco de salinização em solo tratado com lodo de curtume e sua influência na produção de matéria seca do milho. O experimento foi realizado em casa de vegetação, utilizando amostras de um Argissolo Vermelho Amarelo. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso onde os tratamentos foram: testemunha sem nitrogênio ou absoluta (TA), testemunha com nitrogênio mineral (TM), na dose de 100 mg kg⁻¹ de sulfato de amônio, lodo de caleiro (LC) e lodo decantador (LD) nas doses de (300, 600, 1200 mg kg⁻¹). Análise dos resultados revelou que o lodo de curtume no solo nas dose de 600 mg kg⁻¹ de N-orgânico do lodo de caleiro aumentou a produção de matéria seca do milho sem causar danos a planta. Doses maiores do lodo de 600 mg kg⁻¹ apresentaram risco de salinização com aumento do teor de sódio e da condutividade elétrica no solo tratado com lodo de curtume.

Palavras-Chave: (resíduo orgânicos; Condutividade elétrica; Fertilizante)

Introdução

Os resíduos da indústria coureira possuem elevado teor de nitrogênio e potencial de neutralização da acidez do solo, o uso agrícola pode ser uma alternativa sustentável para sua destinação. Em estudo sobre a viabilidade do lodo de curtume como adubo orgânico na plantação de milho foi constatado que plantas tratadas com lodo apresentaram hipermetrofia, colmos finos com coloração roxa, folhas com margens e nervura principal com coloração roxa e amarelada, sendo este fato atribuído à ausência de nutrientes nas plantas, causado pelos elevados teores de sais que reduzem o processo de assimilação dos nutrientes no solo(1).

Um dos possíveis problemas do uso do lodo de curtume como fertilizante é a salinização do solo pois altos conteúdos de sais comprometem tanto as propriedades físicas e químicas do solo como o desenvolvimento dos vegetais.

Altos teores de sódio no solo pode causar a dispersão das argilas [2].

Entretanto é necessário, estudar as alterações nas propriedades do solo, a resposta das plantas para avaliar o potencial fertilizante dos resíduos e a possível contaminação do ambiente por outros componentes presentes no lodo.

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo em avaliar os riscos de salinização em solo tratado com lodo de curtume com diferentes doses e sua influência na produção de matéria seca do milho.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária no município de Rio Branco, AC Amostras da camada superficial (0 a 20 cm) de um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico foi retirada e as apresentaram as seguintes características: pH em água = 4,75; P = 6,8 mg dm⁻³, K⁺ = 0,053 mg dm⁻³, Na⁺ = 0,017 cmolcdm⁻³ (determinados no extrato Mehlich-1), Ca²⁺ = 0,967, Mg²⁺ = 0,683, Al³⁺ = 0,483 cmolc.dm⁻³ (KCl 1 mol L⁻¹), H+Al (solução tampão de acetato de cálcio) = 3,63 cmolc.dm⁻³, Soma de Base = 1,75 cmolc.dm⁻³, Capacidade de Troca de Cátions = 5,383 cmolc.dm⁻³, V = 32%, Carbono orgânico (Via Úmida com dicromato de potássio) = 1,01 dag kg⁻¹, M.O = 1,74 dag kg⁻¹.

O lodo de curtume utilizado no experimento foi oriundo de tanques de decantação da Exportadora Bom Retira Ltda (Curtume Bom Retiro), localizado em Rio Branco -AC. Dos quais o lodo utilizado foi o caleiro e o decantador.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3 com duas testemunhas e cinco repetições. Os tratamentos foram Ta(testemunha absoluta) Tm (testemunha mineral) e três doses de N na forma de lodo 9300, 600 e 1200 kg/ha) utilizando duas fontes (caleiro e decantador). Todos os vasos receberam 100 e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (fonte: superfosfato simples) e K₂O (fonte: cloreto de potássio), respectivamente, os quais foram misturados a 300 gramas de solo e adicionados na superfície de cada vaso. O lodo foi aplicado

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Mestranda no curso de Pós-graduação em Produção Vegetal na Universidade Federal do Acre.

⁽²⁾ Segundo Autor é Pesquisadora no Programa de Desenvolvimento Científico Regional, Embrapa Acre. Rodovia 64 km14, Rio Branco AC CEP 69908-910, E-mail: sandrateresa@ig.com.br

⁽³⁾ Terceiro Autor é Pesquisador da Embrapa Acre

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Pesquisador na Embrapa Solos

Apoio financeiro: Embrapa e CNPq.

superficialmente em cada vaso, simulando a aplicação de campo. Passados 15 dias da aplicação do lodo, foram semeados 12 sementes de milho da Agrocere, Híbrido AG 1051 por vaso. No dia seguinte ao plantio, foi aplicado no tratamento com N mineral o equivalente a 25 kg ha⁻¹ de N no plantio mais 75 kg ha⁻¹ de N em cobertura no estágio de desenvolvimento do milho equivalendo 100 kg ha⁻¹ de N mineral, dissolvido em água destilada, tendo como fonte o sulfato de amônio e nos demais vasos, foi adicionado apenas 200 mL de água destilada. O desbaste foi realizado deixando duas plantas de milho por vaso onde foram cortadas na altura do colo, rente ao solo, e separadas em folhas e colmos, secas em estufa (55 a 65°C), pesadas e em seguida moídas em moinho tipo Willey. Amostras de solo foram retiradas dos vasos após 47 dias de condução do experimento. Essas amostras foram separadas de acordo com a profundidade, destorroadas e passadas em uma peneira de 2mm e em seguida foram acondicionados em caixas para posterior análise.

Os parâmetros utilizados para caracterizar os solos afetados por sais foram a condutividade elétrica, pH e cátions K, Ca, Na no extrato de saturação 1:5.

De cada amostras foi avaliado o pH em água, teores de Na, Ca, Mg e , teores de K disponível em água para determinação da condutividade elétrica do solo da amostra que ira indicar o teor de eletrólitos ou sais dissolvidos na solução do solo.

As análises foram realizadas no laboratório de solo da Embrapa Acre e a metodologia empregada foi de acordo com [3] , sofrendo modificações no preparo do extrato de saturação onde foi empregado água deionizada ao invés de KCl.

Resultados

Análise do extrato de saturação do Solo

Na Tabela 1 são apresentados os resultados a análise de solo. A adição de lodo de curtume aumentou a CE, o valor pH e os teores de Na e K independente do tipo do lodo. Para o Na observa-se que a (TA) apresentava 25 cmol_c.dm⁻³ de Na e com a adição do lodo de caleiro na dose de 300 mg N kg⁻¹ houve um aumento de 200 vezes no teor de sódio que foi para 260 cmol_c.dm⁻³. A concentração de sódio aumentou com as doses de lodo de caleiro (Tabela 1).O pH reduziu para 6,02 após a adubação mineral e apresentou diferenças partindo de 6,40 na testemunha absoluta para 7,00 com a maior dose de 1200 mg N.kg⁻¹ de lodo de caleiro. A concentração de K⁺ no extrato de saturação demonstra que no solo houve sua diminuição com as doses de resíduo.

Análise da planta

Aplicação do lodo de curtume no solo não diferiu da testemunha mineral até a dose de 600 mg quando a fonte foi o caleiro. Nos tratamentos com aplicação de 600 mg kg⁻¹ e 1200 mg kg⁻¹ de N orgânico houve uma

redução no rendimento da matéria seca da parte aérea da planta quando a fonte foi o lodo de decantador A dose de 1200 mg kg⁻¹ levou a morte as plantas de milho a morte aos 7 dias após a emergência.

Discussão

Análise do extrato de saturação do Solo

Aumentos da condutividade elétrica podem ser atribuídos a à alta concentração de Na⁺ no resíduo o que pode ocasionar a salinização do solo Resultados semelhantes foram encontrados por[4] De acordo com[5], o maior impacto da aplicação do do lodo de curtume ao solo foi a elevação acentuada da condutividade elétrica e da “Razão de Adsorção de Sódio” (RAS). Com o pH não foi diferente, o valor elevou a medida que as doses do lodo aumentavam.

Para o valor pH observou-se redução devido a aplicação do nitrogênio mineral, sulfato de amônio (SO₄ (NH₄)₂) na testemunha mineral. Segundo [6] , o sulfato de amônio possui um teor relativamente baixo de nitrogênio e elevado poder de acidificação. [7] , relataram que os fertilizantes nitrogenados principalmente na forma de NH₄⁺ são as maiores fontes de H⁺. E o dentre os fertilizantes com maior resíduo ácido é o sulfato de amônia por unidade de N. Nos tratamentos que receberam lodo na profundidade 0-10cm. o valor pH aumentou. O lodo em decomposição libera carbonatos e hidróxidos ao solo promovendo valores de pH entre 6.5 – 7.0 Corroboram com estes dados [7,8] .Outros autores obtiveram resposta contrária com utilização do lodo de caleiro. Observaram que os tratamento com a adição do resíduo do caleiro apresentou baixo efeito na correção da acidez do solo [8,9].

Com relação ao potássio a sua diminuição no solo é justificado por[10] citado por [11] , onde observaram que altas concentrações de Na⁺ no solo deslocam o K⁺ do complexo de troca colocando-o em solução podendo então ser lixiviado facilmente. Como os experimentos foram realizado em casa de vegetação este fenômeno não era esperado para ensaios em vaso. No entanto, o pode ter ocorrido excesso de água durante a condução do experimento que levou a a perdas de K⁺.

Análise da planta

Na Tabela 2 estão os dados de planta. Verifica-se que para dose de 1200 mg/kg independente da fonte as plantas de milho morreram, provavelmente devido ao efeito salino

Segundo[12] , os efeitos da toxicidade iônica ocorrem, quando as concentrações de íons prejudiciais, particularmente o Na⁺, Cl⁻ ou SO₄²⁻ acumulam-se na célula ocorrendo uma alta relação Na⁺/K⁺ e também uma alta concentração de sais totais que inativam as enzimas e inibem a síntese protéica. Segundo [13] , elevadas concentrações de sal aumentam a pressão osmótica da solução do solo fazendo com que a disponibilidade de água para as plantas diminua, provocando deficiência da água, o que afeta seu crescimento.

Em uma pesquisa desenvolvida por [14] com o objetivo de avaliar os efeitos da salinidade do solo sobre a nutrição mineral da cultivar de milho, obtiveram resultados semelhantes, em que a salinidade afetou significativamente os teores potássio e sódio no milho.

Conclusões

O lodo de curtume pode causar salinidade do solo. Para o lodo de caleiro até a dose de 600 mg/kg não houve perda de produção de matéria seca.

Agradecimentos

Ao programa PIBIC/CNPq, pela bolsa de estudos e a oportunidade de iniciação científica, a Embrapa Acre, a Exportadora Bom Retiro Ltda.

Referências

- [1] SILVA et al. 2005. Efeito do lodo de tratamento de despejos de curtume na fase inicial do crescimento do milho. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Juazeiro do Norte, v.5, n.2, p.19-28.
- [2] BOHNEN, H.; MEURER, E. J.; BISSANI, C.A. 2000. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, E. J. ed. *Fundamentos de química do solo*. Porto Alegre, RS: Gênese.
- [3] RAIJ, B. V.; GHEYI, H. R.; BATAGLIA, O. C. Determinação da condutividade elétrica e de cátions solúveis em extrato aquosos de solos. In: RAIJ, B.V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas, p.277-284. 2001.
- [4] TEIXEIRA, K. R. G.; FILHO, L. A. R. G.; CARVALHO, E. M. S.; ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V. B. Efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade do solo, nodulação e rendimento de matéria seca do caupi. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v.30, p. 1071-1076, 2006.
- [5] AQUINO NETO, V. & CAMARGO, O. A. Crescimento e acúmulo de Crômio em alface cultivada em dois Latossolos tratados com CrCl_3 e resíduos de Curtume. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. v.24, p. 225-235, 2000.
- [6] RAIJ, B. V. *Fertilidade do solo e Adução*. São Paulo, Piracicaba: Ceres, Patafos, 1991. 343p.
- [7] PAVAN, M. A., MIYAZAWA, M. *Lições de fertilidade do solo pH*. Londrina: Iapar, 1997. 47p.
- [8] CASTILHOS, D. D.; VIDOR, C.; TEDESCO, M. J. Redução do cromo em solo suprido com sodo de curtume e cromo hexavalente. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.5, n.3, p.228-232, 1999.
- [9] COSTA, C. N.; CASTILHOS, D.D.; COSTILHOS, R.M.V.; KONRAD, E.E.; PASSIANOTO, C.C.; RODRIGUES, C.G. Efeito de adição de lodo de curtume sobre as alterações químicas do solo, rendimento de matéria seca e absorção de nutrientes em soja. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.7, p.189-191, 2001.
- [10] STEWART, H. T.; HOPMANS, P.; FLINN, D. W. Nutrient accumulation in trees and soil following irrigation with municipal effluent in Australia. *Environmental pollution*, v.63, p. 155-177, 1990.
- [11] FONSECA, A. F.; HERPIN, U.; PAULA, A. M. VICTÓRIA, R. L.; MELFI, A. J. Agricultural use of treated sewage effluents: agronomic and environmental implications and perspectives for Brazil. *Scientia Agricola*, v.64, n.2, p. 194-209, 2007.
- [12] TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3 ed., Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- [13] CORDEIRO, G. G. *Salinidade em Agricultura Irrigada (Conceitos Básicos e Práticos)*. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2001. 38p.
- [14] FERREIRA, P.A.; GARCIA, G. O.; SANTOAS, D. B.; OLVEIRA, F. G.; NEVES, J. C. L. Estresse salino em plantas de milho: II – Macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*. Campinas Grande, v. 9, p. 11-15, 2005.

Tabela 1: Característica química do extrato de saturação do solo tratado com resíduos de curtume

Tratamentos (mg/kg)	Fonte	CE	pH	Na	K	Na/K
		μS		-----m dm ⁻³ -----		
0-10 cm						
1 testemunha absoluta	Sem N	34,08 e	6,40 de	25,00 d	16,10 b	1,5422 d
2 testemunha mineral	Sulfato de amônio	98,54 e	6,02 e	23,00 d	15,30 b	1,5009 d
3 lodo 300	caleiro	357,20 d	6,44 cd	260,00 cd	10,30 b	26,0112 cd
4 lodo 600	caleiro	743,00 c	6,54 bcd	498,00 c	9,60 b	57,2406 abc
5 lodo 1200	caleiro	1218,00b	6,90 ab	745,00 b	38,30 a	20,3685 cd
6 lodo 300	decantador	676,20 c	6,62 bcd	449,00 c	6,30 b	81,2127 ab
7 lodo 600	decantador	1271,00 b	6,82 bc	840,00 b	9,80 b	98,8056 a
8 lodo 1200	decantador	1959,00 a	7,22 a	1445,00 a	28,90 a	53,0771 bc
10-20 cm						
1 testemunha	sem N	29,86 b	6,48 a	20,00 d	15,00 ab	1,2785 c
2 testemunha com N mineral	Sulfato de amônio	47,92 b	6,30 a	14,00 d	10,30 b	1,8599 c
3 lodo 300	caleiro	132,62 b	6,38 a	91,00 c	11,00 ab	8,4386 bc
4 lodo 600	caleiro	161,74 b	6,48 a	108,00 bc	10,70 ab	10,4353 bc
5 lodo 1200	caleiro	183,60 b	6,72 a	121,00 bc	17,70 a	6,9762 bc
6 lodo 300	decantador	219,50 b	6,56 a	157,00 ab	8,80 b	20,4010 a
7 lodo 600	decantador	279,00 b	6,54 a	122,00 bc	12,50 ab	12,9167 ab
8 lodo 1200	decantador	934,88 a	6,66a	209,00 a	13,20 ab	15,8571 ab

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 2. Matéria seca total, das folhas e colmo de plantas de milho cultivada em solo fertilizado com resíduos de curtume

Tratamentos (mg/kg)	MS folha		MS colmo		PS total	
	-----g-----		-----g-----		-----g-----	
Testemunha	3,27	ab	2,11	ab	5,39	ab
Testemunha mineral	9,24	cd	5,81	cde	15,05	cd
Caleiro 300 N*	10,20	d	6,62	de	16,82	d
Caleiro 600 N*	7,90	cd	4,83	bcd	12,73	cd
Caleiro 1200 N*	1,72	a	0,80	a	2,53	ab
Decantador 300 N*	10,90	d	8,00	e	18,90	d
Decantador 600 N*	5,90	bc	2,91	abc	8,81	bc
Decantador 1200 N*	0,00	a	0,00	a	0,00	a

Médias seguidas por mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Riscos de Salinização nos Solos do Entorno do Reservatório de Itaparica, Petrolândia, Pernambuco

JOSÉ COELHO DE ARAÚJO FILHO⁽¹⁾, GÜNTER GUNKEL⁽²⁾, MARIA DO CARMO MARTINS SOBRAL⁽³⁾, MARTIN KAUPENJOHANN⁽⁴⁾ & HELIO LEANDRO LOPES⁽⁵⁾

RESUMO - A área de estudo localiza-se na margem do reservatório de Itaparica, no município de Petrolândia, Pernambuco, e faz parte do contexto da Bacia do Jatobá no ambiente semi-árido. Nesta área agricultores reassentados estão praticando atividades agrícolas com uso da irrigação, porém sem uma visão dos riscos de salinização em função do manejo adotado e dos tipos de solos. Em geral, observa-se que os riscos de salinização aumentam com o incremento de frações finas nos solos da região. O objetivo principal deste estudo foi avaliar os riscos de salinização em função dos diferentes tipos de solos representativos da área. Para alcançar este objetivo, foram utilizadas informações disponíveis de 44 perfis de solos vigentes em levantamentos pedológicos detalhados realizados na área de estudo e informações cartográficas sobre os solos e material de origem. Foram estudados 21 perfis de Neossolos Quartzarênicos (RQ), 6 de Latossolos (L), 5 de Luvisolos (T), 6 de Planossolos (S), e 6 de Cambissolos (C). Os resultados indicaram a seguinte ordem dos riscos de salinização dos solos: C>T>S>L>RQ.

Palavras-Chave: Bacia do Jatobá, propriedades de solos, riscos de salinização, Rio São Francisco.

Introdução

A área de estudo localiza-se nas margens do reservatório de Itaparica no Município de Petrolândia, Pernambuco. Nessa região as águas do reservatório atingem, principalmente, uma das grandes unidades de paisagem do Nordeste do Brasil denominada de Bacias Sedimentares [1], localmente representada pela Bacia do Jatobá. Nessa bacia, em função das condições climáticas e geológicas, predominam solos profundos e arenosos e uma proporção relativamente pequena de solos desenvolvidos a partir de sedimentos finos.

Estudos realizados na região [2], na parte que se refere à Bacia do Jatobá, indicam que nas margens do reservatório de Itaparica cerca de 90% dos solos apresenta textura na faixa de arenosa até média, mas com predomínio dos solos arenosos e, em torno de

10%, na faixa de textura argilosa ou mais fina (Figura 1).

Na área atualmente destacam-se atividades agrícolas sob manejo irrigado conduzidas, principalmente, por famílias de agricultores reassentados devido à formação do Reservatório de Itaparica no ano de 1987. A maioria são agricultores procedentes de famílias pobres e sem tradição em manejos irrigados. Face à baixa disponibilidade de áreas irrigáveis no entorno do lago, a pressão para ocupação e uso agrícola das terras é muito intensa, gerando inúmeros problemas ambientais nas margens do reservatório, entre os quais a questão da salinização dos solos.

O objetivo principal deste estudo foi avaliar riscos de salinização de solos representativos da Bacia do Jatobá nas margens do Reservatório de Itaparica, Município de Petrolândia, Pernambuco.

Material e Métodos

A. Área de estudo

Situa-se nas margens do Reservatório de Itaparica, Município de Petrolândia, no contexto da Bacia do Jatobá, Pernambuco (Figura 1). A geologia local está representada por sedimentos diversos, desde arenosos até argilosos, pertencentes à Bacia do Jatobá [3]. Destaca-se que no topo desta bacia predomina uma cobertura tipicamente arenosa. Nas margens do reservatório, o relevo é formado por encostas suaves a pouco movimentadas e inclinadas no sentido da calha do Rio São Francisco. A cobertura vegetal da região é a caatinga hiperxerófila, em reflexo as condições do clima semi-árido na região sertaneja com chuvas escassas e irregulares [4].

B. Aquisição e Organização dos Dados de Solos

Foram utilizadas informações morfológicas, físicas e químicas de 44 perfis de solos. Na faixa de textura arenosa utilizaram-se 21 perfis de Neossolos Quartzarênicos (RQ) que foram subdivididos segundo o conteúdo das frações mais finas [5]. Destes, 10 perfis ficaram na classe RQ1 com teor de argila maior que 100 g/kg, ou silte mais argila acima de 130 g/kg na seção de controle de 100 a 150 cm de profundidade; 6 perfis ficaram na classe RQ2 com teor de argila de 60 a 100 g/kg ou silte mais argila de 90 a 130 g/kg na seção de controle; e 5 perfis na classe RQ3, com teor de argila inferior a 60 g/kg ou silte mais argila menor

⁽¹⁾ O primeiro Autor é Pesquisador da Embrapa Solos UEP Nordeste, Rua Antônio Falcão, 402 – Boa Viagem, CEP 51020-240 Recife – PE. E-mail: jcfilho@usp.br.

⁽²⁾ O segundo Autor é Professor da Universidade Técnica de Berlin, Departamento de Controle de Qualidade de Água, KF 4, Strasse des 17. Juni 135, 10623 Berlin, Alemanha. E-mail: guenter.gunkel@tu-berlin.de.

⁽³⁾ O terceiro Autor é Professora da Universidade Federal de Pernambuco – Departamento de Engenharia Civil, CEP 50740-530 Recife - PE. E-mail: msobral@ufpe.br.

⁽⁴⁾ O quarto Autor é Professor da Universidade Técnica de Berlin – Departamento de Solos, BK Salzufer 11-12, 10587 Berlin,. E-mail: martin.kaupenjohann@tu-berlin.de.

⁽⁵⁾ O quinto Autor é Professor do Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental/UNIVASF, CEP 56304-205, Petrolina – PE. E-mail: lopesig@click21.com.br.

que 90 g/kg na seção de controle. Na faixa de textura média, foram utilizados 17 perfis, sendo 6 de Latossolos (L), 5 de Luvisolos (T) e 6 de Planossolos (S). Na faixa de textura argilosa, foram utilizados 6 perfis de Cambissolos (C) com propriedades vérticas.

C. Estimativa dos Riscos de Salinização

A avaliação foi realizada com base nas seguintes variáveis: clima (c), infiltração da água no solo (I), condutividade elétrica (CE), textura (t), material de origem (MO), drenagem (d) e percentagem de saturação por sódio (PST). Cada variável recebeu um valor e um peso específico conforme o impacto esperado na salinização dos solos. A escala de impactos adotada variou de 1 a 4 [6], sendo 1 = baixo, 2 = médio, 3 = alto, 4 = muito alto. A equação empírica utilizada para a estimativa do Risco Multicritério Ponderado (RMP) foi a seguinte:

$$\text{RMP} = 0,3(c) + 0,1(I) + 0,15(CE) + 0,2(t) + 0,05(MO) + 0,15(d) + 0,05(PST) \dots\dots\dots (1)$$

onde os coeficientes são os pesos atribuídos para cada variável. Os valores do RMP foram distribuídos em três classes: risco baixo ($1 \leq \text{RMP} \leq 2$); risco médio ($2 < \text{RMP} \leq 3$); e risco alto ($3 < \text{RMP} \leq 4$).

Resultados e Discussão

Em conformidade com os atributos físicos e químicos dos solos [5], equação empírica utilizada (1) e experiência de campo, produziram-se os resultados da tabela 1. Os resultados mostram que o RMP de salinização dos solos segue a ordem: C>T>S>L>RQ, ficando C (com propriedades vérticas) na classe de risco alto, T, S e L na classe de risco médio, e RQ (RQ1, RQ2 e RQ3) na classe de risco baixo. Portanto, verifica-se coerência desses resultados com a realidade de campo sugerindo que a equação empírica utilizada funciona adequadamente para avaliação de riscos de salinização nos solos da região da Bacia do Jatobá. Os resultados também mostraram que os riscos de salinização aumentam no sentido em que aumenta o conteúdo de frações finas, exceto nos Neossolos Quartzarênicos. No contexto desses solos o incremento das frações finas praticamente não exerce efeito com relação aos riscos de salinização devido à excelente condição de drenagem interna dos mesmos na região. Por outro lado, comparando-se Planossolos e Luvisolos, verifica-se que o efeito da textura mais fina nos horizontes superficiais dos Luvisolos parece ser mais relevante do que as restrições de drenagem interna dos Planossolos que na região apresentam um horizonte superficial muito espesso, arenoso e permeável, comumente na faixa de 50 a 130 cm. Por sua vez, os Cambissolos com propriedades vérticas, por serem os solos mais argilosos no contexto local e ainda por estarem posicionados, via de regra, em cotas mais baixas, já ocorrem naturalmente com presença de sais e, coerentemente, ficaram posicionados como os solos de maior risco de salinização.

Conclusão

A avaliação multicritério de riscos de salinização permitiu estimar a seguinte ordem para solos estudados: Cambissolos > Luvisolos > Planossolos > Latossolos > Neossolos Quartzarênicos. Essa seqüência seguiu, basicamente, as variações texturais correlacionadas diretamente com o material de origem dos solos na região da Bacia do Jatobá.

Agradecimentos

Os Autores agradecem ao suporte financeiro do Programa PROBRAL vinculado a Capes/Brasil (Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao DAAD (Serviço de Intercâmbio Acadêmico da Alemanha) que permitiu a realização deste trabalho e pela Bolsa de estudos concedida ao primeiro Autor. Os agradecimentos também são extensos a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf) pela liberação de informações de solos da região.

Referências

- [1] SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C.; BRITO, L. T.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; SILVA, A. B.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LEITE, A. P. *Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico*. Petrolina: Embrapa - Cpatsa; Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS, 1993. 2 v. (Documentos, 80).
- [2] ARAÚJO FILHO, J. C.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B.; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R.; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P.; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B.; LUZ, L. R. Q. P.; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARRROS, A. H. C. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco. Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11).
- [3] ROCHA, D.E.G.A.; LEITE, J.F. Estudo hidrogeológico da Bacia do Jatobá – PE. Recife, CPRM, 1999. 20p. (Série Hidrogeologia. Estudos e Projetos, 2).
- [4] BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife, 1973. 2v. (DNPEA. Boletim Técnico, 26; SUDENE. DRN. Série Pedologia, 14).
- [5] CHESF. Projeto de ocupação da borda do lago de Itaparica, margem esquerda. Relatório de Pedologia. Recife, 1987. Tomos 1-3. 695p. (Relatório Técnico THEMAG Engenharia/Chesf).
- [6] FIGUEIRÊDO, A.F.R.; CALASANS, N.A. Risco de salinização dos solos da bacia hidrográfica do rio colônia - sudeste da Bahia/Brasil. *Engvista*, v.10, n.1, p.15-26, 2008.

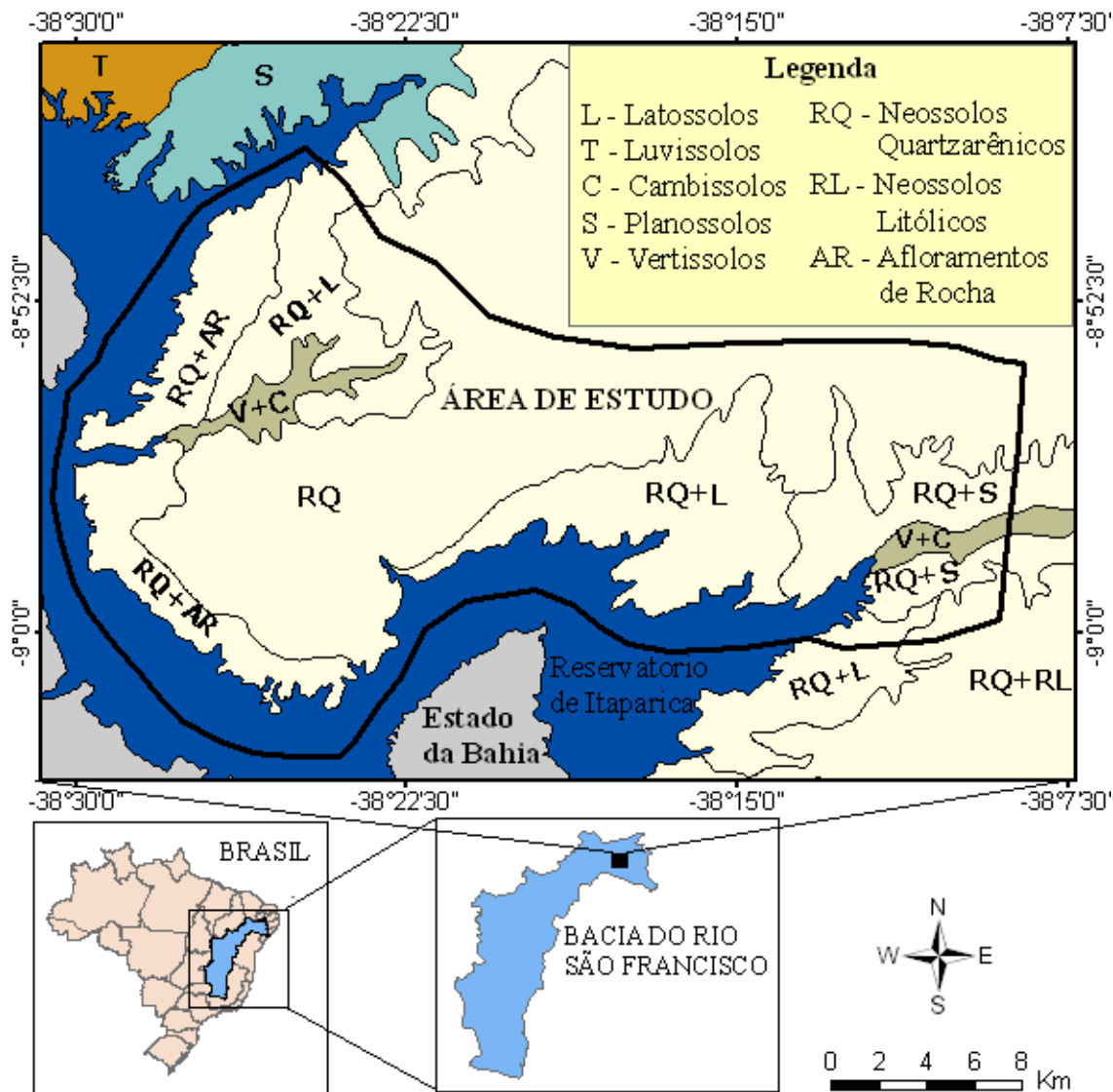


Figura 1. Mapa de solos na região das margens do Reservatório de Itaparica mostrando a localização da área de estudo, Município de Petrolândia, Pernambuco.

Tabela 1. Riscos de salinização estimados para solos na região das margens do Reservatório de Itaparica, Município de Petrolândia, Pernambuco

Solo	Valor atribuído do impacto por parâmetro na salinização dos solos								Classe de risco
	Clima	Infiltração	CE ⁽¹⁾	Textura	MO ⁽²⁾	Drenagem	PST ⁽³⁾	RMP ⁽⁴⁾	
RQ3	4	1	1	1	1	1	1	1,9	Baixo
RQ2	4	1	1	1	1	1	1	1,9	Baixo
RQ1	4	1	1	1	1	1	1	1,9	Baixo
L	4	2	1	2	1	2	1	2,3	Médio
S	4	2	2	2	2	3	2	2,8	Médio
T	4	3	3	2	2	3	2	3,0	Médio
C	4	4	3	3	3	4	2	3,5	Alto

⁽¹⁾CE: condutividade elétrica; ⁽²⁾MO: material de origem; ⁽³⁾PST: porcentagem de saturação por sódio; ⁽⁴⁾RMP: risco multicritério ponderado de salinização.

Sementes Enriquecidas com Fósforo Aumentam a Contribuição da Fixação Biológica de Nitrogênio no Feijoeiro

EDUARDO CHAGAS⁽¹⁾, ADELSON PAULO ARAÚJO⁽²⁾, DANIEL VIDAL PÉREZ⁽³⁾,
BRUNO JOSÉ RODRIGUES ALVES⁽⁴⁾ & MARCELO GRANDI TEIXEIRA⁽⁴⁾

RESUMO – Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de sementes enriquecidas com P e Mo na contribuição da fixação biológica de N (FBN) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), através da técnica de diluição isotópica de ¹⁵N. Foram utilizados vasos com Latossolo enriquecido com ¹⁵N, misturado com areia. Foi adotado esquema fatorial 2x3x2x2 com quatro repetições, entre duas doses de P no solo (0 e 80 mg P kg⁻¹), três fontes de N (controle sem N, inoculado com rizóbio e N mineral), dois teores de P na semente (baixo e alto) e dois teores de Mo na semente (baixo e alto). O alto teor de P na semente aumentou a acumulação de biomassa e N da parte aérea, principalmente nas plantas inoculadas sob baixo P no solo, e a massa de nódulos nas plantas inoculadas nas duas doses de P no solo. A maior dose de P no solo aumentou a contribuição da FBN. A inoculação com as estirpes recomendadas aumentou a contribuição da FBN. O alto P na semente aumentou a contribuição da FBN, nas plantas inoculadas sob baixo P do solo. O alto Mo na semente aumentou a contribuição da FBN nas plantas controle sem N. Sementes enriquecidas com P aumentam o crescimento, a acumulação de N e a contribuição da FBN em plantas de feijoeiro, particularmente em plantas inoculadas crescidas sob menor disponibilidade de P no solo.

Palavras-Chave: diluição isotópica, semente, *Phaseolus vulgaris*.

Introdução

Altos teores de P em sementes estimulam o crescimento, a nodulação e a acumulação de N do feijoeiro, particularmente sob baixa disponibilidade de P no solo [1] [2]. Como o suprimento limitado de P causa atrasos no desenvolvimento da nodulação no feijoeiro [3], o maior teor de P em sementes pode aumentar a disponibilidade do nutriente em estádios iniciais de infecção e formação dos nódulos. Plantas de feijão originadas de sementes com alto teor de Mo absorveram muito pouco Mo do solo durante seu crescimento, indicando que as sementes podem fornecer quantidades de Mo suficientes para o adequado crescimento vegetal [4].

A adubação foliar constituiria uma alternativa tecnológica para elevar os teores de P e Mo nas

sementes, uma vez que pequenas quantidades de nutrientes são necessárias, e as aplicações podem ser combinadas com o controle sanitário. A adubação foliar em estádios reprodutivos propiciou a produção de sementes de feijoeiro com maiores teores de P e de Mo [5]. Essa estratégia pode resultar na otimização do processo de fixação de N₂ associado ao feijoeiro.

Entre as várias técnicas disponíveis para avaliar a contribuição da fixação biológica de N às plantas, destaca-se a diluição isotópica de ¹⁵N, onde é necessário cultivar a planta em simbiose diazotrófica num solo onde o N esteja marcado com ¹⁵N. Se o enriquecimento de ¹⁵N do N que a planta absorve do solo é conhecido, a quantidade de N não marcado oriundo do ar via fixação biológica de N₂ será proporcional à diluição do ¹⁵N extraído do solo [6].

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de sementes de feijoeiro enriquecidas com P e Mo, obtidas em plantas que receberam adubação foliar com estes nutrientes, na contribuição da fixação biológica de N através da técnica de diluição isotópica de ¹⁵N.

Material e Métodos

As sementes enriquecidas da cultivar Carioca foram obtidas em experimento de campo, destinado à produção de sementes com diferentes teores de P e de Mo via adubação foliar [5]. As sementes apresentavam teores de P e Mo, respectivamente, de (em mg P g⁻¹ e µg Mo g⁻¹): baixo P baixo Mo 2,50 e < 0,5, baixo P alto Mo 2,71 e 12,2, alto P baixo Mo 3,59 e < 0,5, alto P alto Mo 3,87 e 5,81.

Foram utilizados 122 vasos com 5,0 kg de Latossolo Vermelho Escuro, misturado com 5,0 kg de areia lavada. O solo havia sido enriquecido com ¹⁵N anos antes, e apresentava 0,1% átomos em excesso de ¹⁵N na ocasião do estudo. A análise do solo apresentou: pH em água 5,1, Al 0,0 cmol_c dm⁻³, Ca 4,2 cmol_c dm⁻³, Mg 1,1 cmol_c dm⁻³, P 28 mg dm⁻³, K 121 mg dm⁻³. Foi adotado um esquema fatorial 2x3x2x2 em blocos ao acaso com quatro repetições, entre duas doses de P aplicado ao solo (0 e 80 mg P kg⁻¹), três fontes de N (sem N, inoculado com rizóbio e N mineral), dois teores de P na semente (baixo e alto teor de P) e dois teores de Mo na semente (baixo e alto teor de Mo). O feijoeiro não nodulante e o sorgo foram utilizados como plantas controle, sob duas doses de P no solo e quatro repetições.

⁽¹⁾ Mestre em Ciência do Solo pelo Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ.

⁽²⁾ Professor do Departamento de Solos da UFRRJ, Seropédica - RJ. E-mail: aparaujo@ufrj.br

⁽³⁾ Pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro - RJ.

⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica - RJ.

Apoio: CPGA-CS, CNPq e Embrapa Agrobiologia.

Os vasos receberam adubação com nutrientes exceto N e Mo, e nos tratamentos com N mineral foi

aplicado 60 mg N kg⁻¹ na forma de (NH₄)₂SO₄. A semeadura foi efetuada em novembro de 2007. Nos

tratamentos inoculados, cada semente recebeu 1 mL de inoculante líquido com as estirpes BR322 e BR520 de *Rhizobium spp.* da coleção da Embrapa Agrobiologia. Aos 10 dias após emergência os vasos foram colocados fora da casa de vegetação em área gramada, quando efetuou-se o desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso. Os tratamentos com N mineral receberam 30 mg kg⁻¹ de N como uréia, 18 dias após a emergência.

A coleta foi efetuada no estágio de formação das vagens, aos 41 dias após emergência. A parte aérea foi separada em caules e folhas. Os sistemas radiculares foram recuperados com uma peneira, as raízes foram lavadas, e os nódulos separados das raízes. Os caules, folhas, raízes e nódulos foram secos em estufa, pesados e moídos. Em cada porção vegetal foi determinado o teor de N pelo método Kjeldahl.

Em amostras de folhas, exceto nos tratamentos que receberam N mineral, foi determinada a composição isotópica de N, em espectrômetro de massa na Embrapa Agrobiologia (Finnigan Mat Deltaplus). Considerando que as folhas acumularam 53% do N contido nas plantas quando da coleta, a contribuição da FBN foi calculada considerando apenas as folhas, assumindo que este compartimento representa o N derivado da FBN na planta inteira neste estágio. A contribuição da FBN foi estimada pela técnica da diluição isotópica de ¹⁵N [6], utilizando as médias do enriquecimento de ¹⁵N do feijão não nodulante e do sorgo.

Os dados foram submetidos à análise de variância como um fatorial quádruplo, avaliando-se os efeitos das doses de P no solo, das fontes de N, dos teores de P e de Mo nas sementes, e de suas interações. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

Crescimento

A maior dose de P aplicado ao solo aumentou a massa de parte aérea e de nódulos do feijoeiro (Figura 1). Teixeira et al. (1999) [2] observaram que enquanto a massa de parte aérea aumentou em 30% em alta dose de P no solo, a massa de nódulos teve incremento de 90%, confirmando que a nodulação é mais responsiva ao suprimento de P que o crescimento do hospedeiro. A massa de nódulos nas plantas sob N mineral foi inferior à testemunha e ao tratamento inoculado, nas duas doses de P no solo (Figura 1), confirmando que a aplicação de N mineral inibe a nodulação do feijoeiro [7]. A expressiva nodulação nas plantas controle não inoculadas confirma que o feijoeiro é um hospedeiro promíscuo com relação ao rizóbio, nodulando mesmo com as estirpes nativas do solo [7].

O alto teor de P na semente aumentou a massa de parte aérea, mas este aumento foi mais expressivo nas plantas inoculadas sob baixo P no solo (Figura 1). Sob alto P no solo, observou-se maior massa de parte aérea nas plantas controle originadas de sementes com alto P e baixo Mo (Figura 1). Teixeira et al. (1999) [2] e Araújo et al. (2002) [1] observaram que plantas originadas de sementes com alto teor de P apresentaram incremento na massa de parte aérea,

porém este efeito reduziu-se com o aumento da dose de P aplicada ao solo.

Os efeitos do Mo da semente no crescimento da parte aérea foram pouco expressivos, destacando-se apenas a maior massa de parte aérea nas plantas inoculadas originadas de sementes com alto P e alto M sob baixo P no solo (Figura 1). Estes resultados contrastam com as observações de Kubota et al. (2008) [8], que verificaram estímulo ao crescimento da parte aérea de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de Mo. Pode-se supor que o solo utilizado no experimento continha quantidades suficientes de Mo para atender à demanda vegetal, reduzindo o efeito do Mo da semente.

Plantas inoculadas oriundas de sementes com alto teor de P apresentaram maior massa de nódulos nas duas doses de P no solo (Figura 1). Teixeira et al. (1999) [2] também verificaram que sob baixos níveis de P no solo, plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de P apresentaram estímulo à nodulação. Plantas originadas de sementes com alto teor de P produziram maior massa de nódulos sob alta dose de P no solo quando houve adição de N mineral (Figura 2). Isto indica que sistemas simbióticos que recebam N mineral também podem se beneficiar de sementes enriquecidas com P.

Na maior dose de P no solo, o maior teor de Mo nas sementes diminuiu a massa de nódulos em plantas que receberam inoculação ou uréia, particularmente quando foram semeadas sementes com baixo P e alto Mo (Figura 2). Resultados semelhantes foram observados por Kubota et al. (2008) [8], que verificaram que o maior teor de Mo nas sementes reduziu o número de nódulos nas cultivares Carioca e Manteigão. A redução da nodulação em plantas oriundas de sementes com alto teor de Mo indicaria um efeito preferencial do Mo sobre a atividade da redutase do nitrato, que aumentaria a assimilação do N do solo, reduzindo a FBN [8].

Acumulação de N

A acumulação de N na parte aérea foi similar nas duas doses de P no solo nas plantas que receberam N mineral, em contraste com as plantas controle ou inoculadas, onde a acumulação de N foi maior na maior dose de P no solo (Figura 2). Isto demonstra a elevada demanda por P de plantas dependentes da FBN.

Sob baixo P no solo, o alto teor de P na semente aumentou a acumulação de N na parte aérea nas plantas inoculadas (Figura 2). Na maior dose de P no solo, o alto teor de P nas sementes aumentou a acumulação de N na parte aérea das plantas inoculadas e na testemunha (Figura 2). Araújo et al. (2002) [1] também verificaram que o alto teor de P na semente aumentou a acumulação de N na parte na aérea de feijoeiro.

A combinação de altos teores de P e de Mo nas sementes aumentou a acumulação de N no sistema radicular das plantas inoculadas nas duas doses de P no solo (Figura 2). Cabe destacar a elevada acumulação de N no sistema radicular das plantas que receberam N mineral oriundas de sementes com altos teores de P e Mo sob alto P no solo (Figura 2), indicando um efeito sinérgico do P e Mo na semente com o P do solo sobre a acumulação de N.

O alto teor de Mo na semente, associado ao baixo P na semente, reduziu a acumulação de N na parte aérea, nas plantas sob N mineral em baixo P no solo, e a acumulação de N na parte aérea e raízes, nas plantas inoculadas em alto P no solo (Figura 2). Apesar da redução da acumulação de N na parte aérea em plantas oriundas de sementes com alto Mo e baixo P, não houve redução na biomassa de parte aérea (Figura 1), ou seja, houve um efeito de diluição do N acumulado pela planta. Esta seria uma indicação de um efeito preferencial do Mo sobre a atividade da nitrato redutase, aumentando a assimilação do N e reduzindo a demanda por N absorvido do solo ou fixado pela simbiose.

Contribuição da FBN

A maior dose de P no solo aumentou a contribuição da FBN (Tabela 1), confirmando que o suprimento de P é fundamental para a simbiose *Phaseolus-Rhizobium*. A inoculação com as estirpes de rizóbio recomendadas para o feijoeiro aumentou a contribuição da FBN, em comparação às plantas não inoculadas (Tabela 1). Desta forma, apesar da expressiva nodulação das plantas controle (Figura 1), as estirpes selecionadas contribuíram para uma maior FBN no feijoeiro. Os valores estimados da contribuição da FBN (Tabela 1) estão muito próximos dos obtidos por Rennie & Kemp (1983) [9] em condições de campo, que variaram entre 41% e 52% do N derivado da atmosfera. Já Hardarson et al. (1993) [10], em uma série de experimentos de campo com feijoeiro, observaram valores entre 35% e 70% de N derivado da atmosfera.

O alto teor P na semente aumentou a contribuição da FBN, mas este efeito só foi significativo em plantas inoculadas sob baixo P do solo (Tabela 2). Isto indica que sementes de feijoeiro com maiores teores de P, associadas à inoculação com estirpes selecionadas, podem aumentar o suprimento de N em plantas de feijoeiro via FBN, principalmente em solos com baixos teores de P disponíveis.

O alto teor de Mo na semente aumentou a contribuição da FBN, mas apenas nas plantas controle (Tabela 2). Isto pode ser atribuído à maior contribuição da FBN nos tratamentos inoculados em relação ao controle (Tabela 1), e neste caso a inoculação de estirpes eficientes teria reduzido o efeito do Mo da semente. Já nas plantas controle, com menor atividade diazotrófica das estirpes nativas do solo, o Mo da semente pode ter causado estímulo à FBN.

Conclusões

Plantas de feijoeiro originadas de sementes com altos teores de P acumularam mais N, produziram maior massa de nódulos e apresentaram maior massa de parte aérea.

A inoculação com estirpes de rizóbio recomendadas para o feijoeiro aumentou a contribuição da fixação biológica de N, em comparação às plantas não inoculadas.

Sementes enriquecidas com P aumentaram a contribuição da fixação biológica de N, mas este efeito foi observado em condições de baixa disponibilidade de P no solo e com inoculação com rizóbio.

Referências

- [1] ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G.; LIMA, E.R. Efeitos do aumento do teor de fósforo na semente, obtido via adubação foliar, no crescimento e na nodulação do feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26: 183-189, 2002.
- [2] TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; ARAÚJO, A.P.; FRANCO, A.A. Effect of seed phosphorus concentration on nodulation and growth of three common bean cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 22: 1599-1611, 1999.
- [3] ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G. Ontogenetic variations on absorption and utilization of phosphorus in common bean cultivars under biological nitrogen fixation. *Plant and Soil*, 225: 1-10, 2000.
- [4] BRODRICK, S.J.; SAKALA, M.K.; GILLER, K.E. Molybdenum reserves of seed, and growth and N₂ fixation by *Phaseolus vulgaris* L. *Biology and Fertility of Soils*, 13: 39-44, 1992.
- [5] KUBOTA, F.Y. Aumento dos teores de fósforo e de molibdênio em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) via adubação foliar. Seropédica: UFRRJ, 2006. 61p. (Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo).
- [6] UNKOVICH, M.; HERRIDGE, D.; PEOPLES, M.B.; CADISCH, G.; BODDEY, R.M.; GILLER, K.; ALVES, B.J.R. & CHALK, P.M. Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems. Canberra: ACIAR, 2008. v.1. 258p.
- [7] HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. Benefits of inoculation of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) crop with efficient and competitive *Rhizobium tropici* strains. *Biology and Fertility of Soils*, 39: 88-93, 2003.
- [8] KUBOTA, F.Y.; ANDRADE NETO, A.C.; ARAÚJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G. Crescimento e acumulação de nitrogênio de plantas de feijoeiro originadas de sementes com alto teor de molibdênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 1635-1641, 2008.
- [9] RENNIE, R.J.; KEMP, G.A. N₂-fixation in field beans quantified by ¹⁵N isotope dilution. II. Effect of cultivars of beans. *Agronomy Journal*, 75: 645-649, 1983.
- [10] HARDARSON, G.; BLISS, F.A.; CIGALES-RIVERO, M.R.; HENSON, R.A.; KIPE-NOLT, J.A.; LONGERI, L.; MANRIQUE, A.; PEÑA-CABRIALES, J.J.; PEREIRA, P.A.A.; SANABRIA, C.A.; TSAI, S.M. Genotypic variation in biological nitrogen fixation by common bean. *Plant and Soil*, 152: 59-70, 1993.

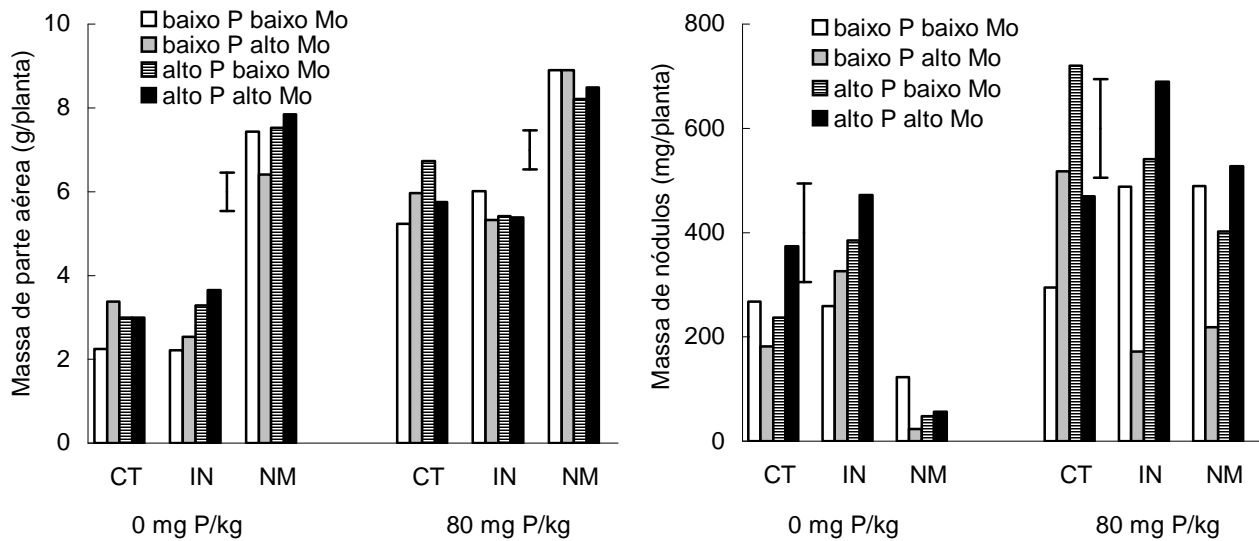


Figura 1. Massa seca de parte aérea e de nódulos de plantas de feijoeiro originadas de sementes com baixos e altos teores de P e de Mo, sob diferentes fontes de N (CT controle, IN inoculado com rizóbio, NM N mineral) sob duas doses de P aplicado ao solo (0 e 80 mg P kg⁻¹); as barras verticais representam a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%, e comparam tratamentos de sementes dentro de cada fonte de N.

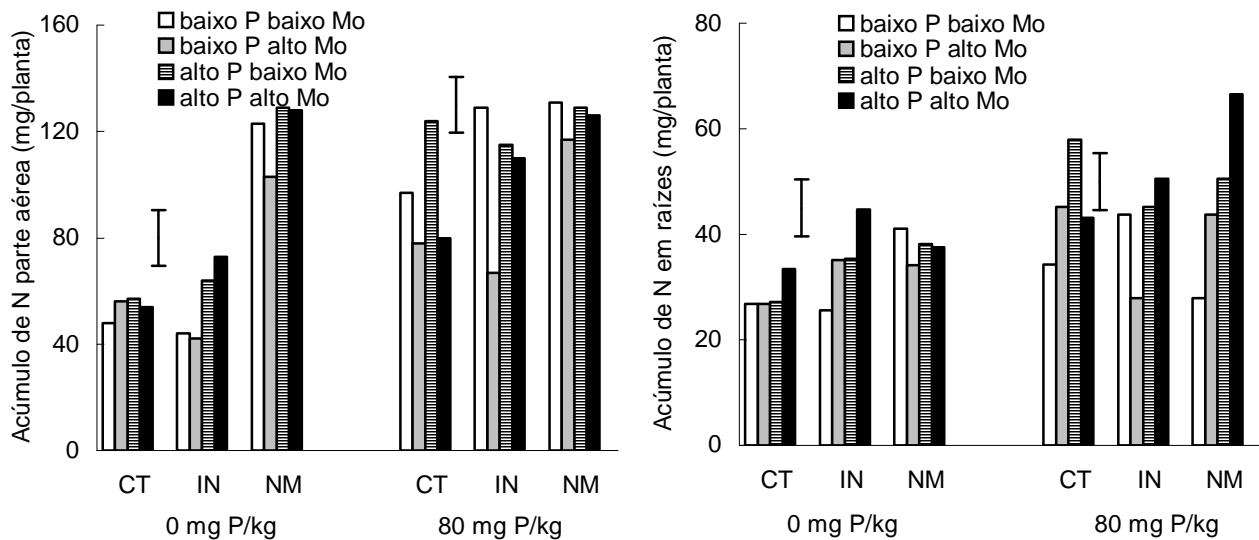


Figura 2. Acumulação de N na parte aérea e no sistema radicular (raízes + nódulos) de plantas de feijoeiro originadas de sementes com baixos e altos teores de P e de Mo, sob diferentes fontes de N (CT controle, IN inoculado com rizóbio, NM N mineral) sob duas doses de P aplicado ao solo (0 e 80 mg P kg⁻¹); as barras verticais representam a diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%, e comparam tratamentos de sementes dentro de cada fonte de N.

Tabela 1. Contribuição da fixação biológica de N (% de N derivado da atmosfera em folhas) em feijoeiro aos 41 dias após emergência, sob duas doses de P no solo (0 e 80 mg P kg⁻¹) e duas fontes de N (controle sem N e inoculado com rizóbio); médias de duas concentrações de P e de duas concentrações de Mo nas sementes.

	N derivado da atmosfera nas folhas (%)		
	0 mg P kg ⁻¹	80 mg P kg ⁻¹	Média
Controle sem N	52,3 B	75,5 A	63,9 b
Inoculado com rizóbio	58,9 B	78,6 A	68,7 a
Média	55,6 B	77,1 A	

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste Tukey a 5%.

Tabela 2. Contribuição da fixação biológica de N (% de N derivado da atmosfera em folhas) em feijoeiro aos 41 dias após emergência, sob duas doses de P no solo (0 e 80 mg P kg⁻¹) e duas fontes de N (controle sem N e inoculado com rizóbio), originadas de sementes com baixos e altos teores de P e de Mo.

	N derivado da atmosfera nas folhas (%)					
	Controle sem N			Inoculado com rizóbio		
	Baixo Mo	Alto Mo	Média	Baixo Mo	Alto Mo	Média
	0 mg P kg ⁻¹					
Baixo P	41,5 B	59,3 A	50,4	46,0 b	50,9 b	48,4 b
Alto P	51,2	57,1	54,1	67,8 a	70,9 a	69,4 a
Média	46,4 B	58,2 A		56,9	60,9	
	80 mg P kg ⁻¹					
Baixo P	77,3	77,8	77,6	79,9	75,4	77,6
Alto P	76,1	70,9	73,5	81,2	78,0	79,6
Média	76,7	74,4		80,5	76,7	

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste Tukey a 5%.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“SILICOFITÓLITOS COMO INDICADORES DE DESCONTINUIDADES LITOLÓGICAS EM TRÊS PEDONS DA REGIÃO DE BÚZIOS/CABO FRIO, RJ”

Heloisa Helena Gomes Coe¹; Igo F. Lepsch²; Cacilda Nascimento de Carvalho³; Antônio Soares⁴, Daniel Vidal Pérez⁵

RESUMO – Foram identificados e quantificados silicofitólitos extraídos de amostras de horizontes de três pedons sob vegetação xeromórfica da região de Cabo Frio. Estes microfósseis, além de bons indicadores para o estudo da evolução da vegetação durante o Quaternário, confirmaram a presença de horizontes A enterrados (Ab) e descontinuidades litológicas, identificados em exame morfológico no campo e posteriormente confirmados por análises físicas, químicas, orgânicas, isotópicas e micromorfológicas.

Palavras-Chave: fitólitos, opala biogênica, vegetação xeromórfica.

Introdução

Localizada na costa nordeste do Estado do Rio de Janeiro, a região de Búzios/Cabo Frio, devido a peculiaridades geológicas e climáticas, ligadas principalmente à existência de uma ressurgência costeira local, é considerada como um “enclave fitogeográfico” de vegetação xeromórfica com fisionomia semelhante à da caatinga e solos com tendência à salinização. Essa região foi objeto de estudo, a fim de inferir a evolução desta vegetação durante o Quaternário (Coe, 2009), tendo sido escolhidos como indicadores os silicofitólitos extraídos de amostras coletadas em quatro pedons da região.

Silicofitólitos são formados como resultado da absorção pelas raízes das plantas de ácido silícico [Si(OH₄)] da solução do solo, o qual se polimeriza formando partículas sólidas de opala biogênica (sílica amorfa: SiO₂nH₂O) nos tecidos epidérmicos e vasculares das plantas (Piperno, 1988, Osterrieth, 2008). Com a decomposição dos restos vegetais, esses fitólitos são incorporados ao solo onde, dependendo do tamanho, são bastante estáveis podendo tornar-se importantes microfósseis (frações silte e areia muito fina) uma vez que apresentam configurações típicas da vegetação de origem. Como evidências de descontinuidades do material de origem e de horizontes A enterrados (Ab) foram percebidas no campo em

solos de Búzios, objetivou-se confirmá-las através de estudos dos seus fitólitos.

Material e Métodos

Foram coletadas amostras dos horizontes de quatro pedons sob vegetação xeromórfica: P1, localizado no terço superior de encosta, a 70m de altitude; P2 no terço médio de encosta, a 30m de altitude; P3 e P4 no terço inferior de encostas a 20m de altitude.

As amostras foram submetidas a análises químicas e físicas na Embrapa - Solos, RJ (Embrapa, 1997) e micromorfológicas na UFRJ, RJ. Os fitólitos foram separados por densimetria e em seguida calculou-se seus estoques em cada horizonte (porcentagem em relação ao peso da terra fina seca ao ar). Procedeu-se depois, no CEREGE, França, a classificação dos fitólitos de acordo com sua morfologia e grau de alteração (Figura 1). Com esses dados, foram calculados índices fitolíticos indicadores da densidade da cobertura arbórea (D/P¹). Os resultados foram comparados com os de análises da matéria orgânica elementar (MOS) e de δ¹³C realizadas no CENA, São Paulo e de ligninas, feitas na UFF, Niterói.

Resultados

A tendência mais comum dos fitólitos é apresentar uma diminuição com a profundidade do solo, demonstrando equilíbrio com a vegetação atual (Alexandre et al., 1997), o que não foi observado em três dos pedons amostrados. Eles apresentaram quantidade de fitólitos em alguns dos horizontes mais profundos muito superior à dos horizontes mais superficiais (Figura 2). No pedon 1 os teores em fitólitos variam de 0,17 (horizonte A) a 1% (horizonte Ab). No pedon 2, variam de 0,02 (no horizonte A) a 0,34% (no horizonte BC). No pedon 3, variam de 0,06 (horizonte A) a 0,22 % (horizonte Ab). Entretanto, nesses três pedons, a distribuição do carbono em profundidade não confirma o escurecimento observado em campo dos supostos horizontes A enterrados: os teores em carbono orgânico apresentam diminuição

1- Heloisa Helena Gomes Coe é Professora Assistente do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, R. Dr. Francisco Portela, 1470, S.Gonçalo, RJ, CEP 24435-005 e Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense, Av. General Milton Tavares de Souza, s/nº - 4º andar, Campus da Praia Vermelha, Gragoatá, Niterói, RJ, CEP 24210-346; heloisacoe@yahoo.com;

2-Igo F. Lepsch é Pesquisador Visitante da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP; Av. Pádua Dias, 11, CP 9, Piracicaba, SP, CEP 13418-900.

3- Cacilda Nascimento de Carvalho é Professora Adjunta do Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense, Instituto de Química, Outeiro São João Baptista s/n., Centro, Niterói, RJ, CEP 24020-141.

4-Antônio Soares da Silva é Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, R. São Francisco Xavier, 524, bloco D, sala 4015, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20550-900.

5- Daniel Vidal Pérez é Pesquisador A da Embrapa Solos, R. Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000.

com a profundidade (Quadro 1), característica de uma distribuição bicompartimentada (2 pólos: lábil e estável) das matérias orgânicas no interior dos solos (Balesdent et al., 1987). No pedon 4, os teores em fitólitos apresentam uma diminuição contínua com a profundidade, variando de 0,77 (no topo) a 0,10 % (no horizonte BC). O valor em superfície é mais elevado que nos outros pedons (0,17; 0,02 e 0,06%), mas diminui com a profundidade, seguindo a tendência do carbono orgânico (Quadro 1).

A partir das variações em profundidade do estoque e dos índices fitolíticos, foram identificadas descontinuidades nos pedons 1, 2 e 3. No pedon 1, a descontinuidade observada no estoque de fitólitos entre os horizontes Ab e B3, foi corroborada pelo aumento do $\delta^{13}\text{C}$, da porcentagem dos fenóis de lignina do grupo V, do $\delta^{13}\text{C}$, da razão C/N, dos valores T, do teor em argila e em óxidos (Quadro 1).

Estas descontinuidades foram também confirmadas por observações micromorfológicas: no Horizonte B3 (acima da descontinuidade), encontram-se muitos grãos de quartzo angulosos, grandes e bem orientados, resíduos de gnaiss da rocha-mãe, que não são encontrados nos horizontes superiores. Há muita biotita, alterada com indícios de remobilização, sem orientação preferencial.

No pedon 2, os resultados do estoque fitolítico e as observações de campo mostram a possibilidade de uma descontinuidade acima de um nível de cascalho angular (NC). Esta descontinuidade foi corroborada pelo aumento do $\delta^{13}\text{C}$ e do C/N, além de várias diferenças de granulometria (Quadro 1). Acima de uma faixa de cascalhos e calhaus (NC) no horizonte B2, nódulos ferruginosos evidenciam processos de hidromorfismo.

No pedon 3, as observações de campo mostram evidências de uma descontinuidade entre os horizontes B e o subjacente que, devido à cor mais escura, no campo aparentou ser um paleohorizonte A enterrado (Ab, como no pedon 1), sobre um paleo 2B. Acima deste Ab, observa-se aporte de material coluvial e um novo desenvolvimento de solo. A descontinuidade no estoque e tipos de fitólitos observada no horizonte Ab é corroborada pelo aumento do $\delta^{13}\text{C}$ e do C/N, diminuição da porcentagem de fenóis de ligninas do grupo V, do teor em Na^+ , além de variações das razões entre as areias e da média phi das mesmas. No limite entre os horizontes B e Ab, observam-se nódulos ferruginosos e de biotita, sem orientação preferencial, porém sem deformações que indiquem movimento catastrófico. Já no limite entre os horizontes Ab e B, as biotitas estão deformadas, encurvadas, indicando esforço provocado por um movimento de massa catastrófico.

Conclusões

As análises de silicofitólitos confirmaram observações de campo, análises físicas, químicas e micromorfológicas na identificação precisa, tanto de descontinuidades litológicas como de horizontes A enterrados, inclusive naqueles sem aumentos de carbono orgânico em profundidade: revelaram-se, portanto como bons indicadores do material de origem dos solos e de condições paleoclimáticas, base imprescindível para estudos pedogenéticos.

Referências

- [1] ALEXANDRE, A.; MEUNIER, M. J. D.; COLIN, F.; KOURT, J.M. 1997. Plant impact on the biogeochemical cycle of silicon and related weathering processes. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 61(3): 677-682.
- [2] BALESDENT, J.; MARIOTTI, A.; GUILLET, B. 1987. Natural ^{13}C abundance as a tracer for studies of soil organic matter dynamics. *Soil Biol. Biochem.* 19: 25-30.
- [3] COE, H. H. G. 2009. Fitólitos como indicadores de mudanças na vegetação xerófila de Búzios / Cabo Frio, RJ. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Geofísica e Geologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 301p.
- [4] EMBRAPA, 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 212p.
- [5] PIPERNO, D. R. 1998. Paleoethnobotany in the Neotropics from Microfossils: New Insights in to Ancient Plant Use and Agricultural Origins in the Tropical Forest. *Journal of World Prehistory* 12(4): 393-449.
- [6] OSTERRIETH, M. *Rol e importancia del estudio de las biomineralizaciones en Biología, Geología y Arqueología*. Curso ministrado no 7th International Meeting on Phytolith Research, Mar del Plata., 2008.

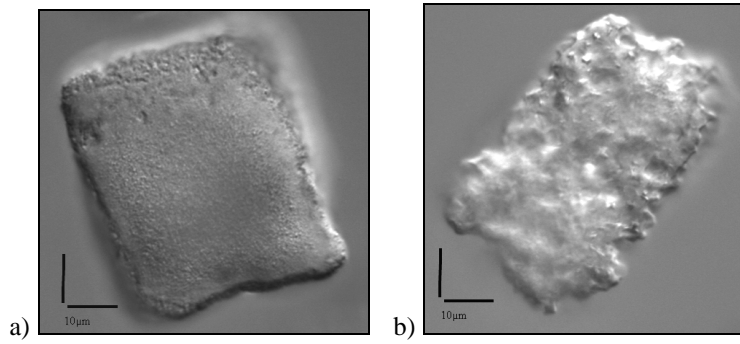


Figura 1: Fitólitos do tipo *bulliform*: a) não muito alterado (P1 A); b) muito alterado (P1 Ab)

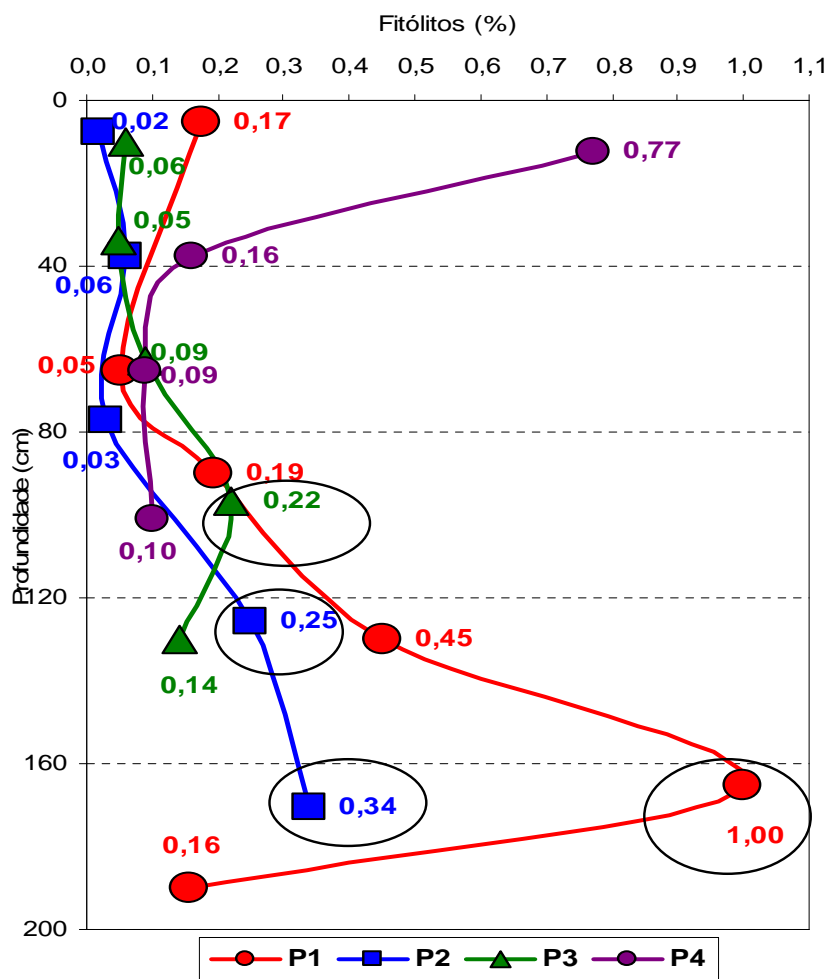


Figura 2: Estoque de fitólitos (% em relação à terra fina seca ao ar) dos quatro pedons (P1, P2, P3 e P4)

Quadro 1: Resultados das análises físico-químicas, isotópicas e fitolíticas dos pedons estudados

Horizonte	Profundidade	Fitólitos	C	D/P ¹	C/N	$\delta^{13}C$	Fenóis grupo V	Valor T	Na ⁺	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Croma	Média gráfica	AF/AG	Silte /argila	
	cm%.....				%	mg/100mg CO	cmolc/kg	cmolc/kgg.kg-1.....					phi			
Pedon 1: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico textura média/argilosa																		
A	0-20	0,17	1,73	0,54	11,45	-23,26	0,94	12,4	2,47	122	111	50	8,5	10YR 4/3	1,52	0,45	0,62	
B1	20- 85	0,05		0,34			0,90	10,5	1,04	126	127	54	9,5	2,5 YR 4/6	1,56	0,47	0,41	
B2	85 -95	0,19	0,83	0,55	11,24	-22,55	0,23	12,8	3,26	160	144	61	10,4	2,5 YR 4/6	2,28	0,56	0,40	
B3	95-160	0,45	0,87	0,71	11,40	-23,08	0,35	10,8	1,66	150	124	55	9,4	7,5 YR 4/6	2,30	0,59	0,53	
2Ab	160-170	1,00	0,51	0,63	13,59	-20,76	0,19	7,4	1,36	90	91	47	7,5	10YR 4/3	2,26	0,53	0,41	
2BC	170-210	0,16	0,49	0,31	11,04	-22,39	0,15	11,0	2,87	198	176	72	12,4	2,5 YR 4/6	2,20	0,51	0,43	
Pedon 2: LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico textura argilosa																		
A	0 - 15	0,02	1,59	0,53	12,27	-26,61	0,15	7,5	0,23	110	124	64	7,1	7,5 YR 4/6	1,48	0,44	0,30	
B1	15 - 60	0,06	0,83	0,40	11,76	-25,15	0,05	6,3	0,18	152	170	87	9,4	7,5 YR 5/6	1,64	0,44	0,23	
B2	60 - 98	0,03	0,61	0,41	12,27	-25,38	0,06	6,1	0,84	148	170	84	9,4	7,5 YR 5/6	1,44	0,40	0,26	
2NC	98 - 151	0,25	0,46	0,41	14,37	-23,54	0,04	5,3	0,28	158	159	83	9,1	7,5 YR 5/6	1,48	0,48	0,60	
2BC	151 - 190	0,34	0,46	0,78	11,38	-25,11	0,04	4,6	0,04	175	186	88	9,4	7,5 YR 4/6	1,56	0,42	0,20	
Pedon 3: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico A chernozêmico textura média																		
A	0-20	0,06	1,91	0,28	10,96	-25,67	0,20	10,5	0,77	94	90	52	6,9	5 YR 3/3	1,55	0,56	0,78	
BA	20-48	0,05	0,47	0,28	9,37	-24,50	0,16	7,8	0,74	144	112	61	7,8	5 YR 3/4	1,58	0,46	0,67	
B	48-78	0,09	0,79	0,23	9,04	-24,68	0,14	7,1	0,62	32	24	18	1,8	7,5 YR 4/6	1,35	0,60	0,67	
2Ab	78-115	0,22	0,60	0,27	14,25	-17,86	0,05	8,2	0,09	122	101	59	7,5	7,5 YR 3/2	2,49	0,57	0,69	
Bb	115-145	0,14	0,31	0,62	8,34	-20,83	0,05	9,1	1,44	97	79	40	5,6	5 YR 4/4	2,38	0,43	0,63	
Pedon 4: ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico chernossólico textura média/argilosa																		
A1	0-25	0,77	1,40	0,11	10,11	-23,66	0,19	6,8	0,25	46	34	23	4,5	10 YR 3/2	1,19	0,64	1,30	
E	25-50	0,16	1,09	0,22	10,57	-23,73	0,14	5,2	0,25	42	33	24	4,0	10 YR 3/3	1,42	0,43	1,03	
2B	50-80	0,09	0,71	0,13	8,47	-22,28	0,08	9,9	0,99	138	123	70	9,6	7,5 YR 4/3	1,70	0,43	0,31	
2BC	80-122	0,10	0,60	0,10	8,29	-23,10	0,05	9,8	1,15	137	122	72	9,5	7,5 YR 3/4	1,53	0,33	0,64	

Simulação da produção de sedimentos no Noroeste fluminense como subsídio para o planejamento ambiental: um estudo de caso da bacia experimental do rio Santa Maria

Eberval Marchioro⁽¹⁾, Nelson F. Fernandes⁽²⁾, José Ronaldo de Macedo⁽³⁾, Silvio Bhering⁽³⁾, Alexandre Ortega⁽³⁾

RESUMO - A modelagem de processos hidrológicos na escala de bacias hidrográficas vem se constituindo em uma importante ferramenta para previsão hidro-sedimentológica, associado aos diferentes usos e ocupação do solo. Nesse sentido, foi realizada a previsão da produção de sedimentos na bacia do rio Santa Maria no Noroeste Fluminense, levando-se em consideração às variáveis uso/ocupação e tipo do solo atual, por meio do *Soil and Water Assessment Tool* – SWAT. Para às simulações, o modelo requer um banco de dados especializados para a bacia, constituído de informações geográficas (modelo digital de elevação – MDE), pedológicas, hidrológicas e climáticas, que são manipuladas por meio da interface do SWAT com o Sistema de Informação Geográfica - Sig. Os resultados indicaram que a produção de sedimento média máxima para o período entre 2005 e 2007 na bacia do rio Santa Maria foi de 16,517 t/ha, predominando taxas que variaram entre 0 e 0,011 t/ha, sendo que as maiores taxas de produção de sedimentos estiveram associadas a maiores declividades e comprimento de encosta.

Palavras-Chave: Bacia hidrográfica, Produção de sedimentos, SWAT.

Introdução

A região Noroeste fluminense apresenta um quadro de degradação ambiental grave devido os diversos ciclos econômicos pelos quais passou, tendo sido iniciado pela substituição da floresta nativa pelo café, posteriormente pela pecuária leiteira extensiva e pela olerícola com destaque para o tomate, alterando a relação entre solo-água-plantas.

Atualmente, na região Noroeste Fluminense pode-se destacar problemas relacionados a elevada produção de sedimentos, perda de áreas agricultáveis, diminuição da permeabilidade e da infiltração de água nos solos, deficiência hídrica, desaparecimento de rios, migração de nascentes, aumento da quantidade de poluentes que atingem os cursos fluviais e diminuição da recarga dos sistemas de aquíferos, decorrentes do uso e manejo inadequado dos solos, ao longo dos ciclos econômicos.

Em função desse quadro de degradação ambiental, esse trabalho realizou a modelagem da produção de sedimentos média para o período entre 2005 e 2007 na bacia experimental do rio Santa Maria no Município de São José de Ubá, no Noroeste Fluminense, com o intuito de analisar a sua distribuição espacial e fornecer subsídios para o planejamento ambiental.

A bacia experimental do rio Santa Maria devido à sua representatividade geológica, geomorfológica, pedológica, climática e de uso e ocupação do solo em relação ao Noroeste Fluminense. Predomina na bacia o uso e ocupação para pastagem (68,31%) e floresta (19,74%), sendo que para os demais, destaque para o solo exposto com 3,71%. Geologicamente as unidades encontradas na bacia são as de São José de Ubá e Vista Alegre (Complexo Juiz de Fora), Catalunha (Complexo Paraíba do Sul) e os Sedimentos Quaternários (REIS e MANSUR, 1995). Quanto a geomorfologia a bacia está inserida na unidade Depressão Interplanáltica com Alinhamentos Serranos do Norte-Noroeste Fluminense (DANTAS, 2001). Os solos predominantes na bacia de acordo com BHERING et al. (2005) são: Cambissolo Háplico léptico (CXbe2, CXve2, CXve3), Cambissolo Háplico lítico (CXbe1), Cambissolo haplico gleico (CXve1), Argilossolo Vermelho-amarelo (PVAe e PVAe), Neossolo Litólico (RLve) e Gleissolo Háplico (GXve).

Material e Métodos

Para a elaboração do trabalho foi utilizado o modelo *Soil and Water Assessment Tool* – SWAT na versão 2005 denominada AVSWAT-X. O SWAT foi originalmente proposto no início da década de 1990 pelo Dr. Jeff Arnold, e tem sido mantido e aperfeiçoado pelo *United States Department - Agricultural Research Service (USDA - ARS)* e pelo *Soil and Water Reserach Laboratory – Temple – Texas*, nos Estados Unidos da América (EUA) (NEITSCH et al, 2005).

A escolha SWAT em sua versão original deve-se ao fato de estar sendo validado em diversas áreas agrícolas do mundo, apresentando elevado potencial para o uso em áreas agrícolas de regime Tropical Úmido com problemas

⁽¹⁾ Doutor em Geografia no Programa de Pós-graduação em Geografia da UFRJ, E-mail: ebervalm@hotmail.com.

⁽²⁾ Prof. Adj. do Depto. de Geografia da UFRJ.

⁽³⁾ Pesquisador da Embrapa Solos do Rio de Janeiro.

Apoio financeiro: Capes e Prodetaba.

ambientais, como é o caso da bacia do rio Santa Maria em São José de Ubá, no Noroeste Fluminense.

Para realização da previsão o modelo requer um conjunto de dados cartográficos envolvendo Modelo Digital de Elevação – MDE, mapa de uso e ocupação do solo e mapa pedológico e seus respectivos parâmetros associados como características físico-hídricas e de crescimento de vegetais, bem como dados climáticos diários e médios para a criação de uma estação climatológica.

As informações cartográficas da bacia do rio Santa Maria foram obtidas a partir de restauração de fotografias pancromáticas na escala de 1:20.000 e 1:30.000 da Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro - CERJ, com restituição planialtimétrica na escala de 1:10.000 (FIDALGO e ABREU, 2005), que permitiu a elaboração do Modelo de Elevação Digital - MDE, utilizando-se do *software* de Sistema de Informação Geográfica e o ArcView 3,2 (*Environmental Systems Research Institute*).

A elaboração preliminar do mapa de uso e ocupação do solo atual foi realizada por ZARONI (2006), utilizando fotografias aéreas fornecidas pela CERJ por meio de classificação automática com posterior validação em campo. Posteriormente esse mapa foi alterado por MARCHIORO (2008) por meio de classificação manual, utilizando fotografias aéreas disponibilizadas pelo Departamento de Recursos Minerais - DRM/RJ do Vão da Força Área Brasileira – FAB de 1976, na escala de 1:10.000 e imagem de satélite disponibilizada gratuitamente por *Google* (2005), na escala 1:10.000.

O levantamento pedológico da bacia do rio Santa Maria foi realizado por BHERING et al., (2005), que descreveram morfologicamente os horizontes dos solos e determinaram suas características analíticas, para posterior classificação dos mesmos levando-se em consideração os parâmetros estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Os elementos climáticos precipitação e temperatura foram obtidos para a bacia experimental do rio Santa Maria por meio de uma estação climática automática. Para a criação da estação climatológica na interface do modelo foram utilizados dados de precipitação e temperatura da área de experimentação e os parâmetros velocidade do vento e umidades foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET de Brasília, enquanto que para radiação solar foi modelado pelo SWAT.

Esses dados foram adicionados ao modelo SWAT por meio de sua interface com o ArcView 3.2 e a extensão *Spatial Analyst* versão 1.1, permitindo a divisão da bacia em diversas sub-bacias ou Unidades de Respostas Hidrológicas (URHs), para ser efetuada a simulação para a realização do presente trabalho

Resultados e Discussão

A produção de sedimento média máxima para o período entre 2005 e 2007 na bacia do rio Santa Maria foi de 16,517 t/ha, para o comprimento de encosta de 15,24 m e declividade de 25% e uso e ocupação do solo de pastagem, predominando produção de sedimentos variando entre 0 e 0,011 t/ha.

Foi verificada que às URHs com classe de solo RLVE (NEOSSOLO LITÓLICO - Eutrófico típico, A moderado, textura média), CXve2 (CAMBISSOLO HÁPLICO – Ta, Eutrófico léptico, A moderado, textura média/argilosa) e CXve1 (CAMBISSOLO HÁPLICO Ta, Eutrófico gleico, A moderado, textura média), a declividade propiciou o aumento na produção de sedimentos, contribuindo para apresentem as maiores taxas de produção de sedimentos. Apesar disso, duas sub-bacias não seguiram a tendência verificada, pois sua produção de sedimentos é nula, devido à proteção do solo exercida pela cobertura vegetal dominante.

Nas URHs associadas às classes de solos PVad (ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO - Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa) e CXVE₃ (CAMBISSOLO HÁPLICO - Tb, Eutrófico típico, A moderado, textura média); o comprimento da encosta foi o fator mais determinante para a produção de sedimentos, pois sub-bacias com comprimento de encosta entre 15 m e 25 m e declividade oscilando entre 8 a 25%, foram as que apresentaram a maior produção de sedimentos.

Nas demais URHs, o comprimento das encostas foi de 0,05 m e declividades variaram entre 25,10% a 40,00%, atingindo no caso na classe CXve3 valores nulos e, de 0,0020 t/ha e 0,0050 t/ha para o PVad.

Para as sub-bacias onde os solos dominantes são o GXve (GLEISSOLO HÁPLICO - Ta Eutrófico típico, A moderado, textura média/argilosa), a maior produção de sedimentos esteve associada ao comprimento da encosta de 36,59 m; para valores maiores, ocorre a diminuição na mesma, evidenciando o predomínio da deposição sobre a erosão.

Em relação às URHs com predomínio dos solos CXbe2 (CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico A moderado textura média), não foi verificada uma forte influência de umas dessas variáveis para a produção de sedimentos, pois tanto o comprimento da encosta quanto a declividade são muito próximas, sendo a produção de sedimentos de 0,0060 t/ha.

Conclusões

De maneira geral, foi verificado que para toda a bacia existe uma tendência entre as maiores taxas de produção de sedimentos pela erosão dos solos estarem associadas às sub-bacias com altas declividades, comprimento de encosta média (entre 15 e 28 metros), associadas às condições físico-hídrica dos solos dos solos RLve, GXve e PVad.

O SWAT mostrou-se uma importante ferramenta para simulação de produção de sedimentos, contribuindo para que órgãos responsáveis pelo planejamento ambiental possam tomar medidas visando à minimização dos efeitos degradantes da ação antrópica na escala de bacia hidrográfica, buscando uma melhoria ambiental.

Agradecimentos

Ao Projeto “Planejamento conservacionista das terras e modelagem preditiva de sistema aquíferos do cristalino, para recarga hídrica em bacias hidrográficas de relevo acidentado”, financiado pelo “Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Tecnologias Agropecuárias para o Brasil - PRODETAB”, responsável pela obtenção das informações básicas da bacia experimental do rio Santa Maria para a modelagem.

Referências

1. BHERING, S. B.; PEREIRO, N. R.; MACEDOS, J. R.; CHAGAS, C. S.; SILVA, E. F.; PRADO, R. B. e NETO, N. C. S. Caracterização edafambiental das microbacias de Cambiocó e Santa Maria no Município de São José de Ubá, região noroeste do Estado do Rio de Janeiro para fins de planejamento conservacionista. Rio de Janeiro: Anais do IV Workshop do projeto gestão participativa da sub-bacia do rio São Domingos/RJ - Geparmh. , 2005.
2. DANTAS, M. E. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro - Texto explicativo do mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro na Escala 1:50.000. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Departamento de Recursos Minerais - CPRM/DRM: 2000. 60 p.
3. FIDALGO, E. C. C. e ABREU, M. B. Uso de imagens áster para o mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio São Domingos, RJ. . Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia 2005. 3747 – 34753 p. (Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.).
4. MARCHIORO, E. Modelagem hidrosedimentológica na bacia do rio Santa Maria: Subsídios à Aplicação de Práticas de Conservação de Água e Solo no Noroeste Fluminense. Tese de doutorado. Programa Pós-graduação em Geografia da UFRJ. 2008. 189p.
5. NEITSCH, S. S.; ARNOLD, J. G.; KINIRY, J. R. e WILLIAMS, J. J. Soil and water assessment tool: theoretical documentation - version 2005. SERVICE., G.-S. A. W. R. L.- A. R. Texas - USA: 525 p. 2005.
6. REIS, A. P. e MANSUR, K. L. Sinopse Geológica do Estado do Rio de Janeiro na escala 1:400.000. Niterói/RJ 1995.
7. ZARONI, M. J. Estimativa da produção de sedimentos em bacias hidrográficas por meio do modelo de erosão USLE e do índice de transferência de sedimentos -SDR. Departamento de Geografia/Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. 143p.

Sinopse do levantamento de solos da Carta Delmiro Gouveia, Estado de Alagoas.

ROBERTO DA BOA VIAGEM PARAHYBA⁽¹⁾, JOSÉ CARLOS PEREIRA DOS SANTOS⁽²⁾ MARIA SONIA LOPES DA SILVA⁽³⁾ & ALDO PEREIRA LEITE⁽⁴⁾

RESUMO - A forma equivocada de exploração dos recursos naturais tem contribuído para degradação do meio ambiente. A necessidade de planejamento das atividades agrícolas, com base no conhecimento dos recursos naturais disponíveis, em escala compatível, é de fundamental importância para uma exploração auto-sustentável. Dentre os componentes de um ecossistema, o solo caracteriza por ser um constituinte estratificador de ambientes, e elemento básico de avaliação do potencial agropecuário de uma propriedade rural, município e região. Este trabalho teve como objetivo identificar, classificar e mapear os principais solos que ocorrem na Folha Delmiro Gouveia (SC.24-X-C-II, MI-1521) do Estado de Alagoas. Constatou-se que os principais solos encontrados na área de estudo são: Planossolos, Neossolos Regolíticos, Luvisolos, Neossolos Litólicos, Argissolos, Cambissolos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolo Flúvicos e Latossolos Amarelos.

Palavras-Chave: Levantamento de solos, classificação de solos, SiBCS (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos).

Introdução

A forma equivocada de exploração dos recursos naturais tem contribuído para degradação do meio ambiente. A necessidade de planejamento das atividades agrícolas, com base no conhecimento dos recursos naturais disponíveis, em escala compatível, é de fundamental importância para uma exploração auto-sustentável. Dentre os componentes de um ecossistema, o solo caracteriza por ser um constituinte estratificador de ambientes, e elemento básico de avaliação do potencial agropecuário de uma propriedade rural, município e região.

O levantamento de solo de um determinado local (região, estado, microbacia, município ou propriedade) tem como objetivo final e prioritário, a identificação qualitativa e quantitativa das áreas com características distintas em termos de propriedades de solos e situação

ambiental. Resulta na representação cartográfica das unidades de mapeamentos de solos e da sua legenda explicativa. Esse conhecimento serve como base para interpretações da potencialidade de uso da terra, especialmente com agricultura, pastagem ou reflorestamento. Também as áreas inaptas ou de preservação, representam uma indicação necessária para os estudos globais de viabilidade ou não de aproveitamento do conjunto de áreas disponíveis.

O conjunto dessas informações promove, portanto, como instrumento básico, através do qual é possível definir as diferentes possibilidades de uso das terras e orientar a tomada de decisões políticas para estratégias de programas de desenvolvimento rural.

Este trabalho refere-se a uma sinopse do levantamento de solos da Folha Delmiro Gouveia (SC.24-X-C-II, MI-1521) na escala 1:100.000 que foi originado do projeto intitulado Zoneamento Agroambiental do Estado de Alagoas, realizado através de um convênio entre Governo do Estado de Alagoas e Embrapa Solos UEP Recife. Teve como objetivo identificar, classificar e mapear os principais solos que ocorrem na Folha Delmiro Gouveia, a qual abrange vários municípios do Sertão Alagoano.

Material e Métodos

A área estudada está localizada entre os paralelos 9° Sul e 9° 30' Sul e os meridianos 37° 30' W e 38° W de Greenwich. Possui uma área territorial de aproximadamente 3.025 km², que representa 10,9 % do Estado de Alagoas. Abrange parte da microrregião serrana e da Depressão Sertaneja, ambas pertencente a mesorregião do Sertão Alagoano.

O quadro natural está caracterizado por clima muito quente e semi-árido tipo estepe. A precipitação média anual é de 329 mm, para anos secos, de 753 mm para os outros anos chuvosos, e de 432 mm para os anos em que a precipitações ocorreram dentro da normalidade. A temperatura média anual varia de 24 a 26°C (JACOMINE et. al. [1]).

A vegetação natural das partes mais elevadas e movimentadas é do tipo a floresta subcaducifolia e

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Pesquisador da Embrapa Solos UEP Nordeste, Rua Antonio Falcão, 402. Boa Viagem, CEP-52020-010, Recife-PE. CEP 51020-240. E-mail: parahyba@uep.cnps.embrapa.br.

⁽²⁾ Segundo Autor é Pesquisador da Embrapa Solos UEP Nordeste, Rua Antonio Falcão, 402. Boa Viagem, CEP-52020-010, Recife-PE. CEP 51020-240. E-mail: zeca@uep.cnps.embrapa.br.

⁽³⁾ Terceiro Autora é Pesquisadora da Embrapa Solos UEP Nordeste, Rua Antonio Falcão, 402. Boa Viagem, CEP-52020-010, Recife-PE. CEP CEP 51020-240. E-mail: sonia@uep.cnps.embrapa.br.

⁽⁴⁾ Terceiro Autor é Pesquisador da Embrapa Solos UEP Nordeste, Rua Antonio Falcão, 402. Boa Viagem, CEP-52020-010, Recife-PE. CEP 51020-240. E-mail: aldo@uep.cnps.embrapa.br.

caducifolia. Nos trechos localizados na Depressão Sertaneja, ocorre a caatinga hiperxerófila/hipoxerófila (JACOMINE et al. [1]).

A área da Folha Delmiro Gouveia (SC.24-X-C-II, MI-1521) encontra-se estudo está inserida no Domínio Hidrogeológico Fissural, composto por rochas do embasamento cristalino da Província Borborema, Sistema de Dobramento Sergipano, Maciço Pernambuco Alagoas, podendo ser dividida em dois subdomínios (CPRM [2]).

Subdomínio Rochas Ígneas: representado regionalmente pelos granitos e rochas grabóides da Suíte Magmática Ácida tardia postectônica, como as unidades Caraíbas, Glória, Águas Belas e Mata Grande (Proterozóico).

Subdomínio Rochas Metamórficas: regionalmente representadas por granulitos do Grupo Girau do Ponciano e pelos complexos gnáissico-migmatítico e migmatítico granítico (Arqueano), rochas vulcano-sedimentares, constituídas por quartzitos, micaxistos, do Grupo Macurur e ortognaisses (Proterozóico) (CPRM [2]).

De um modo geral, grande parte a área em estudo está inserida parte na Depressão Sertaneja que representa a paisagem típica do semi-árido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente, suave ondulado cortada por vales estreitos com vertentes dissecadas com relevos residuais, cristas e/ou outeiros. A outra parte, está inserida no Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos com altitudes variando de 600 a 1000 m, apresentando relevo movimentado, com vales profundos e estreitos (JACOMINE et al. [1]).

Para o estudo edafoambiental foram utilizados com materiais básicos, a carta planialtimétrica Delmiro Gouveia (SC.24-X-C-II, MI-1521) na escala 1:100.000 elaborada pela SUDENE, informações geológicas conforme DANTAS [3]; CPRM [2], e o Boletim do Levantamento Exploratório-reconhecimento de solos do estado de Alagoas na escala 1:400.000 (JACOMINE et al. [1]). Na identificação dos solos foram percorridos trajetos para observações sobre o solo e o ambiente, de maneira a cobrir ao máximo a área da carta. Além dos exames por meio de tradagens ,foram abertas trincheiras em locais estratégicos, escolhidos para descrição e amostragem de perfis representativos dos solos das unidades de mapeamento. Para a descrição dos perfis e coleta das amostras de solos foram adotadas as orientações de LEMOS & SANTOS [6]. A descrição de horizontes e camadas do solo foram feitas conforme a EMBRAPA [7]. Para as análises químicas e físicas das amostras de solo foram utilizadas as metodologias da EMBRAPA [8]. Para a classificação dos solos utilizou-se o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA [9]).

Resultados

Os resultados do trabalho podem ser observados na tabela 01 e figura 01.

Discussão

Foram identificadas 11 Classes de solos em primeiro nível categórico, distribuídas em 59 unidades de mapeamento. Constatou-se a predominância dos Neossolos Regolíticos e Planossolos, perfazendo aproximadamente 58% da área (tabela 1). Nos 42% restantes da área, ocorrem Neossolo Litólicos, Luvissolos, Argissolos, Cambissolos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos, e Latossolos (Figura 1).

Os Planossolos são rasos a pouco profundos, apresentam mudança textural abrupta, horizonte Bt adensado, com baixa permeabilidade e muitas vezes com presença de sódio. Estas características constituem fortes limitações ao uso agrícola, porém, são muito usados com pastagens. Quando ocorrem com o horizonte superficial “A” espesso (em torno de 100 cm), embora estes podem ser cultivados com culturas anuais, especialmente com milho e feijão. Mesmo assim, é necessário um manejo adequado para esses solos. Ocorre na área de estudo as Classes dos Planossolos Háplicos e Nátricos com texturas de arenosa a média/argilosa, com a predominância dos Planossolos Háplicos.

Os Neossolos Regolíticos são pouco profundos e profundos e com fertilidade natural baixa. Em geral possuem boa permeabilidade, no entanto, às vezes apresentam fragipã, que dependendo da profundidade de ocorrência pode ser uma limitação para o uso agrícola.

Os Luvissolos são solos minerais com horizonte Bt com atividade de argila e saturação por bases altas. Possuem textura média/argilosa, profundidade efetiva de rasos a pouco profundos e fertilidade média a alta. Por serem rasos, necessitam de cuidados no manejo, já que são bastante susceptíveis a erosão. Observou-se na área a ocorrência dos Luvissolos Crômicos Órticos vertissólicos e típicos, com a predominância dos vertissólicos. Estes solos estão sendo explorados, em sua grande maioria, com culturas de subsistência e pastagem plantada.

Os Argissolos são pouco profundos a profundos, com textura média/argilosa. Possuem o horizonte superficial A do tipo moderado e proeminente com fertilidade natural de média a alta. Podem ser eutróficos e distróficos nos horizontes subseqüentes. Os principais fatores limitantes para seu uso são os declives acentuados e a ocorrência de muitos afloramentos rochosos. explorados de forma tradicional com a cultura do milho, feijão e também com diversas fruteiras em escala não comercial.

Os Cambissolos ocorrem na parte mais elevada e movimentada da área de estudo, com relevo suave ondulado a forte ondulado. São pouco profundos e profundos, com fertilidade natural média a alta, porém com a presença de rochosidade. O relevo, a profundidade

efetiva e alta suscetibilidade a erosão, constituem as principais limitações para o uso agrícola. O uso destes solos necessita de adoção de práticas de manejo e conservação, contra a erosão. Observou-se o cultivo com culturas de subsistência, o milho e feijão em relevo menos acidentados.

Os Neossolos Litólicos são rasos e na área apresentam textura arenosa e média. São desenvolvidos de substratos rochosos constituídos por granitos e gnaisses, que, por vezes afloram, podendo ser acompanhados, também por pedregosidade. Ocupam posições variadas na paisagem, com relevo plano até montanhoso. Seus principais fatores limitantes são: relevo, pedregosidade, rochosidade e profundidade.

Os Neossolos Quartzarênicos são muito profundos e profundos, bem drenados, baixa fertilidade natural e baixa capacidade de retenção de água. São originários de rochas sedimentares areníticas. Esta influência proporciona superfícies arenosas pouco movimentadas, com relevo do tipo plano a suave ondulado. Os Neossolos Quartzarênicos e os Latossolos apresentam um bom potencial agrícola, mas têm pouca representatividade na área.

Os Neossolos Flúvicos são profundos com textura bastante variada, podem apresentar teores elevados de sais que limitam o seu uso. São de pequena ocorrência na área de estudada.

Os Latossolos são muito profundos, textura média, baixa fertilidade natural (CTC muito baixa). São originários de rochas sedimentares areníticas, e ocorrem em pequenas áreas.

Conclusões

Foram identificadas 59 unidades de mapeamento, compostas por associações, representadas pelas classes dos Neossolos Regolíticos, Planossolos, Neossolos Litólicos, Luvisolos,, Argissolos, Cambissolos, Quartzarênicos, Neossolo Flúvicos e Latossolos.

O principal fator restritivo para a produção agrícola no município é o déficit hídrico devido ao clima semi-árido. Entretanto, nas áreas mais elevadas, pertencentes à Microrregião Serrana do Sertão Alagoano, este fator é mais ameno.

O estudo constitui um instrumento básico para elaboração de zoneamentos e diagnóstico ambientais municipais ou regionais.

Agradecimentos

Agradecemos ao Governo do Estado de Alagoas e ao Ministério do Desenvolvimento Agrário pelo apoio financeiro para a realização do trabalho.

Referências

- [1] JACOMINE, P. K.T.; CAVALCANTI, A. C.; PESSOA, P. S. C.; SILVEIRA, C. O. da. **Levantamento de exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Alagoas**. Recife: SUDENE-DRR; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CPP, 1975. 532 p. (EMBRAPA-Centro de Pesquisa Pedológicas. Boletim técnico, n. 35; SUDENE-DRN. Série recursos de solos, 5). Acompanha mapa color, escala 1:400.000.
- [2] CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Pariconha**, estado de Alagoas. Recife, CPRM/PRODEEM, 2005. 13 p.
- [3] DANTAS, J.R.A. **Mapa geológico do Estado de Alagoas**. Recife, DNPM, 1984. 112 p.
- [4] LEMOS, R.C. de; SANTOS, R.D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1996. 83 p.
- [5] EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Definição e notação de horizontes e camadas do solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1988b. 54 p. (Documentos EMBRAPA-SNLCS, 3).
- [6] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- [7] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

TABELA 1. Classes de solos e seus percentuais de ocorrência na Carta de Delmiro Gouveia – AL.

Classe de solos	Área (km ²)	(%) da área total da Carta
Neossolo Regolítico	907,77	30,01
Planossolo	868,61	28,71
Neossolo Litólico	451,18	14,91
Luvissolo	399,23	13,20
Argissolo	227,34	7,52
Cambissolo	123,31	4,08
Neossolo Flúvico	23,40	0,77
Neossolo Quartzarênico	22,10	0,73
Latossolo	2,06	0,07
TOTAL	3.025	100

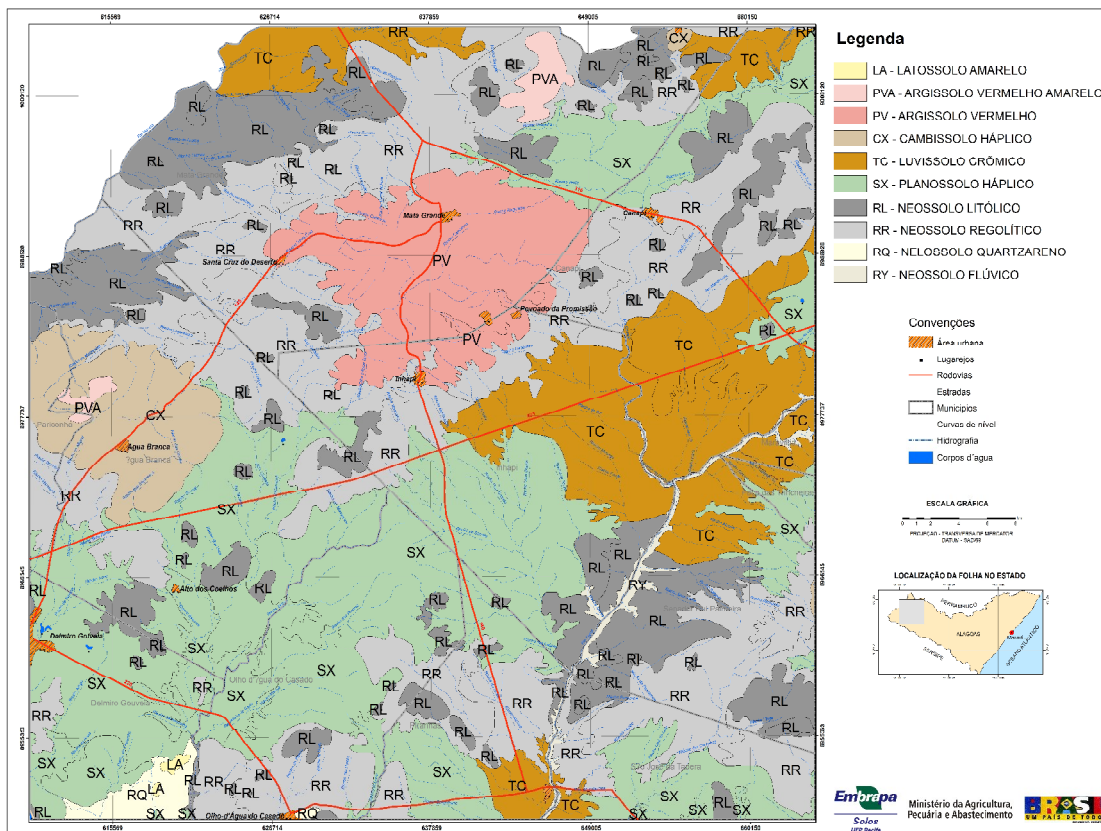


Figura 1. Indicação da distribuição dos solos na carta Delmiro Gouveia, produzida com base no mapa de solos na escala 1:100.000.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

Sintomas de Deficiência de Macronutrientes em Solução Nutritiva e Parâmetros de Crescimento do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.)

**DEBORAH ANDRADE⁽¹⁾, KARINE GONÇALVES⁽²⁾, GUILHERME DONAGEMMA⁽³⁾,
EVERALDO ZONTA⁽⁴⁾, GLAUCIO GENÚNCIO⁽⁵⁾, CRISTIANE FOGAÇA⁽⁶⁾ & FABIANO
BALIEIRO⁽³⁾**

RESUMO - Objetivou-se avaliar o crescimento e os sintomas de deficiência de macronutrientes em plantas de pinhão manso, utilizando a técnica do nutriente faltante sendo usada a solução completa de Hoagland. As plantas foram conduzidas em soluções de Hoagland completa, com omissão de N, omissão de P, omissão de K, omissão de Ca e omissão de Mg. O delineamento foi inteiramente casualizado com doze repetições para solução nutritiva completa e seis repetições, os tratamentos com omissão de N, P, K, Ca e Mg. Foram obtidas as médias de diâmetro e altura dos tratamentos aos 30, 60 e 90 dias após o plantio (DAP). Foram observadas menores alturas nas plantas conduzidas na solução com omissão de Ca e K. O diâmetro médio das plantas em todos os tratamentos aumentou aos 60 DAP, e foi estável até a coleta realizada aos 90 DAP. Pode-se concluir que a omissão de Ca e K favoreceu ao menor crescimento do pinhão manso e maiores diâmetros de caule foram observados aos 60 DAP, com estabilização após esta data de avaliação. Os sintomas, de modo geral, foram semelhantes aos de outras espécies, porém o comportamento da planta em resposta a ausência de nutrientes foi diferenciada, em especial para omissão de N e Ca.

Palavras-Chave: Crescimento; diagnose visual e nutrição mineral.

Introdução

Com a iniciativa do Programa Brasileiro de Biodiesel, o pinhão manso foi incluído como uma alternativa de matéria-prima para a produção de biodiesel; esta inclusão baseou-se na expectativa de alta produtividade de óleo, baixo custo de produção, ciclo longo e resistência a estresse hídrico desta cultura. Porém, por ser tratar de um cultivo recente, o

cultivo do pinhão manso voltado para a produção de energia renovável está em fase inicial no Brasil [1].

Pesquisas científicas devem ser realizadas no sentido de gerar novas tecnologias e conhecimento sobre os mais adequados sistemas de produção dessa cultura, como fatores relacionados ao aumento da produtividade, a elucidação e o estabelecimento de parâmetros relacionados à demanda nutricional, assim como, a geração de protocolos relacionados à extração de óleos a partir do pinhão manso. O objetivo deste trabalho foi avaliar respostas quanto ao crescimento do pinhão manso em relação à omissão de macronutrientes.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, localizado no município de Seropédica, RJ. As mudas utilizadas foram propagadas via sementes, provenientes de plantas cultivadas no município de Petrolina – PE, EMBRAPA Semi-árido. As sementes foram embebidas em água a temperatura ambiente por 24 horas e postas para germinar em bandejas preenchidas com areia lavada onde foram mantidas por 30 dias. Após a emergência, as mudas foram transferidas para vasos, contendo a solução nutritiva de Hoagland [2], procedendo à omissão de N, P, K, Ca e Mg (tratamentos), além da condução de plantas em solução completa (testemunha). As soluções foram constantemente aeradas por meio do sistema de aeradores e trocadas com um intervalo de sete dias, havendo um controle de pH em torno de $5,5 \pm 0,5$. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e, doze repetições para solução completa e seis repetições para as soluções com omissão de macronutrientes, que seguem: omissão

⁽¹⁾ Aluna de Graduação em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rodovia BR 465, km 07, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: deborahpitta@hotmail.com

⁽²⁾ Aluna de Graduação em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rodovia BR 465, km 07, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: kalinmoura@ig.com.br. Bolsista de Iniciação Científica pela FAPERJ.

⁽³⁾ Pesquisador A da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ. CEP 22460-000. E-mail: donagemma@cnps.embrapa.br, balieiro@cnps.embrapa.br

⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rodovia BR 465, km 07, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: ezonta@ufrj.br

⁽⁵⁾ Professor do Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rodovia BR 465, km 07, Seropédica, RJ. CEP 23890-000. E-mail: glaucio@ufrj.br

⁽⁶⁾ Aluna de Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rodovia BR 465, km 07, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: fogacac@yahoo.com.br

Apoio financeiro: FAPERJ

de N (-N), omissão de P (-P), omissão de K (-K), omissão de Ca (-Ca) e omissão de Mg (-Mg). Foram avaliadas as variáveis altura e diâmetro do caule em três épocas distintas: 30, 60 e 90 DAP. Foi realizada a diagnose visual para se determinar sintomas de deficiência nas plantas conduzidas em solução com omissão de macronutrientes [3]. O monitoramento de sintomas de deficiência foi semanal e, ao ser constatado a deficiência, foram obtidas fotografias digitais para a geração de um banco de dados (Figura 3). Aos 90 DAP, as plantas foram colhidas e separadas em raiz, caule, e folhas (limbo e pecíolo) para posterior análise da matéria seca (em andamento). Foi realizada a análise de altura e de diâmetro de caule para cada tratamento, e os valores médios foram comparados pelo teste de Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

Foram observadas maiores alturas nas plantas conduzidas na solução com omissão de P e Mg, os valores observados foram próximos a 12 cm de altura para as plantas conduzidas nestes tratamentos. Por outro lado, menores alturas foram observadas nas plantas conduzidas em solução de Hoagland com omissão de Ca e Mg (Figura 1). [4] Este autor ao estudar o efeito de diferentes doses de macronutrientes na altura do pinhão manso na fase inicial de seu ciclo, encontrou valores próximos as plantas conduzidas tanto no tratamento com solução completa, como nas soluções -N, -P e -Mg. Este resultado sugere que esta planta é capaz de manter o crescimento utilizando reservas desses nutrientes.

Por outro lado, para Ca e K, observou-se redução drástica de crescimento (Figura 1). Este resultado, para o primeiro, está relacionado à participação deste na parede celular e no tecido vegetal, desta forma afetando diretamente o seu crescimento. E para o último, o resultado se justifica pelo fato deste nutriente estar envolvido no crescimento meristemático [5].

No tratamento -N, o comportamento da planta se diferencia das demais espécies, por não apresentar redução drástica no seu desenvolvimento inicial, mesmo com folhas cloróticas, aos 90 DAP.

Pode-se constatar que o diâmetro médio das plantas em todos os tratamentos aumentou aos 60 DAP, e foi estável até a coleta realizada aos 90 DAP. Quanto aos sintomas de deficiência nutricional observados neste trabalho, pode-se inferir que os mesmos estão de acordo com os descritos por [6;7].

Conclusões

A omissão de Ca e K favoreceu ao menor crescimento do pinhão manso.

Maiores diâmetros de caule foram observados aos 60 DAP, com estabilização após esta data de avaliação.

Os sintomas, de modo geral, foram semelhantes aos de outras espécies, porém o comportamento da planta

em resposta a ausência de nutrientes foi diferenciada, em especial para omissão de N e Ca.

Agradecimentos

A EMBRAPA - Solos, ao Departamento de Solos e a FAPERJ pelo financiamento do projeto.

Referências

- [1] GUIMARÃES, A. S. Crescimento inicial de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função das doses de fertilizantes. 92f. Dissertação (Mestrado). CCA-Universidade Federal da Paraíba, 2008.
- [2] HOAGLAND, D. R.; ARNON, D.I. 1950. The water culture method of growing plants without soil. Berkeley: University of California, 32p.
- [3] MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; DE OLIVEIRA, S. Avaliação do estado nutricional das Plantas: Princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- [4] SATUNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P.. Cultura do pinhão manso. Informe Agropecuário, v.26, n.229, 2005, p.44-78.
- [5] MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- [6] EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta, 2006. 402p.
- [7] JUNIOR, J. L.; BOARETTO, R.M.; SILVA, M. L. S.; CORREIA, D.; CABRAL, C. P.; & MALAVOLTA, E. 2005 [Online]. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Iris. Homepage: www.scielo.br/pdf/pab/v40n2/23821.pdf

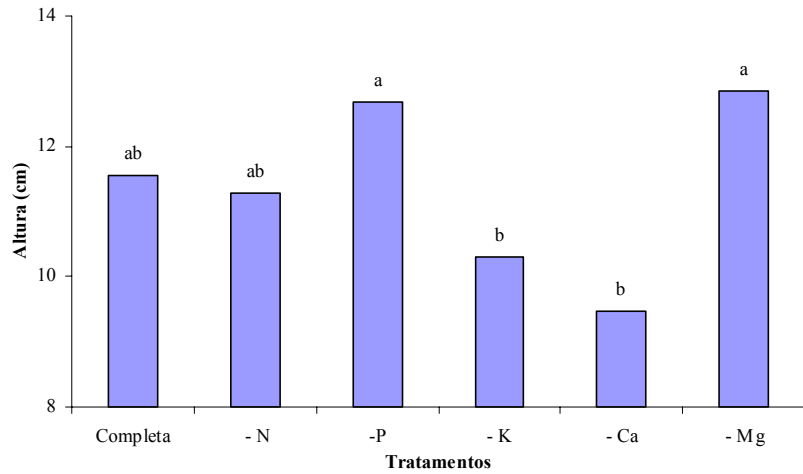


FIGURA 1 – Médias das alturas em diferentes tipos de tratamentos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

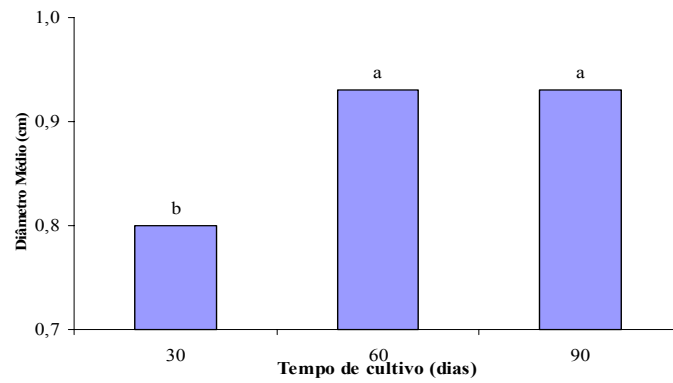


FIGURA 2 – Diâmetros médios aos 30, 60, 90 DAP em plantas de pinhão manso conduzidas em solução de Hoagland completa.

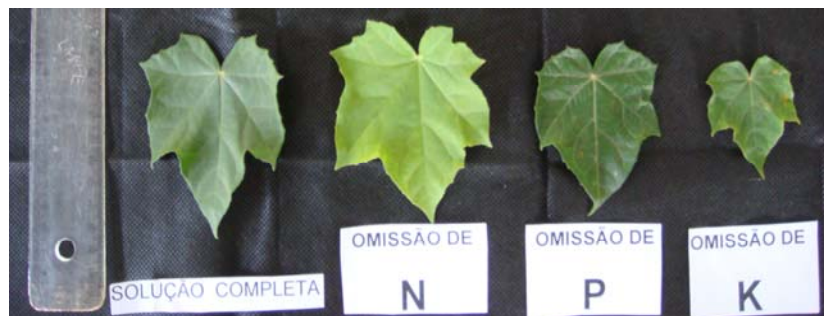


FIGURA 3 – Sintomas de deficiência em folhas de pinhão manso aos 90 dias.



FIGURA 3 – Sintomas de deficiência em folhas de pinhão manso aos 90 dias.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Software DRIS para cupuaçueiros¹

CLEIGIANE DE OLIVEIRA LEMOS⁽²⁾, JAIRO RAFAEL MACHADO DIAS⁽³⁾, DANIEL VIDAL PEREZ⁴ & PAULO GUILHERME SALVADOR WADT⁽⁴⁾

RESUMO - A domesticação de espécies nativas exige um rápido acúmulo de conhecimento sobre o estado nutricional das plantas em fase de domesticação, de modo que métodos convencionais nem sempre são os mais adequados. Com este intuito desenvolveu-se um software para o monitoramento nutricional do cupuaçueiro, que permita ao mesmo tempo proporcionar uma ferramenta para a compreensão das exigências nutricionais desta espécie e a recomendação de adubação, como se faz no diagnóstico de pomares comerciais visando a otimização da adubação. O software desenvolvido permite o cálculo dos índices do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) por cinco diferentes fórmulas de cálculo de relações bivariadas e também com uso de relações multivariadas, além de possibilitar a seleção das razões dos nutrientes a serem avaliados e a escolha do método de interpretação dos índices DRIS.

Palavras-Chave: (DRIS; Cupuaçu; *Theobroma grandiflorum*; Amazônia; Análise Foliar)

Introdução

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é uma espécie nativa da Amazônia e ainda está em processo de domesticação, motivo pelo qual seu cultivo ainda é restrito aos estados da região norte do Brasil e alguns países presentes na Amazônia. Pode ser encontrado em estado silvestre, no interior das florestas, em pomares caseiros e em plantios comerciais. Desenvolve-se bem em solos pobres, podendo ser cultivado em plantios homogêneos ou em consórcio com outras espécies, em sistemas agroflorestais (SAF's).

Apesar disto, mesmo considerando os SAF's como sistemas estáveis, há a exportação de nutrientes pela colheita e a falta de reposição destes elementos pode contribuir para a perda da produtividade do sistema. Com base em análises da fertilidade do solo de rotina, detectaram-se que o P e K são os principais nutrientes limitantes na produção em plantios agroflorestais comerciais de cupuaçueiro na Amazônia sul-ocidental.. Esta constatação levou à recomendação da adição ao solo de matéria orgânica rica em K, como a casca do fruto de cupuaçu, ou rica em N e P, como a folha da pupunha. Contudo, estes estudos não são suficientes para produzir um diagnóstico preciso do estado nutricional do cupuaçu nestes SAF's, havendo necessidade de um sistema de diagnose do estado

nutricional e de recomendação de nutrientes que possa ser aplicado nestas situações.

A adoção do método denominado "Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação de Adubação", adaptando-o para a cultura do cupuaçu, apresenta o potencial de a partir do próprio monitoramento nutricional dos pomares, produzir padrões nutricionais de referência (normas DRIS) que possam ser utilizados na avaliação do estado nutricional do cupuaçueiro, permitindo assim uma melhor avaliação da necessidade de adubação de pomares comerciais, sejam aqueles em fase de produção ou não, como aqueles em sistemas de policultivos ou de monocultivos.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo desenvolver a partir do DRIS para a avaliação do estado nutricional do cupuaçueiro, um software que possa processar dados do monitoramento nutricional e realizar diagnósticos baseados em diferentes variações metodológicas do sistema DRIS.

Material e Métodos

No processo de planejamento do sistema informatizado foram tomadas diretrizes relacionadas ao acesso as informações, forma de compartilhamento e quanto ao desenho da interface.

A diretriz mestra definida foi quanto ao acesso as informações e forma de compartilhamento. Decidiu-se por um sistema de banco de dados que desse suporte ao desenvolvimento de uma interface web e que atendesse ainda ao requisito de ser "open source". O usuário do sistema (gerente da conta) foi identificado como sendo da área de formação de ciências agrárias. Cada usuário deverá ter acesso a uma área restrita, onde as informações armazenadas não serão acessadas pelos demais usuários, podendo ter acesso as suas informações a partir de qualquer computador interligado à rede mundial (internet), com estabilidade, utilizando os navegadores mais comuns (Mozilla Firefox e Internet Explorer).

No tocante ao desenho da interface, optou-se por um sistema hierárquico para a gestão das informações, onde no primeiro nível devem existir os controles necessários para a gestão dos dados cadastrais dos estabelecimentos rurais, de seus proprietários e das respectivas glebas.

No segundo nível hierárquico são requeridas as informações relativas a safra agrícola e ao monitoramento do estado nutricional de pomares de cupuaçueiros. Estas informações devem ser armazenadas em glebas

¹ Pesquisa financiada com recursos do CNPq (Edital Universal).

² Sistemas de informação. Bolsista SET-8A / CNPq. E-mail: cleigiane@cpafac.embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre. E-mail: jairorafaelmdias@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, D.Sci. Pesquisadores, Embrapa Solos e Embrapa Acre. E-mail: daniel@cnpas.embrapa.br e paulo@cpafac.embrapa.br

previamente cadastradas e vinculadas à um dado estabelecimento rural.

No terceiro nível hierárquico, o usuário poderá gerar as normas DRIS e estabelecer a configuração do sistema para a definição dos métodos DRIS que serão utilizados na fase de processamento dos dados e geração dos índices DRIS.

No quarto nível hierárquico, é possível realizar o diagnóstico nutricional de cada pomar, individualmente, ou em lote.

As informações do primeiro e do segundo nível hierárquico podem ser compartilhadas com outros módulos do software DRIS, para outras culturas. Já as informações do terceiro e quarto nível hierárquico são específicas para a cultura.

Estas informações precisam ser armazenadas e, para isso, foi criado uma estrutura, em banco de dados MySQL. Ficando este hospedado em um servidor de banco de dados externo. Estas características permitem que seja acessado a partir de qualquer computador conectado à internet.

A interface web do sistema foi desenvolvida com base na linguagem PHP e JavaScript, utilizando a ferramenta RAD Delphi for PHP 2.0. Sendo hospedado em um servidor web externo.

Resultados e discussão

O software DRIS para cupuaçueiro possibilita a avaliação do estado nutricional dos pomares por cinco diferentes métodos de cálculo baseados em funções DRIS bivariadas. Em cada um destes métodos as relações podem ser log-transformadas [1] ou não transformadas.

As fórmulas de cálculo para as funções DRIS bivariadas são (Figura 1):

Fórmula de Beaufils [2]: fórmula original proposta para o sistema DRIS, na qual para todos os nutrientes em situação de deficiência há a superestimação do desequilíbrio [3]. Embora seja uma das fórmulas mais largamente utilizadas, é mais adequada para a avaliação de poucos nutrientes, dos quais as culturas são normalmente mais responsivas.

Fórmula de Jones [4]: fórmula em que o equilíbrio nutricional é determinado com base exclusivamente na medida padronizada do desvio de uma relação bivariada em função do valor ótimo. Consiste em uma da fórmula bastante utilizadas na literatura e é adequada para o diagnóstico nutricional em situações em que serão aplicados teste de estatística multivariada, por ser o único método em que o valor do índice DRIS é exatamente o valor médio padronizado de todas as relações bivariadas computadas. Pode mascarar a deficiência de alguns nutrientes que sejam responsivos.

Fórmula de Elwali & Gascho [5]: fórmula em que os desequilíbrios nutricionais medidos por cada relação bivariada somente são computados quando o desvio absoluto em relação ao valor ótimo for maior que o desvio padrão amostral. É uma fórmula pouco utilizada, indicada apenas para situações onde está havendo excessivo número de diagnósticos falso

negativo ou falso positivo (indicação de deficiência nutricional quando a planta não responde à aplicação do nutriente que estiver com a suposta deficiência). Na interpretação dos valores dos índices DRIS por esta fórmula, valores negativos ou positivos devem ser interpretados como provável desequilíbrio nutricional, não se recomendando o uso dos métodos de interpretação dos índices DRIS.

Ratfton & Burger [6]: fórmula semelhante a de Elwali & Gascho para macronutrientes; para micronutrientes, o desvio de uma relação somente é computado quando seu valor ultrapassar os valores máximos e mínimos da respectiva relação na população de referência. Sua tendência é eliminar diagnósticos falso positivo e falso negativo principalmente para micronutrientes; por outro lado, tem o inconveniente de gerar diagnósticos falsos para equilíbrio nutricional.

Wadt e outros [7]: fórmula de cálculo proposta originalmente por Maia (1999) [5], e depois modelada em função da responsividade da planta para os nutrientes (considerando tanto deficiência como toxicidade). É uma fórmula pouco utilizada por necessitar de ajustes nos coeficientes de cada nutriente, permitindo porém otimizar para uma dada população o diagnóstico que resulte no maior número de acertos, minimizando ainda os diagnósticos falso negativo, falso positivo e falso equilibrado.

Ainda há a possibilidade de se realizar o diagnóstico a partir do uso de relação multivariada, pelo método CND [8] (Figura 1). Por este processo, todas as relações são log-transformadas.

Por ser o cupuaçueiro ainda uma planta em fase de domesticação, esta variabilidade de opções de métodos para a avaliação do estado nutricional permitirá rapidamente testar diversos procedimentos de cálculo dos índices DRIS, de forma que possa ser obtido de forma mais rápida diagnósticos nutricionais que reflitam de forma adequada a demanda da cultura para determinados nutrientes.

Além da escolha da fórmula de cálculo dos índices DRIS, podem ser utilizados critérios diferentes para a seleção das relações bivariadas que entrarão no cálculo de cada índice DRIS. Pode-se optar pela inclusão de todas as relações (inversas ou diretas), das relações principais (aquela de maior valor para o teste F de variância, para a relação na população de baixa produtividade em relação aquela adotada como referência), ou apenas das relações que tenham apresentado significância para o teste F ao nível de probabilidade de varia de 0,5 a 20% (Figura 1).

O software ainda permite incluir ou excluir do cálculo determinado nutriente. Apenas para as relações multivariadas (CND) o número de nutrientes analisados é fixo e exige que sejam informados os valores para N, P, K, Ca e Mg (Figura 1).

O sistema permite, ainda, que sejam utilizados dois critérios distintos para a interpretação dos índices DRIS: o critério do Potencial de Resposta a Adubação [9] e o Critério do Índice DRIS de matéria seca [10] (Figura 1).

Os dados do monitoramento nutricional de cada pomar são arquivados em banco de dados on line, e estas informações armazenadas podem ser processadas, em lote,

ou para cada propriedade ou gleba, permitindo-se a obtenção de normas DRIS segundo qualquer um dos critérios citados anteriormente. Para cada processamento, o sistema armazena os dados, tornando-os disponíveis para consultas futuras.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro e o fornecimento de bolsas setoriais, de iniciação científica e DTI, por meio dos editais Universal e CT-Agro, fundamental para a realização deste projeto.

Referências

- [1] BEVERLY, R.B.; HALLMARK, W.B. Prescient diagnostic analysis: A proposed new approach to evaluating plant nutrient diagnostic methods. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 23(17-20), 2633-2640, 1992.
- [2] BEAUFILS, E.R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme of experimentation based on principles developed from research in plant nutrition. *Soil Science Bulletin*, 1, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa. 1973. 132p.
- [3] MAIA, C. Análise crítica da fórmula original de Beaufils no cálculo dos índices DRIS: a constante de sensibilidade. In: WADT, P.G.S.; MALAVOLTA, E. (Org.). Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas. Piracicaba: Potafos, 1999. 1 CD-ROM.
- [4] JONES, C.A. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. *Commun. Soil Sci. Pl. Anal.*, v.12, p.785-794, 1981.
- [5] ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J.. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as a guide for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, v. 76, p.466-70, 1984.
- [6] RATHFON, R.A., BURGER, J.A. Diagnosis and Recommendation Integrated System Modifications for Fraser Fir Christmas Trees. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v.55, p.1026-1031, 1991.
- [7] WADT, P. G. S. ; SILVA, D. J. ; MAIA, C. E. ; TOMÉ JÚNIOR, J. B. ; PINTO, P. A. da C. ; MACHADO, P. L. O. de A. . Modelagem de funções no cálculo dos índices DRIS. *Pesquisa Agropecuária Brasileira (Online)*, v. 42, p. 57-64, 2007.
- [8] PARENT, L.E., DAFIR, M. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, v.117, p.239-242, 1992.
- [9] WADT, P.G.S. Os métodos da Chance Matemática e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 99p. (Tese de doutorado).
- [10] HALLMARK, W.B., WALWORTH, J.L., SUMNER, M.E. et al. Separating limiting from non-limiting nutrients. *J. Plant Nutr.*, v.10, p.1381-1390, 1987.

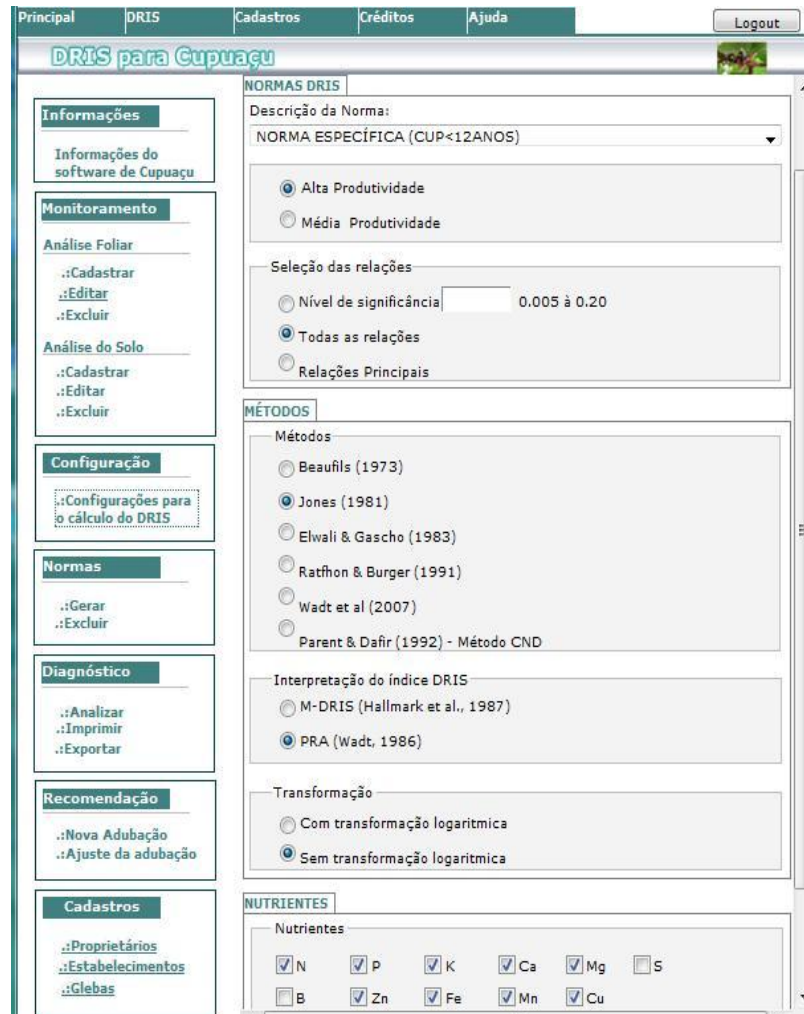


Figura 1. Opção de configuração do método de cálculo dos índices DRIS, o qual permite a escolha de diferentes critérios de cálculo das fórmulas, de seleção das relações (para métodos baseados em relações bivariadas) e de interpretação do próprio índice DRIS.

Principal DRIS Cadastros Créditos Ajuda Logout

DRIS para Cupuaçu

Informações
Informações do software de Cupuaçu

Monitoramento
Análise Foliar
.:Cadastrar
.:Editar
.:Excluir
Análise do Solo
.:Cadastrar
.:Editar
.:Excluir

Configuração
.:Configurações para o cálculo do DRIS

Normas
.:Gerar
.:Excluir

Diagnóstico
.:Analisar
.:Imprimir
.:Exportar

Recomendação
.:Nova Adubação
.:Ajuste da adubação

Cadastros
.:Proprietários
.:Estabelecimentos
.:Glebas

SELEÇÃO DAS ANÁLISES PARA CÁLCULO DO DRIS
 Todas as amostras Uma ou Grupo de amostras

Filtrar por: Estabelecimento Gleba
Selecione um estabelecimento:
SITIO ALFREDO BERKEMBLOK
Selecione uma gleba (deve ser selecionado um estabelecimento antes):
ISAES CAFE PUPUNHA 10 ANOS
Marque as amostras que deseja incluir na geração do DRIS
15310 [Incluir/](#)
[Excluir](#)

Figura 2. Opções disponíveis no momento da realização dos cálculos dos índices DRIS, as quais permitem a seleção dos estabelecimentos rurais e das glebas nas quais serão realizadas os cálculos.

Solos da microbacia Nossa Senhora das Graças, município de Itaperuna, região noroeste do estado do Rio de Janeiro

SEBASTIÃO BARREIROS CALDERANO⁽¹⁾, JOSÉ FRANCISCO LUMBRERAS⁽¹⁾, UEBI JORGE NAIME⁽¹⁾, PAULO EMÍLIO FERREIRA DA MOTTA⁽¹⁾, ALFREDO MELHEM BARUQUI⁽²⁾, AMAURY DE CARVALHO FILHO⁽¹⁾, FRANCESCO PALMIERI⁽²⁾, AROALDO LOPES LEMOS⁽²⁾

RESUMO – Pela sua representatividade em termos de solos em sua ambiência, a microbacia Nossa Senhora das Graças foi uma das três selecionadas para implantação de pólos irradiadores de tecnologias sustentáveis, para recuperação de áreas degradadas sob pastagens, no âmbito do Projeto Radema PRODETAB 106-02/99, desenvolvido pela Embrapa Solos, na região noroeste do estado do Rio de Janeiro. Procedeu-se à identificação, caracterização e cartografia dos solos, relacionando-os aos aspectos da paisagem, segundo metodologia da Embrapa, compreendendo um levantamento semidetalhado de solos na escala 1:10.000. Nas terras baixas, abrangendo cerca de 30% da área, foram identificados Gleissolos Háplicos, ocupando as várzeas, e Planossolos Háplicos em posição relativa mais elevada. Associados aos primeiros e em menor proporção, ocorrem também Neossolos Flúvicos. Nas terras altas, constituídas de colinas margeadas por morros e montanhas alinhadas, predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos, Vermelhos e Amarelos, que gradativamente dão lugar a Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos à medida que a vertente fica mais íngreme e ravinada.

Palavras-Chave: levantamento de solos, relações solo-paisagem, planejamento ambiental.

Introdução

A degradação ambiental, atualmente, vem aumentando devido a utilização de áreas impróprias, para a atividade agrícola, e manejo de pastagens inadequado, associadas à utilização de práticas impróprias de manejo e conservação de solo e água [1]

Com o intuito de subsidiar o planejamento integrado e aspectos relacionados ao manejo sustentável e recuperação da capacidade produtiva, procedeu-se à seleção de áreas-piloto destinadas implementação de unidades de pesquisas demonstrativas, para geração de tecnologias de manejo, capazes de reverter um processo de uso intensivo, que vem culminando com degradação dos solos região noroeste.

A caracterização ambiental bem como os estudo e distribuição dos solos da microbacia de Nossa Senhora das Graças constitui no escopo deste trabalho.

Material e Métodos

A área de estudo foi selecionada por ser representativa do macropedoambiente Itaperuna [2], que abrange cerca de 60% da região noroeste. Situa-se

no município de Itaperuna, delimitada pelas coordenadas UTM 7.659.700 e 7.662.300m N e 199.000 e 201.600m E. É drenada pelo alto curso do riacho do Facão, afluente da margem esquerda do rio Carangola, ocupando cerca de 518 ha.

A área da bacia se encontra em terrenos pré-cambrianos, constituídos por rochas gnáissicas de origem orto e paraderivadas, de alto grau metamórfico, incluídos na Faixa Ribeira. Ocorrem na região gnaisses migmatíticos da Unidade Santo Eduardo e granulitos da Unidade Itaperuna [3, 4]. Nas baixadas, ocupando cerca de 30% da microbacia, ocorrem sedimentos aluvionares e colúvio-aluvionares Quaternários.

As baixadas situam-se em altitudes de cerca de 130m, e são margeadas por colinas e morros, que se apresentam mais ravinados e mais acidentados na parte norte, atingindo 550m de altitude. O uso predominante é com pastagens de capim braquiária, ocorrendo remanescentes da Mata Atlântica nas posições mais dissecadas da paisagem. O tipo climático predominante é o Aw, tropical seco, de Köppen.

O material cartográfico básico constou de aerofotos 1:20.000 (vôo da FAB, 1976) e cartas planialtimétricas 1:10.000 adquiridas da empresa Ampla. O estudo de solos foi efetuado segundo metodologia da Embrapa, compreendendo um levantamento semidetalhado de solos, na escala 1:10.000. Com base na fotointerpretação e trabalho de campo, os solos foram agrupados em unidades de mapeamento constituídas por associações de solos geograficamente afins.

Resultados e discussão

Os solos da região são descritos a seguir. Na Tabela 1 são apresentadas as características físicas, químicas e a cor úmida dos horizontes das principais classes.

Argissolos - Solos minerais, bem drenados, que apresentam um significativo gradiente textural ao longo do perfil, sendo comum o horizonte A ser de textura média, enquanto o horizonte B de textura argilosa ou muito argilosa, com argila de baixa atividade. São predominantemente caulíníticos, bem drenados, em geral profundos, com espessura do *solum* superior a 100cm, assente sobre um saprolito friável e, eventualmente, pouco profundos nos locais de relevo mais dissecado, com vertentes ravinadas. Verifica-se a presença dos subgrupos abrupticos, cambissólicos, latossólicos e típicos. Ocorrem em colinas, morros e montanhas, em áreas de relevo suave ondulado a

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ, CEP 22.460-000. E-mail do primeiro autor: sebastcalder@gmail.com

⁽²⁾ Ex pesquisador da Embrapa Solos. *In memoriam*

Apoio financeiro: Projeto Radema PRODETAB 106-02/99

montanhoso. Destacam-se como os solos de maior ocorrência nas terras altas. Predominam os *Argissolos Vermelho-Amarelos* distribuídos por toda a área, em geral eutróficos, seguidos pelos *Argissolos Vermelhos*, situados nas posições mais dissecadas da paisagem, em geral nas faces de maior exposição solar e, em geral, se apresentam mais erodidos, presumivelmente pelo uso mais intensivo devido à sua maior fertilidade. Em menor proporção ocorrem os *Argissolos Amarelos*, de saturação por bases variada, em geral situados nas posições de topo de colinas e nas faces de menor exposição solar das encostas.

Cambissolos Háplicos - Solos minerais pouco desenvolvidos, que apresentam na sua massa vestígios do material de origem. De ocorrência restrita, situam-se nas cotas mais altas da área, nos extremos nordeste e norte da microbacia, de relevo acidentado e com elevada densidade de ravinamento, em geral recobertos por remanescentes florestais.

Gleissolos Háplicos - Solos mal drenados, de baixa permeabilidade, com lençol freático elevado por longos períodos durante o ano, apresentando horizonte glei subjacente ao horizonte A. São eutróficos e, em geral, solódicos e vérticos em subsuperfície. Apresentam textura argilosa e média, em camadas estratificadas ao longo do perfil. Ocorrem em áreas de várzeas aluvionares, de relevo plano, apresentando grande variabilidade espacial. Constituem cerca de 20% da área da bacia hidrográfica, sendo a classe de solo mais freqüente nas baixadas.

Neossolos - Compreende solos pouco evoluídos e sem horizonte B diagnóstico, com reduzido desenvolvimento pedogenético, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas no material originário. Os *Neossolos Litólicos*, pouco freqüentes na microbacia, são rasos ou muito rasos, que apresentam horizonte A moderado assente diretamente sobre a rocha, em geral constituída por granulitos ou gnaisses. É habitual a ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha na massa do solo, assim como a presença de matacões e afloramentos de rocha na superfície. Situam-se em posições fisiográficas íngremes e ravinadas. Os *Neossolos Flúvicos* são derivados de sedimentos aluviais, com o horizonte A assente sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si. Possuem seqüência de horizontes do tipo A-C, são moderada e imperfeitamente drenados, com evidências de gleização em subsuperfície. São eutróficos, em geral de textura variada. Apresentam grande variabilidade espacial e ocorrem em pequenos diques marginais sob relevo plano com declives de 1 a 2%, por vezes com microrrelevo. Ocorrem associados aos *Gleissolos*, em um percentual em torno de 6% da área.

Planossolos Háplicos - Solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com o horizonte superficial de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B plânico subjacente, situado entre 30 e 60cm da superfície, adensado, com acentuada concentração de argila e permeabilidade muito baixa, responsável pela formação ocasional de

lençol d'água suspenso. Do ponto de vista químico, são eutróficos e apresentam comumente caráter solódico próximo à superfície do solo. Situam-se em posições ligeiramente mais elevadas nas várzeas, sob condição de relevo plano eventualmente com microrrelevo. Ocorrem na região centro-oeste da bacia, a norte da localidade de S. José do Avaí. São, entretanto, pouco freqüentes na bacia, abrangendo menos de 2,0% da superfície total.

Conclusões

O estudo mostrou a ocorrência de dois domínios pedológicos bastante distintos e intimamente relacionados às duas feições geomorfológicas regionais, as terras baixas e as terras altas, estas perfazendo um total em torno de 70% da área da microbacia. Foram identificados *Gleissolos Háplicos* nas várzeas e *Planossolos Háplicos* nas posições ligeiramente mais elevadas. Ocorrem também *Neossolos Flúvicos*, encontrados em pequenos diques marginais e terraços aluvionares. Nas terras altas predominam *Argissolos Vermelho-Amarelos*, *Vermelhos* e, em menor proporção, *Amarelos*, que gradativamente dão lugar a *Cambissolos Háplicos* e *Neossolos Litólicos* à medida que a vertente fica mais íngreme e ravinada. Neste sentido a espessura do *solum* torna-se mais exígua e aumenta a ocorrência de pedregosidade e rochiosidade.

Referências

- [1] CARVALHO, S.R. de; CAMARGO FILHO, S.T.; ARNOVICH, S.; PALMIERI, F.; BLANCANEUX, P.; DIAS, P. F. ; SILVA, J. N. **Recuperação de áreas degradadas através da introdução de gramíneas forrageiras e de leguminosas arbóreas no estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 42p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 18).
- [2] LUMBRERAS, J. F. **Relações solo-paisagem no noroeste do estado do Rio de Janeiro**: subsídios ao planejamento de uso sustentável em áreas de relevo acidentado do bioma Mata Atlântica. 2008. 305 f. il. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- [3] RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo. Departamento de Recursos Minerais. Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro. **Mapa geológico da folha Itaperuna**. Niterói: Departamento de Recursos Minerais, 1981. 1 mapa 75 x 75 cm. Escala: 1:50.000. Não publicado. .
- [4] SILVA, L. C. da; CUNHA, H. C. da S. (Orgs.). Geologia do estado do Rio de Janeiro. In: CPRM. **Rio de Janeiro**: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2001. 1 CD-ROM. Contém texto e mapa color., escala 1:500.000.

Tabela 1. Características físicas, químicas e cor úmida de horizontes selecionados de solos da microbacia Nossa Senhora das Graças, município de Itaperuna, região noroeste do Estado do Rio de Janeiro ⁽¹⁾.

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor (úmida)	s	r	C org.	pH		S	T	V	m	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ki	Kr
						H ₂ O	KCl								
----- (g.kg ⁻¹) -----															
----- (cmol _c .kg ⁻¹) -----															
-- (g.kg ⁻¹) --															
Argissolo Vermelho Eutrófico típico															
Perfil NS2 ⁽²⁾															
Ap	0 - 17	7,5YR 4/2	196	284	12,7	5,8	4,8	3,6	6,6	55	0	61	12,1	1,81	1,27
BA	17 - 44	3YR 4/4	183	365	5,5	5,9	5,1	2,5	4,5	56	0	64	12,5	1,67	1,23
Bt1	44 - 87	2,5YR 4/6	109	571	4,5	6,4	5,7	2,5	4,0	62	0	88	11,9	1,70	1,31
Bt2	87 - 140	2,5YR 4/8	96	634	3,7	6,6	6,0	3,1	4,4	67	0	89	11,9	1,78	1,38
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto															
Perfil U3P1 ⁽²⁾															
Ap	0 - 8	7,5YR 3/3	116	242	8,6	5,8	5,1	2,3	4,1	56	0	61	17,9	1,91	1,20
BA	8 - 32	2,5YR 4/6	118	487	5,9	6,0	5,3	2,6	4,4	59	0	80	15,1	1,67	1,29
Bt1	32 - 80	5YR 4/6	113	610	4,1	6,2	5,7	2,5	3,5	71	0	92	12,3	1,73	1,36
Bt2	80 - 150	7,5YR 5/6	91	610	2,9	5,6	5,4	1,9	3,5	54	0	94	12,4	1,69	1,32
Cambissolo Háplico Tb Eutrófico argissólico															
Perfil (NS5 ⁽²⁾)															
A	0 - 13	5YR 3/1	241	224	20,8	7,0	6,4	10,6	12,1	88	0	55	12,5	2,10	1,32
Bi1	13 - 53	10R 3/6	230	326	5,8	6,9	5,7	5,5	7,0	79	0	68	13,4	1,82	1,27
Bi2	53 - 93	10R 3/6	185	430	3,9	7,1	5,8	5,9	7,4	80	0	77	11,2	1,75	1,31
BC	93 - 138	4YR 4/6	223	368	2,8	7,0	5,9	5,9	7,2	82	0	68	7,3	1,80	1,41
CR1	138 - 180 ⁺	5YR 5/6	246	245	1,4	5,8	4,8	4,9	6,9	71	0	65	5,5	1,84	1,45
Gleissolo Háplico Ta Eutrófico solódico vértissólico															
Perfil NS4 ⁽²⁾															
Ap	0 - 4	10YR 3/1	410	352	49,5	5,4	4,5	13,2	22,7	58	1	-	-	-	-
Cg	4 - 22	N 5/	292	245	6,5	6,0	4,6	8,2	10,8	76	1	-	-	-	-
Cgn1	22 - 50	5B 6/1	108	499	2,2	8,0	6,6	20,8	21,0	99	0	-	-	-	-
Cgn2	50 - 82	5B 6/1	170	416	1,8	8,0	6,6	21,9	22,1	99	0	-	-	-	-
Cg1	82 - 120	5GY 6/1	159	372	1,0	7,9	6,5	20,4	20,7	99	0	-	-	-	-
Planossolo Háplico Eutrófico arenico plíntico gleissólico															
Perfil NS9 ⁽²⁾															
Ap1	0 - 20	10YR 3/1	115	40	6,1	5,5	4,4	1,4	3,7	38	7	-	-	-	-
A2	20 - 34	10YR 2/1	106	40	3,8	5,3	4,3	1,2	3,3	36	8	-	-	-	-
E	34 - 58	2,5Y 6/1	93	40	1,0	5,6	4,4	0,6	1,6	37	14	-	-	-	-
2Btg1	58 - 105	10B 5/1	82	409	1,3	4,7	3,7	5,3	9,5	56	21	-	-	-	-
2Btg2	105 - 150	10Y 6/1	105	370	1,1	4,7	3,4	6,7	14,2	47	44	-	-	-	-
Neossolo Flúvico Ta Eutrófico gleissólico															
Perfil NS 1 ⁽²⁾															
Ap	0 - 19	10YR 3/1	226	121	6,9	5,8	4,6	2,8	5,8	48	3	-	-	-	-
AC	19 - 53	10YR 4/3	186	101	2,4	5,7	4,5	1,6	3,4	47	6	-	-	-	-
C	53 - 88	10YR 3/6	78	80	1,3	6,0	4,9	1,4	2,5	56	0	-	-	-	-
2Cg1	88 - 140	5B 5/1	259	466	2,6	5,2	3,4	20,9	31,0	67	22	-	-	-	-

⁽¹⁾ s: silte; r: argila; S: soma de bases; T: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; m: saturação por Al.

⁽²⁾ Corresponde ao número de campo.

Teores totais e disponíveis de elementos de alguns perfis de solo da Província Petrolífera de Urucu, Coari - AM

OMAR CUBAS ENCINAS⁽¹⁾, WENCESLAU GERALDES TEIXEIRA⁽²⁾, GILVAN COIMBRA MARTINS⁽³⁾, RODRIGO SANTANA MACEDO⁽⁴⁾, RODRIGO PEÇANHA DEMONTE FERRAZ⁽⁵⁾, MARIA DO ROSÁRIO LOBATO RODRIGUES⁽⁶⁾, ENIO FRAGA DA SILVA⁽⁷⁾ & ADRIANA COSTA GIL DE SOUZA⁽⁸⁾

RESUMO – Os teores totais, trocáveis e disponíveis de elementos minerais no solo são de suma importância em estudos tanto de contaminação, como de manejo do solo e caracterização pedológica. Sabendo-se que o conhecimento geoquímico dos elementos no ambiente é fundamental para a escolha de práticas de manejo, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento dos teores totais e disponíveis de elementos minerais no solo de dois perfis na Província Petrolífera de Urucu, Coari – AM. Foram amostrados um perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico típico e um Cambissolo Háptico Ta Distrófico. Foram realizadas análises de teores totais de 19 elementos com digestão por água régia e determinação por plasma de acoplamento indutivo (ICP). As análises químicas de Ca, Mg, K, Na e Al trocáveis e P, Fe, Mn, Cu e Zn disponíveis no solo foram realizadas conforme Embrapa (1997). Os baixos teores trocáveis de Ca, Mg, K, Na e P e Mn disponível, bem como, os elevados teores de Al trocável e Fe disponível, estão correlacionados com seus teores totais no solo. O perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo exibe maiores concentrações de todos os elementos, com destaque para Ba, Cr, Pb, V e Zr.

Palavras-Chave: (elementos-traço, Cambissolo Háptico, Argissolo Vermelho-Amarelo, ICP)

Introdução

Os teores totais, trocáveis e disponíveis de elementos minerais no solo são de suma importância em estudos tanto de contaminação, como de manejo do solo e caracterização pedológica.

Estes elementos estão presentes naturalmente *in situ*, mesmo que não haja perturbação antrópica do ambiente, e o aumento em sua concentração pode ocorrer tanto em razão de processos naturais quanto por atividades antrópicas.

Dentre eles, ocorrem os elementos-traço nativos, definidos como metais catiônicos (p.e., Ag⁺, Cu²⁺,

Pb²⁺) e oxiânions (p.e., AsO₃⁻³), presentes em baixas concentrações (usualmente < 1 g dm⁻³) em solos e plantas (Essington [1], 2004), no qual são reflexos dos limites impostos pelo intemperismo, intensidade da lixiviação e pela composição química do material de origem (McBride [2], 1994).

Os estudos desses elementos apresentam certas particularidades, tais como: o interesse agrônomo do cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), molibdênio (Mo), boro (B) e cloro (Cl) por serem micronutrientes de plantas, exigidos em pequenas doses, e o aporte antrópico de cádmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni) e chumbo (Pb), bem como, o estudo integrado de todos, por serem exemplos de elementos que podem apresentar potencial tóxico para as plantas e para o homem.

Sabendo-se que o entendimento geoquímico dos elementos no ambiente é fundamental para a escolha de práticas de manejo que envolva a qualidade do solo, o presente trabalho teve como objetivo quantificar os teores totais, trocáveis e disponíveis de alguns elementos químicos no solo em um perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo e em um perfil de Cambissolo Háptico na Província Petrolífera de Urucu, Coari – AM.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Província Petrolífera de Urucu, situada entre as coordenadas geográficas 4°53'S e 65°11'W, município de Coari – AM.

Foram coletadas amostras deformadas em um Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico típico textura média/argilosa A fraco e em um Cambissolo Háptico Ta Distrófico típico textura siltosa A moderado (Figura 1). As amostras foram coletadas por horizontes pedológicos.

As amostras foram pulverizadas e peneiradas em malha de 0,106 mm. A digestão das amostras foi feita com água régia e os teores totais de Ag, Al, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sn, Sr, V, Zn e Zr determinados por plasma de acoplamento indutivo (ICP) no Geosol Laboratórios em Belo Horizonte

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Mestrando do PPG em Agricultura no Trópico Úmido, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Av. André Araújo, 2936, Aleixo, Manaus, AM, CEP 69060-001 E-mail: o_cubas@hotmail.com.

^{(2), (3), (6)} Segundo, Terceiro e Sexto Autor são Pesquisadores da Embrapa Amazônia Ocidental. Rod AM-010, Km 29 S/N, Manaus, AM, CEP 69010-970.

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Mestre em Agronomia Tropical pela Universidade Federal do Amazonas. Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 300, Bairro Coroado I, Manaus, AM, CEP 69077-000.

^{(5), (7)} Quinto e Sétimo Autor são Pesquisadores da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico 1024, Jd Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000

⁽⁸⁾ Oitavo Autor é Bolsista de Iniciação Científica – Programa PAIC/FAPEAM – pela Embrapa Amazônia Ocidental. Rod AM-010, Km 29 S/N, Manaus, AM, CEP 69010-970.

Apoio financeiro: FINEP (CTPetro – Amazônia) e CNPq.

– MG.

Paralelamente foram realizadas as determinações dos teores trocáveis de Ca, Mg e Al (extrator KCl 1,0 mol L⁻¹), K e Na trocáveis e P disponível (extrator Mehlich 1) e os teores disponíveis de Fe, Mn, Zn, e Cu (extrator Mehlich 1), segundo metodologias descritas em Embrapa [3], (1997). Essas análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo e Planta (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus - AM.

Resultados

Os baixos teores de Ca, Mg, K e Na trocáveis e P disponível nos perfis estão relacionados com seus baixos teores totais (Tabela 1). Da mesma forma, os teores elevados de Al trocável apresentam-se associados com seus elevados teores totais, que alcança maiores valores nos horizontes Bt₁, Bt₂ e Bt₃ do Argissolo Vermelho-Amarelo, com decréscimo gradual a partir do horizonte transicional BC.

Os elevados teores totais de Fe propiciam aumento desse elemento na fase disponível, com valor máximo de 1.383 mg dm⁻³ no horizonte BA do Argissolo Vermelho-Amarelo.

Os elementos Ag, B, Be, Bi, Cd, Co, Mo, Ni e Sn apresentam teores abaixo do limite de detecção e somente o Pb está próximo à média da crosta terrestre (Tabela 2), corroborando com as investigações realizadas por Horbe et al., [4] (2007).

A amplitude dos teores totais de Cu (<1 a 1,9 ppm), Cr (2,1 e 27,5 ppm) e Zn (1,7 e 4,9 ppm) (Tabela 2) foram muito inferiores aos valores considerados tóxicos para as plantas (Cu – 60-125 mg dm⁻³; Cr - 75-100 mg dm⁻³; Zn - 70 mg dm⁻³), conforme Ross, [5] (1994).

O Argissolo Vermelho-Amarelo exhibe maiores concentrações totais de elementos-traço, com destaque para Ba, Cr, Pb, V e Zr (Tabela 2)

Discussão

A baixa concentração de vários elementos considerados essenciais ao crescimento de plantas nos solos estudados é em virtude da baixa concentração no material de origem destes solos e da lixiviação pelo intenso intemperismo.

Os elevados teores totais de Al devem-se ao fato desses solos serem originados da Formação Geológica Solimões, ao qual apresentam teores desse elemento naturalmente altos, conforme estudos detalhados realizados por Marques et al., [6] (2002) e Coelho et al., [7] (2005).

Os perfis estudados apresentam caráter distrófico, caracterizados pelos baixos teores de Ca, K, Mg trocáveis, P disponível e elevados teores de Al. Vale ressaltar, que teores elevados de Al como os encontrados nos solos estudados são demasiadamente

elevados, entretanto como discutido por Marques et al., [6] (2002), provavelmente estas concentrações elevadas de Al não ocorrem em condições naturais, sendo grande parte do Al retirado pelo extrator KCl de alguns minerais com Al nas intercadas, principalmente pirofilita, que ocorre nestes solos.

Os baixos teores totais de Mn contrastam com os encontrados por Lima [8], (2001) estudando solos da Amazônia Ocidental e com os estudos de Irion [9], (1984), ao qual discute que menores concentrações de Mn podem indicar maior intemperismo químico.

Conclusões

Os baixos teores trocáveis (Ca, Mg, K e Na) e disponíveis (P e Mn), bem como, os elevados teores de Al trocável e Fe disponível, estão correlacionados com seus teores totais no solo.

O Argissolo Vermelho-Amarelo exhibe maiores concentrações totais de elementos-traço, com destaque para Ba, Cr, Pb, V e Zr.

Agradecimentos

À Rede CTPetro Amazônia (recursos da FINEP, PETROBRAS e CNPq) (FINEP/Petrobras) - Projeto PI-2 Dinâmica do solo, pelo apoio logístico e suporte financeiro.

Ao CNPq pela concessão da bolsa

A Embrapa Amazônia Ocidental pela infra-estrutura concedida.

Referências

- [1] ESSINGTON, M. E. 2004. *Soil and water chemistry: an integrative approach*. Boca Raton, CRC Press. 534p.
- [2] McBRIDE, M.B. 1994. *Environmental chemistry of soils*. New York, Oxford University Press. 406p.
- [3] EMBRAPA. 1997. *Manual de métodos de análises de solo*. 2n ed. Embrapa – CNPS. 212p.
- [4] HORBE, A.M.C; PAIVA, M.R.P. de; MOTTA, M.B.; HORBE, M.A. 2007. Mineralogia e geoquímica dos perfis sobre os sedimentos neógenos e quaternários da bacia do rio Solimões na região de Coari- AM. *Acta Amazonica*, 37: 81-90
- [5] ROSS, S.M. 1994. *Toxic metals in soil-plant systems*. Chichester: John Wiley & Sons. 469p.
- [6] MARQUES, J.J.; TEIXEIRA, W.G.; SCHULZE, D.G.; CURI, N. 2002. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. *Clay Minerals*, 37, 651.
- [7] COELHO, M. R. 2005. Levantamento pedológico de uma área-piloto relacionada ao projeto Bios Brasil - Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity: Phase I, Município de Benjamim Constant (AM). Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 68.
- [8] LIMA, H.N. *Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental*. 2001. Tese de Doutorado, Curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa – MG.
- [9] IRON, G. 1984. Clay minerals of Amazonian soils. In: SIOLI, H.D. (Ed.). *The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers. p. 537-579.

Tabela 1. Teores totais, trocáveis e disponíveis (mg dm^{-3}) de dois perfis na Província Petrolífera de Urucu, Coari –AM

Hz	Prof	Ca	Mg	Al	Na	K	P	Fe	Mn	Cu	Zn	Ca	Mg	Al	Na	K	P	Fe	Mn	Cu	Zn
----- Teores totais -----											-----Teores trocáveis e disponíveis -----										
P01 Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico típico textura média/argilosa A fraco																					
Ap	0-7	<100	<100	7400	<100	<100	<100	21300	<100	<1	3,2	10	8	413	3	25	0	1058	0,96	0,29	0,27
BA	(30-47)	<100	<100	10400	<100	<100	<100	28400	<100	<1	3,8	6	4	444	3	8	0	1383	0,47	0,24	0,28
Bt1	-52	<100	<100	11500	<100	100	<100	30300	<100	<1	4,1	6	4	527	2	6	0	129	0,20	0,20	0,29
Bt2	-68	<100	100	13400	<100	100	<100	34400	<100	1,3	4,9	6	4	570	2	7	0	43	0,15	0,19	0,30
Bt3	-89	<100	<100	13100	<100	100	<100	38000	<100	1,2	4,4	6	2	591	2	7	0	32	0,06	0,23	0,31
BC	-108	<100	<100	11000	<100	200	<100	33300	<100	1,6	4,4	6	2	688	2	12	0	26	0,03	0,26	0,32
CB	-130	<100	<100	7000	<100	200	<100	17000	<100	1,5	3,1	12	4	650	3	14	0	13	0,02	0,20	0,33
C ₁	-174	<100	<100	6600	<100	200	<100	13000	<100	1,9	3,1	8	2	606	3	16	0	9	0,00	0,22	0,34
C ₂	174+	<100	<100	4700	<100	100	<100	11000	<100	1,5	2,6	8	2	587	2	14	0	6	0,00	0,22	0,35
P02 Cambissolo Háplico Ta Distrófico típico textura siltosa A moderado																					
A	0-8	<100	<100	<100	100	2500	<100	4400	<100	1,4	1,7	14	19	205	5	52	2	256	1,23	0,38	0,36
AB	-22	100	<100	<100	<100	3100	<100	6500	<100	1,4	5,6	14	7	177	3	22	1	794	0,20	0,23	0,37
BA	-44	<100	<100	<100	<100	4200	<100	7500	<100	1,3	2,2	8	5	126	3	14	2	600	0,27	0,27	0,38
Bi	-110	<100	<100	<100	<100	4400	<100	6400	<100	<1	2,4	8	2	112	3	4	1	441	0,11	0,25	0,39
C	-145	<100	<100	<100	200	11400	<100	13800	<100	<1	3,5	8	2	485	2	12	1	15	0,00	0,18	0,40

Tabela 2. Teores totais de elementos-traço (mg dm^{-3}) de dois perfis na Província Petrolífera de Urucu, Coari –AM

Hz	Ba	Cr	Li	Pb	Sr	V	Zr
P01 Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico típico textura média/argilosa A fraco							
Ap	16,7	14,7	< 1	< 3	< 1	43	3,2
BA	18,0	20,7	1,8	4,6	< 1	56	5,5
Bt1	11,0	22,3	2,1	4,8	< 1	60	6,2
Bt2	11,2	26,4	2,8	5,1	1,2	70	6,6
Bt3	9,8	27,5	3,0	6,2	1,2	73	6,5
BC	10,0	26,2	2,2	7,9	1,4	69	5,6
CB	7,2	15	1,1	5,8	< 1	45	4,7
C ₁	7,4	12,4	1,1	5,8	1,2	38	3,6
C ₂	4,7	10	< 1	4,8	< 1	35	3,9
P02 Cambissolo Háplico Ta Distrófico típico textura siltosa A moderado							
A	3,6	2,1	< 1	< 3	< 1	13	< 1
AB	2,1	2,6	< 1	< 3	< 1	19	< 1
BA	2,7	3,7	< 1	< 3	< 1	21	1,3
Bi	3,0	3,7	< 1	< 3	< 1	22	1,8
C	6,3	7,4	< 1	< 3	< 1	65	3,9
Média crustal ¹	580	100	30	10	300	150	150



Figura 1. A) Argissolo Vermelho-Amarelo alumínico típico. B) Cambissolo Háplico Ta Distrófico. Perfis descritos na Província Petrolífera de Urucu, Coari –AM.

Teste do Classificador “Support Vector Machine” (SVM) para a Avaliação da Cobertura das Terras em Imagens Capturadas do Software Google Earth®

EDUARDO DA SILVA⁽¹⁾, LUCIANO ACCIOLY⁽²⁾, ALEX ARAÚJO⁽³⁾, ADEMAR DA SILVA⁽²⁾
RAMON CANTALICE⁽⁴⁾, & JULIANA DA SILVA⁽⁵⁾

RESUMO - O uso e a cobertura do solo respondem pelo impacto das atividades humanas sobre o meio ambiente. Neste estudo, utilizou-se a classificação supervisionada pelos métodos “support vector machine” (SVM) e mínima distância (MD) para gerar mapas da cobertura das terras de uma área (117 ha), da bacia do rio Ipojuca (PE), a partir de imagens de alta resolução capturadas do software Google Earth®. Os índices de acurácia global e kappa foram 73% e 0,63 e 69% e 0,57 para os métodos SVM e MD, respectivamente, indicando uma melhor qualidade do mapa gerado pelo classificador SVM. No entanto, a acurácia por classe variou entre métodos e entre classes dentro de cada método, sendo esta variabilidade atribuída à tendência na amostragem dos dados de referência. As próximas etapas do trabalho envolverão a interpretação visual de toda imagem e checagem de campo mais intensa visando a melhoria dos mapas produzidos por estes classificadores.

Palavras-Chave: (classificação supervisionada; mínima distância; Quickbird)

Introdução

O uso e a cobertura do solo respondem pelo impacto das atividades humanas sobre o meio ambiente, constituindo informação indispensável para o planejamento de atividades relacionadas com o uso dos recursos naturais. Além desse aspecto, sua interpretação serve de base, também, para estudos socioeconômicos, avaliação de desvios entre aptidão das terras e o uso efetivo, avaliação de riscos de erosão, entre outros. Tradicionalmente, os mapas de uso e cobertura são realizados por meio da calibração de curvas espectrais extraídas de imagens de satélite com base em dados de campo. A partir dessa calibração são utilizados algoritmos de classificação através dos quais as imagens são transformadas em mapas onde para cada pixel é assinalada uma classe de uso. Recentemente, o algoritmo não paramétrico de classificação supervisionada conhecido por *Support*

Vector Machine (SVM) foi incorporado a vários softwares para o processamento, principalmente, de imagens complexas e com alto nível de ruído (HSU et al.[1]).

Embora algumas imagens de sensores multiespectrais para o mapeamento em escala regional (1:50.000 ou menor), como as dos sensores a bordo do satélite CBERS, estejam disponíveis de forma gratuita na Internet, as imagens para mapeamento em escalas maiores como as do satélite Quickbird, ainda representam um alto custo para a realização de qualquer projeto. No entanto, imagens de alta resolução podem ser visualizadas e capturadas a partir de softwares de domínio público como, por exemplo, o Google Earth®. Neste trabalho, um segmento de imagem do Quickbird cobrindo uma pequena parte do terço inferior da bacia do Rio Ipojuca (PE) foi capturado e classificado pelo método SVM. Os resultados dessa classificação foram comparados ao método paramétrico de classificação supervisionada da mínima distância (MD). Os resultados aqui apresentados são parciais, pois não envolvem comparação com a aplicação dos classificadores à imagem original.

Material e Métodos

A área de estudo, com 117,4 ha (Figura 1), tem seus limites dados pelas coordenadas 35°1'1,65"W 8°24'2,24"S e 35°0'15,03"W 8°24'29,02"S, localizando-se nas proximidades da foz do Rio Ipojuca. Esta área apresenta alguns dos usos e coberturas representativas da Zona da Mata e do Litoral Pernambucano como a cana-de-açúcar, em diferentes estágios de desenvolvimento, pequenas propriedades com fruteiras, remanescentes de mata Atlântica em diversos estágios sucessionais e manguezais. As atividades agrícolas e a vegetação nativa, desta área, encontram-se sob forte pressão devido aos recentes investimentos para ampliação do parque industrial do porto de Suape.

Neste estudo foram utilizadas imagens do satélite Quick Bird com data de passagem 26 de agosto de 2006, capturadas do software de domínio público Google Earth® em abril de 2009. As imagens foram salvas em três bandas (RGB) no formato tiff e importadas para o software ENVI

⁽¹⁾Estudante de graduação do Departamento de Eletrônica e Sistemas, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Acadêmico Hélio Ramos, S/N, Cidade Universitária, Recife, PE, CEP 50740-530. E-mail: eduardo_alves_silva@yahoo.com.br.

⁽²⁾Pesquisador da EMBRAPA Solos UEP Nordeste. Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife, PE, CEP 51020-240. ljoaccioly@hotmail.com

⁽³⁾Professor do Departamento de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

⁽⁴⁾Professor do Departamento de Agronomia, Campus de Dois Irmãos, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP 52171-900. E-mail: cantalic@terra.com.br.

⁽⁵⁾Estudante de graduação do Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Professor Moraes Rego, S/N - Cidade Universitária, Recife, PE, CEP: 50670-420. E-mail: juli.alvess@gmail.com.

Apoio financeiro: CNPq (P. 479950/2007-5)

(SULSOFT. 2006)[2], onde foram georeferenciadas para projeção UTM. A imagem foi classificada utilizando-se a classificação supervisionada pelo método da mínima distância (MD), e pelo método “support vector machine” (SVM). Embora o método da máxima verossimilhança (MAXVER) seja, entre os métodos de classificação supervisionada paramétricos, o mais utilizado como padrão de comparação com outros classificadores, o reduzido número de amostras de treinamento para algumas classes justifica a adoção do método MD na comparação com o método SVM. O SVM é um sistema de classificação supervisionado, não paramétrico, que tem suas raízes na teoria de aprendizado estatístico (“statistical learning theory”) (HSU et al.[1]). No SVM as classes são separadas por hiperplano que maximiza a margem de decisão entre as mesmas. Os pontos mais próximos do hiperplano são conhecidos como vetores de suporte (“support vectors”) e são relevantes como elementos de treinamento do algoritmo (HSU et al.[1]). Embora conceitualmente desenvolvido como um classificador binário, no software ENVI ele foi implementado para multiclases por meio do algoritmo “pairwise classification”. Como produto de saída, o SVM produz valores de decisão para cada píxel em cada uma das classes. Estes valores são utilizados para estimativas de probabilidade que são armazenadas numa imagem utilizada como “rule image”. A classificação é realizada selecionando-se os valores mais altos de probabilidade. O método da mínima distância utiliza o vetor que representa a média de cada amostra de treinamento de cada classe para agrupar os demais pixels em torno destas médias com base, em geral, na distância euclidiana.

Os classificadores MD e SVM foram aplicados usando-se as classes: cana abandonada, cana adulta, manguezal e remanescente de mata Atlântica. Foram utilizados os parâmetros padrões do SVM presentes no ENVI, ou seja: o parâmetro de penalidade (“penalty parameter”), que permite certo grau de confusão entre classes de baixa separação, foi deixado em 100 (todos os pixels foram forçados a pertencer a uma das classes); o núcleo da função matemática (“kernel type”) utilizada na classificação foi do tipo “radial basis function” (RBF) com o termo gama desta função mantido em 0,333. A RBF tem sido sugerida como a primeira escolha ao se empregar o classificador SVM pelas seguintes razões [3]: a) o “kernel” mapeia, de forma não linear, as amostras em um espaço multidimensional; b) outros tipos de “kernel”, como por exemplo, o linear e o sigmóide são formas particulares do RBF; c) as dificuldades no processamento numérico dos dados são menores. O método MD foi aplicado, também, de forma que todos os pixels da imagem pertencessem a uma das classes citadas.

Amostras de cada uma das classes foram identificadas nas imagens, sendo parte delas utilizadas como amostras de treinamento, para a execução dos

métodos de classificação e parte usada como dados de referência para a medição da acurácia dos classificadores. Até o momento, poucos dados de campo foram coletados e a vetorização das classes, com base na interpretação visual, também, não foi concluída. A acurácia foi realizada por meio da geração da matriz de confusão. Por meio desta matriz foi possível avaliar a acurácia pelo método global e pelo índice Kappa. Um mapa final foi gerado para cada classificador, contendo as seguintes classes: cana-de-açúcar abandonada, cana-de-açúcar em estágio de desenvolvimento adulto, Árvores, mangues e solo exposto. A cana abandonada tem forte contribuição de diversas invasoras constituídas, principalmente, pelo capim brachiaria (*Brachiaria decumbens*). A classe Árvores inclui espécies de diversas naturezas dentre as quais remanescentes de mata Atlântica.

Resultados

A Figura 2 apresenta os mapas referentes à classificação pelos métodos MD e SVM, respectivamente, enquanto a Tabela 1 apresenta as áreas ocupadas por cada classe para cada classificador. As estimativas de acurácia global da classificação e do índice Kappa (K) foram 69% e 0,57 para o método MD e 73% e 0,63 para o método SVM, respectivamente. As Tabelas 2 e 3 apresentam a matriz de confusão obtida para o classificador MD e SVM. Os erros de omissão e inclusão, expressos em porcentagem, são apresentados na Tabela 4.

Discussão

Na Figura 2, observa-se que o delineamento do contorno das maiores áreas contínuas de cada classe tem, de uma forma geral, uma boa concordância com os alvos que representam estas classes assinaladas na Figura 1. No entanto, quando comparado ao classificador MD, o classificador SVM apresentou uma maior homogeneidade nessas áreas. Por exemplo, as áreas de mangue, que têm uma vegetação típica dos ambientes alagados por água salobra, onde as possibilidades de se encontrar outros tipos de vegetação não adaptadas a estas condições são pequenas, aparece mesclada com a classe árvore no mapa do classificador MD. O classificador MD não apresenta bom desempenho para classes que apresentam variância elevada e valores próximos para as médias (Lillesand et al. [3]) como é o caso das classes mangue e árvores. A mesma interpretação pode ser dada para as classes cana abandonada e cana adulta, cuja homogeneidade é maior no classificador SVM. Numa verificação visual mais detalhada, observa-se que a distribuição espacial das classes nas áreas menores apresenta diferenças significativas, principalmente, na parte norte dos mapas (Figura 2). Essas diferenças se refletem na área ocupada por cada classe quando se compara os dois classificadores (Tabela 1). Quando comparado ao método MD, a classificação SVM apresentou áreas menores para as classes cana adulta e cana abandonada e maiores para as demais classes. Em termos absolutos, as maiores diferenças foram para as áreas das classes mangue e

árvores. Em termos relativos, houve uma variação de 75% para a classe cana adulta e de 185% para a área da classe solo exposto (Tabela 1).

Ainda com base na interpretação visual da Figura 1, observa-se um melhor desempenho do classificador SVM na quantificação das áreas de cada classe. Tais resultados são devido aos distintos critérios utilizados pelos dois classificadores para a separação de classes. A acurácia global e o índice Kappa, que dão uma indicação da qualidade dos mapas gerados, foram maiores para o classificador SVM do que para o classificador MD. Estas duas medidas, no entanto, não representam o desempenho desses métodos com relação à acurácia de classes específicas (JENSEN, [4]). Para avaliar a acurácia do classificador com relação a cada classe é necessário interpretar os dados da matriz de confusão (Tabelas 2 e 3). Nesta matriz, a soma das colunas expressa o número de pixels (cada pixel representando uma área de 8,18 m²) que, teoricamente, representa a “verdadeira” área de cada classe, enquanto o total de cada linha representa o número de pixels assinalados a uma dada classe pelo classificador. A matriz de confusão é, portanto, uma maneira eficiente de avaliar o erro do classificador para cada classe, descrevendo com clareza os dois tipos de erro; o de inclusão e o de omissão que são apresentados em termos percentuais na Tabela 4. Os maiores erros encontrados foram para as classes cana abandonada e árvores. No caso da cana abandonada, do total de 1.850 pixel, apenas 536 e 641 foram classificados corretamente pelos classificadores MD e SVM, respectivamente. O que significa que 71% dos pixels que deveriam ter sido incluídos na classe cana abandonada, no classificador MD, foram assinalados em outras classes (71% de erro de omissão). Para o classificador SVM, o erro de omissão foi um pouco menor (65,3%). A classe árvore também apresentou baixa acurácia. Em imagens de alta resolução espacial, devido ao seu detalhamento, vários fatores podem afetar o valor digital de um pixel de uma dada classe. Estes fatores tornam as amostras de treinamento menos homogêneas, reduzindo a acurácia do classificador para estas classes. Assim, por exemplo, fatores como a geometria e proximidade das copas, altura e densidade podem ter afetado a homogeneidade da amostra de treinamento da classe árvore, reduzindo a sua acurácia (Treitz et al.[5]). O desempenho de ambos classificadores foi excelente para a classe solo exposto e bom para as classes mangue e cana adulta

quando são considerados tanto o erro de omissão quanto o de inclusão. Para a classe mangue, o classificador SVM teve um notável desempenho, omitindo desta classe menos de 2% dos pixels de referência. De um modo geral, no entanto, considerando os dados apresentados nas Tabelas 2, 3 e 5, pode-se inferir que a seleção das áreas para os dados de referência não foi adequada para as classes com maior erro. Tendências nos dados de referência podem responder pela baixa acurácia destas classes (JENSEN [4]). Desta forma, sugere-se, para as próximas etapas do trabalho, que os dados de referência sejam provenientes de um maior número de verdades de campo, auxiliando, portanto, para uma melhor interpretação visual, devendo esta ser seguida da vetorização em tela das classes. Deve-se, também, adequar o número de pixels por amostra de treinamento para possibilitar o emprego do classificador MAXVER nas comparações com o SVM.

Conclusões

O classificador SVM apresentou uma melhor correspondência com a interpretação visual da imagem capturada do software Google Earth®.

A qualidade geral dos mapas foi melhor para o classificador SVM.

Os dois métodos apresentaram alta variabilidade na acurácia entre classes.

Sugere-se, para as próximas etapas do trabalho, que os dados de referência sejam provenientes de um maior número de verdades de campo, evitando-se tendências nas estimativas de acurácia entre classes.

Referências

- [1] HSU, C.; CHANG, C. & LIN, C. 2009 [Online]. *A practical guide to support vector classifications*. Homepage: <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/>
- [2] SULSOFT. 2006. *Curso básico do software ENVI*. Apostila. 86p.
- [3] LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. & CHIPMAN, J. W. *Remote Sensing and Image Interpretation*, New York: Wiley. 763p.
- [4] JENSEN, J. R. *Introductory digital image processing – A remote sensing perspective*, New Jersey: Prentice Hall. 318p.
- [5] TREITZ, P. M.; HOWARTH, P. J. & SUFFLING, R. C. 1992. Application of detailed ground information to vegetation mapping with high spatial resolution digital imagery. *Remote Sens. Environ.*, 42: 65-82.

Tabela 1. Área, em hectares, por classe para cada classificador.

Classe	Classificador MD	Classificador SVM	% em relação ao método MD
Cana Adulta	51,1	38,4	75
Cana Abandonada	24,7	20,1	81
Mangue	23,5	31,1	132
Árvores	15,4	23,0	149
Solo Exposto	2,6	4,8	185

Tabela 2. Matriz de erro do classificador MD.

Classificação	Dados de Referência					Total
	Mangue	Cana Adulta	Cana Abandonada	Árvores	Solo Exposto	
Mangue	1786	0	0	236	0	2061
Cana adulta	0	2741	1226	211	0	3080
Cana abandonada	0	339	536	34	38	717
Arvores	447	0	88	500	0	2286
Solo Exposto	0	0	0	0	307	345
Total	2233	3080	1850	981	345	8489

Tabela 3. Matriz de erro do classificador SVM.

Classificação	Dados de Referência					Total
	Mangue	Cana Adulta	Cana Abandonada	Árvores	Solo Exposto	
Mangue	2202	0	0	404	0	2606
Cana adulta	0	2462	900	24	0	3386
Cana abandonada	0	223	641	33	5	902
Arvores	31	395	309	520	0	1255
Solo exposto	0	0	0	0	340	340
Total	2233	3080	1850	981	345	8489

Tabela 4. Erros de inclusão e omissão, em porcentagem, de acordo com o classificador.

Classe	Inclusão		Omissão	
	DM	SVM	DM	SVM
Mangue	11,45	15,5	20,02	1,39
Cana adulta	46,66	27,29	11,01	20,06
Cana abandonada	57,32	28,94	71,03	65,35
Arvores	23,40	58,57	49,03	46,99
Solo exposto	0,00	0,00	11,01	1,45

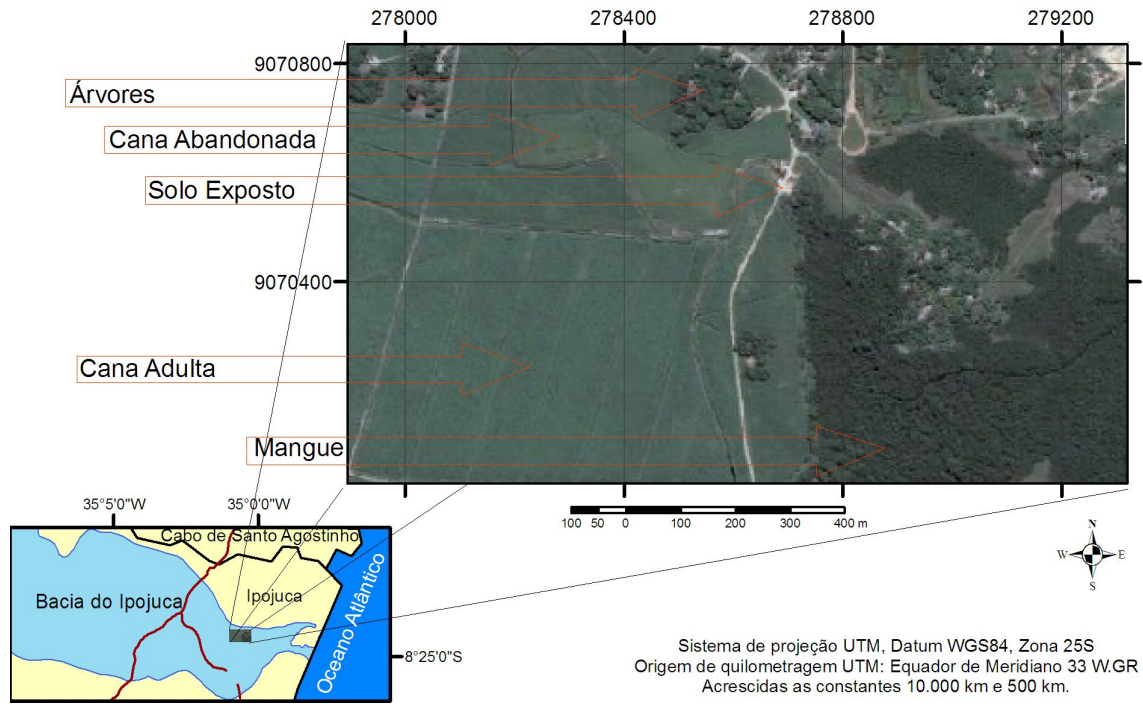


Figura 1. Localização e imagem de alta resolução, capturada do Google Earth®, mostrando as classes de cobertura da área de estudo.

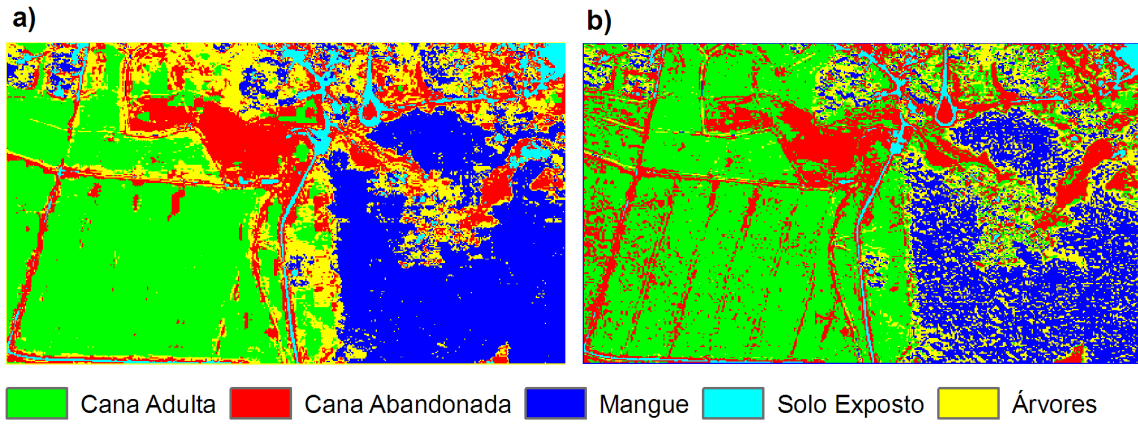


Figura 2. Imagens classificadas segundo os métodos SVM (a) e MD (b).

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Uso Atual e Quantificação de Áreas Degradadas na Margem do Rio São Francisco no Município Petrolina-PE”

TONY JARBAS FERREIRA CUNHA⁽¹⁾, IÊDO BEZERRA DE SÁ⁽²⁾, VANDERLISE GIONGO PETRERE⁽³⁾, MANOEL BATISTA DE OLIVEIRA NETO⁽⁴⁾, TATIANA AYAKO TAURA⁽⁵⁾, JOSÉ COELHO DE ARAUJO FILHO⁽⁶⁾, MARIA SÔNIA LOPES DA SILVA⁽⁷⁾, WAGNER DA SILVA OLIVEIRA⁽⁸⁾ & ANDREA MARIA ALVES DE LUCENA⁽⁹⁾.

RESUMO – O Submédio do Vale do São Francisco tem passando por constantes alterações antrópicas. Dessa maneira, muitas áreas sem aptidão para o uso agrícola são cultivadas, atingindo inclusive a vegetação ciliar. O objetivo deste estudo foi fortalecer estudos ambientais para a preservação da vegetação ciliar, avaliar o uso atual e quantificar as áreas degradadas para o Programa de Revitalização do Rio São Francisco, no município de Petrolina-PE. Para o mapeamento do uso atual dos solos e quantificação de áreas degradadas, foram realizados estudos básicos para validação e definição de metodologia. No município, praticamente toda a vegetação ciliar foi retirada e a grande maioria dos solos relacionados aos sedimentos fluviais encontram-se salinizados e degradados. Muitos já estão improdutivos e devido ao elevado nível de salinização do solo, as espécies nativas não conseguem se regenerar, cedendo lugar a plantas invasoras com é o caso da algaroba. As áreas que, por normas legais não poderiam ter sido desmatadas (toda a área de vegetação ciliar e áreas impróprias para a agricultura, etc), devem ser recuperadas por meio da regeneração natural e/ou de incentivos de políticas públicas.

Palavras-Chave: (uso atual; áreas degradadas; rio São Francisco)

Introdução

A paisagem do Submédio do Vale São Francisco tem, ao longo dos anos, passado por constantes alterações devido às atividades antrópicas, onde a vegetação original da Caatinga foi gradativamente sendo eliminada pelo processo extrativista e parte

convertida ao processo agrícola. Dessa maneira, muitas áreas sem aptidão ou de aptidão restrita para o uso agrícola são cultivadas, resultando em grande potencial de degradação pelo efeito da erosão atingindo inclusive a vegetação ciliar.

A exploração agrícola e a pecuária inadequadas deixam marcas profundas na paisagem do Submédio do Vale São Francisco, onde o processo erosivo atinge grau avançado, ocasionando, em alguns locais, a remoção parcial da camada superficial do solo. Nas áreas de pastagens, muitas delas degradadas observam-se atualmente vários focos de erosão. Além do mais a reduzida cobertura vegetal da caatinga e a utilização de práticas inadequadas de manejo do solo podem conduzir a região a uma situação bastante grave no que se refere à degradação ambiental, com perda dos recursos solo, água e biodiversidade. Essas alterações na paisagem, em função de diferentes tipos e usos do solo, não foram acompanhadas de estudos que relatassem as mudanças provocadas ao longo do tempo na composição e estrutura dos elementos da paisagem [1].

O presente estudo teve como objetivo analisar o uso atual das terras e quantificar as áreas degradadas, decorrentes do processo de ocupação da zona ripária do Rio São Francisco no município pernambucano de Petrolina, com grande complexidade em virtude dos aspectos relativos aos sistemas de produção praticados e ao meio ambiente

Material e Métodos

Inicialmente foram realizados estudos básicos para validação e definição de metodologia, com vistas à avaliação do uso atual e quantificação de áreas degradadas nos municípios alvo do projeto. A técnica utilizada foi à classificação de imagens digitais que procura agrupar

⁽¹⁾ Primeiro Autor Eng. Agrô., D. Sc., Embrapa Semi-Árido, Br 428, km 152. P.O. Box 23, CEP: 56.302-970 Petrolina-PE. tony@cpatsa.embrapa.br.

⁽²⁾ Segundo Autor Eng. Flores. D. Sc., Embrapa Semi-Árido, Br 428, km 152. P.O. Box 23, CEP: 56.302-970 Petrolina-PE. iedo@cpatsa.embrapa.br

⁽³⁾ Terceiro Autor Eng. Agrô., D. Sc., Embrapa Semi-Árido, Br 428, km 152. P.O. Box 23, CEP: 56.302-970 Petrolina-PE. vanderlise@cpatsa.embrapa.br.

⁽⁴⁾ Quarto Autor Eng. Agrôn., M. Sc., Embrapa Solos UEP-Recife, Rua Antônio Falcão, 402-Boa Viagem Recife, PE - Brasil CEP: 51.020-240. neto@uep.cnps.embrapa.br.

⁽⁵⁾ Quinto Autor Eng. Cart. M. Sc., Embrapa Semi-Árido, Br 428, km 152. P.O. Box 23, CEP: 56.302-970 Petrolina-PE. tatiana@cpatsa.embrapa.br.

⁽⁶⁾ Sexto Autor Eng. Agrôn., D. Sc., Embrapa Solos UEP-Recife, Rua Antônio Falcão, 402-Boa Viagem Recife, PE - Brasil CEP: 51.020-240. coelho@uep.cnps.embrapa.br.

⁽⁷⁾ Sétimo Autor Eng. Agrôn., D. Sc., Embrapa Solos UEP-Recife, Rua Antônio Falcão, 402-Boa Viagem Recife, PE - Brasil CEP: 51.020-240. sonia@uep.cnps.embrapa.br.

⁽⁸⁾ Estagiário Embrapa Semi-Árido, Br 428, km 152. P.O. Box 23, CEP: 56.302-970 Petrolina-PE

⁽⁹⁾ Estagiária Embrapa Solos UEP-Recife, Rua Antônio Falcão, 402-Boa Viagem Recife, PE - Brasil CEP: 51.020-240

Apoio financeiro: BNB/FUNDECI/ETENE.

pixels com características espectrais similares em classes de uso da terra. Foi utilizada a classificação supervisionada e a não supervisionada [2, 3].

A área deste estudo compreendeu uma faixa de 6 km de largura, na margem esquerda do Rio São Francisco, no município de Petrolina. O experimento foi realizado no SPRING 4.3.3 (Sistema de Processamento de Informações Geográficas) que possui o módulo de processamento de imagens que inclui algoritmos de segmentação e integra formatos raster e vetorial no mesmo ambiente. Foram utilizadas imagens do sensor Landsat 5 TM, referentes à órbita/pontos 217/65 e 217/66, com a data de passagem do dia 22 de janeiro de 2007 [4].

A definição dos temas foi feita com base nas feições existentes na imagem e entrevista com especialistas em recuperação de áreas degradadas que informaram quais detalhes iriam compor o mapa. Foram classificadas em duas grandes classes: área degradada e área não degradada. Os temas definidos foram: a) Área degradada: Área Antropizada; Área de Influência Urbana; Cultivos e Pastagem Natural; b) Área não degradada: Corpos d' água; Vegetação Caatinga Sub-Arbustiva; Vegetação Caatinga Arbustiva.

Após definição dos parâmetros de classificação, utilizou-se o software SPRING, o qual possui o módulo de segmentação que realiza automaticamente essas etapas.

Resultados e Discussão

A degradação ambiental da zona ripária do Rio São Francisco no município de Petrolina-PE, não deixa dúvidas de que a falta de conhecimento por parte dos ribeirinhos de práticas de manejo conservacionistas, baixo controle e fiscalização dos órgãos competentes, tem sido um dos fatores decisivos no aumento dos desmatamentos e queimadas da vegetação ciliar, cujo ritmo se modifica claramente em função dos processos de ocupação (sejam em assentamentos ou projetos agrícolas) e organização de atividades, respaldados por políticas públicas e projetos governamentais. Compreender a situação atual destes processos de ocupação espacial tem enorme valor intrínseco que se amplia ao fornecer bases sólidas para atender uma demanda crescente sobre o comportamento ambiental na zona ripária e áreas adjacentes nos municípios objeto deste estudo.

A partir da análise das imagens TM/Landsat e das verificações de campo (verdade terrestre) realizadas no município, foram geradas legendas temáticas compreendendo além da classe corpos de água, duas grandes classes de uso atual: Áreas não degradadas e Áreas degradadas.

As áreas não degradadas compreendem neste estudo, os ambientes de vegetação natural preservados e sem interferência antrópica, principalmente com cultivos. As áreas degradadas compreendem os ambientes sob influência do homem, com retirada da vegetação original (seja a mata ciliar ou a caatinga) e

exploradas com cultivos e pastagens, ocupadas com cidades e vilas, e áreas antropizadas.

Na classe de áreas não degradadas foram identificados dois tipos de vegetação: a caatinga arbustiva e a caatinga subarbustiva. Segundo [5], a individualização das classes de cobertura vegetal é proporcionada pelo sombreamento interno promovido por suas diferenças estruturais, tais como a formação de estratos e altura do dossel. Tal comportamento permite que haja individualização da caatinga arbustiva e subarbustiva, desde que apresentem também uma taxa de sombreamento diferenciado.

Nas classes de áreas não degradadas e degradadas, as subclasses são definidas conforme abaixo:

Áreas não degradadas: Caatinga arbustiva: Refere-se à vegetação lenhosa de porte que varia entre 2,0 a 3,5 m de altura, podendo ainda se apresentar em diferentes classes de densidade de cobertura do solo; **Caatinga subarbustiva:** Refere-se à vegetação lenhosa de porte que varia entre 0,5 a 2,0 m. As densidades dos indivíduos no espaço geográfico variam de densa (> 80%), semi-densa (> 50<80%), aberta (>30<50%) e rala (<30%); **Corpo d'água:** Aqui foram considerados, lagoas, represas e rios perenes ou perenizados.

Áreas degradadas: Áreas antropizadas: Esta área, considerada a de maior importância para as questões relacionadas à degradação do Rio São Francisco, compreende ambientes relacionados à calha fluvial onde ocorrem os Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos, e Vertissolos em áreas de lagoas. Também foram consideradas aqui áreas irrigadas, que correspondem às áreas ocupadas em parte pelos perímetros de irrigação implantados pela codevasf ou em propriedades privadas de maior porte, onde se pratica uma agricultura tecnicamente assistida e relativamente bem orientada. Também, neste ambiente, a vegetação ciliar em algumas propriedades ocorre associada à pequena irrigação, correspondendo à presença da vegetação ciliar consorciada com pequenas áreas irrigadas de culturas temporárias que utilizam como fonte hídrica à água contida nos aluviões dos leitos secos dos rios da região ou as águas superficiais neles represadas em pequenas lagoas ou represas.

Na definição desta área foram considerados os ambientes onde a vegetação ciliar foi retirada completamente das margens do rio e os solos encontram-se altamente degradados e salinizados pelo uso agrícola. Foi também considerada a presença de chácaras, muitas das quais não preservaram a mata ciliar. Neste ambiente a irrigação em geral está associada a áreas pouco produtivas devido ao manejo inadequado dos solos, caracterizando-se, de um modo geral, pela irrigação praticada por pequenos agricultores em extensas áreas descontínuas ao longo das margens do rio São Francisco. Nelas ocorre com grande frequência a presença de solos degradados por salinização, ocasionada, sobretudo pela ausência de sistemas adequados de drenagem das águas. Devido à ausência de um cadastro de imóveis rurais da região que fosse capaz de identificar as exceções dessa classe, também foram nela incluídas algumas empresas rurais que praticam uma irrigação de alta

tecnologia e que não puderam ser individualizadas por estarem inseridas numa mesma região geográfica. Em muitas destas, a vegetação ciliar foi completamente retirada para cultivos de videira e mangueira. Consideraram-se também áreas de solo exposto que correspondem as áreas degradadas, improdutivas, não caracterizadas como desmatamentos ou solo em pousio.

Área de influência urbana: Foram consideradas áreas onde estão localizadas as cidades, complexos industriais, aeroportos e vilarejos mais importantes da região.

Cultivos: Áreas utilizadas com lavouras, tanto em condições de sequeiro como irrigado, com os mais diversos tipos de cultivos. Áreas relacionadas principalmente a projeto de irrigação e assentamentos rurais. Também foram consideradas áreas de exploração agrícola, não caracterizada pelo uso intensivo da irrigação, embora dela possa fazer uso em caráter eventual.

Pastagem natural: Refere-se à vegetação de porte baixo, de até 0,5 m de altura, em que predomina o extrato herbáceo, formada por gramíneas nativas do semi-árido, a exemplo do capim panasco, algumas leguminosas e também mandioca (Euphorbiaceas).

Na Tabela 01 pode-se observar a distribuição das áreas para o município de Petrolina, PE. Em relação às áreas não degradadas, a caatinga arbustiva apresenta a maior área, perfazendo 49,76 % da área total estudada. Por outro lado, a caatinga subarbustiva perfaz 7,33 % da área total. No que diz respeito às áreas degradadas, a maior parte está dominada pela exploração agrícola, com cultivos diversos. Nesta subclasse a vegetação original foi completamente retirada, sendo substituída por cultivos de videira, mangueira, côqueiro, bananeira, goiabeira, aceroleira, hortaliças diversas, perfazendo 13,23 % da área de estudo. Já a área sob influência antrópica, a de maior importância para as questões relacionadas à degradação da mata ciliar, compreende 11,94 % da área total do estudo. Nesta subclasse, foram observados solos altamente degradados (salinizados, decapitados). Observou-se que a vegetação ciliar foi praticamente toda retirada para dar lugar a áreas de cultivos e de pastagem (exploração animal). Em muitas destas áreas a vegetação formada de algaroba tem sido a mais resistente para suportar a salinização dos Neossolos e Cambissolos flúvicos que margeiam todo o rio ao longo do município de Petrolina-PE.

A área de influência urbana relacionada às cidades, vilas, indústrias, chácaras, etc, perfaz 3,28 % da área de estudo. Já a pastagem natural (áreas de campos nativos)

perfaz 1,04 % da área. Área de corpo d'água representa 13,43 % da área total estudada perfazendo um total de 146.398,22 ha, Fig. 01 e Fig. 02.

Conclusões

Os desmatamentos e as práticas inadequadas de uso dos recursos florestais da mata ciliar retratam o modo de ocupação caracterizado pela contínua incorporação de recursos naturais.

O conhecimento do uso da terra permitiu detectar a existência de forte pressão sobre as áreas de vegetação ciliar, bem como em áreas de vegetação primária, para a implantação de projetos agrícolas, assentamentos rurais, implantação de chácaras, estimulando a degradação dos solos e vegetação, cujo fenômeno está ligado à ausência de um manejo adequado e respeito à legislação ambiental.

Na sua maioria, todas as áreas de sedimentos aluvionares ocupadas com sistemas agropecuários, evidenciam sérios problemas de salinização e perda da camada superficial do solo.

Agradecimentos

O Banco do Nordeste do Brasil pelo financiamento dos estudos.

Referências

- [1] CALDERANO FILHO, B. Visão Sistêmica como Subsídios para o Planejamento Ambiental da microbacia do Córrego Fonseca. 2003. 240p. (Tese de Mestrado em Geografia) - Departamento de pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- [2] BINS, L.S.; FONSECA, L.M.G.; ERTHAL, G.J.; MITSUO II, F. Satellite Imagery Segmentation: Region Growing Approach, Anais: VIII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador-Brazil, 1996.
- [3] INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). SPRING: Manual do Usuário, 1996. Disponível em: <www.inpe.br/spring>. Acesso em: 15 set. 2008.
- [4] MOREIRA, M. A. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação. 3ªed. Viçosa: Ed. UFV, 2007.
- [5] MORÁN, E.F.; BRONDÍZIO, E.S.; MAUSEL, P. Secondary succession. Research & Exploration, v.10, n.4, p.458-476, 1994.

Tabela 1. Classes e quantificação de áreas degradadas e não degradadas no município de Petrolina-PE.

CLASSE	ÁREA (HA)
ÁREAS NÃO DEGRADADAS	
Caatinga Arbustiva	72.844,38
Caatinga Subarbustiva	10.732,69
Corpo d'Água	19.657,11
ÁREAS DEGRADADAS	
Área Antropizada	17.479,39
Área de Influência Urbana	4.797,92
Cultivos	19.366,51
Pastagem Natural	1.520,22

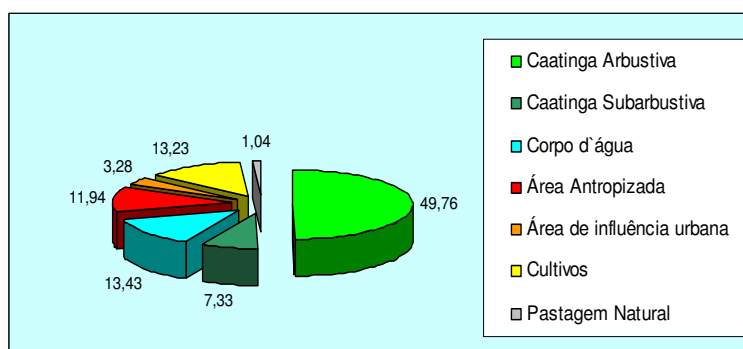


Figura 1. Distribuição percentual das classes de uso atual e áreas degradadas no município de Petrolina-PE.

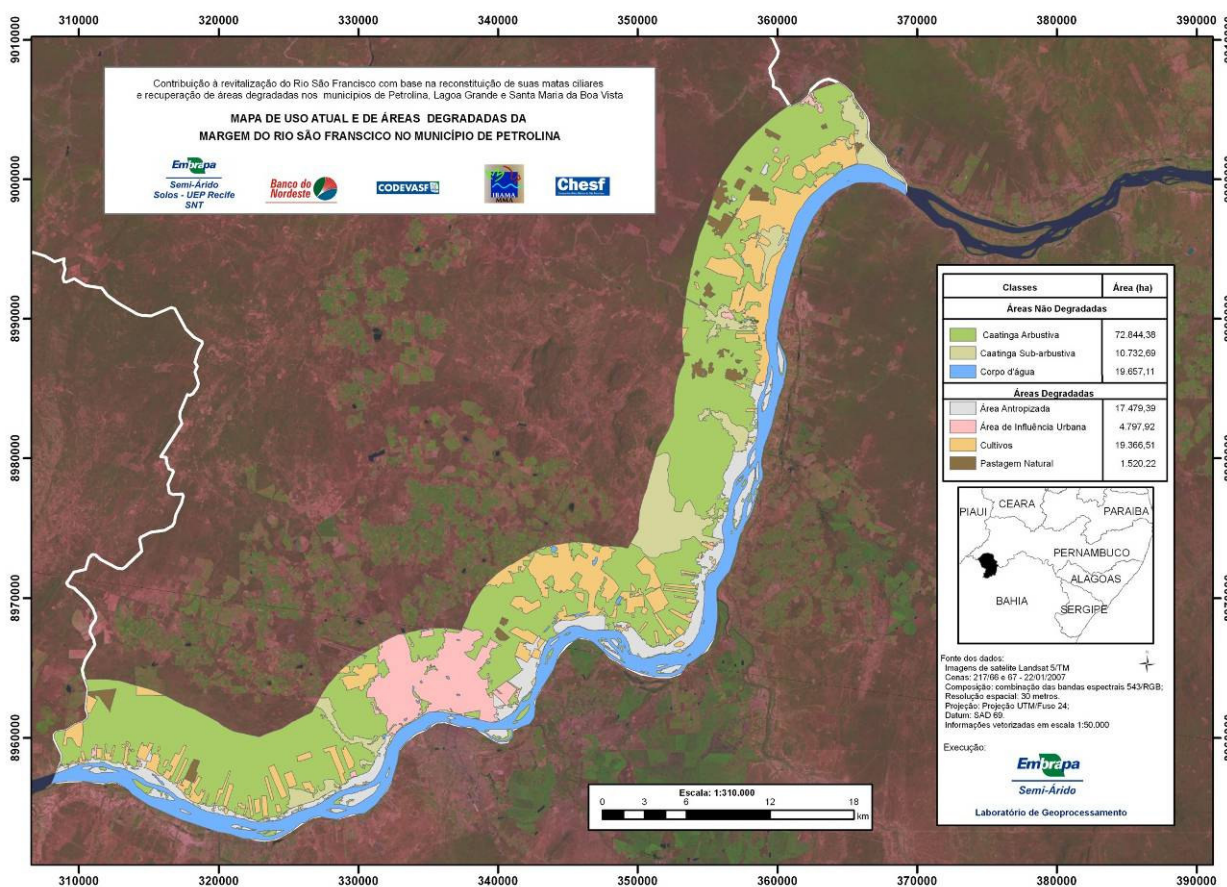


Figura 2. Mapa de uso atual e quantificação de áreas degradadas na margem do rio São Francisco no município de Petrolina-PE

USO DE DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE METAIS PESADOS EM SOLOS CONTAMINADOS PROVENIENTES DE ATIVIDADES DE GALVANOPLASTIA

SHIRLEI APARECIDA DE OLIVEIRA⁽¹⁾, **SÍLVIO ROBERTO DE LUCENA TAVARES**⁽²⁾ & **CLÁUDIO FERNANDO MAHLER**⁽³⁾

RESUMO - A contaminação do solo por metais pesados é hoje um tema extremamente discutido, devido à presença desses elementos em diversos materiais adicionados aos solos. A análise química do solo é o principal critério para o diagnóstico de áreas contaminadas e determinação da bio-disponibilidade desses metais, cuja avaliação tem sido difícil, devido, entre outros aspectos, quando esses metais apresentam-se em baixas concentrações no solo. Mesmo assim, soluções vêm sendo testadas para extrair os metais pesados do solo, incluindo água, agentes extratores ácidos, salinos, quelantes e redutores. Para comparar métodos de análise de diferentes metais pesados em solo contaminados por duas fontes de contaminação, foi realizada coletas em 5 diferentes pontos georeferenciados em um site contaminado numa indústria do Rio de Janeiro, sendo essas amostras submetidas a extração por 6 métodos distintos (Água Régia, EPA 3051 e EPA 3052-Modificado – para teores totais e DTPA, Mehlich-1, Mehlich-3 para biodisponibilidade no solo). Os extratores Água Régia e os EPAs 3051 e 3052-Modificado nas análises da grande maioria dos metais analisados não apresentaram diferenças estatísticas na avaliação dos teores totais. De maneira geral, os métodos empregados visando à avaliação da bio-disponibilidade dos metais pesados analisados no solo tiveram para todos os metais o método Mehlich-3 como sendo o mais indicado. Essa investigação indica que para maioria das análises de metais pesados de interesse ambiental pode-se dar preferência ao método Água Régia (valores totais) e Mehlich-3 (valores de bio-disponibilidade).

Palavras-Chave: (metais pesados; métodos de extração; fitorremediação)

Introdução

Muitas atividades antropogênicas podem provocar a contaminação ou o enriquecimento do solo com metais pesados [1]. Essas atividades encontram-se

distribuídas em diversos níveis da cadeia produtiva. Uma fábrica sediada no Estado do Rio de Janeiro gera em seu processo industrial resíduos, denominados “Torta de Tinta” e “Lodo Galvânico” que foram armazenados inadequadamente em uma área adjacente ao seu parque fabril. Através de vários estudos e avaliações (até o 4º nível categórico), ficou constatado a partir dos resultados analíticos e confrontação com os valores quantitativos, que as duas áreas ultrapassam os valores orientadores de intervenção industrial para a avaliação de áreas contaminadas da CETESB, sendo, portanto, classificadas como ÁREAS CONTAMINADAS (AC).

Os valores totais dos metais pesados potencialmente tóxicos identificados nestas avaliações tanto em superfície, como em sub-superfície no solo local que estavam acima dos valores de intervenção da lista da CETESB (2001) [2], são: Arsênio, Bário, Cobalto, Chumbo, Níquel e Zinco. Entretanto, a composição elementar total no solo tem utilidade limitada, mas é importante conhecê-la para se ter uma idéia de seu teor no ambiente tanto em estudos de contaminação e poluição, como em estudos pedológicos. Se um elemento pode representar um perigo eminente à cadeia alimentar é importante avaliar os seus teores disponíveis ou solúvel, uma vez que eles vão estar relacionados com a mobilidade e absorção pelas plantas e outros organismos vivos [3]

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes métodos de análises de metais pesados em um solo contaminado por duas diferentes fontes de metais, com o intuito de escolher o método mais adequado a ser utilizado no Laboratório de Contaminantes e Resíduos (LCR) da Embrapa Solos para este sítio contaminado. A comparação se faz necessária, uma vez que, muitos trabalhos são publicados utilizando misturas ácidas diferentes na digestão das amostras dos solos e, portanto inconvenientes de serem comparados. No caso dos métodos serem similares, a opção por um deles se fará em função das técnicas disponíveis, interferências e limites de detecção desejados.

⁽¹⁾ Primeira Autora é mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Centro de Tecnologia, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21945-970. E-mail: shirlei@coc.ufrj.br

⁽²⁾ Segundo Autor é Pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000. E-Mail: stavares@cnpq.embrapa.br

⁽³⁾ Terceiro Autor é professor adjunto do curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, Centro de Tecnologia, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21945-970. E-mail: mahler@coc.ufrj.br

Material e Métodos

O trabalho foi realizado referenciado em um estudo de caso específico e tendo como base o acesso de informações de todas as avaliações (1° ao 4° níveis hierárquicos) das investigações das áreas contaminadas e da análise de risco de uma indústria fluminense processadora de atividades de galvanoplastia. Como a princípio os resultados analíticos destas avaliações mostravam algumas incoerências na distribuição dos metais nos perfis de solos encontrados no referido site, tornou-se imperativo a classificação pedológica desta área para uma melhor compreensão do ambiente edáfico, e conseqüentemente o entendimento das dinâmicas destes metais no solo. No local em questão ocorreu no pretérito um aterramento (possivelmente de um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO) de aproximadamente 130 cm de espessura no topo do horizonte A do solo original classificado como um GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico solódico [4], que compreende a um solo hidromórfico que se encontra permanentemente ou periodicamente saturado por água, caracterizando uma forte gleização, em decorrência do ambiente redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido, com ou sem segregação de ferro em sub-superfície. São solos formados principalmente a partir de sedimentos, estratificados ou não. Baseado no mapeamento (realizado pela empresa de consultoria) das isolinhas de concentrações dos metais pesados de interesse na investigação ambiental do solo foram coletados amostras compostas dos perfis (0 a 130 cm) representativos dos 5 maiores hot spots da área em questão, previamente georeferenciados, que foram submetidas a 6 diferentes extratores (Água Régia, EPA 3051 e EPA 3052-Modificado, DTPA, Mehlich-1, Mehlich-3), com três repetições, totalizando 90 parcelas a serem analisadas estatisticamente.

Essas amostras de solo foram secas em estufa de circulação forçada a 40°C e passadas em peneiras de náilon (malha de 2 mm) e depois foram retiradas sub-amostras compostas de todos os 5 pontos que foi submetida à caracterização física e química para fins de fertilidade e manejo do solo. Todas as determinações físicas e químicas foram determinadas de acordo com o Manual de Métodos de Análise de Solo [5]. Na extração dos metais pesados, usaram-se os métodos Mehlich-1 [6], Mehlich-3 [7], DTPA [8], Água Régia [9], EPA 3051 [10] e EPA 3052-Modificado [11]. Foi utilizada a digestão fechada em forno de microondas para os métodos Água Régia, EPA 3051 e EPA 3052-Modificado, de acordo com as potências, pressões, temperaturas e tempo requeridos em cada metodologia.

Todas as curvas analíticas dos metais pesados analisados pelo ICP-OES tiveram coeficientes de correlação $R^2 > 0,995$. Todas essas determinações foram acompanhadas de provas em branco (Blank) e triplicatas para as amostras, materiais de referência

certificados e padrões aquosos para os metais analisados.

Resultados

Visando simplificar a discussão dos resultados e posteriormente as conclusões deste estudo, os métodos de extração de metais do solo foram segregados em três vertentes: metais biodisponíveis, concentração total de metais nas amostras estudadas e o índice de disponibilidade dos metais analisados.

Metais Biodisponíveis:

A figura 1 apresenta as médias dos resultados analíticos para os extratores responsáveis pela determinação dos metais pesados biodisponíveis no solo.

De acordo com as análises observadas, a metodologia Mehlich-3 apresentou-se como a mais apropriada para a determinação da fração trocável (biodisponível) do solo (principalmente para as plantas), por detectar maiores teores em praticamente todos os metais de interesse. Em segundo lugar o Mehlich-1, apresentou bons resultados para Cu, Cr e Cd. O DTPA mostrou-se de certo modo apropriado para a determinação do Cd e do Pb.

Em relação aos resultados da disponibilidade de Cu e Zn, por se tratarem de metais essenciais às plantas, e conseqüentemente indispensáveis suas determinações agrônômicas para fins de manejo, fertilidade e nutrição vegetal, esforços consideráveis têm sido feito para determinar a disponibilidade destes elementos para as plantas em solos com teores baixos e médios teores em diferentes tipos de solos [12]. Por este motivo, os dois extratores ácidos (M-1 e M-3) usados neste trabalho, apresentam resultados extremamente satisfatórios por já serem extratores consagrados nos laboratórios de rotina para determinação destes metais, tanto em solos ácidos como em solos calcários deficientes nestes elementos.

De uma maneira geral, os extratores DTPA, M-1 e M-3 quando usados na avaliação da disponibilidade de Ni, Cd e Pb em diversos solos para diferentes plantas, apresentam diferentes graus de eficiência, impossibilitando a recomendação de um determinado método para diferentes situações [13]. Percebe-se na literatura mais atual que, em anos mais recentes, o emprego de diversas soluções salinas para avaliar o Cd disponível tornou-se mais freqüente, com resultados bastante animadores. Pode-se dizer que o sucesso das soluções salinas em avaliar a disponibilidade do Cd às plantas está relacionado com a forma de Cd extraída por essas soluções, já que segundo Pandeya *et al.* (1998) [14], as formas solúveis em água + a forma trocável são as mais importantes na suplementação de Cd do solo para as plantas. Já para o Ni, as extrações em soluções ácidas, quelantes e salinas também apresentam um quadro de heterogeneidade apresentados nos resultados de pesquisa. O mesmo acontece com relação ao Pb. Os resultados obtidos com o uso de extratores para avaliar a disponibilidade de Pb para as plantas são bastante desanimadores. Independente da categoria do extrator, os coeficientes de correlação entre o teor ou a concentração de Pb nas plantas e o Pb extraído do solo, de maneira geral, não são significativos.

Neste trabalho, o DTPA não conseguiu determinar nenhum valor para o Ni. O mesmo aconteceu com o Cd. Já para o Pb, o DTPA foi o segundo melhor extrator para este elemento e teve muito boa correlação com o M-1 e M-3, discordando dos resultados obtidos por [15], onde esse autor verificou maior capacidade de extração de Pb pelos extratores ácidos, fato não observado por Li & Shuman (1997) [16]. ao empregarem extratores DTPA e M-1 na determinação de teores de Pb em oito solos americanos, no qual verificaram maior capacidade de extração para o DTPA.

Quanto à capacidade de extração dos métodos visando à determinação dos teores biodisponíveis neste trabalho, observa-se que aquele que empregou a solução de Mehlich-3 extraiu quantidades bem maiores do que o Mehlich-1, que por sua vez, extraiu quantidades também maiores do que o DTPA (Figura 1), corroborando com o trabalho de Abreu, *et al*, (1995) [13]. que trabalharam com os mesmos extratores químicos aqui usados em 31 amostras de solos paulistas na determinação de Pb, Cd, Cr e Ni.

Concentração Pseudo-Total de Metais:

A figura 2 apresenta as médias dos resultados analíticos para os extratores responsáveis pela determinação dos metais pesados pseudo-totais existentes no solo. De maneira geral, os teores pseudo-totais para os metais pesados analisados nos 5 maiores hot-spots do solo do site contaminado, independente dos extratores utilizados, estão em níveis de concentração considerados pela lista da CETESB como baixos. A maioria dos elementos está na faixa dos valores de referência de qualidade do solo (Cu, Zn, Cr, Co e Pb). O Ni está na faixa de valor de prevenção e o Cd no valor de intervenção agrícola. Esses resultados (representativos unicamente para estas amostras) indicam que a classificação da área como não contaminada para uso industrial.

De acordo com as análises (independente da metodologia de extração), o ponto de referência do hot-spot N.1 é o local que apresentou maiores teores de metais pesados e o ponto N.5 o que apresentou os menores teores. Esses resultados mantêm um padrão coerente em relação aos mapas das isolinhas de contaminação por metais pesados no site em questão inicialmente gerados pela empresa de consultoria contratada.

Quanto à capacidade de extração dos métodos, observa-se que a Água Régia foi o melhor método para a determinação da maioria dos metais (Figura 2). Esses resultados mostram que esses métodos podem fornecer indicações semelhantes.

Antes da escolha da metodologia mais adequada para as análises da concentração total de metais pesados no solo, foram utilizadas três técnicas de preparação com o uso do forno de microondas, por ser a melhor tecnologia disponível, moderna, rápida,

oferecer pouca manipulação da amostra (minimizando a fonte de erros analíticos), com resultados confiáveis, consagrada, aceita e internacionalmente oficializada pelo SW-846-USEPA-METHODS.

Embora a água régia não seja considerada como um método capaz de fornecer o teor total de metais pesados admite-se que esse método forneça uma estimativa razoável da quantidade máxima que poderá está disponível para as plantas ou ser lixiviada para a água subterrânea [17]. De maneira geral é aceito que as extrações com água régia recuperam entre 70 a 90% do conteúdo total de Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni e Pb [18]. Fadigas (2002) [19] estimou as concentrações naturais (pseudo-totais) de Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn em 83 perfis de solos obtidos na soloteca da Embrapa Solos de diversas regiões brasileiras com ênfase para as unidades pedológicas de maior ocorrência no território nacional como os Latossolos e Argissolos e concluiu que a extração por água régia é adequada para estimar os valores de referência para essas classes de solos brasileiros.

De modo geral, concluiu-se que a metodologia mais apropriada para determinação dos teores totais de metais pesados de interesse ambiental neste estudo de caso, é o método da Água Régia, pois foi a metodologia que determinou maiores teores da maioria dos metais estudados (Mn, Zn, Cd, Cr e Co), seguida pela EPA 3052-Modificado (Cd, Cu e Pb), e pela EPA 3051 (Ni). (Figura 2).

Índice de Disponibilidade de Metais:

O índice de disponibilidade de metais (Tabela 1) foi calculado utilizando os maiores valores encontrado tanto para os extratores biodisponíveis, como para os extratores totais. O mesmo é definido como a participação dos teores disponíveis em relação aos teores totais de cada elemento metálico estudado.

Apesar dos valores totais encontrados neste trabalho para praticamente todos os metais serem considerados baixos ou muito baixos em relação à lista orientadora da CETESB, foi observado que os elementos Cu e Pb tiveram os índices de disponibilidade mais alto em relação aos outros metais, apresentando 35,91% e 22,34% respectivamente de formas disponíveis no solo. Como ambos os elementos tem comportamento semelhante no solo, pode-se inferir que esse alto teor de disponibilidade apresentado por estes metais deve-se provavelmente a formação de complexos solúveis em solo com pH alto como é o caso do solo estudado.

Com relação à disponibilidade relativa dos demais cátions, vale destacar que o teor de Cd total determinado pela água régia apresentou valores médios próximos ao valor de intervenção agrícola da lista orientadora da CETESB, mas apenas 1,86% deste teor total estão na forma disponível no solo. Relação parecida foi observada com o Ni, onde os teores totais médios apresentavam valores (determinados pelo EPA-3051), entre os valores de alerta e intervenção agrícola, mas apenas 3,75% destes

teores estavam disponíveis no solo. O estabelecimento deste índice é importante, pois no caso destes cátions (Cd e Ni), os mesmos são considerados metais pesados fracamente adsorvidos nos colóides do solo e conseqüentemente apresentarem maiores mobilidades e biodisponibilidade e portanto, maior potencial para lixiviação no perfil do solo e contaminação das águas subterrâneas.

Conclusões

Na comparação entre os métodos de preparação de amostras de solos para determinações dos teores totais e biodisponíveis, este trabalho indica que para maioria das análises de metais pesados de interesse ambiental (neste estudo de caso), pode-se dar preferência ao método EPA-3051 para os valores pseudo-totais, apesar do método da água régia tenha apresentado médias de recuperação de metais maiores e o Mehlich-3 (valores de biodisponibilidade), por apresentarem resultados maiores e mais recuperados destes contaminantes. É importante ressaltar que o método EPA-3051 é um método oficial, reconhecido, amplamente utilizado nos Estados Unidos e por muitos órgãos ambientais do mundo, inclusive no Brasil em vários estados em compilação à lista de valores orientadores da CETESB [2].

Agradecimentos

À Embrapa Solos e ao Laboratório de Geotecnia da COPPE/UFRJ.

Referências

- [1] ANDRADE, J. C. M.; TAVARES, S. R. L. & MAHLER, C. F. Fitorremediação, o uso de plantas na melhoria ambiental. São Paulo: OFICINA DE TEXTOS, 2007. 176p.
- [2] CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Estabelecimento de Valores de Referência de Qualidade e de Intervenção para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo; CETESB, 2001.
- [3] CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F; CASAGRANDE, J.C. Reações dos micronutrientes e elementos tóxicos. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M.C.P. da VAN RAIJ, G.; ABREU, C.A de (Ed). Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. cap 5, p. 89-124.
- [4] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- [5] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- [6] MEHLICH, A. Determination of P, Ca, Mg, K, Na and NH₄. North Carolina Soil Test Division. Raleigh, North Carolina, 1953. (mimeografado).

- [7] MEHLICH, A. Mehlich 3 soil test extractant A modification of Mehlich 2 extractant. Commun. Soil Sci. Plant Anal., New York, 15(12):1409-1416, 1984.
- [8] LINDSAY, W. L. & NORVELL, W. A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 42 (3) :421-428, 1978.
- [9] BERROW, M.L., STEIN, W. Extraction of metals from soils and sewage sludges by reflux with aqua regia. *Analyst*, v.108,p.227-285, 1983
- [10] USEPA – United States Environmental Protection Agency. Microwave Assisted Acid digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oils – Method 3051 – SW – 846, 1994. Disponível em: URL <http://www.epa.gov/epaosver/hazwaste/test/3051.pdf> [2008].
- [11] USEPA – United States Environmental Protection Agency. Microwave Assisted Acid digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oils – Method 3050 – SW – 846, 1994a. Disponível em: URL <http://www.epa.gov/epaosver/hazwaste/test/3050.pdf> [2008].
- [12] ABREU, C. A. de; LOPES, A. S. & RAIJ, B. Van. Análise de micronutrientes em solos brasileiros: Situação atual e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26. Rio de Janeiro, 1997, 21p. (CD-Rom).
- [13] ABREU, C. A. de; ABREU, M. F. de; RAIJ, B. V. & SANTOS, W. R. Comparação de métodos de análise para avaliar a disponibilidade de metais pesados em solos. Campinas: Revista Brasileira de ciência do Solo,
- [14] PANDEYA, S.B. & SING, A.K. & JHA, P. Labile pool of cadmium in sludge-treated soils. *Plant and soil*, 203:1-13, 1998.
- [15] SHUMAN, L. M. Effect of organic matter on the distribution of manganese, copper, iron and zinc in soil fractions. *Soil Science*, 16 :192-198, 1988.
- [16] LI, Z. & SHUMAN, L. M. Mehlich-1 and DTPA: extractable lead in soils in relation to properties. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 28 :351-363, 1997.
- [17] DIAZ-BARRIENTOS. Comparison of two methods of sample preparation for determination by atomic absorption spectrophotometry of heavy metals in soils and sediments. *Communications in Soil Science and*
- [18] URE, A. M. Methods of analysis for heavy metals in soils. In: ALLOWAY, B. J. ed. *Heavy metals in soil*. 2 ed. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 58-102, 1995
- [19] FADIGAS, F. S. Estimativa das concentrações naturais (pseudo-total) de Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn em solos brasileiros e proposição de valores de referência utilizando técnicas da estatística multivariada. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 116p. 2002.

Figura 1: Teores de metais pesados biodisponíveis nos 5 pontos representativos dos maiores hot-spots do site contaminado.

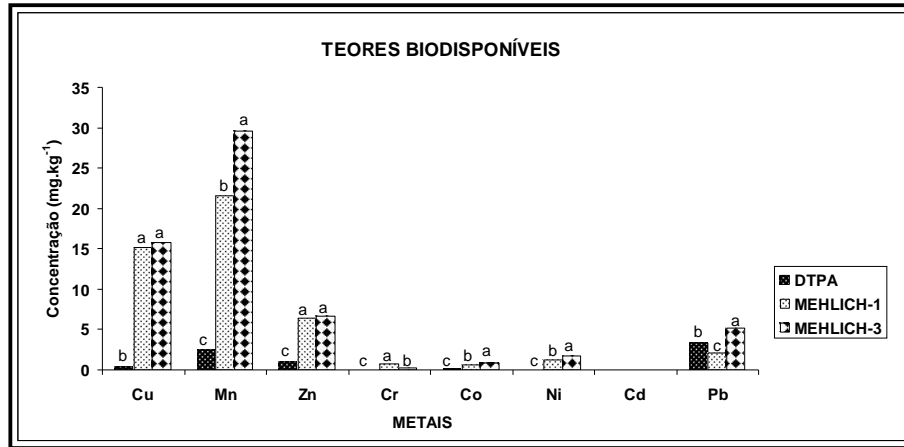


Figura 2: Teores de metais pesados pseudo-totais nos 5 pontos representativos dos maiores hot-spots do site contaminado.

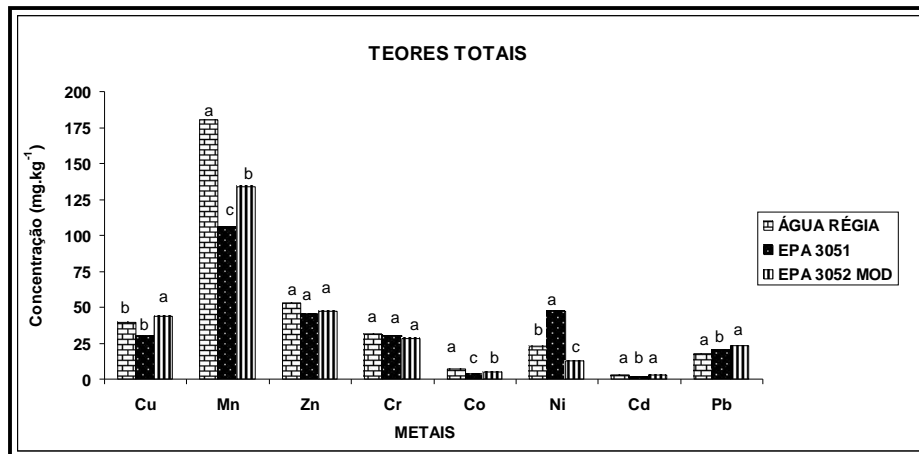


Tabela 1. Índice de Disponibilidade dos metais pesados de interesse determinados entre as maiores concentrações encontradas (independente dos extratores) nas frações biodisponíveis e pseudo-totais ((Biodisponível / Pseudo-total) X 100).

Metais	Índice de Disponibilidade (%)
Cu	35,91
Mn	16,43
Zn	12,61
Cr	2,31
Co	12,18
Ni	3,75
Cd	1,86
Pb	22,34

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Uso de normas DRIS (log-transformadas) para a cultura do cupuaçu⁽¹⁾”

J.R.M. DIAS⁽²⁾, L. B. TAVELLA⁽²⁾, P. G. S. WADT⁽¹⁾, C. de O. LEMOS⁽⁴⁾, D. V. PÉREZ⁽¹⁾, L. M. da SILVA⁽¹⁾, E. A. DELARME LINDA⁽²⁾, I. A. A. M. de MIRANDA⁽⁵⁾, J. da S. SOLINO⁽²⁾, A.A. MIOTTI⁽³⁾, & H. M. LEITE⁽³⁾

RESUMO – A transformação logarítmica das relações bivariadas no cálculo das normas e dos índices do Sistema de Diagnóstico e Recomendação de Nutrientes (DRIS) tem sido sugerida como uma forma de melhorar a acurácia do sistema, principalmente por diminuir a inconsistência na distribuição de frequência entre as formas de expressão direta e inversa de uma mesma relação. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de relações log-transformadas entre diferentes populações de referência. Os resultados mostraram que as relações log-transformadas contribuíram para uma maior consistência dos resultados entre as formas direta e inversa entre diferentes normas DRIS.

Palavras-Chave: (Diagnóstico nutricional; Padrões de referência; *Theobroma grandiflorum*).

Introdução

O Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) tem sido considerado como vantajoso na interpretação do estado nutricional das plantas, em relação ao método convencional (nível crítico ou faixas de suficiência), pelo fato de que relações bivariadas minimizam os efeitos da concentração e ou diluição da matéria seca, ou seja, as taxas relativas de acúmulo de nutrientes são avaliadas unicamente em função dos demais nutrientes [1].

O desempenho superior do DRIS frente aos métodos convencionais (MC) tem sido questionado para alguns nutrientes, o que tem levado aos autores a uma grande variação de procedimentos de cálculos e de fórmulas DRIS visando corrigir esta baixa acurácia, dando origem a diversas fórmulas como a de Elwali & Gascho [2], Ratfhon & Burger [3], Parent & Dafir [4] ou Wadt et al [5], entre outros.

Uma alternativa que pode ser associada a qualquer uma destas fórmulas de cálculo, é a transformação logarítmica das relações bivariadas, proposta por Beverly [6]. Todavia, este autor, baseado na constatação de que o desvio padrão da relação bivariada decresce com o aumento da produtividade das plantas, fez a suposição de que seria mais adequado para o diagnóstico nutricional a utilização de valores de desvio padrão menores, o que levou à indicação do uso generalizado do desvio padrão do teor nutricional do

elemento em análise em cada fórmula DRIS, já que a variação média do logaritmo do desvio padrão de todas as relações bivariadas seriam, virtualmente, maior que o logaritmo do desvio padrão do teor de um dado elemento [6].

Baseado nesta hipótese, foi proposta uma simplificação da fórmula DRIS usando relações bivariadas log-transformadas [6]. Entretanto, a utilização da variabilidade apurada de cada relação bivariada permite uma medição mais precisa da contribuição da respectiva relação no índice nutricional do nutriente, ou seja, dada duas relações quaisquer (X/Y_1 e X/Y_2), se uma delas possuir uma variabilidade maior em lavouras de alta produtividade, significa que pouco contribui para a determinação do equilíbrio nutricional [1, 7], o que é ignorado pela proposição de Beverly [6] ao usar o desvio padrão do teor do nutriente na fórmula.

O uso de relações bivariadas log-transformadas foi proposto devido aos desvios observados na distribuição normal de relações bivariadas, quando se compara suas formas diretas e inversas [6]. Isto implica que, usando-se as relações log-transformadas. Este desvio faz com que algumas relações bivariadas difiram entre duas populações distintas adotadas como referência em uma das formas de expressão da fórmula DRIS (direta, por exemplo), sem contudo apresentar diferenças entre quando expressa em outra forma (inversa, por exemplo).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar se o uso de relações bivariadas log-transformadas permite maior coerência na expressão das normas DRIS entre suas formas diretas e inversas, quando comparando diferentes grupos de normas DRIS.

Material e Métodos

Para a geração das normas DRIS foram monitorados 153 pomares comerciais de cupuaçu, sendo 42 cultivados em monocultivo e 111 em sistemas agroflorestais (SAF's), com idade variando de 5 a 18 anos, no período de julho a setembro de 2008, localizados na área de influência do distrito de Nova Califórnia, extremo-oeste do município de Porto Velho, Rondônia, em um quadrículo contido entre os paralelos 9° 24'45''S e 9°54'54''S e os meridianos 65°27'28''W e 65°51'52''W.

¹ Engenheiro Agrônomo. D. Sci.. Embrapa Solos e Embrapa Acre. E-mail: daniel@cnps.embrapa.br; paulo@cpafac.embrapa.br; luciociopafac.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo. Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre. E-mails: jairorafaelmdias@hotmail.com; leo_tavella@hotmail.com; jussiesolino@hotmail.com; elaineadell@hotmail.com

³ Engenheiro Agrônomo. Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Ceará. E-mails: alan_miotti@hotmail.com; enghmf@hotmail.com.

⁴ Sistemas de Informação. Bolsista CNPq. Embrapa Acre. E-mail: cleigiane@cpafac.embrapa.br

⁵ Engenheiro Agrônomo. Prefeitura Municipal de Nova Brasilândia D' Oeste. E-mail: izaacmenezes@hotmail.com

Nos pomares foram retiradas amostras foliares, cujas plantas foram previamente identificadas como tendo potencial de baixa (PBP), média (PMP) e alta (PAP) produtividade. Para a amostragem, estabeleceu-se como padrão de referência a 3ª folha de lançamento recém amadurecido, tomadas a partir do ápice do ramo da altura média na posição norte e sul. Coletou-se um total de trinta folhas por pomar.

As análises químicas das amostras foliares foram determinadas através de digestão nitro-perclórica e sulfúrica. Após digestão nitro-perclórica as folhas de cupuaçu foram analisadas quanto à concentração total de Ca, Mg, Mn, Fe, Zn e Cu por espectrometria de plasma (ICP-OES), Na e K por fotometria de chama e P por espectrofotometria molecular. O nitrogênio total foi obtido após digestão sulfúrica e destilação por Kjeldahl. Todos os métodos seguiram os protocolos apresentados por Carmo et al. [8].

Os pomares foram previamente classificados como de baixa (PBP), média (PMP) e alta (PAP) produtividade, levando em consideração os aspectos: fitossanitários, status do manejo cultural e do solo. Com relação aos aspectos fitossanitários levou-se em consideração o nível de infestação dos pomares para vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciososa*) e a broca-do-fruto (*Conotrachelus humeropictus*), problemas que mais afetam a produtividade na região. Com relação ao status do manejo cultural e do solo foram levados em consideração o nível de práticas de manejo adotado nas áreas. Adotou-se para a avaliação das práticas culturais: presença ou ausência de poda, frutos estragados da área de cultivo e limpeza da área. Para as práticas de manejo do solo, levou-se em consideração, presença ou ausência de adubação orgânica, cobertura do solo e cultivo em nível. Para as características avaliadas (status fitossanitário, manejo cultural e do solo) foram atribuídos conceitos: 1 (ruim), 2 (regular) e 3 (bom).

A partir da análise visual, sub-agrupou-se a população nas três classes (PAP, PMP, PBP), cuja distribuição se deu pela soma dos referidos conceitos, onde: $3 \leq PBP < 6$, $6 \leq PMP \leq 7$ e $8 \leq PAP \leq 9$.

Uma vez definidas as classes de produtividade, foi utilizada a população de alta produtividade (PAP) para a obtenção das normas DRIS. A partir da definição desses padrões (normas), realizou-se a transformação logarítmica dos índices nutricionais, na qual foram obtidos através da média dos índices log-transformados por meio do software DRIS (www.drisc.com.br) para cinco diferentes subpopulações: Geral, constituído por todos os pomares de alta produtividade (PAP); CCS, norma específica para PAP cultivados em sistemas agroflorestais (SAF's); CCM, norma específica para PAP cultivados em sistema de monocultura; CUP>11, PAP com idade maior que 11 anos e CUP≤11, específicas para PAP com idade igual ou inferior a 11 anos.

Para avaliar o efeito dos padrões nutricionais das normas gerais (Geral) sobre os padrões nutricionais das normas específicas (CCM, CCS, CUP>11anos e

CUP≤11anos), submeteu-se os dados ao teste F de variâncias e ao teste t (Student), a 2,5 % e 5% de probabilidade, respectivamente.

Resultados

Os pomares foram classificados em PAP (48 pomares), PMP (74 pomares) e PBP (34 pomares). Esta classificação foi considerada mais adequada para refletir a qualidade nutricional dos pomares que a produtividade das plantas, cujas informações disponíveis não foram consideradas confiáveis.

Os teores nutricionais médios “log-transformados” da PAP presentes nas folhas de cupuaçu (Tabela 1) encontram-se abaixo para P, Ca, Mg, Zn, Mn e Cu, equilibrado para K e Fe e acima para N, a partir da definição dos critérios de interpretação sugeridos por Ayres [9] para a cultura do cupuaçu submetidos a SAF's com idade de 18 anos na Amazônia sul ocidental.

Figueiredo [10] avaliando a eficiência de recomendação de adubação de produção proposta pela EMBRAPA Amazônia Ocidental para macronutrientes em cupuaçu cultivado em SAFs, com idade de 6 anos, observou após a adubação, teores nutricionais superiores aos encontrados nesse trabalho, com exceção do K que esteve dentro do limite da faixa encontrada.

Observa-se ainda na Tabela 1 que para os macronutrientes, a maior amplitude quanto à concentração, para os diferentes grupos de padrões nutricionais ocorreram para o K, com variação de $0,13 \text{ (g kg}^{-1}\text{)}$. Para os micronutrientes as maiores variação ocorreu para o Cu, variando $0,11 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$, o que demonstra, conforme já observado por Beverly [6], que a transformação logarítmica concorre para eliminar diferenças significativas entre as médias dos teores dos nutrientes de diferentes populações de plantas.

Na Tabela 2 encontra-se a razão das médias nutricionais “log-transformadas” dos teores foliares, subdivididos em padrões nutricionais geral e padrões nutricionais específicos

Comparando os índices nutricionais obtidos pelo padrão nutricional geral com os padrões nutricionais específicos (Tabela 3), observa-se que todas as relações bivariadas “log-transformadas” pertencem à mesma população, sendo estaticamente iguais quando o padrão nutricional geral foi comparado com os padrões nutricionais CCS e CUP>11 anos. Por outro lado, 28,4 % das razões nutricionais “log-transformadas” entre os padrões nutricionais geral e CUP≤11anos foram diferentes entre si, sendo que o padrão nutricional CCM, apresentou resultado intermediário, com 19,7 % dos índices nutricionais diferentes daqueles determinados pelo padrão nutricional geral.

Discussão

Apesar de alguns de teores nutrientes da PAP nas folhas de cupuaçu (Tabela 1) estarem fora da faixa encontrada por outros autores [9,10] os mesmo foram

utilizados para o estabelecimento das normas DRIS, isso se justifica pelo fato de que o tecido vegetal amostrado em diferentes épocas do ano estão sujeitos a sofrer influências pelos fatores de diluição e concentração, onde os processos fisiológicos que levam a afetar a taxa de acúmulo de matéria seca responde por fração importante da variação desses teores [11], o que pode ser mitigado pelo uso de relações bivariadas no Sistema DRIS [1].

Atualmente, uma das maiores discussões com finalidade de atestar eficiência do método DRIS se consiste em utilizar padrões nutricionais gerais ou padrões nutricionais específicos (locais, regionais e etc.), havendo entre os autores uma certa tendência em utilizar padrões nutricionais específicos [12,13,14,15]. Entretanto, ao avaliar o comportamento dos índices nutricionais na comparação de padrões nutricionais universais e específicos (Tabela 3), percebe-se que ambas são muito parecidas, onde apenas 12,04% das relações nutricionais bivariadas apresentaram-se pertencer a populações distintas, concordando com Walworth & Sumner [16].

A maior distinção entre os padrões de referência para o comportamento das relações bivariadas foram encontrados quando o padrão nutricional geral foi comparada com os padrões nutricionais específicos (CCM e $CUP \leq 11$), em relações bivariadas que envolvem os nutrientes N e P.

Importante destacar, entretanto, que o uso de relações bivariadas log-transformadas contribuiu para o mesmo comportamento entre as formas direta e inversa. Por exemplo, as únicas exceções na comparação das relações na forma inversa e direta para as populações Gera x CCS foi para N/K, Zn/Cu e Mn/Ca (e suas respectivas formas inversas) (Tabela 3). Este resultado abre a possibilidade de se utilizar relações log-transformadas em combinação com outras fórmulas de cálculo dos índices DRIS visando melhor o desempenho preditivo do método.

Conclusões

O uso de relações log-transformadas contribuiu para a obtenção de resultados semelhantes entre as duas formas de expressão de uma relação bivariada, na comparação entre normas de populações de referência distintas.

Agradecimentos

Ao CNPq e a FUNTAC, pelos recursos financeiros ao projeto e aos produtores e técnicos do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (RECA), de Vila Califórnia, Porto Velho, RO pelo apoio logístico e colaboração nos trabalhos de campo.

Referências

- [1] WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F. de. 1999. O monitoramento nutricional frente aos métodos diagnósticos no planejamento das adubações. In: WADT, P.G.S.; MALAVOLTA, E. (Org.). *Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas*. Piracicaba: Potafos. 125p.
- [2] ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. 1984 Soil testing, foliar analysis, and DRIS as aguide for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, 76:466-70.
- [3] RATHFON, R.A., BURGER, J.A. 1991. Diagnosis and Recommendation Integrated System Modifications for Fraser Fir Christmas Trees. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:1026-1031.
- [4] PARENT, L.E., DAFIR, M. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:239-242.
- [5] WADT, P. G. S. ; SILVA, D. J. ; MAIA, C. E. ; TOMÉ JÚNIOR, J. B. ; PINTO, P. A. da C.; MACHADO, P. L. O. de A. 2007. Modelagem de funções no cálculo dos índices DRIS. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 42:57-64.
- [6] BEVERLY, R.B. 1987. Comparison of DRIS and alternative nutrient diagnostic methods for soybean. *Journal of Plant Nutrition*. 10:901-920.
- [7] MAIA, C. 1999. Análise crítica da fórmula original de Beaufils no cálculo dos índices DRIS: a constante de sensibilidade. In: WADT, P.G.S.; MALAVOLTA, E. (Org.). *Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas*. Piracicaba: Potafos, 105p.
- [8] CARMO, C.A.F. de S. do; ARAÚJO, W. S. de; BERNARDI, A. C. de C.; SALDANHA, M.F.C. 2000. *Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados pela Embrapa Solos*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 41p.
- [9] AYRES, M. I. da C. 2006. *Efeitos da calagem e da adubação potássica na produção de cupuaçu (Theobroma grandifloru) em sistemas agroflorestais do projeto Reca em Nova Califórnia – Rondônia*. Dissertação de Mestrado, FCA, UFAM, Manaus.
- [10] FIGUEIREDO, N.N. 1999. Avaliação nutricional do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) em um sistema agroflorestal com diferentes níveis de adubação. Dissertação de Mestrado, FCA, UFAM, Manaus.
- [11] JARREL, W.M.; BEVERLY, R.B. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*, 34:197-224.
- [12] NACHTIGALL, G.R. 2004. *Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para avaliação do estado nutricional da macieira no sul do Brasil*. Tese de Doutorado, ESALQ, USP, Piracicaba.
- [13] LEANDRO, W. M. 1998. *Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para a cultura da soja (Glycine maxl) na região de Rio Verde – GO*. Tese de Doutorado, UFV, Viçosa.
- [14] ROCHA, A.C da; LEANDRO, W.M.; ROCHA, A.O.; SANTANA, J. das G.; ANDRADE, J.W. de S. 2007. Normas DRIS para cultura do milho semeado em espaçamento reduzido na região de Hidrolândia, GO, Brasil. *Bioscience Journal*, 23:50-60.
- [15] SANTANA, J.das G.; LEANDRO, W.M.; NAVES, R.V.; CUNHA, P.P da. 2008. Normas DRIS para interpretação de análises de folha e solo, em laranja pês, na região central de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 38:109-117.
- [16] WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. 1987 The diagnosis and recommendation integrate system (DRIS). *Advances in Soil Sciences*, 12:149-188.

Tabela 1. Concentração média “log-transformada” dos nutrientes nas folhas da sub-população de alto potencial produtivo em função das normas DRIS estabelecidas para o cupuaçu cultivado na Amazônia Ocidental

Nutrientes	Geral	CCS	CCM	CUP	
				>11 anos	≤11 anos
				g kg ⁻¹	
N	2,68	2,69	2,66	2,7	2,65
P	-0,34	-0,34	-0,33	-0,31	-0,36
K	1,44	1,40	1,51	1,38	1,50
Ca	1,40	1,39	1,41	1,36	1,44
Mg	0,64	0,62	0,67	0,60	0,68
				mg kg ⁻¹	
Zn	2,44	2,44	2,43	2,47	2,40
Fe	4,08	4,14	4,05	4,05	4,12
Mn	5,61	5,61	5,63	5,66	5,57
Cu	1,43	1,44	1,41	1,48	1,37
Nº amostra	48	34	14	26	22

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais

CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo

CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos

CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos

Geral – Todas as plantas monitoradas consideradas de alta produtividade

Tabela 2. Médias das relações bivariadas log-transformados para a cultura do cupuaçu entre diferentes populações de referência.

Relação	Geral	CCS	CCM	CUP>11	CUP≤11	Relação	Geral	CCS	CCM	CUP>11	CUP≤11
N/P	3,016	3,035	2,991	3,019	3,013	Mg/Zn	-1,805	-1,817	-1,756	-1,874	-1,722
N/K	1,244	1,290	1,144	1,326	1,146	Mg/Fe	-3,443	-3,521	-3,378	-3,450	-3,434
N/Ca	1,283	1,297	1,245	1,343	1,212	Mg/Mn	-4,978	-4,992	-4,960	-5,056	-4,887
N/Mg	2,042	2,070	1,987	2,105	1,967	Mg/Cu	-0,791	-0,816	-0,740	-0,876	-0,690
N/Zn	0,237	0,253	0,231	0,230	0,245	Zn/N	-0,237	-0,253	-0,231	-0,230	-0,245
N/Fe	-1,401	-1,451	-1,391	-1,346	-1,467	Zn/P	2,779	2,782	2,760	2,788	2,768
N/Mn	-2,937	-2,922	-2,973	-2,951	-2,920	Zn/K	1,007	1,037	0,913	1,096	0,901
N/Cu	1,250	1,254	1,247	1,228	1,276	Zn/Ca	1,046	1,044	1,014	1,113	0,967
P/N	-3,016	-3,035	-2,991	-3,019	-3,013	Zn/Mg	1,805	1,817	1,756	1,874	1,722
P/K	-1,772	-1,745	-1,846	-1,692	-1,867	Zn/Fe	-1,638	-1,704	-1,622	-1,576	-1,712
P/Ca	-1,733	-1,738	-1,746	-1,675	-1,801	Zn/Mn	-3,174	-3,175	-3,204	-3,182	-3,165
P/Mg	-0,975	-0,965	-1,004	-0,914	-1,046	Zn/Cu	1,013	1,001	1,016	0,998	1,032
P/Zn	-2,779	-2,782	-2,760	-2,788	-2,768	Fe/N	1,401	1,451	1,391	1,346	1,467
P/Fe	-4,417	-4,486	-4,382	-4,364	-4,480	Fe/P	4,417	4,486	4,382	4,364	4,480
P/Mn	-5,953	-5,957	-5,964	-5,970	-5,933	Fe/K	2,645	2,741	2,535	2,672	2,613
P/Cu	-1,766	-1,781	-1,744	-1,790	-1,737	Fe/Ca	2,684	2,748	2,636	2,689	2,679
K/N	-1,244	-1,290	-1,144	-1,326	-1,146	Fe/Mg	3,443	3,521	3,378	3,450	3,434
K/P	1,772	1,745	1,846	1,692	1,867	Fe/Zn	1,638	1,704	1,622	1,576	1,712
K/Ca	0,071	0,007	0,201	0,017	0,134	Fe/Mn	-1,536	-1,471	-1,582	-1,606	-1,453
K/Mg	0,798	0,780	0,842	0,778	0,821	Fe/Cu	2,652	2,706	2,637	2,574	2,744
K/Zn	-1,007	-1,037	-0,913	-1,096	-0,901	Mn/N	2,937	2,922	2,973	2,951	2,920
K/Fe	-2,645	-2,741	-2,535	-2,672	-2,613	Mn/P	5,953	5,957	5,964	5,970	5,933
K/Mn	-4,181	-4,212	-4,118	-4,278	-4,066	Mn/K	4,181	4,212	4,118	4,278	4,066
K/Cu	0,007	-0,036	0,102	-0,098	0,131	Mn/Ca	4,220	4,219	4,218	4,294	4,132
Ca/N	-1,283	-1,297	-1,245	-1,343	-1,212	Mn/Mg	4,978	4,992	4,960	5,056	4,887
Ca/P	1,733	1,738	1,746	1,675	1,801	Mn/Zn	3,174	3,175	3,204	3,182	3,165
Ca/K	-0,008	-0,007	0,000	-0,017	0,002	Mn/Fe	1,536	1,471	1,582	1,606	1,453
Ca/Mg	0,758	0,773	0,742	0,761	0,755	Mn/Cu	4,187	4,176	4,220	4,179	4,196
Ca/Zn	-1,046	-1,044	-1,014	-1,113	-0,967	Cu/N	-1,250	-1,254	-1,247	-1,228	-1,276
Ca/Fe	-2,684	-2,748	-2,636	-2,689	-2,679	Cu/P	1,766	1,781	1,744	1,790	1,737
Ca/Mn	-4,220	-4,219	-4,218	-4,294	-4,132	Cu/K	-0,007	0,036	-0,102	0,098	-0,131
Ca/Cu	-0,033	-0,042	0,001	-0,115	0,065	Cu/Ca	0,033	0,042	-0,001	0,115	-0,065
Mg/N	-2,042	-2,070	-1,987	-2,105	-1,967	Cu/Mg	0,791	0,816	0,740	0,876	0,690
Mg/P	0,975	0,965	1,004	0,914	1,046	Cu/Zn	-1,013	-1,001	-1,016	-0,998	-1,032
Mg/K	-0,798	-0,780	-0,842	-0,778	-0,821	Cu/Fe	-2,652	-2,706	-2,637	-2,574	-2,744
Mg/Ca	-0,758	-0,773	-0,742	-0,761	-0,755	Cu/Mn	-4,187	-4,176	-4,220	-4,179	-4,196

Geral – Todas as plantas monitoradas consideradas de alta produtividade

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais

CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo

CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos

CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos

Tabela 3. Gradiente das relações bivariadas e univariadas, log-transformadas, entre diferentes populações de referência.

Relação	Geral X CCS	Geral X CCM	Geral X CUP>11	Geral X CUP≤11	Relação	Geral X CCS	Geral X CCM	Geral X CUP>11	Geral X CUP≤11
N	(0,63) ns	0,93 ns	(1,43) ns	1,63 ns	Mg/Zn	0,13 ns	9,42 _{0,025}	0,65 ns	3,84 _{0,025}
N/P	(0,63) ns	0,62 ns	(0,08) ns	0,08 ns	Mg/Fe	0,42 ns	(0,28) ns	0,04 ns	(0,04) ns
N/K	(0,47) ns	2,76 _{0,025}	(0,74) ns	3,70 _{0,025}	Mg/Mn	0,13 ns	(0,15) ns	0,68 ns	(0,88) ns
N/Ca	(0,16) ns	3,51 _{0,025}	(0,64) ns	3,15 _{0,025}	Mg/Cu	0,26 ns	2,68 _{0,025}	0,82 ns	2,23 _{0,025}
N/Mg	(0,34) ns	8,16 _{0,025}	(0,68) ns	5,38 _{0,025}	Zn/N	0,37 ns	(0,10) ns	(0,14) ns	0,15 ns
N/Zn	(0,37) ns	0,10 ns	0,14 ns	(0,15) ns	Zn/P	(0,08) ns	0,40 ns	(0,24) ns	0,25 ns
N/Fe	0,31 ns	(0,05) ns	(0,34) ns	0,36 ns	Zn/K	(0,27) ns	0,70 ns	(0,70) ns	3,11 _{0,025}
N/Mn	(0,24) ns	0,42 ns	0,20 ns	(0,23) ns	Zn/Ca	0,02 ns	0,27 ns	(0,59) ns	2,32 _{0,025}
N/Cu	(0,08) ns	0,06 ns	0,43 ns	(0,47) ns	Zn/Mg	(0,13) ns	2,91 _{0,025}	(0,65) ns	3,84 _{0,025}
P/N	0,63 ns	(0,62) ns	0,08 ns	(0,08) ns	Zn	0,12 ns	0,23 ns	(0,68) ns	0,73 ns
P	0,28 ns	(0,13) ns	(0,73) ns	0,80 ns	Zn/Fe	0,37 ns	(0,07) ns	(0,34) ns	0,34 ns
P/K	(0,27) ns	0,63 ns	(0,71) ns	3,12 _{0,025}	Zn/Mn	0,02 ns	0,37 ns	0,12 ns	(0,13) ns
P/Ca	(0,27) ns	2,93 _{0,025}	(0,59) ns	0,78 ns	Zn/Cu	0,20 ns	(0,02) ns	0,25 ns	(0,23) ns
P/Mg	0,06 ns	6,23 _{0,025}	(0,67) ns	3,95 _{0,025}	Fe/N	(0,31) ns	0,05 ns	0,34 ns	(0,36) ns
P/Zn	0,08 ns	(0,40) ns	0,24 ns	(0,25) ns	Fe/P	(0,40) ns	0,16 ns	0,30 ns	(0,31) ns
P/Fe	0,40 ns	(0,16) ns	(0,30) ns	0,31 ns	Fe/K	(0,53) ns	0,47 ns	(0,14) ns	0,16 ns
P/Mn	0,06 ns	0,12 ns	0,23 ns	(0,25) ns	Fe/Ca	(0,37) ns	0,22 ns	(0,02) ns	0,03 ns
P/Cu	0,25 ns	(0,27) ns	0,39 ns	(0,40) ns	Fe/Mg	(0,42) ns	0,28 ns	(0,04) ns	0,04 ns
K/N	0,47 ns	(0,86) ns	0,74 ns	3,70 _{0,025}	Fe/Zn	(0,37) ns	0,07 ns	0,34 ns	(0,34) ns
K/P	0,27 ns	(0,63) ns	0,71 ns	3,12 _{0,025}	Fe	(0,39) ns	0,15 ns	0,19 ns	(0,19) ns
K	0,38 ns	2,80 _{0,025}	0,53 ns	3,85 _{0,025}	Fe/Mn	(0,35) ns	0,19 ns	0,36 ns	(0,38) ns
K/Ca	0,84 ns	(1,11) ns	0,64 ns	(0,63) ns	Fe/Cu	(0,34) ns	0,07 ns	0,48 ns	(0,49) ns
K/Mg	0,31 ns	(0,55) ns	0,31 ns	(0,34) ns	Mn/N	0,24 ns	(0,42) ns	(0,20) ns	0,23 ns
K/Zn	0,27 ns	(0,70) ns	0,70 ns	3,11 _{0,025}	Mn/P	(0,06) ns	(0,12) ns	(0,23) ns	0,25 ns
K/Fe	0,53 ns	(0,47) ns	0,14 ns	(0,16) ns	Mn/K	(0,25) ns	0,41 ns	(0,70) ns	0,90 ns
K/Mn	0,25 ns	(0,41) ns	0,70 ns	(0,90) ns	Mn/Ca	0,01 ns	0,01 ns	(0,60) ns	2,69 _{0,025}
K/Cu	0,39 ns	(0,73) ns	0,88 ns	3,15 _{0,025}	Mn/Mg	(0,13) ns	0,15 ns	(0,68) ns	0,88 ns
Ca/N	0,16 ns	3,51 _{0,025}	0,64 ns	(0,88) ns	Mn/Zn	(0,02) ns	(0,37) ns	(0,12) ns	0,13 ns
Ca/P	(0,06) ns	2,93 _{0,025}	0,59 ns	(0,78) ns	Mn/Fe	0,35 ns	(0,19) ns	(0,36) ns	0,38 ns
Ca/K	(0,01) ns	(0,06) ns	0,10 ns	(0,10) ns	Mn	0,07 ns	(0,19) ns	(0,55) ns	0,63 ns
Ca	0,04 ns	4,21 _{0,025}	0,39 ns	3,25 _{0,025}	Mn/Cu	0,16 ns	(0,33) ns	0,10 ns	(0,11) ns
Ca/Mg	(0,33) ns	0,30 ns	(0,06) ns	0,07 ns	Cu/N	0,08 ns	(0,06) ns	(0,43) ns	0,47 ns
Ca/Zn	(0,02) ns	(0,27) ns	0,59 ns	2,32 _{0,025}	Cu/P	(0,25) ns	0,27 ns	(0,39) ns	0,40 ns
Ca/Fe	0,37 ns	(0,22) ns	0,02 ns	(0,03) ns	Cu/K	(0,39) ns	0,73 ns	(0,88) ns	1,12 ns
Ca/Mn	(0,01) ns	2,88 _{0,025}	0,60 ns	2,69 _{0,025}	Cu/Ca	(0,10) ns	0,29 ns	(0,75) ns	0,97 ns
Ca/Cu	0,10 ns	(0,29) ns	0,75 ns	(0,97) ns	Cu/Mg	(0,26) ns	0,46 ns	(0,82) ns	2,23 _{0,025}
Mg/N	0,34 ns	8,16 _{0,025}	0,68 ns	5,38 _{0,025}	Cu/Zn	(0,20) ns	2,68 _{0,025}	(0,25) ns	0,23 ns
Mg/P	0,12 ns	6,23 _{0,025}	0,67 ns	3,95 _{0,025}	Cu/Fe	0,34 ns	(0,07) ns	(0,48) ns	0,49 ns
Mg/K	(0,31) ns	0,55 ns	(0,31) ns	0,34 ns	Cu/Mn	(0,16) ns	0,33 ns	(0,10) ns	0,11 ns
Mg/Ca	0,33 ns	(0,30) ns	0,06 ns	(0,07) ns	Cu	(0,12) ns	0,23 ns	(0,85) ns	0,89 ns
Mg	0,23 ns	9,42 _{0,025}	0,43 ns	5,83 _{0,025}					

Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si e seguidas pelo mesmo número apresentam significância, pelos teste t (Student) a 5 % de probabilidade e teste F a 2,5% de probabilidade, respectivamente.

Geral – Todas as plantas monitoradas consideradas de alta produtividade

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais

CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo

CUP≤1 – Cupuaçu com idade até 11 anos

CUP>11 – Cupuaçu com idade superior a 11 anos

(X) – Número em módulo

“VALIDAÇÃO DE UM MÉTODO SPE-ESPECTROFOTOMETRIA PARA DETERMINAÇÃO DE PARAQUAT EM SOLOS”

**RAQUEL ANDRADE DONAGEMMA⁽²⁾, TÁCIO MAURO PEREIRA DE CAMPOS⁽²⁾,
GUILHERME KANGUSSÚ DONAGEMMA⁽³⁾ & RACHEL BARDY PRADO⁽³⁾**

RESUMO - O presente trabalho tem por objetivo a otimização e validação de um método de extração e quantificação via espectrofotometria visando a obtenção de limites de quantificação adequados a determinação de paraquat em amostras de solos. Esta otimização visa subsidiar o monitoramento do paraquat de forma mais adequada em uma área na região de Bom Jardim - RJ onde é utilizado este produto. A extração do paraquat por SPE em amostras de solos foi realizada em duas etapas: (i) extração do paraquat da matriz e (ii) limpeza e pré-concentração do extrato no cartucho SPE (C₁₈). A validação do método foi realizada através da avaliação dos parâmetros: faixa linear, linearidade, sensibilidade, precisão, recuperação/exatidão, limites de detecção e limites de quantificação que se apresentaram dentro dos níveis aceitáveis. A recuperação do paraquat na amostra de solos estudada foi em torno de 83%. O limite de detecção e quantificação do método foram 1,30 e 4,33 µg L⁻¹ respectivamente. O método SPE-Espectrofotometria apresentou-se adequado ao monitoramento de paraquat na amostra de solo estudada.

Palavras-Chave: (Paraquat; Método; Solo)

Introdução

O 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridina-dicloreto foi introduzido na década de 30, porém suas propriedades como pesticida foram avaliadas em 1958 e alguns anos depois foi introduzido comercialmente com o nome de paraquat [1]. Na forma de um sal de cloreto, ele é um herbicida não seletivo largamente utilizado e conhecido comercialmente como Gramoxone[®], Nerboxone[®], Weedol[®] ou Panthclear[®] [2]. O paraquat é extremamente tóxico, podendo causar intoxicações fatais em humanos e animais. No homem, ele pode ser reduzido pela enzima NADPH (fosfato de nicotinamida adenina dinucleotídeo) - citocromo P450 redutase, com a transferência de um elétron, formando o radical paraquat. Este, por sua vez, em presença de oxigênio oxida-se rapidamente produzindo um ânion

radical superóxido e regenerando o paraquat. Desta maneira, ciclos repetidos de redução e re-oxidação do herbicida podem ocorrer gerando uma grande quantidade de espécies de oxigênio reduzido que levam o organismo ao stress oxidativo ou à peroxidação de gorduras [3]. O paraquat tem sido determinado por diversas técnicas analíticas como espectrofotometria, análise em fluxo, cromatografia líquida com detector de massa, voltametria, polarografia e imunoenaios [4, 5, 6, 7, 8, 9]. Métodos colorimétricos são utilizados em análises qualitativas apresentando rapidez e facilidade. O paraquat pode ser identificado através de reações rápidas utilizando ditionito de sódio 1% em meio alcalino, esta mesma reação realizada via espectrofotometria, pode ser utilizada na quantificação de paraquat, porém apresenta-se baixa sensibilidade. De acordo com as considerações, o objetivo deste trabalho é otimizar e validar o método espectrofotométrico e avaliar a técnica de extração adequando-se o método ao monitoramento de paraquat em amostras de solos da região de Bom Jardim – RJ.

Material e Métodos

Materiais e Equipamentos

- Espectrofotômetro Spectronic Genesys 2;
- Agitador horizontal com aquecimento com capacidade para nove amostras Nova Ética;
- Balança Analítica Ohaus;
- Sistema à vácuo para extração em fase sólida (Agilent) com capacidade para 10 cartuchos acoplado a uma bomba de vácuo Modelo 13 da Prismatec;
- Cartuchos C₁₈ de 500 mg (3 mL) da Agilent.

Reagentes

Todos os reagentes utilizados foram de grau p.a. As soluções foram preparadas com água desionizada. A solução padrão de paraquat de concentração 1000 mg L⁻¹ foi preparada a partir da dissolução de 0,1770 g de paraquat (Sigma-Aldrich 99,9%) previamente seco à 110 °C por 3 horas, em 100 mL de água desionizada. A partir

⁽¹⁾ Bolsista de pós-doutorado (FAPERJ) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rua: Marquês de São Vicente, 225, Gávea, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22453-900. e-mail: rdonagemma@gmail.com

⁽²⁾ Professor Titular da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Geotecnia, Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22453-900.

⁽³⁾ Pesquisador A, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000.

Apoio financeiro: FAPERJ.

da solução de 1000 mg L⁻¹ foi preparada uma solução-trabalho de concentração 50 mg L⁻¹.

Amostras

As amostras de solos usadas para a validação da metodologia foram coletadas em 1 parcelas com o uso de pousio (22 x 4 m) instalada na região de Bom Jardim - RJ e utilizadas em experimentos de perda de solo e de escoamento superficial. As amostras de solos foram secas à temperatura ambiente, desagregadas e passadas por peneira de 2 mm de malha, obtendo-se terra fina seca ao ar (TFSA).

Extração do Paraquat na amostra de solo

O procedimento de extração do paraquat por SPE em amostras de solos foi dividido em duas etapas: (i) extração do paraquat da matriz e (ii) limpeza e pré-concentração do extrato no cartucho SPE. A extração do paraquat em amostra de solo foi avaliada mediante a fortificação da amostra com uso de pousio (m = 5 g) com solução padrão de paraquat em três níveis de concentração (1,0, 5,0 e 10,0 µg L⁻¹). Para incorporação do padrão de paraquat nas amostras de solos estes permaneceram em agitação constante por 24 horas e posteriormente foram novamente secas à temperatura ambiente, desagregadas e passadas por peneira de 2 mm de malha, obtendo-se terra fina seca ao ar (TFSA). Ensaio preliminares foram realizados para se determinar a melhor condição de extração, foi avaliada a concentração do solvente extrator (12, 24 e 36 mL.L⁻¹), tempo de extração (4, 8 e 12 horas) e temperatura (0 °C e 50 °C). O extrato foi filtrado e pré-concentrado por extração em fase sólida de acordo com o método 549.2 do EPA [10], usado cartucho C₁₈ acoplado ao sistema à vácuo para extrações de até 10 amostras simultâneas. O sistema foi ajustado quanto à vazão e os cartuchos condicionados de acordo com as condições necessárias. Após o condicionamento dos cartuchos, 25 mL da amostra foi eluída pelo cartucho a uma vazão de 5,0 mL/min. O pH das amostras foram ajustados com NaOH entre 7,0 e 9,0. Após a eluição da amostra, o cartucho foi eluído com 5,0 mL de metanol para lavagem, foi seco pela passagem de um fluxo de ar por alguns segundos e à seguir o paraquat foi eluído pela passagem de 4,5 mL de solução de eluição (H₃PO₄ + NH(C₂H₅)₂) a um fluxo de 2 mL/min. O pH do extrato pré-concentrado foi ajustado entre 7 e 9 para posterior análise colorimétrica.

Reação Colorimétrica

O procedimento de quantificação do paraquat foi baseado na reação colorimétrica descrita no Método AOAC 969.09 [11], através da reação entre ditonito de sódio 1% preparado em solução de hidróxido de sódio 0,1 mol L⁻¹ e soluções contendo paraquat.

Validação do Método

Para garantir a confiabilidade do método analítico proposto para quantificar o paraquat, foram avaliados os seguintes parâmetros: faixa linear, linearidade, sensibilidade, precisão, recuperação, limites de detecção, limites de quantificação e exatidão.

Faixa linear: foram construídas curvas analíticas para o paraquat no intervalo de concentração de 1,00 a 200,00 µg L⁻¹, e quando a reta começou a sofrer um desvio de linearidade, este valor de concentração foi tomado como sendo o valor máximo a ser determinado, o valor mínimo da faixa corresponde ao limite de quantificação do método.

Linearidade (r): calculadas a partir da regressão linear de três curvas analíticas obtidas em um mesmo dia, empregando soluções padrão de paraquat no intervalo de concentração de 5,0 a 50,00 µg L⁻¹.

Sensibilidade: calculada a partir do coeficiente angular médio das curvas analíticas obtidas para o paraquat.

Limite de detecção (LOD): calculado a partir de três curvas analíticas pela seguinte expressão:

$$LOD = \frac{3s_{y/x}}{m}$$

onde $s_{y/x}$ é a estimativa do desvio padrão das curvas analíticas e “m” o coeficiente angular médios das curvas analíticas.

Limite de quantificação (LOQ): calculado a partir de três curvas analíticas pela seguinte expressão:

$$LOQ = \frac{10s_{y/x}}{m}$$

onde $s_{y/x}$ é a estimativa do desvio padrão das curvas analíticas e “m” o coeficiente angular médios das curvas analíticas.

Recuperação: Amostras de solo com uso de pousio foram fortificadas em três níveis de concentração e submetidas ao procedimento de extração juntamente com o seu branco, e os valores de recuperação foram obtidos pelo método da padronização externa. A fortificação das amostras (triplicata) foi realizada através da adição de 0,25, 1,25 e 2,5 mL de uma solução padrão contendo paraquat na concentração de 0,1 mg L⁻¹ sobre 5 g de amostra de solo. A recuperação foi calculada através da equação:

$$R = \text{massa obtida} \times 100 / \text{massa esperada}$$

Precisão intra-ensaio (Repetibilidade): foi avaliada mediante análise consecutiva (n=3) em um mesmo dia de uma solução contendo paraquat nas concentrações de 5,0; 20,0 e 50,0 µg.L⁻¹. A precisão foi expressa pela estimativa do desvio padrão relativo (RSD), obtido pela equação:

$$RSD (\%) = \frac{s}{X} 100$$

s: estimativa do desvio padrão absoluto

\bar{X} : média dos resultados

Precisão inter-ensaio: foi avaliada mediante análise de uma solução contendo 20,00 $\mu\text{g L}^{-1}$ de paraquat, respectivamente, em cinco dias diferentes. Todas as determinações foram realizadas em triplicata. A precisão foi expressa pela estimativa do desvio padrão relativo (RSD).

Resultados

A condição que apresentou melhor resultado na extração do paraquat na amostra de solo (83%) foi: ácido sulfúrico 36 mol.L⁻¹, com agitação constante por 3 horas e aquecimento (50 °C). Em outras condições a recuperação foi menor, variando entre 23 e 66%.

As figuras de mérito: faixa linear, linearidade e sensibilidade foram estabelecidas a partir da curva analítica (Figura 1):

- Faixa linear: 1 a 100 $\mu\text{g L}^{-1}$
- Linearidade: 0,9983
- Sensibilidade (unidades de absorvância L μg^{-1}): 0,0097

O limite de detecção e quantificação do método foram 1,30 e 4,33 $\mu\text{g L}^{-1}$ respectivamente.

O resultado da precisão está apresentado conforme Tabela 1.

Discussão

O paraquat só foi eficientemente extraído (83%) do solo estudado quando se utilizou como agente extrator ácido sulfúrico 36 mol.L⁻¹ com aquecimento (50°C) e agitação constante. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por MOYER & LINDWALL, 1985 [12] que também usaram como agente extrator de paraquat do solo ácido sulfúrico. Com ácido sulfúrico 12 e 24 mol.L⁻¹, sem aquecimento e sem agitação a recuperação foi muito baixa.

Portanto, para o paraquat, não só a utilização de ácido sulfúrico foi essencial, como também exposição à temperatura e agitação.

A pré-concentração com a utilização da extração em fase sólida foi de cerca de 100 vezes, este resultado foi satisfatório, pois permitiu utilizarmos o método espectrofotométrico que a princípio apresenta baixa sensibilidade para determinação de paraquat.

Os intervalos aceitáveis de recuperação para análise de resíduos geralmente estão entre 70 e 120%, com precisão de até $\pm 20\%$ [13], estando o valor médio de 83% dentro do valor aceitável.

Em métodos de análise de traços ou impurezas, são aceitos RSD de até 20%, dependendo da complexidade da amostra [14], portanto todos os parâmetros de validação apresentaram resultados aceitáveis de acordo com as normas estabelecidas para este tipo de análise.

O método proposto SPE-Espectrofotometria se destacou em relação aos métodos citados na literatura pelo baixo consumo de reagentes, principalmente solventes orgânicos, e a pré-concentração das amostras proporcionando a análise por espectrofotometria que é um equipamento simples e comum a vários laboratórios.

Conclusões

A extração com ácido sulfúrico em agitação constante e aquecimento com posterior pré-concentração em cartucho C₁₈ apresentou eficiência na extração do paraquat para a amostra de solo analisada, permitindo a determinação pelo método espectrofotométrico. Desta forma o método é adequado para o monitoramento de paraquat em solos na região de Bom Jardim e será usado na determinação de paraquat nas amostras de solos coletadas em parcelas onde são aplicadas produto.

Agradecimentos

Agradecemos a FAPERJ pelo financiamento deste trabalho.

Referências

- [1] KLAASSEN, C. D. 1989. Toxicology-the basic science of poisons, 5th ed., International Ed.: New York.
- [2] BRASIL. Portaria nº 10, de 08 de março de 1985. Agrotóxicos e Toxicologia. Diário Oficial da União, Brasília DF, 14 mar. 1985.
- [3] BROMILOW, R. H. 2003. Paraquat and sustainable agriculture. *Pesticide Management Science*, 60: 340-349.
- [4] RAI, M. K.; DAS, J. V.; GUPTA, V. K. 1997. A sensitive determination of paraquat by spectrophotometry. *Talanta*. 45: 343-348.
- [5] SAAD, B.; ARIFFIN, M.; SALEH, M. I. 1998. Flow injection potentiometric determination of paraquat in formulations and biological samples. *Talanta*. 47, 1231-1247.
- [6] TAGUCHI, V. Y.; JENKINS, S. W. D.; CROZIER, P. W.; WANG, D. T. 1998. Determination of diquat and paraquat in water by liquid chromatography-(electrospray ionization) mass spectrometry. *J. Am. Soc. Mass Spectrom.* 9, 830-834.
- [7] WALCARIUS, A.; LAMBERTS, L. 1996. Square wave voltammetric determination of paraquat and diquat in aqueous solution. *J. Electroanal. Chem.* 406: 59-68.
- [8] SOUZA, D.; CODOGNOTO, L.; MALAGUTTI, A. R.; TOLEDO, R.A.; PEDROSA, V.A.; OLIVEIRA, R.T.S.; MAZO, L.H.; AVACA, L.A.; MACHADO, S.A.S. 2004. Voltmetria de onda quadrada. Segunda parte: aplicações. *Química Nova*, 27: 790-797.
- [9] NUWER, M. J.; O'DEA, J. J.; OSTERYOUNG, J. 1998. Analytical and kinetic investigations of totally irreversible electron transfer reactions by square-wave voltammetry. *Anal. Chim. Acta*. 03, 362-365.
- [10] U.S. EPA Pollution Prevention Strategy Fed. Regist. 56, p.7849-7864, 1991
- [11] AOAC, Association of Official Analytical Chemists, Official Method 969.09: Paraquat in Pesticide Formulations (Spectrophotometric Method), Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ed., AOAC International, Arlington, USA, 2000.
- [12] MOYER, J.R.; LINDWALL, C.W. 1985. Persistence and availability of paraquat in a lethbridge clay loam soil. *Can. J. Soil Sci.*, 65:523-529.
- [13] GARP. Associação Grupo de Analistas de Resíduos de Pesticidas. 1999. *Manual de Resíduos de Pesticidas em Alimentos*.
- [14] HUBER, L.; *LC-GC Int.* 1998, 11, 96.

Quadro 1: Precisão para amostra fortificada e pré-concentrada em cartuchos C₁₈

Parâmetros	Resultados
Precisão intra-ensaio (% RSD, n=3)	
(1) 5,0 µg L ⁻¹	3,52
(2) 20,0 µg L ⁻¹	2,46
(3) 50,0 µg L ⁻¹	1,38
Precisão Inter-ensaio (% RSD, n=3)	
	6,52

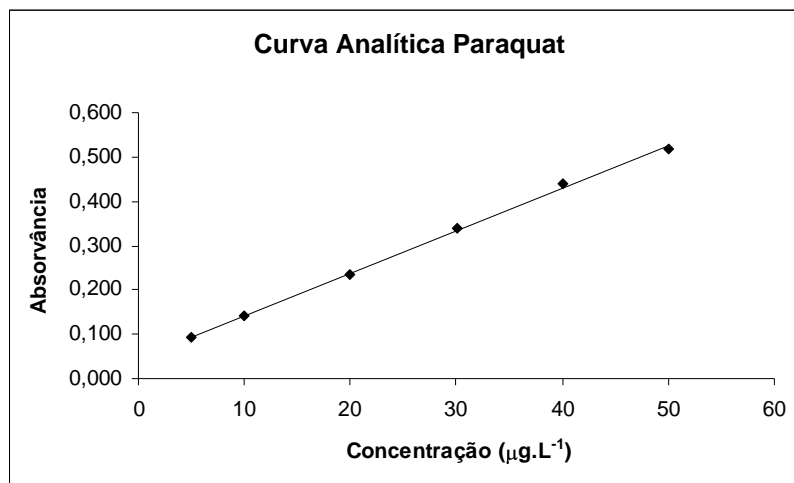


Figura 1: Curva analítica de Paraquat determinada pelo método SPE-Espectrofotometria

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Variabilidade espacial da densidade do solo e dos estoques de carbono em um Planossolo submetido a araões e gradagens sucessivas”

FELIPE MARTINI SANTOS⁽¹⁾; ROGÉRIO BASTOS DA SILVA⁽²⁾; RODRIGO MENDES CAVALINI⁽²⁾; INGRID KELLY SANTANA DA SILVA⁽²⁾; CÉLIA REGINA GREGO⁽³⁾; ANA PAULA TURETTA⁽⁴⁾; FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO⁽⁴⁾; GUILHERME MONTANDON CHAER⁽⁵⁾

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo caracterizar o impacto da degradação do solo, induzida por araões e gradagens sucessivas aplicadas em um Planossolo Háplico sobre a densidade do solo, o teor e o estoque de C. Sessenta dias após a aplicação dos distúrbios procedeu-se a amostragem sistemática (grid 20x20 m) em parcelas degradadas (D) e não-degradadas (ND). A degradação tendeu a aumentar a densidade do solo na camada mais superficial do solo, mas não causou mudanças significativas nos teores e estoques de C do solo. No entanto, foi observado aumento sistemático em profundidade dos teores e estoque de carbono em ambos os tratamentos. Esse aumento de C em profundidade pode estar relacionado ao aumento do teor de argila ao longo do perfil, fato característico dos Planossolos. A análise geoestatística dos dados indicou a existência de dependência espacial dos atributos do solo estudados nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade, fato não observado na camada de 20-40 cm. Este fato demonstra que camadas mais profundas do solo sofrem menores interferências dos manejos, e que a variabilidade das propriedades do solo nessas camadas é mais associada à gênese do próprio horizonte do solo. Este conhecimento prévio da variabilidade no campo experimental é fundamental para a definição de esquemas de amostragem destas variáveis.

Palavras-Chave: Solos arenosos; matéria orgânica do solo; variabilidade espacial.

Introdução

Solos arenosos (não-hidromórficos) normalmente possuem teores e estoques de C baixos comparativamente àqueles mais argilosos, devido principalmente à agregação pouco desenvolvida e à menor interação organo-mineral, oriunda da superfície específica reduzida da fração areia. Vários trabalhos têm demonstrado que solos arenosos são mais susceptíveis à degradação quando submetidos ao

cultivo, como a redução acentuada dos teores e estoques de C [1-3].

Manter solos arenosos produtivos significa manter ou incrementar seus níveis de matéria orgânica, pois a maior parte de suas cargas, dos nutrientes e da capacidade de armazenamento de água encontra-se direta ou indiretamente relacionada com a quantidade e a qualidade da matéria orgânica estocada no solo. Dentre as estratégias que podem contribuir para que esse objetivo seja atingido em longo prazo destaca-se o uso de leguminosas fixadoras de N₂ atmosférico em rotações ou consórcios em sistemas de plantio direto, lavoura-pecuária, agroflorestais e, mais recentemente, de florestas plantadas comerciais. Essa estratégia tem sido relatada como determinante para a intensificação da ciclagem de nutrientes em agroecossistemas e plantios florestais, com conseqüências positivas na estocagem de C do solo [3-5].

Reconhecendo que no Brasil existem extensas áreas de solos arenosos em distintos níveis de degradação e que a cultura do eucalipto pode representar uma alternativa de uso dessas terras, em função de sua baixa exigência quanto à fertilidade do solo e crescente demanda mundial por produtos florestais, buscou-se desenhar um experimento que pudesse avaliar não apenas o potencial técnico-econômico do consórcio dessa essência com uma leguminosa arbórea fixadora de N₂ (*Acacia mangium*), mas dos benefícios desse consórcio sobre a recuperação da qualidade do solo e do seqüestro de C. Para um controle experimental adequado, buscou-se obter parcelas degradadas pela indução da degradação de um Planossolo Háplico não degradado pela aplicação sucessiva de eventos de araão e gradagem do solo. Nesta primeira etapa desse estudo são relatados os efeitos desse tratamento, em relação às parcelas controle, sobre a densidade, teor e estoque de C do solo. Para isso, foram usadas técnicas de geoestatística para avaliar a variabilidade espacial desses atributos na área experimental, o que permitirá um monitoramento preciso de mudanças no solo ao longo do cultivo florestal.

Material e Métodos

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 465 Km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000 E-mail: martinisantos@gmail.com

⁽²⁾ Graduandos em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 465 Km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000.

⁽³⁾ Pesquisadora Embrapa Monitoramento por Satélite. Av. Doutor Júlio Soares de Arruda 803, Parque São Quirino, Campinas, SP, CEP 13088-000.

⁽⁴⁾ Pesquisadores Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000.

⁽⁵⁾ Pesquisador Embrapa Agrobiologia. BR 465 Km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000.

A área de estudo localiza-se no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, município de Seropédica, Rio de Janeiro (22° 46' de Sul e 43° 41' Oeste; 33 m de altitude). A média pluviométrica anual é de 1.250 mm e as temperaturas médias mensais variam de 16°C (junho a julho) a 32°C (janeiro a março). A umidade relativa média anual é de 73%.

O solo da área corresponde a um Planossolo Háplico o qual caracteriza-se pela presença de um horizonte superficial bastante arenoso, formado pela eluviação de argila, e de um horizonte glei em profundidade variada, caracterizado pela textura mais argilosa (iluviação) e pela influência do lençol freático em pontos mais baixos da topossequência. Este solo é tipicamente distrófico e com baixa capacidade de retenção e estocagem de C, sendo as variações desses atributos dependentes da localização na topossequência local [6; 7].

O experimento foi montado numa área sob pousio por mais de 15 anos e onde predominavam espécies graminóides invasoras. O relevo constitui uma encosta pouco declivosa (declividade < 5%) onde foram alocados quatro blocos de 36 x 105 m (maior dimensão perpendicular ao gradiente de declividade), cada um contendo uma parcela controle (ND), mantida sob sob pousio, e outra submetida à degradação induzida (D). Cada parcela foi subdividida para alocar cinco combinações de plantio das espécies *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mangium*.

A degradação do solo foi induzida durante os meses de outubro e novembro por meio da passagem semanal de arado seguido de grade aradora leve. Foram realizadas cerca de doze operações até cerca de 15 d antes do plantio das mudas. Antes do início da fase de indução da degradação toda a vegetação da área experimental foi dessecada com glifosato.

Para caracterizar a variabilidade espacial de atributos do solo que serão monitorados ao longo dos anos, procedeu-se a amostragem do solo em cada subparcela 60 dias após a interrupção da aplicação das arações e gradagens ao solo. A amostragem para avaliação da densidade do solo se deu em minitrincheiras que foram abertas no centro de cada subparcela. Anéis de 50 cm³ foram usados na coleta de amostras indeformadas nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm e usadas para a determinação da densidade do solo (Ds). Devido à largura de 5 cm do anel, nas profundidades de 10-20 e 20-40 a amostragem foi feita no ponto centróide da camada. Subamostras indeformadas foram coletadas das mesmas profundidades e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASP) da Embrapa Solos para determinação do teor de C por via seca em um analisador automático Multi EA 2000 (Analytik Jena AG, Jena, Alemanha).

De posse dos resultados procedeu-se a análise estatística comparando o efeito da degradação sobre a densidade do solo, teor de C e estoque de C nas camadas de 0-5; 5-10, 10-20 e 20-40 cm por meio de ANOVA e utilizando o programa SAEG V9.1.

Adicionalmente, buscou-se avaliar a magnitude da variação espacial desses atributos por meio de análises geoestatísticas. Foram utilizados 40 pontos georreferenciados de amostragem (20 nas parcelas D e 20 nas parcelas ND) considerando uma grade regular de 20 x 20 m entre pontos. Para esta análise, que inclui a construção e ajuste de semivariogramas e interpolação por krigagem ordinária, foram utilizados os programas AVARIO e KRIGE [8]. Após a krigagem, os dados foram espacializados com auxílio do programa Surfer 7.0 [9].

Resultados

Impacto da degradação induzida sobre os atributos estudados

Os valores de Ds aumentaram em profundidade em ambos os tratamentos (D e ND), corroborando o perfil pedológico da classe de solo estudada. A indução de degradação tendeu a aumentar a densidade do solo apenas na camada de 5-10 cm ($p < 0,15$) (Figura 1A). Nas parcelas ND a Ds variou de 1,49 g cm⁻³ (0-5 cm) a 1,76 g cm⁻³ (20-40 cm), ao passo que naquelas submetidas à degradação variou de 1,55 g cm⁻³, nos primeiros 5 cm a 1,75 g cm⁻³ na profundidades de 20-40 cm.

Os teores de carbono orgânico total (COT) no solo decresceram em profundidade. Não foi observada mudança significativa nos teores de C entre as parcelas D e ND, independente da profundidade. Nas parcelas D, o teor de COT variou de 1,94 g kg⁻¹ a 3,77 g kg⁻¹, valores correspondentes às camadas de 0-5 e 20-40 cm, respectivamente. Já nas parcelas ND os teores de COT variaram de 2,10 g kg⁻¹ a 4,22 g kg⁻¹ nas mesmas camadas.

O impacto da gradagem no estoque de carbono foi expressivo na camada superficial do solo, embora o efeito não tenha sido significativo. Nos primeiros 5 cm de solo os estoques estimados nas parcelas D e ND foram de 2,81 e 3,22 Mg ha⁻¹, respectivamente. Para as demais profundidades não houve diferença entre as parcelas D e ND (ex. 2,85 Mg ha⁻¹ vs. 2,59 Mg ha⁻¹ na camada de 5-10 cm).

Variabilidade espacial dos atributos

Os resultados referentes à análise descritiva das variáveis densidade do solo, teor de COT e estoque de C nas três profundidades encontram-se na Tabela 1. A Ds apresentou distribuição normal para todas as profundidades, ao passo que os dados de teor e de estoque de carbono da camada 0-5 cm não apresentaram essa distribuição (valores de assimetria e curtose distantes de zero). Esta anormalidade demonstra que há poucos valores ou muito altos ou muito baixos em relação à média, mas não invalida a análise geoestatística.

A maioria dos semivariogramas apresentou dependência espacial com ajustes esféricos e grau de dependência de moderado a forte (45-75% e 75-100%) segundo Zimback [10]. A exceção ocorreu na profundidade de 20-40 cm onde não houve dependência espacial, ou seja, o solo amostrado a essa profundidade, com base no grid de amostragem utilizado, apresentou comportamento aleatório quanto à densidade, teor e estoque de carbono.

Os mapas de distribuição espacial (Figura 2) demonstram claramente que a densidade aumentou à medida que se aumenta a profundidade do solo. Isto também ocorreu com teor e o estoque de carbono.

Discussão

Os valores de Ds encontrados nesse estudo são característicos de solos de textura arenosa, que segundo Reichardt e Timm [11] podem variar entre 1,40 a 1,80 kg dm⁻³ e corroboram os valores de Ds reportados por Balieiro et al. (2005) para uma área adjacente ao desse estudo.

O aumento da Ds na camada superficial pode ser explicado pela passagem sucessiva dos implementos de preparo do solo, o que pode ter levado ao rompimento dos agregados, à maior organização das partículas de quartzo do solo e à oxidação de matéria orgânica.

Os estoques de C encontrados nesse trabalho corroboram outros trabalhos desenvolvidos em solos arenosos em outros biomas [2; 3; 5]. Ademais, a distribuição espacial do estoque de C do solo na área experimental (Figura 2) encontra-se muito relacionada ao teor de C do solo ($r=-0,99$ a 1,00). Os mapas da Figura 2 para o teor e estoque de C nas diferentes camadas comprovam tal fato. Sabendo que a estabilidade do C no solo é função do teor de argila ou argila+silte [13; 14] e reconhecendo as variações naturais do terreno quanto à textura, reflexo dos mecanismos e processos de formação do solo, pode-se inferir que a textura também possa estar influenciando no padrão de distribuição desses dois atributos (teor e estoque de C).

Ficou evidente que parte da área (especialmente na maior direção x e na maior direção y) concentrou (em todas as profundidades) os maiores valores de densidade e de teores e estoque de C, reforçando que as variáveis encontram-se muito relacionadas com a posição no terreno e possivelmente a outras variáveis ainda não consideradas, como a textura do solo. Para um melhor entendimento do comportamento das variáveis será considerado em uma fase futura do projeto análises de outras propriedades do solo.

É interessante destacar a falta de dependência espacial na maior profundidade avaliada (20-40 cm), o que indica que a profundidade de coleta das amostras de solo é um fator importante no estudo da dependência espacial. Camadas mais profundas do solo sofrem menores interferências dos manejos, e a variabilidade pode ser muito mais decorrente do próprio horizonte do solo.

Conclusão

A degradação induzida não permitiu alterações significativas nos atributos estudados embora os efeitos desse tratamento possam se manifestar em médio ou longo prazo. Considerando as condições que o estudo foi desenvolvido, verificou-se que os métodos geoestatísticos empregados foram adequados para verificar a existência de dependência espacial no

delineamento experimental utilizado. A posição do terreno na maior direção x e na maior direção y concentrou, em todas as profundidades, os maiores valores de densidade, teores e estoque de carbono. Este conhecimento prévio da variabilidade no campo experimental será futuramente utilizado para a definição de esquemas de amostragem destas variáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem a João Paulo Moura Barata e a Juliana Martins Ferreira pelo auxílio valioso na realização das análises laboratoriais.

Referências

- [1] SILVA, J.E., LEMAINSKI, J., RESCK, D.V.S. 1994. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de Cerrados do Oeste Baiano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 18:541-547.
- [2] ZINN, Y.L.; RESCK, D.V.S.; SILVA, J.E. 2002. Soil organic carbon as affected by afforestation with Eucalyptus and Pinus in the Cerrado region of Brazil. *Forest Ecology and Management*, 166:285-294.
- [3] NEUFELDT, H.; RESCK, D.V.S.; AYARSA, M.A. 2002. Texture and land-use effects on soil organic matter in Cerrado Oxisols, Central Brazil. *Geoderma*, 107:151-164.
- [4] SISTI, C.P.J.; SANTOS, H.P.; KOHHANN, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. 2004. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, 76:39-58.
- [5] BALIEIRO, F. C.; PEREIRA M.G.; FRANCO, A.A.; ALVES, B. J. R.; RESENDE, A.S. 2008a. Soil carbon and nitrogen in afforested pasture with Eucalyptus and guachapele. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:1253-1260.
- [6] RAMOS, D.P.; CASTRO, A.F., CAMARGO, M.N., 1973. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 8:1-27. (Série Agronomia)
- [7] BALIEIRO, F.C., OLIVEIRA, W.C., PEREIRA, M.G., ANJOS, L.H.C., PICCOLO, M.C., JACCOUD, C.F., 2008b. Fertilidade e carbono do solo e uso da água pelo eucalipto numa topossequência em seropédica. *Revista Árvore*, 32:153-162.
- [8] VIEIRA, S.R.; MILLETE, J.; TOPP, G.C.; REYNOLDS, W.D. 2002. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ, V.V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V.; COSTA, L.M. (Eds.). *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, v.2, p. 1-45.
- [9] SURFER. Surfer 7.0. Contouring and 3D surface mapping for scientist's engineers. User's Guide. New York, Golden software, Inc, 1999, 619p.
- [10] ZIMBACK, C.R.L. 2001. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo. 114f. Dissertação (Livro Docência), Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, UNESP, Botucatu, SP.
- [11] REICHARDT, K.; TIMM, L. C. 2004. Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações. Barueri, SP, Editora Manole Ltda,
- [12] BALIEIRO, F.C.; CEDDIA, M.B.; PEREIRA, M.G.; RESENDE, A.S.; FRANCO, A.A. 2005. Biomassa de raízes e regime hídrico do solo em plantio de *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms em um planossolo háplico. *Floresta*, 35:221-230.
- [13] ZINN, Y.L.; LAL, R.; RESCK, D.V.S. 2005. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. *Soil & Tillage Research*, 84:28-40.
- [14] JANTALIA, C.P.; RESCK, D.S.; ALVES, B.J.R.; ZOTARELLI, L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.B. 2007. Tillage effect on C stocks of a clayey Oxisol under a soybean-

based crop rotation in the Brazilian Cerrado region. *Soil & Tillage Research*, 95:97–109.
 [15] RESH, S.C.; BINKLEY, D. & PARROTA, J.A. 2002. Greater soil carbon sequestration under nitrogen-fixing

trees compared with Eucalyptus species. *Ecosystems*, 5:217-231.

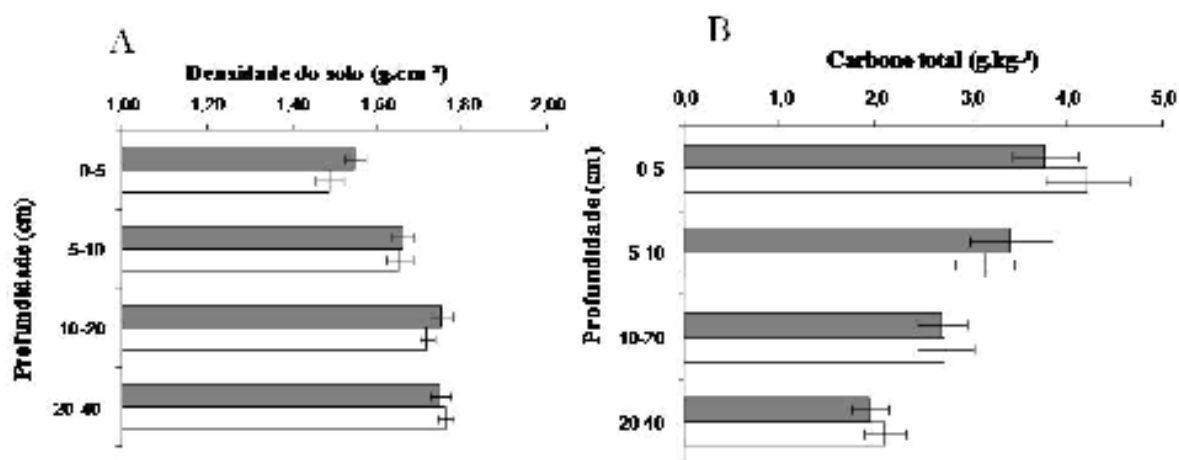


Figura 1. Densidade do solo (A) e teor de C total (B) de camadas de um Planossolo submetido à degradação por arações e gradagens sucessivas (colunas de cor cinza) e não submetidas à degradação (cor branca).

Tabela 1. Estatística descritiva da densidade do solo, teor de C orgânico total (COT) e estoque de C do solo para diferentes profundidades (0-5; 5-10; 10-20 e 20-40 cm) de um Planossolo Háplico.

Nome	Unidade	n	Média	Mínimo	Máximo	Variância	Desvio Padrão	C.V.
----- 0-5 cm -----								
Densidade	kg dm ⁻³	40	1.52	1.21	1.78	0.017	0.129	8.51
COT	g kg ⁻¹	38	3.99	1.26	10.92	3.049	1.746	43.74
Estoque de C	Mg ha ⁻¹	38	3.08	1.1	9.42	2.451	1.566	50.89
----- 5-10 cm -----								
Densidade	kg dm ⁻³	40	1.66	1.41	1.85	0.014	0.120	7.27
COT	g kg ⁻¹	40	3.28	1.02	8.91	2.723	1.650	50.34
Estoque de C	Mg ha ⁻¹	40	2.77	0.79	8.24	2.483	1.576	56.80
----- 10-20 cm -----								
Densidade	kg dm ⁻³	40	1.73	1.53	1.92	0.008	0.091	5.25
COT	g kg ⁻¹	39	2.78	1.01	5.14	1.347	1.160	41.75
Estoque de C	Mg ha ⁻¹	39	4.88	1.67	9.38	4.833	2.198	45.04
----- 20-40 cm -----								
Densidade	kg dm ⁻³	40	1.76	1.6	1.97	0.010	0.099	5.63
COT	g kg ⁻¹	40	2.02	0.42	4.36	0.810	0.900	44.61
Estoque de C	Mg ha ⁻¹	40	7.13	1.41	15.51	11.280	3.359	47.10

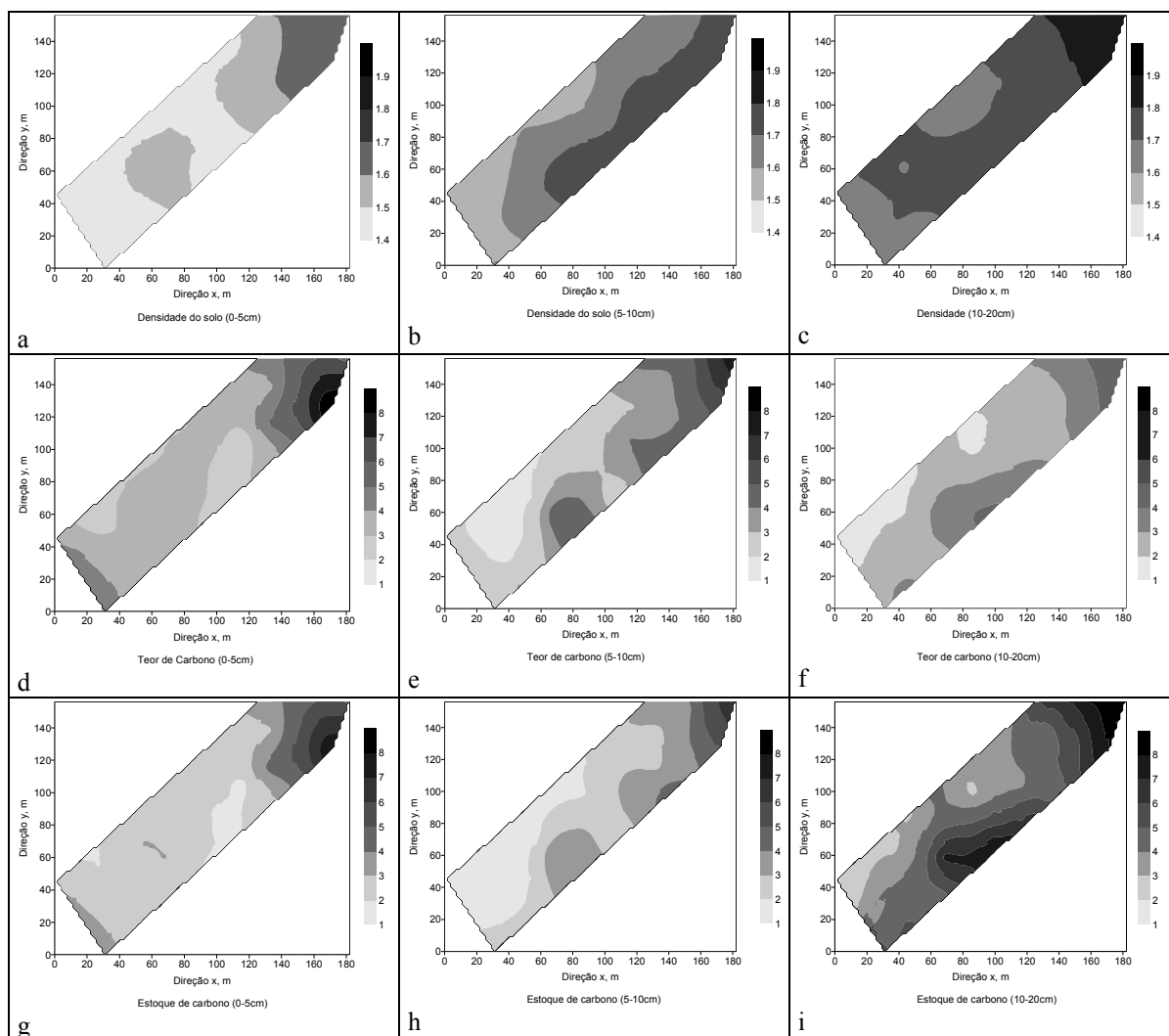


Figura 3. Distribuição espacial das variáveis densidade do solo (a, b c), teor de C (d, e, f) e estoque de C (g, h, i) nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm determinados pelo método de interpolação krigagem ordinária. As unidades das variáveis são descritas na tabela 1.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar: Abordagem metodológica para integração temática de grandes áreas territoriais”

CELSON VAINER MANZATTO⁽¹⁾, JESUS FERNANDO MANSILLA BACA⁽²⁾, MARGARETH SIMÕES PENELO MEIRELLES⁽³⁾, SANDRO EDUARDO MARSCHHAUSEN PEREIRA⁽⁴⁾, EDUARDO DELGADO ASSAD⁽⁵⁾ & ANGEL FILIBERTO MANSILLA BACA⁽⁶⁾

RESUMO -. Com a consolidação dos trabalhos do Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar no Brasil o país tem disponibilizado o total de áreas aptas ao plantio da cana, na escala de 1:250.00, em todo o território respeitando a qualidade e a sustentabilidade ambiental brasileira. Como produto tem-se a quantificação das áreas aptas por estado de acordo com a classe de aptidão e o tipo de uso da terra. Este trabalho apresenta a metodologia utilizada no zoneamento da cana, os parâmetros adotados, os resultados finais em mapa e tabela e uma breve explanação dos diversos impactos, positivos, esperados. As principais dificuldades encontradas no percurso dos trabalhos foram os advindos das variações dos critérios ao longo do processo de discussão como setor público e privado, o que demandou ajuste na formulação de uma metodologia ágil e flexível como suporte ao processo de negociação.

Palavras-Chave: zoneamento agroecológico, cana-de-açúcar, regras de conhecimento.

Introdução

O objetivo geral do Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar para a produção de etanol e açúcar é fornecer subsídios técnicos para formulação de políticas públicas visando à expansão e produção sustentável de cana-de-açúcar no território brasileiro.

Foram definidos inicialmente, indicadores gerais para a elaboração do Zoneamento Agroecológico, como a vulnerabilidade das terras, o risco climático, o potencial de produção agrícola sustentável e a legislação ambiental vigente.

O Governo Brasileiro demandava ainda a geração de informações sobre o território em curto espaço de tempo, visando à instalação de um processo interno de

tomada de decisão quanto à expansão e ordenamento do cultivo visando à formulação de políticas públicas voltada ao ordenamento territorial.

Assim foi necessário ainda, o desenvolvimento de uma abordagem metodológica para a integração temática de informações espaciais de grandes áreas territoriais, baseadas ainda em regras de conhecimento.

Assim por meio de técnicas de processamento digital procedeu-se uma avaliação do potencial das terras para a produção da cultura da cana-de-açúcar em regime de sequeiro (sem irrigação plena) tendo como base as características físicas, químicas e mineralógicas dos solos expressos espacialmente em levantamentos de solos, uso atual das terras, modelo digital de elevação do terreno, e em estudos sobre risco climático, relacionados com aos requerimentos da cultura (precipitação, temperatura, ocorrência de geadas e veranicos).

Material e Métodos

A. Materiais

A área de estudo do ZAE Cana compreendeu inicialmente todo o território nacional para a identificação das áreas aptas, segundo a aptidão agrícola, tipo de uso e restrições ambientais foram empregados os temas: Mapas pedológicos disponíveis; Aptidão edáfica, ou pedoclimática; Aptidão climática; Unidades de Conservação; Mapa de Biomassas; Terras Indígenas; Mapas de Uso da Terra; Mapa de áreas cultivadas com cana em 2007/2008 e Mapas de Declividade da terra.

B. Métodos

O ZAE Cana foi elaborado em ambiente SIG com as integrações temáticas realizadas com o uso de bases de conhecimento e com os procedimentos de tradicionais de acordo com a fase dos trabalhos e recursos computacionais disponíveis.

⁽¹⁾ Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22400-100. E-mail: manzatto@cnps.embrapa.br

⁽²⁾ Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22400-100. E-mail: jesus@cnps.embrapa.br

⁽³⁾ Pesquisadora do Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22400-100. E-mail: maggie.meirelles@gmail.com

⁽⁴⁾ Doutorando do PPG em Meio Ambiente, Universidade Estadual de Rio de Janeiro. Rua São Francisco Xavier, nº524, Pavilhão João Lyra Filho, 12º andar, Bloco F, sala 12005, Maracanã, 20559-900, Rio de Janeiro - RJ. E-mail: smarschhausen@yahoo.com.br

⁽⁵⁾ Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura, Embrapa Informática Agropecuária. Av. André Tosello, 209 - Barão Geraldo Caixa Postal 6041-13083-886 - Campinas, SP. E-mail: assad@cnptia.embrapa.br

⁽⁶⁾ Mestrando do PPG em Geomática, Universidade Estadual de Rio de Janeiro. Rua São Francisco Xavier, nº 524 - Pavilhão João Lyra Filho, 5º andar, Bloco E, sala 5028, Maracanã - Rio de Janeiro - RJ - Cep 20550-900.

Bases de conhecimento são representações gráficas das relações lógicas entre os dados da pesquisa e oferecem uma alternativa para representar o conhecimento do especialista [1, 2], grosso modo, é um diagrama que informa os processos de análise e as considerações pertinentes à análise [3].

O uso de bases de conhecimento permite avaliar diversos cenários em virtude dos critérios adotados [3], provendo maior agilidade nos ajustes necessários à adequação do modelo ao ambiente real.

Para incrementar essa ferramenta no ambiente do Arc Gis (SIG utilizado) fez uso da Extensão EMDS (Ecosystem Management Decision Support System), um Sistema de Suporte à Decisão desenvolvido para o gerenciamento de ecossistemas. É uma aplicação que fornece uma estrutura básica para uma base de conhecimento desenhada para dar suporte à tomada de decisão em avaliação de ecossistemas em qualquer escala geográfica [4, 5, 6].

Os fatores para o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar foram identificados e separados em dois grandes grupos:

- i) Aptidão, que avalia de acordo com a aptidão edáfica e com a aptidão climática e;
- ii) Cortes, que agrupa fatores institucionais (áreas destinadas à conservação ambiental, à preservação ambiental, às terras indígenas), naturais (áreas pertencentes ao Bioma Pantanal e ao Bioma Amazônia) e Legais (Resolução CONAMA 001 de 5 março de 1985).

A base de conhecimento desenhada para o ZAE Cana é apresentada a hierarquia exposta na Figura 2. Nessa figura utiliza-se o conceito “Data link”, que corresponde ao campo da base de dados que representa o elemento.

A Figura 3 apresenta a parte de rede de dependência que corresponde à avaliação da aptidão pedoclimática (ou edafoclimática) que reproduz a integração desenvolvida na Tabela 1. Para essa tabela:

- P Áreas com aptidão agrícola preferencial
- R Áreas com aptidão agrícola regular
- MS Áreas com aptidão agrícola marginal por solo
- ISC Áreas inaptas pela integração entre solo e clima
- IC Áreas inaptas por clima, Carência térmica ou alto risco de geada
- ID Áreas inaptas por clima, Irrigação intensiva imprescindível
- IE Áreas inaptas por clima, Excesso de água com prejuízo para a maturação e colheita
- IS Áreas inaptas por solo
- ICIS Áreas inaptas por clima e por solo.

De acordo com Figura 3, a base lerá o campo CLIMATICA do mapa do risco climático e retornará para cada um dos valores lidos no campo: A=1; B=0,5; C=-0,5; D=-0,75 e E=-1e, para o campo EDAFICA do mapa de aptidão edáfica: IN=-1; AGUA=-1; AREAURBANA=-1; M=0; R=0,5 e P=1

O operador AND calcula os valores dos data links nele pendurados segundo a equação: $SE_mín(t) = -1$, então $t = -1$, caso essa condição não seja satisfeita, ou seja, $SE_mín(t) > -1$, então o sistema irá considerar $t = mín(t) + [média(t) - mín(t)] \times [mín(t) + 1] / 2$.

Dessa forma, a base desenhada retornará valores que permite gerar um mapa com uma legenda que classifique a Aptidão pedoclimática de acordo com os dados de entrada.

Após a avaliação com o uso do EMDS excluiu-se, com as ferramentas tradicionais do Arc Gis as áreas com plantio de cana-de-açúcar em 2007/2008, as áreas com declividade acima de 12%, integrou-se com os mapas de uso do solo e calcularam-se as áreas aptas por município.

Resultados

O Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar no Brasil gerou um conjunto de informações sobre o potencial de expansão do setor sucroalcooleiro no Brasil, bem como informações adicionais e banco de dados associados que permitem a formulação de políticas públicas visando o ordenamento da expansão futura de modalidade econômica.

Os produtos finais gerados pelo ZAE Cana e disponíveis para a Sociedade são:

- Mapas das áreas aptas ao cultivo da cana-de-açúcar no território brasileiro, no nível de manejo C.
- Tabelas com estimativas de áreas aptas por município e por tipo de uso da terra;
- Acervo de mapas cadastrados e disponibilizados na internet (<http://mapoteca.cnps.embrapa.br>) nos formatos shape file e pdf;
- Relatório Síntese para o Brasil e Estados.

Discussão

O estudo seguiu as seguintes diretrizes que permitirão a expansão da produção:

- Indicação de áreas com potencial agrícola para o cultivo da cana-de-açúcar sem restrições ambientais;
- Exclusão de áreas com vegetação original e indicação de áreas atualmente sob uso antrópico;
- Exclusão de áreas para cultivo de biomas considerados sensíveis;
- Diminuição da competição direta com áreas de produção de alimentos;
- Diminuição da competição com áreas de produção de alimentos;
- Indicação de áreas com potencial agrícola (solo e clima) para o cultivo da cana-de-açúcar em terras com declividade inferior a 12%, propiciando produção ambientalmente adequada com colheita mecânica;
- Unidades industriais já instaladas, a produção de cana para seu suprimento e a expansão programada não foram objeto deste zoneamento.

treinamentos especializados;

- Investimentos em complexos agroindustriais

demandando ainda outros investimentos em infraestrutura local como logística, transporte, energia e suporte técnico.

Conclusões

Durante o processo do ZAE Cana foi corroborada a necessidade dos ajustes no modelo de integração a cada realidade, ou seja, da consideração dos fatores locais. Nas análises preliminares adotaram-se parâmetros conservadores para, posteriormente, serem adequados à realidade local e gerar a análise final. Atitude imprescindível, principalmente em um país com dimensões continentais como o Brasil.

Contudo, os fatores que dispensaram maior demanda de energia não foram os ajustes da metodologia de integração à realidade local. Os fatores que demandaram maior energia foram os provenientes da necessidade de gerar subsídio às decisões políticas, que definem os critérios a serem adotados na avaliação a ser elaborada, os retrabalhos por mudança dos critérios inicialmente estabelecidos e a preparação de uma base de dados flexível à variação de critérios no processo de negociação com o setor produtivo e governo.

Dessa forma, identificados e aplicados os ajustes necessários à calibração do modelo e superadas as dificuldades inerentes ao processo de decisão, apresentou-se neste texto a quantificação das áreas aptas à extensão da cana-de-açúcar segundo os critérios adotados até a presente data, que é a base para o desenvolvimento e a distribuição de diversos produtos provenientes da continuidade dos trabalhos.

A partir dos produtos do processo do Zoneamento Agroecológico da Cana de Açúcar é possível desenvolver, por exemplo:

1. Estudo das relações de poder entre os atores sociais envolvidos nas tomadas de decisão segundo os conceitos do planejamento estratégico para: 1. possibilitar uma predição das respostas da sociedade a propostas futuras de planejamento; 2. melhor análise do desenvolvimento da expansão do mercado sucroenergético etc. com entrevistas pessoais realizadas com os representantes (os representantes que estiveram no processo) das principais instituições envolvidas no zoneamento (pesquisadores, ministérios, representantes das usinas, instituições públicas, instituições privadas, instituições sociais) que participaram do zoneamento, workshops, seminários etc.;

2. Geração de cenários futuros de mudança de uso da terra provenientes da política implementada pelo ZAE Cana;

Dessa forma, com a elaboração do Zoneamento Agroecológico da Cana de Açúcar obteve-se o conhecimento: 1. da área de expansão da cana-de-açúcar segundo os critérios estabelecidos de proteção do meio ambiente; 2. do potencial de hectares aptos nas áreas de intervenção antrópica destinada à produção de alimentos (Agropecuária, Pecuária e Agricultura); 3. do impacto das medidas de proteção do meio ambiente nesse tipo de política pública etc., além de promover dados para subsidiar estudos como os supracitados..

Referências

- [1] BUENO, M. do C. D. Utilização de Redes de Dependência e Lógica Nebulosa em Estudos de Avaliação Ambiental. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro. UERJ. PPGE, RJ, 2003. 121p.
- [2] COSTA, T. C. e C. da et al. Aplicação do método de análise multicritério (AMC/AHP/WLC) para indicação de terras potenciais para agricultura familiar. In: COSTA, Thomaz Corrêa e Castro da; RAMOS, Doracy Pessoa; PEREIRA, Nilson Rendeiro; BACA, Jesus Mansilla; BUENO, Maria do Carmo D.; FRAGOSO, Elaine. Terras potenciais para a agricultura familiar – uma abordagem metodológica. Rio de Janeiro: INCRA, 2004., cap. 1. IRACEMA, C.E.; PATATIVA, A.; LIMOEIRO, N. & RUSSAS, T. 2009. Título do trabalho. *Nome do Periódico*, 25: 200-206.
- [3] PEREIRA, S. E. M. Uso de sistema de suporte à decisão espacial como subsídio ao planejamento territorial. aplicação a zoneamento Ecológico-econômico. Dissertação de mestrado em engenharia da computação; Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Geomática, 2006.
- [4] REYNOLDS, K. M. NetWeaver for EMDS User Guide (version 1.1): a Knowledge Base Development System. 1999. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-471, Portland, OR. 75 p.
- [5] _____. Fuzzy Logic Knowledge Bases in Integrated Landscape Assessment: Examples and Possibilities. 2001. Gen. Tech. Rep. PNW- G T R - 5 2 1, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR. 24 p.
- [6] _____. Building EMDS models and applications. The Ecosystem Management Decision Support System Version 3.0. Seattle, WA: InfoHarvest, 2002. Disponível no pacote de instalação do EMDS posto em <<http://www.institute.redlands.edu/emds/index.htm>>. Acesso em 17/09/2006.

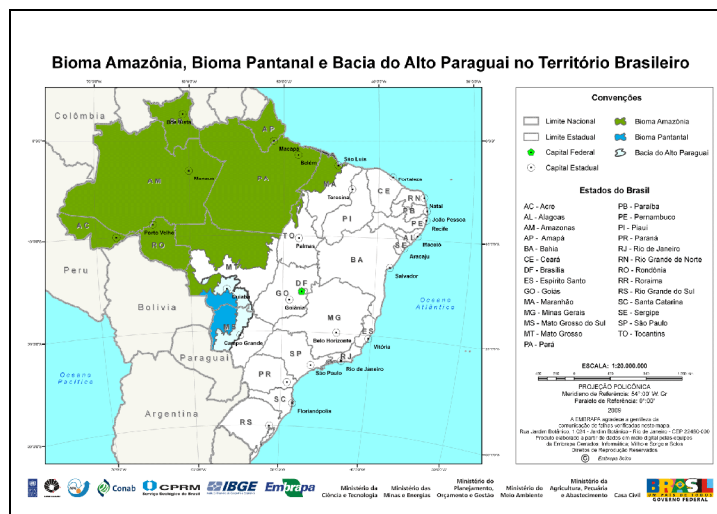


Figura 1. Biomas restritivos, Bacia do Alto Paraguai e áreas aptas ao estudo de expansão da cana-de-açúcar no Brasil.

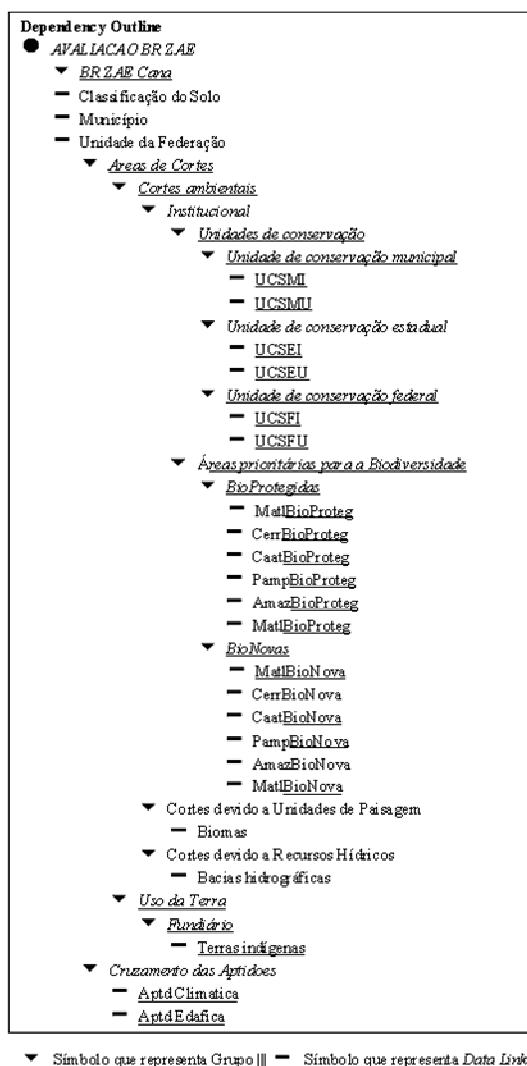


Figura 2. Hierarquia da base de conhecimento do Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar.

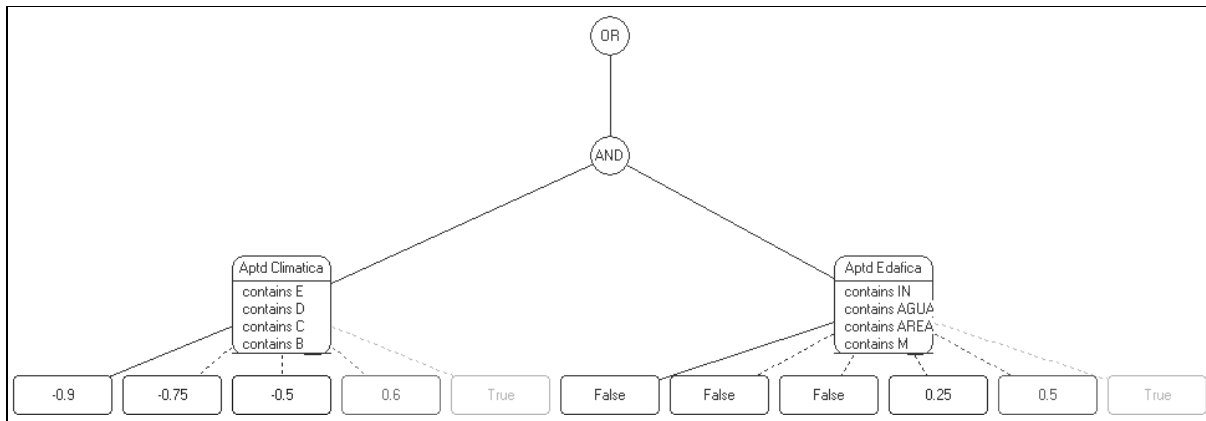


Figura 3. Base de conhecimento para avaliação da aptidão pedoclimática.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

Zoneamento Agroecológico do Dendezeiro para as Áreas Desmatadas do Estado de Rondônia

PAULO EMILIO FERREIRA DA MOTTA ⁽¹⁾, UEBI JORGE NAIME ⁽¹⁾, ANTÔNIO RAMALHO FILHO ⁽¹⁾,
ALEXANDRE ORTEGA GONÇALVES ⁽¹⁾, JESUS MANSILA BACA ⁽¹⁾

RESUMO – Em atendimento a uma demanda do Ministério da Ciência e Tecnologia-MCT e em fase final de execução, o Zoneamento Agroecológico do dendezeiro para as áreas desmatadas do estado de Rondônia constitui produto do projeto FINEP “Zoneamento Agroecológico para Culturas Oleaginosas (Dendê nas áreas desmatadas) da Amazônia Legal, com Ênfase na Fronteira Brasileira”, liderado pela Embrapa Solos e desenvolvido com a colaboração da Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Acre, Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima; Emater-RO; SIPAM-Manaus, Ministério do Meio Ambiente/SDS, IBAMA, CEPLAC/CEPEC; SEPLAN-MT; UFPA, Femact-AC. Da área objeto do estudo foram excluídas as áreas de reserva legal (áreas de proteção ambiental e reservas indígenas). O trabalho foi realizado com base nas informações de solo obtidas do banco de dados do SIPAM e de clima obtidas de várias fontes que dispunham de séries de dados de períodos não inferiores a 10 anos. O zoneamento para o dendezeiro no nível B de manejo, permite identificar no estado de Rondônia 2.720.638,4 ha de terras com aptidão Preferencial, 2.755.934,6 ha com aptidão regular, 550.293,8 ha com aptidão marginal e 1.834.577,3 ha inaptos. Para o nível de manejo C foram identificados 2.930.252,0 ha com aptidão Preferencial, 2.733.291,7 ha com aptidão Regular, . 352.365,5 ha com aptidão Marginal e 1.845.535,0 ha inaptos para o dendezeiro.

Palavras-Chave: (dendê; bioenergia; Amazônia Legal)

Introdução

O Zoneamento Agroecológico (ZAE) do dendezeiro para as áreas desmatadas do estado de Rondônia compreende parte do trabalho realizado para toda a região da Amazônia Legal em atendimento a uma demanda do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Este trabalho constitui produto do projeto FINEP “Zoneamento Agroecológico para Culturas Oleaginosas (Dendê nas áreas desmatadas) da Amazônia Legal, com Ênfase na Fronteira Brasileira”, liderado pela Embrapa Solos e desenvolvido com a cooperação da Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Acre, Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima; Emater-RO, Femact-RR, SIPAM-Manaus, Ministério do Meio Ambiente/SDS, IBAMA, CEPLAC/CEPEC; SEPLAN-MT; UFPA

A expansão da área cultivada pelo dendê (*Elaeis guineensis*) nas áreas já desmatadas da Amazônia, pode vir a se constituir numa excelente alternativa tanto como suporte ao projeto governamental de ampliação e diversificação da matriz energética brasileira através da produção de biocombustíveis, quanto na criação de empregos e renda para as populações locais.

O zoneamento agroecológico, no formato atual, fornece produtos que se constituem em uma alternativa econômica sustentável para agricultores operando agricultura de grande e pequena escala.

Para orientação do estabelecimento, condução e exploração de uma determinada cultura em bases sustentáveis é fundamental se dispor, contudo, de um zoneamento agroecológico que indique em bases científicas os locais mais adequados para a implantação da cultura, onde a planta produza adequadamente e o ambiente natural seja minimamente alterado.

A avaliação da aptidão agrícola das terras para uma determinada cultura requer a comparação entre a exigência ecofisiológica da planta e a oferta ambiental da área onde se pretende implantá-la, procurando-se com isto atender a uma relação custo/benefício favorável. Para cada espécie vegetal existe um conjunto de características de solo e clima ao qual ela se adapta. Quanto mais afastada dessas condições, maiores são as restrições ao desenvolvimento da planta e menor, portanto, a chance de alcance de todo o potencial produtivo de sua cultura. Por outro lado, mais intensivas e dispendiosas deverão ser as medidas a serem adotadas para a minimização dessas limitações através de técnicas de cultivo ainda que economicamente viáveis, e sem riscos à degradação ambiental. Dessa forma, a implantação ou manutenção de cultivo de uma determinada espécie deve basear-se no zoneamento como ferramenta essencial para um criterioso planejamento do uso das terras.

Este trabalho tem como objetivo conhecer e espacializar cartograficamente o potencial da produção sustentada da cultura do dendê para as áreas desmatadas do estado de Rondônia com base no conhecimento disponível sobre os solos do estado e nas exigências da cultura, para cultivo sob dois níveis tecnológicos de manejo: um com alto aporte de capital e tecnologia e outro com baixos insumos e modesto uso de tecnologia.

Em termos mais específicos, o trabalho se propõe a oferecer subsídios para a reestruturação da matriz energética brasileira através da produção de biodiesel; oferecer alternativas econômicas sustentáveis aos produtores rurais da região; oferecer uma base para o planejamento do uso sustentável das terras em harmonia com a biodiversidade e a legislação vigente; propiciar o ordenamento territorial nas áreas desmatadas “consolidadas” e “a consolidar” da região amazônica, definidos pelo ZEE; e fornecer bases para o planejamento de pólos de desenvolvimento no espaço rural.

⁽¹⁾ Pesquisadores da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ. motta.pauloemilio@gmail.com, uebijn@gmail.com, aramalhof@gmail.com, aortega@cnpes.embrapa.br, jfmansillab@gmail.com

Material e Métodos

O ZAE do estado de Rondônia, cuja localização dentro da Amazônia Legal é mostrada na Figura 1, foi obtido pelo cruzamento da aptidão climática e da aptidão das terras para o dendezeiro (Figura 2), considerando-se em algumas situações particulares, como no caso das Neossolos Quartzarênicos, a interação entre solo e clima. Neste caso específico, por exemplo, considerou-se a limitação da disponibilidade de água devido à inerente baixa retenção de água destes solos como atenuada nas áreas de maior pluviosidade ou de melhor distribuição de chuvas. A área objeto do projeto exclui também as áreas de proteção legal tais como reservas ambientais e indígenas, informadas respectivamente pelo IBAMA e FUNAI. Todo o trabalho foi feito exclusivamente para as áreas desmatadas até 2007, indicadas pelo PRODES-INPE [1].

Toda a metodologia empregada, sintetizada a seguir, é comum a os estados da Amazônia Legal.

Aptidão das terras

A aptidão das terras foi avaliada com base nas informações do mapa de solos preparado pelo SIPAM [3] a partir da combinação e detalhamento dos mapas de solos existentes na área, com apoio de campo, e que resultou em um mapa escala 1:250.000 e respectivo banco de dados. Com estas informações procedeu-se a avaliação da aptidão agrícola para o dendezeiro para toda a região nos moldes do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras [2] com as devidas adaptações para uma cultura específica, no caso, o dendê.

Uma primeira adaptação foi a elaboração de um conjunto de regras específicas para o dendê, estabelecidas com base em revisão bibliográfica exaustiva e discussão com técnicos e produtores especializados nesta cultura. Para esse fim foram realizadas diversas reuniões da equipe do projeto em Belém e Manaus.

Uma segunda adaptação foi procedida com relação à avaliação propriamente dita, ou seja, em vez de se avaliar as terras com base em suas cinco qualidades básicas, como sejam as disponibilidades de nutrientes, água e oxigênio; susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização, a avaliação foi feita diretamente sobre cada um dos atributos do solo e da paisagem que, no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, são utilizados para definir tais qualidades. Embora o efeito das diversas características do solo sobre o desenvolvimento das raízes já ser comumente verificado na análise dos outros fatores, achou-se por bem aqui destacá-lo e analisá-lo individualmente devido sua importância crucial para o dendezeiro.

Foram identificados os atributos com presumível influência sobre cada uma destas qualidades básicas da terra para a cultura do dendezeiro, estabelecendo-se faixas de valores de cada um para referência no quadro de regras. Do quadro de regras constaram as faixas de

valores máximos ou mínimos dos diferentes atributos requeridos para classificar cada unidade taxonômica componente das unidades de mapeamento, como aptidão Boa, Regular, Restrita e Inapta por tipo de manejo. Cada componente da unidade de mapeamento (UM) foi avaliado individualmente, sendo a aptidão final da UM a classe de aptidão predominante. Em todas as avaliações realizadas prevalece o critério de que o fator mais limitativo é o que define a aptidão da unidade.

Aptidão climática

Os dados climáticos aqui utilizados foram obtidos de diversas fontes que incluíam série de dados com períodos de leitura nunca inferiores a 10 anos.

As classes de aptidão climática para a cultura do dendezeiro, estabelecidas com base na deficiência hídrica média e no número de meses secos, ou seja, aqueles em que a precipitação média é inferior a 50 mm, foram assim definidas:

Preferencial (P): Áreas com deficiência hídrica média anual (DH) inferior a 200 mm e com até três meses secos consecutivos.

Regular (R): Áreas com DH entre 200 mm e 350 mm e com até três meses secos consecutivos.

Marginal (M): Áreas com DH entre 350 mm e 450 mm e com até três meses secos consecutivos.

Inapta (I) – Áreas com DH > 450 e com mais de três meses secos consecutivos.

Zoneamento agroecológico

No cruzamento da aptidão das terras com a aptidão climática foi considerada também a regra pela qual o fator mais limitativo é o que determina a classe final, conforme pode ser observado no Quadro 1.

As classes do zoneamento, estabelecidas de acordo com o grau de intensidade das limitações ambientais (clima e terras) para a cultura do dendezeiro, foram assim definidas:

Preferencial (potencial alto) - terras sem limitações significativas para a produção sustentada do dendezeiro. O clima, Preferencial, apresenta déficit hídrico menor que 200mm e até três meses secos consecutivos (<50mm). Esse mínimo de restrições não reduz, expressivamente, a produtividade ou os benefícios e não aumenta a necessidade de insumos e práticas mitigadoras acima de um nível aceitável.

Regular (potencial médio) - terras com limitações moderadas para a produção sustentada do dendezeiro. O clima, Regular, apresenta déficit hídrico entre 200mm e 350mm, com até três meses secos consecutivos (<50mm). As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios ou elevam a necessidade de insumos e práticas mitigadoras para aumentar o rendimento da cultura.

Marginal (potencial baixo) - terras com limitações fortes para a produção sustentada do dendezeiro. O clima, Marginal, apresenta déficit hídrico entre 350mm e 450mm, com até três meses secos (<50mm). Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios ou, então aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente. A decisão de

se utilizar essas terras para a produção de dendê, conforme a classificação da aptidão das terras apresentada, deve se basear-se em estudos de viabilidade econômica e do contexto socioeconômico do agricultor.

Inapta (potencial muito baixo) - terras com limitações muito fortes e clima desfavorável que impedem a produção econômica do dendezeiro.

Na legenda final do zoneamento encontra-se indicada a eventual ocorrência de áreas com aptidão melhor ou pior dentro da UM.

A priorização na implantação de projetos de desenvolvimento para produção de óleo de dendê deve basear-se na conjugação dos resultados do zoneamento agroecológico com informação socioeconômica e informação sobre a localização de áreas de alta prioridade para a proteção da biodiversidade, mesmo as existentes no espaço que já foi desmatado.

Procedimentos informatizados.

Face à enorme área abrangida e, portanto, à grande quantidade de unidades de mapeamento de solos envolvidas, fez-se necessário – e constituiu caráter inovador do trabalho - o desenvolvimento de um procedimento automatizado que incluísse: consulta ao banco de dados do SIPAM [3]; avaliação da intensidade dos fatores limitantes de cada componente das unidades de mapeamento de solos; avaliação da aptidão das terras por unidade de mapeamento de acordo com o quadro de regras previamente estabelecido; cruzamento da Aptidão das Terras com a Aptidão Climática e exclusão de áreas não desmatadas, áreas de proteção legal e terras indígenas demarcadas .

Os dados digitais de Solos, o grid de meses secos e o grid da deficiência hídrica foram projetados para o datum de referência para a América do Sul, 1969 (SAD-69). Para minimizar a distorção introduzida pela representação cartográfica, todos os conjuntos de dados utilizados foram reprojatados na projeção cônica equivalente área de Albers com datum SAD-69 e então utilizados para calcular as áreas do zoneamento.

O resultado final do zoneamento, devido a resolução espacial do grid fornecido pelo sistema PRODES, deve ser considerado como compatível com a escala cartográfica 1:500.000, ou seja, o resultado final possui uma precisão de representação equivalente a 250 m ou 6,25 ha em área. Para o cálculo da extensão territorial do resultado final do zoneamento, foi considerado a divisão política fornecida pelo IBGE reprojatada na projeção cônica equivalente área de Albers com datum SAD-69.

O processo de cálculo da extensão territorial produziu um erro de aferição geral de 5,68 ha.

Validação e ajustes finais do zoneamento.

Como validação dos resultados, constituiu a etapa final do desenvolvimento do trabalho a realização de

reuniões em cada estado com pesquisadores da região e técnicos do Serviço de Extensão e de empresas produtoras com a apresentação dos resultados preliminares, discussão e eventuais ajustes nos mapas gerados. Viagens de campo para aferição dos resultados preliminares foram realizadas em vários estados da região.

Resultados e discussão

As unidades de mapeamento do Zoneamento Agroecológico, com suas respectivas áreas e distribuição relativas à área do estado e à área disponível, são apresentadas nas Tabelas 1 e 2. Pode-se constatar que cerca de 2.720.638,4 ha, ou seja, 11,45 % da área estadual, são considerados Preferenciais para a cultura do dendezeiro no nível de manejo B; 2.755.934,6 ha (11,60 %) Regulares; 550.293,8 ha (2,32 %) Marginais e 1.834.577,3 ha (7,72 %) Inaptos. No nível de manejo C, 2.930.252,0 ha (12,33 %) são considerados Preferenciais; 2.733.291,7 ha (11,50 %) Regulares; 352.365,5 ha (1,48 %) Marginais e 1.845.535,0 ha (7,77 %) Inaptos.

Referências

- [1] MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. PRODES – INPE: <http://www.obt.inpe.br/prodes/r2007.htm>.
- [2] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.
- [3] SIPAM. 2004. Base Pedológica da Amazônia Legal – Convênio SIVAM – IBGE. SIPAM, Brasília. Base Digital em escala compatível com a escala 1:250.000.
- [4] ZEE: IBGE. **Metodologia para zoneamento ecológico-econômico na região Amazônica: contribuição para debate**. FIBGE, diretoria de geociências, Rio de Janeiro, 1993. 23p.

Agradecimentos

Os autores expressam agradecimento a todos os pesquisadores, técnicos e empresas que colaboraram na execução deste trabalho notadamente Mário Diamante Aglio, Margareth Simões, Marie Elisabeth Christine Claessen, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Antônio Agostinho Müller, Paulo César Teixeira, Gilvan Coimbra Martins, Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz, José Carlos Pereira dos Santos, João Batista Martiniano Pereira, Jonas de Souza, Sandoval Oliveira de Santana, Pedro Luiz de Freitas, Eufraim Amaral, Adriano Venturieri, Edson Araújo, Edson Barcelos, Mauricio (Agrônomo de B.Constant), Carlos Benedito Santana Soares, Otavio Manoel N. Lopes, Ana Gama, Marcelo Gama, Daniel Gianluppi, Haron A.M. Xaud, Fábio Marin, Fábio Santos, as organizações Sipam, Femact-AC, Ceplac, Emater-RO, Diocese de Tabatinga-AM e as empresas Agropalma e Marborges.

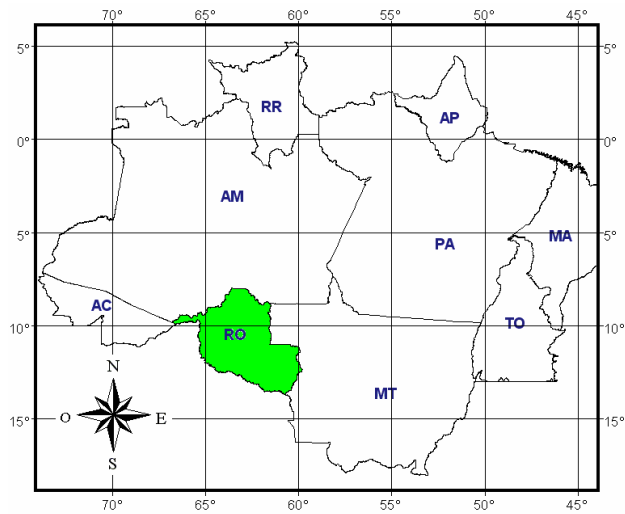
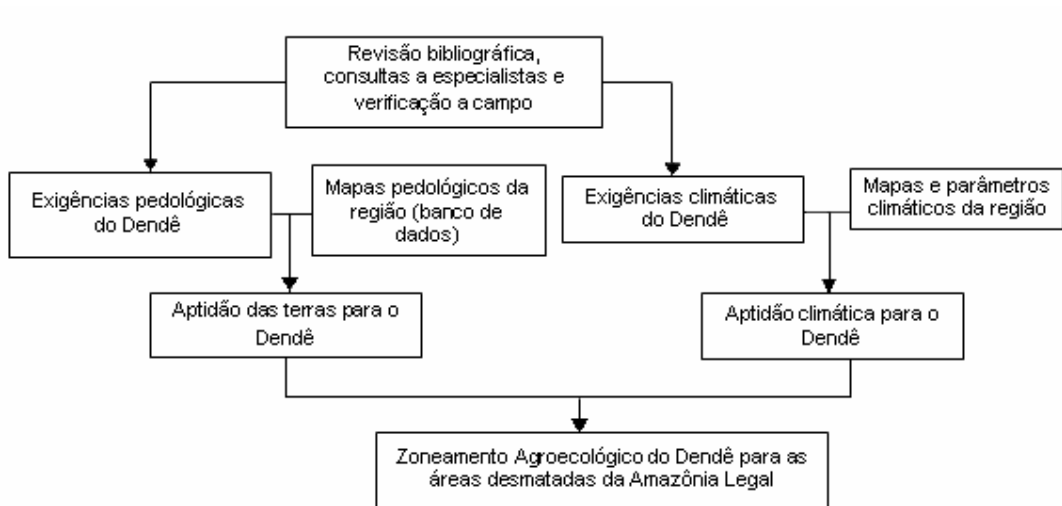


Figura 1 – Localização do estado de Rondônia dentro da Amazônia Legal.

Figura 2 - Esquema geral do Zoneamento Agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas da Amazônia Legal



Quadro 1 – Classes de aptidão pedoclimática para o dendzeiro obtidas em função do cruzamento da aptidão das terras e da aptidão climática (legenda no mapa de zoneamento agroecológico).

CLASSE DE APTIDÃO		Aptidão Climática			
		Preferencial (P)	Regular (R)	Marginal(M)	Inapta (I) ou NR*
Aptidão das Terras	Boa (B)	P (PB)	R (RB)	M (MP)	I (IB)
	Regular (R)	R (PR)	R (RR)	M (MR)	I (IR)
	Marginal ou Restrita (M)	M (PM)	M (RM)	M (MM)	I (IM)
	Inapta (I)	I (PI)	I (RI)	I (MI)	I (II)
*NR – Não recomendada					

Tabela 1 – Extensão das classes de aptidão pedoclimática para o dendzeiro, para o nível de manejo B, em áreas desmatadas do estado de Rondônia.

CLASSE DE APTIDÃO	EXTENSÃO		
	Absoluta (ha)	Relativa (%)	
		À área estadual	À área disponível
Preferencial	2.720.638,4	11,45	34,61
Regular	2.755.934,6	11,60	35,06
Marginal	550.293,8	2,32	7,00
Inapta	1.834.577,3	7,72	23,34
Área disponível*	7.861.444,7	33,09	100,00
Área estadual	23.759.085,0	100,00	

* Área estadual excluídas as áreas não desmatadas e de reserva legal (terras indígenas e de proteção ambiental).

Tabela 2 – Extensão das classes de aptidão pedoclimática para o dendzeiro, para o nível de manejo C, em áreas desmatadas do estado de Rondônia.

CLASSE DE APTIDÃO	EXTENSÃO		
	Absoluta (ha)	Relativa (%)	
		À área estadual	À área disponível
Preferencial	2.930.252,0	12,33	37,27
Regular	2.733.291,7	11,50	34,77
Marginal	352.365,5	1,48	4,48
Inapta	1.845.535,0	7,77	23,48
Área disponível*	7.861.444,7	33,09	100,00
Área estadual	23.759.085,0	100,00	

* Área estadual excluídas as áreas não desmatadas e de reserva legal (terras indígenas e de proteção ambiental).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

Zoneamento Agroecológico do Dendzeiro para as Áreas Desmatadas do Estado do Acre

ANTÔNIO RAMALHO FILHO⁽¹⁾, PAULO EMILIO FERREIRA DA MOTTA⁽¹⁾, UEBI JORGE NAIME⁽¹⁾,
ALEXANDRE ORTEGA GONÇALVES⁽¹⁾, ALEXANDRE HUGO BARROS⁽²⁾

RESUMO – Em atendimento a uma demanda do Ministério da Ciência e Tecnologia-MCT e em fase final de execução, o Zoneamento Agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas do estado do Acre constitui produto do projeto FINEP “*Zoneamento Agroecológico para Culturas Oleaginosas (Dendê nas áreas desmatadas) da Amazônia Legal, com Ênfase na Fronteira Brasileira*”, liderado pela Embrapa Solos e desenvolvido com a colaboração da Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Acre, Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima; Emater-RO; SIPAM-Manaus, Ministério do Meio Ambiente/SDS, IBAMA, SEMA-ACCEPLAC/CEPEC; SEPLAN-MT; UFPA, Femact-AC. Da área objeto do estudo foram excluídas as áreas de reserva legal (áreas de proteção ambiental e reservas indígenas). O trabalho foi realizado com base nas informações de solo obtidas do banco de dados do SIPAM e de clima obtidas de várias fontes que dispunham de séries de dados de períodos não inferiores a 10 anos. O zoneamento para o dendzeiro no nível B de manejo, permite identificar no estado do Acre 416.037,24 ha de terras com aptidão Preferencial, 1.087.772,40 ha com aptidão regular, 913,32 com aptidão marginal e 306.879,12 ha inaptos. Para o nível de manejo C foram identificados 735.676,56 ha com aptidão Preferencial, 574.630,20 ha com aptidão Regular, 193.510,80 ha com aptidão Marginal e 307.784,52 ha inaptos para o dendzeiro.

Palavras-Chave: (dendê; zoneamento agroecológico, bioenergia; Amazônia)

Introdução

O Zoneamento Agroecológico (ZAE) do dendzeiro para as áreas desmatadas do estado do Acre compreende parte do trabalho realizado para toda a região da Amazônia Legal em atendimento a uma demanda do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Este trabalho constitui produto do projeto FINEP “*Zoneamento Agroecológico para Culturas Oleaginosas (Dendê nas áreas desmatadas) da Amazônia Legal, com Ênfase na Fronteira Brasileira*”, liderado pela Embrapa Solos e desenvolvido com a cooperação da Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Acre, Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima; Emater-RO, Femact-RR, SIPAM-Manaus, Ministério do Meio Ambiente/SDS, IBAMA, CEPLAC/CEPEC; SEPLAN-MT; UFPA

A expansão da área cultivada pelo dendê (*Elaeis guineensis*) nas áreas já desmatadas da Amazônia, pode vir a se constituir numa excelente alternativa tanto como suporte ao projeto governamental de ampliação e diversificação da matriz energética brasileira através da produção de biocombustíveis, quanto na criação de empregos e renda para as populações locais.

O zoneamento agroecológico, no formato atual, fornece produtos que se constituem em uma alternativa econômica sustentável para agricultores operando agricultura de grande e pequena escala.

Para orientação do estabelecimento, condução e exploração de uma determinada cultura em bases sustentáveis é fundamental se dispor, contudo, de um zoneamento agroecológico que indique em bases científicas os locais mais adequados para a implantação da cultura, onde a planta produza adequadamente e o ambiente natural seja minimamente alterado.

A avaliação da aptidão agrícola das terras para uma determinada cultura requer a comparação entre a exigência ecofisiológica da planta e a oferta ambiental da área onde se pretende implantá-la, procurando-se com isto atender a uma relação custo/benefício favorável. Para cada espécie vegetal existe um conjunto de características de solo e clima ao qual ela se adapta. Quanto mais afastada dessas condições, maiores são as restrições ao desenvolvimento da planta e menor, portanto, a chance de alcance de todo o potencial produtivo de sua cultura. Por outro lado, mais intensivas e dispendiosas deverão ser as medidas a serem adotadas para a minimização dessas limitações através de técnicas de cultivo ainda que economicamente viáveis, e sem riscos à degradação ambiental. Dessa forma, a implantação ou manutenção de cultivo de uma determinada espécie deve basear-se no zoneamento como ferramenta essencial para um criterioso planejamento do uso das terras.

Este trabalho tem como objetivo conhecer e espacializar cartograficamente o potencial da produção sustentada da cultura do dendê para as áreas desmatadas do estado do Acre com base no conhecimento disponível sobre os solos do estado e nas exigências da cultura, para cultivo sob dois níveis tecnológicos de manejo: um com alto aporte de capital e tecnologia e outro com baixos insumos e modesto uso de tecnologia.

Em termos mais específicos, o trabalho se propõe a oferecer subsídios para a reestruturação da matriz energética brasileira através da produção de biodiesel; oferecer alternativas econômicas sustentáveis aos produtores rurais da região; oferecer uma base para o planejamento do uso sustentável das terras em harmonia com a biodiversidade e a legislação vigente; propiciar o ordenamento territorial nas áreas desmatadas “consolidadas” e “a consolidar” da região amazônica, definidos pelo ZEE; e fornecer bases para o planejamento de pólos de desenvolvimento no espaço rural.

⁽¹⁾ Pesquisadores Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ. aramalhof@gmail.com, motta.pauloemilio@gmail.com, uebijn@gmail.com, aortega@cnps.embrapa.br.

⁽²⁾ Pesquisador Embrapa Solos. Recife, PE. alex@cnps.embrapa.br

Material e Métodos

O ZAE do estado do Acre, cuja localização dentro da Amazônia Legal é mostrada na Figura 1, foi obtido pelo cruzamento da aptidão climática e da aptidão das terras para o dendezeiro (Figura 2), considerando-se em algumas situações particulares, como no caso das Neossolos Quartzarênicos, a interação entre solo e clima. Neste caso específico, por exemplo, considerou-se a limitação da disponibilidade de água devido à inerente baixa retenção de água destes solos como atenuada nas áreas de maior pluviosidade ou de melhor distribuição de chuvas. A área objeto do projeto exclui também as áreas de proteção legal tais como reservas ambientais e indígenas, informadas respectivamente pelo IBAMA e FUNAI. Todo o trabalho foi feito exclusivamente para as áreas desmatadas até 2007, indicadas pelo PRODES-INPE [1].

Toda a metodologia empregada, sintetizada a seguir, é comum a os estados da Amazônia Legal.

Aptidão das terras

A aptidão das terras foi avaliada com base nas informações do mapa de solos preparado pelo SIPAM [3] a partir da combinação e detalhamento dos mapas de solos existentes na área, com apoio de campo, e que resultou em um mapa escala 1:250.000 e respectivo banco de dados. Com estas informações procedeu-se a avaliação da aptidão agrícola para o dendezeiro para toda a região nos moldes do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras [2] com as devidas adaptações para uma cultura específica, no caso, o dendê.

Uma primeira adaptação foi a elaboração de um conjunto de regras específicas para o dendê, estabelecidas com base em revisão bibliográfica exaustiva e discussão com técnicos e produtores especializados nesta cultura. Para esse fim foram realizadas diversas reuniões da equipe do projeto em Belém e Manaus.

Uma segunda adaptação foi procedida com relação à avaliação propriamente dita, ou seja, em vez de se avaliar as terras com base em suas cinco qualidades básicas, como sejam as disponibilidades de nutrientes, água e oxigênio; susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização, a avaliação foi feita diretamente sobre cada um dos atributos do solo e da paisagem que, no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, são utilizados para definir tais qualidades. Embora o efeito das diversas características do solo sobre o desenvolvimento das raízes já ser comumente verificado na análise dos outros fatores, achou-se por bem aqui destacá-lo e analisá-lo individualmente devido sua importância crucial para o dendezeiro.

Foram identificados os atributos com presumível influência sobre cada uma destas qualidades básicas da terra para a cultura do dendezeiro, estabelecendo-se faixas de valores de cada um para referência no quadro de regras. Do quadro de regras constaram as faixas de valores máximos ou mínimos dos diferentes atributos requeridos para classificar cada unidade taxonômica

componente das unidades de mapeamento, como aptidão Boa, Regular, Restrita e Inapta por tipo de manejo. Cada componente da unidade de mapeamento (UM) foi avaliado individualmente, sendo a aptidão final da UM a classe de aptidão predominante. Em todas as avaliações realizadas prevalece o critério de que o fator mais limitativo é o que define a aptidão da unidade.

Aptidão climática

Os dados climáticos aqui utilizados foram obtidos de diversas fontes que incluam série de dados com períodos de leitura nunca inferiores a 10 anos.

As classes de aptidão climática para a cultura do dendezeiro, estabelecidas com base na deficiência hídrica média e no número de meses secos, ou seja, aqueles em que a precipitação média é inferior a 50 mm, são:

Preferencial (P): Áreas com deficiência hídrica média anual (DH) inferior a 200 mm e com até três meses secos consecutivos.

Regular (R): Áreas com DH entre 200 mm e 350 mm e com até três meses secos consecutivos.

Marginal (M): Áreas com DH entre 350 mm e 450 mm e com até três meses secos consecutivos.

Inapta (I) – Áreas com DH > 450 e com mais de três meses secos consecutivos.

Zoneamento agroecológico

No cruzamento da aptidão das terras com a aptidão climática foi considerada também a regra pela qual o fator mais limitativo é o que determina a classe final, conforme pode ser observado no Quadro 1.

As classes do zoneamento, estabelecidas de acordo com o grau de intensidade das limitações ambientais (clima e terras) para a cultura do dendezeiro, foram assim definidas:

Preferencial (potencial alto) - terras sem limitações significativas para a produção sustentada do dendezeiro. O clima, Preferencial, apresenta déficit hídrico menor que 200mm e até três meses secos consecutivos (<50mm). Esse mínimo de restrições não reduz, expressivamente, a produtividade ou os benefícios e não aumenta a necessidade de insumos e práticas mitigadoras acima de um nível aceitável.

Regular (potencial médio) - terras com limitações moderadas para a produção sustentada do dendezeiro. O clima, Regular, apresenta déficit hídrico entre 200mm e 350mm, com até três meses secos consecutivos (<50mm). As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios ou elevam a necessidade de insumos e práticas mitigadoras para aumentar o rendimento da cultura.

Marginal (potencial baixo) - terras com limitações fortes para a produção sustentada do dendezeiro. O clima, Marginal, apresenta déficit hídrico entre 350mm e 450mm, com até três meses secos (<50mm). Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios ou, então aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente. A decisão de se utilizar essas terras para a produção de dendê, conforme a classificação da aptidão das terras apresentada, deve se basear-se em estudos de viabilidade econômica e do contexto socioeconômico do agricultor.

Inapta (potencial muito baixo) - terras com limitações muito fortes e clima desfavorável que impedem a produção econômica do dendezeiro.

Na legenda final do zoneamento encontra-se indicada a eventual ocorrência de áreas com aptidão melhor ou pior dentro da UM.

A priorização na implantação de projetos de desenvolvimento para produção de óleo de dendê deve basear-se na conjugação dos resultados do zoneamento agroecológico com informação socioeconômica e informação sobre a localização de áreas de alta prioridade para a proteção da biodiversidade, mesmo as existentes no espaço que já foi desmatado.

Procedimentos informatizados.

Face à enorme área abrangida e, portanto, à grande quantidade de unidades de mapeamento de solos envolvidas, fez-se necessário – e constituiu caráter inovador do trabalho - o desenvolvimento de um procedimento automatizado que incluísse: consulta ao banco de dados do SIPAM [3]; avaliação da intensidade dos fatores limitantes de cada componente das unidades de mapeamento de solos; avaliação da aptidão das terras por unidade de mapeamento de acordo com o quadro de regras previamente estabelecido; cruzamento da Aptidão das Terras com a Aptidão Climática e exclusão de áreas não desmatadas, áreas de proteção legal e terras indígenas demarcadas .

Os dados digitais de Solos, o grid de meses secos e o grid da deficiência hídrica foram projetados para o datum de referência para a América do Sul, 1969 (SAD-69). Para minimizar a distorção introduzida pela representação cartográfica, todos os conjuntos de dados utilizados foram reprojatados na projeção cônica equivalente área de Albers com datum SAD-69 e então utilizados para calcular as áreas do zoneamento.

O resultado final do zoneamento, devido a resolução espacial do grid fornecido pelo sistema PRODES, deve ser considerado como compatível com a escala cartográfica 1:500.000, ou seja, o resultado final possui uma precisão de representação equivalente a 250 m ou 6,25 ha em área. Para o cálculo da extensão territorial do resultado final do zoneamento, foi considerado a divisão política fornecida pelo IBGE reprojatada na projeção cônica equivalente área de Albers com datum SAD-69.

O processo de cálculo da extensão territorial produziu um erro de aferição geral de 5,68 ha.

Validação e ajustes finais do zoneamento.

Como validação dos resultados, constituiu a etapa final do desenvolvimento do trabalho a realização de reuniões em cada estado com pesquisadores da região e

técnicos do Serviço de Extensão e de empresas produtoras com a apresentação dos resultados preliminares, discussão e eventuais ajustes nos mapas gerados. Viagens de campo para aferição dos resultados preliminares foram realizadas em vários estados da região.

Resultados e discussão

As unidades de mapeamento do Zoneamento Agroecológico, com suas respectivas áreas e distribuição relativas à área do estado e à área disponível, são apresentadas nas Tabelas 1 e 2. Pode-se constatar que cerca de 416.037,2 ha, ou seja, 2,53 % da área estadual, são considerados Preferenciais para a cultura do dendezeiro no nível de manejo B; 1.087.772,4 ha (6,63 %) Regulares; 913,3 ha (0,01 %) Marginais e 306.879,1 ha (1,87 %) Inaptos. No nível de manejo C, 735.676,6 ha (4,48 %) são considerados Preferenciais; 574.630,2 ha (3,50 %) Regulares; 193.510,8 ha (1,18%) Marginais e 307.784,5 ha (1,88 %) Inaptos.

Referências

- [1] MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. PRODES – INPE: <http://www.obt.inpe.br/prodes/r2007.htm>.
- [2] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 65p.
- [3] SIPAM. 2004. Base Pedológica da Amazônia Legal – Convênio SIVAM – IBGE. SIPAM, Brasília. Base Digital em escala compatível com a escala 1:250.000.
- [4] ZEE: IBGE. **Metodologia para zoneamento ecológico-econômico na região Amazônica: contribuição para debate**. FIBGE, diretoria de geociências, Rio de Janeiro, 1993. 23p.

Agradecimentos

Os autores expressam agradecimento a todos os pesquisadores, técnicos e empresas que colaboraram na execução deste trabalho notadamente Mário Diamante Aglio, Margareth Simões, Marie Elisabeth Christine Claessen, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Antônio Agostinho Müller, Paulo César Teixeira, Gilvan C. Martins, Rodrigo P. D. Ferraz, José Carlos P. dos Santos, João Batista Martiniano Pereira, Jonas de Souza, Sandoval O. de Santana, Pedro Luiz de Freitas, Eufran Amaral, Adriano Venturieri, Edson Araújo, Edson Barcelos, Carlos Benedito S. Soares, Otavio Manoel N. Lopes, Marcelo Gama, Mauricio (Agrônomo de B.Constant) Daniel Gianluppi, Haron A.M. Xaud, Fábio Marin, Fábio Santos, as organizações Sipam, Femact-AC, Sema-AC, Ceplac, Emater-RO, Diocese de Tabatinga-AM e as empresas Agropalma e Marborges.

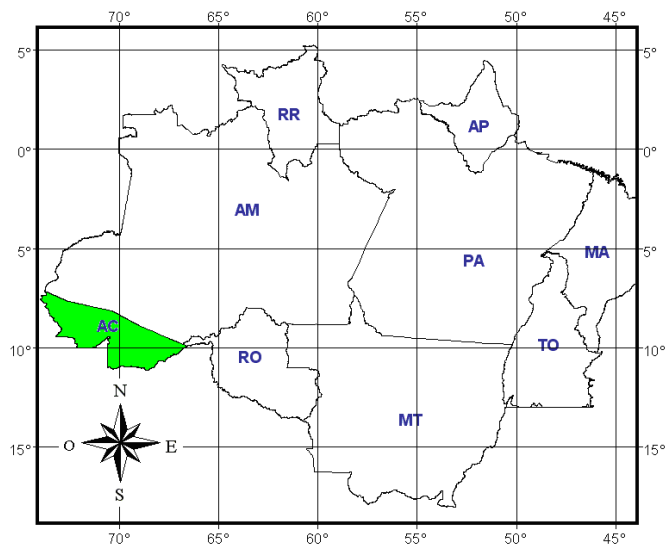
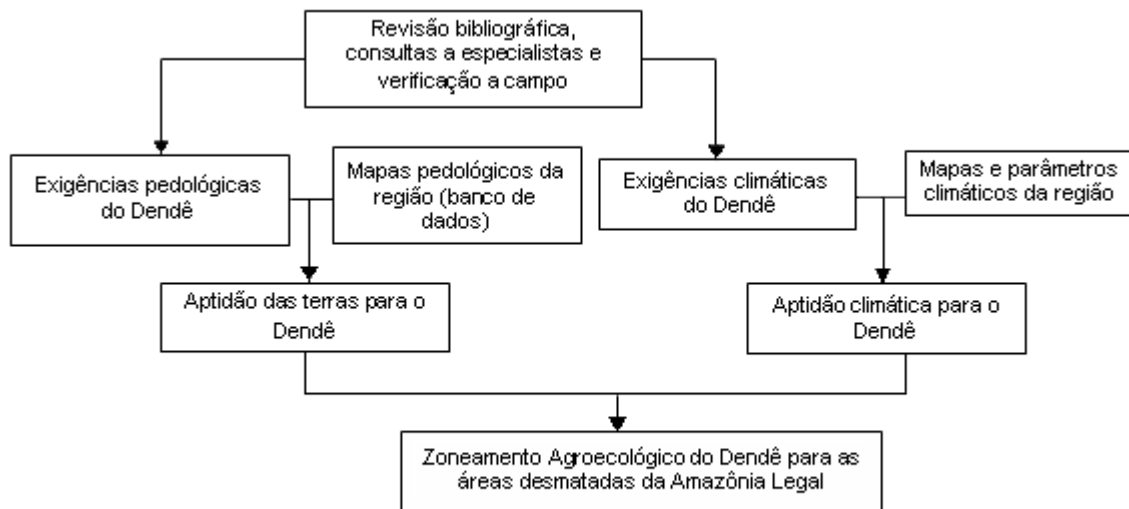


Figura 1 – Localização do estado do Acre dentro da Amazônia Legal.

Figura 2 - Esquema geral do Zoneamento Agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas da Amazônia Legal



Quadro 1 – Classes de aptidão pedoclimática para o dendzeiro obtidas em função do cruzamento da aptidão das terras e da aptidão climática (legenda no mapa de zoneamento agroecológico).

CLASSE DE APTIDÃO		Aptidão Climática			
		Preferencial (P)	Regular (R)	Marginal(M)	Inapta (I) ou NR*
Aptidão das Terras	Boa (B)	P (PB)	R (RB)	M (MP)	I (IB)
	Regular (R)	R (PR)	R (RR)	M (MR)	I (IR)
	Marginal ou Restrita (M)	M (PM)	M (RM)	M (MM)	I (IM)
	Inapta (I)	I (PI)	I (RI)	I (MI)	I (II)

*NR – Não recomendada

Tabela 1 – Extensão das classes de aptidão pedoclimática para o dendzeiro, para o nível de manejo B, em áreas desmatadas do estado do Acre.

CLASSE DE APTIDÃO	EXTENSÃO		
	Absoluta (ha)	Relativa (%)	
		À área estadual	À área disponível
Preferencial	416.037,2	2,53	22,97
Regular	1.087.772,4	6,63	60,04
Marginal	913,3	0,01	0,05
Inapta	306.879,1	1,87	16,94
Área disponível*	1.811.602,2	11,04	100,00
Área estadual	16.414.243,0	100,00	

* Área estadual excluídas as áreas não desmatadas e de reserva legal (terras indígenas e de proteção ambiental).

Tabela 2 – Extensão das classes de aptidão pedoclimática para o dendzeiro, para o nível de manejo C, em áreas desmatadas do estado do Acre.

CLASSE DE APTIDÃO	EXTENSÃO		
	Absoluta (ha)	Relativa (%)	
		À área estadual	À área disponível
Preferencial	735.676,6	4,48	40,61
Regular	574.630,2	3,50	31,72
Marginal	193.510,8	1,18	10,68
Inapta	307.784,5	1,88	16,99
Área disponível*	1.811.602,2	11,04	100,00
Área estadual	16.414.243,0	100,00	

* Área estadual excluídas as áreas não desmatadas e de reserva legal (terras indígenas e de proteção ambiental).

Zoneamento Agroecológico do Dendzeiro para as Áreas Desmatadas do Estado do Amazonas

ANTÔNIO RAMALHO FILHO⁽¹⁾, GILVAN COIMBRA MARTINS⁽²⁾, PAULO EMILIO FERREIRA DA MOTTA⁽¹⁾, WENCESLAU GERALDES TEIXEIRA⁽²⁾, UEBI JORGE NAIME⁽¹⁾, ALEXANDRE ORTEGA GONÇALVES⁽¹⁾, ALEXANDRE HUGO BARROS⁽³⁾, JESUS MANSILA BACA⁽¹⁾

RESUMO – Em atendimento a uma demanda do Ministério da Ciência e Tecnologia-MCT e em fase final de execução, o Zoneamento Agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas do estado do Amazonas constitui produto do projeto FINEP “Zoneamento Agroecológico para Culturas Oleaginosas (Dendê nas áreas desmatadas) da Amazônia Legal, com Ênfase na Fronteira Brasileira”, liderado pela Embrapa Solos e desenvolvido com a colaboração da Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Acre, Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima; Emater-RO; SIPAM-Manaus, Ministério do Meio Ambiente/SDS, IBAMA, CEPLAC/CEPEC; SEPLAN-MT; UFPA, Femact-AC. Da área objeto do estudo foram excluídas as áreas de reserva legal (áreas de proteção ambiental e reservas indígenas). O trabalho foi realizado com base nas informações de solo obtidas do banco de dados do SIPAM e de clima obtidas de várias fontes que dispunham de séries de dados de períodos não inferiores a 10 anos. O zoneamento para o dendzeiro no nível B de manejo, permite identificar no estado do Amazonas 1.461.374,6 ha de terras com aptidão Preferencial, 889.465,7 ha com aptidão regular, 8.337,2 ha com aptidão marginal e 415.516,7 ha inaptos. Para o nível de manejo C foram identificados 1.532.122,9 ha com aptidão Preferencial, 681.556,0 ha com aptidão Regular, 142.830,4 ha com aptidão Marginal e 418.185,0 ha inaptos para o dendzeiro.

Palavras-Chave: (dendê; bioenergia; Amazônia Legal)

Introdução

O Zoneamento Agroecológico (ZAE) do dendzeiro para as áreas desmatadas do estado do Amazonas compreende parte do trabalho realizado para toda a região da Amazônia Legal em atendimento a uma demanda do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Este trabalho constitui produto do projeto FINEP “Zoneamento Agroecológico para Culturas Oleaginosas (Dendê nas áreas desmatadas) da Amazônia Legal, com Ênfase na Fronteira Brasileira”, liderado pela Embrapa Solos e desenvolvido com a cooperação da Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Acre, Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima; Emater-RO, Femact-RR, SIPAM-Manaus, Ministério do Meio Ambiente/SDS, IBAMA, CEPLAC/CEPEC; SEPLAN-MT; UFPA

A expansão da área cultivada pelo dendê (*Elaeis guineensis*) nas áreas já desmatadas da Amazônia, pode vir a se constituir numa excelente alternativa tanto como suporte ao projeto governamental de ampliação e diversificação da matriz energética brasileira através da

produção de biocombustíveis, quanto na criação de empregos e renda para as populações locais.

O zoneamento agroecológico, no formato atual, fornece produtos que se constituem em uma alternativa econômica sustentável para agricultores operando agricultura de grande e pequena escala.

Para orientação do estabelecimento, condução e exploração de uma determinada cultura em bases sustentáveis é fundamental se dispor, contudo, de um zoneamento agroecológico que indique em bases científicas os locais mais adequados para a implantação da cultura, onde a planta produza adequadamente e o ambiente natural seja minimamente alterado.

A avaliação da aptidão agrícola das terras para uma determinada cultura requer a comparação entre a exigência ecofisiológica da planta e a oferta ambiental da área onde se pretende implantá-la, procurando-se com isto atender a uma relação custo/benefício favorável. Para cada espécie vegetal existe um conjunto de características de solo e clima ao qual ela se adapta. Quanto mais afastada dessas condições, maiores são as restrições ao desenvolvimento da planta e menor, portanto, a chance de alcance de todo o potencial produtivo de sua cultura. Por outro lado, mais intensivas e dispendiosas deverão ser as medidas a serem adotadas para a minimização dessas limitações através de técnicas de cultivo ainda que economicamente viáveis, e sem riscos à degradação ambiental. Dessa forma, a implantação ou manutenção de cultivo de uma determinada espécie deve basear-se no zoneamento como ferramenta essencial para um criterioso planejamento do uso das terras.

Este trabalho tem como objetivo conhecer e espacializar cartograficamente o potencial da produção sustentada da cultura do dendê para as áreas desmatadas do estado do Amazonas com base no conhecimento disponível sobre os solos do estado e nas exigências da cultura, para cultivo sob dois níveis tecnológicos de manejo: um com alto aporte de capital e tecnologia e outro com baixos insumos e modesto uso de tecnologia.

Em termos mais específicos, o trabalho se propõe a oferecer subsídios para a reestruturação da matriz energética brasileira através da produção de biodiesel; oferecer alternativas econômicas sustentáveis aos produtores rurais da região; oferecer uma base para o planejamento do uso sustentável das terras em harmonia com a biodiversidade e a legislação vigente; propiciar o

⁽¹⁾ Pesquisadores Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ. aramalhof@gmail.com, motta.pauloemilio@gmail.com, uebijh@gmail.com, aortega@cnps.embrapa.br, jfmansillab@gmail.com.

⁽²⁾ Pesquisadores Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM. gilvan.martins@cpaa.embrapa.br, wgt007@hotmail.com.

⁽³⁾ Pesquisador Embrapa Solos. Recife, PE. alex@cnps.embrapa.br.

ordenamento territorial nas áreas desmatadas “consolidadas” e “a consolidar” da região amazônica, definidos pelo ZEE; e fornecer bases para o planejamento de pólos de desenvolvimento no espaço rural.

Material e Métodos

O ZAE do estado do Amazonas, cuja localização dentro da Amazônia Legal é mostrada na Figura 1, foi obtido pelo cruzamento da aptidão climática e da aptidão das terras para o dendezeiro (Figura 2), considerando-se em algumas situações particulares, como no caso das Neossolos Quartzarênicos, a interação entre solo e clima. Neste caso específico, por exemplo, considerou-se a limitação da disponibilidade de água devido à inerente baixa retenção de água destes solos como atenuada nas áreas de maior pluviosidade ou de melhor distribuição de chuvas. A área objeto do projeto exclui também as áreas de proteção legal tais como reservas ambientais e indígenas, informadas respectivamente pelo IBAMA e FUNAI. Todo o trabalho foi feito exclusivamente para as áreas desmatadas até 2007, indicadas pelo PRODES-INPE [1].

Toda a metodologia empregada, sintetizada a seguir, é comum a os estados da Amazônia Legal.

Aptidão das terras

A aptidão das terras foi avaliada com base nas informações do mapa de solos preparado pelo SIPAM [3] a partir da combinação e detalhamento dos mapas de solos existentes na área, com apoio de campo, e que resultou em um mapa escala 1:250.000 e respectivo banco de dados. Com estas informações procedeu-se a avaliação da aptidão agrícola para o dendezeiro para toda a região nos moldes do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras [2] com as devidas adaptações para uma cultura específica, no caso, o dendê.

Uma primeira adaptação foi a elaboração de um conjunto de regras específicas para o dendê, estabelecidas com base em revisão bibliográfica exaustiva e discussão com técnicos e produtores especializados nesta cultura. Para esse fim foram realizadas diversas reuniões da equipe do projeto em Belém e Manaus.

Uma segunda adaptação foi procedida com relação à avaliação propriamente dita, ou seja, em vez de se avaliar as terras com base em suas cinco qualidades básicas, como sejam as disponibilidades de nutrientes, água e oxigênio; susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização, a avaliação foi feita diretamente sobre cada um dos atributos do solo e da paisagem que, no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, são utilizados para definir tais qualidades. Embora o efeito das diversas características do solo sobre o desenvolvimento das raízes já ser comumente verificado na análise dos outros fatores, achou-se por bem aqui destacá-lo e analisá-lo individualmente devido sua importância crucial para o dendezeiro.

Foram identificados os atributos com presumível influência sobre cada uma destas qualidades básicas da terra para a cultura do dendezeiro, estabelecendo-se faixas de valores de cada um para referência no quadro de regras. Do quadro de regras constaram as faixas de valores máximos ou mínimos dos diferentes atributos requeridos para classificar cada unidade taxonômica componente das unidades de mapeamento, como aptidão Boa, Regular, Restrita e Inapta por tipo de manejo. Cada componente da unidade de mapeamento (UM) foi avaliado individualmente, sendo a aptidão final da UM a classe de aptidão predominante. Em todas as avaliações realizadas prevalece o critério de que o fator mais limitativo é o que define a aptidão da unidade.

Aptidão climática

Os dados climáticos aqui utilizados foram obtidos de diversas fontes que incluam série de dados com períodos de leitura nunca inferiores a 10 anos.

As classes de aptidão climática para a cultura do dendezeiro, estabelecidas com base na deficiência hídrica média e no número de meses secos, ou seja, aqueles em que a precipitação média é inferior a 50 mm, foram assim definidas:

Preferencial (P): Áreas com deficiência hídrica média anual (DH) inferior a 200 mm e com até três meses secos consecutivos.

Regular (R): Áreas com DH entre 200 mm e 350 mm e com até três meses secos consecutivos.

Marginal (M): Áreas com DH entre 350 mm e 450 mm e com até três meses secos consecutivos.

Inapta (I) – Áreas com DH > 450 e com mais de três meses secos consecutivos.

Zoneamento agroecológico

No cruzamento da aptidão das terras com a aptidão climática foi considerada também a regra pela qual o fator mais limitativo é o que determina a classe final, conforme pode ser observado no Quadro 1.

As classes do zoneamento, estabelecidas de acordo com o grau de intensidade das limitações ambientais (clima e terras) para a cultura do dendezeiro, foram assim definidas:

Preferencial (potencial alto) - terras sem limitações significativas para a produção sustentada do dendezeiro. O clima, Preferencial, apresenta déficit hídrico menor que 200mm e até três meses secos consecutivos (<50mm). Esse mínimo de restrições não reduz, expressivamente, a produtividade ou os benefícios e não aumenta a necessidade de insumos e práticas mitigadoras acima de um nível aceitável.

Regular (potencial médio) - terras com limitações moderadas para a produção sustentada do dendezeiro. O clima, Regular, apresenta déficit hídrico entre 200mm e 350mm, com até três meses secos consecutivos (<50mm). As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios ou elevam a necessidade de insumos e práticas mitigadoras para aumentar o rendimento da cultura.

Marginal (potencial baixo) - terras com limitações fortes para a produção sustentada do dendezeiro. O clima,

Marginal, apresenta déficit hídrico entre 350mm e 450mm, com até três meses secos (<50mm). Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios ou, então aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente. A decisão de se utilizar essas terras para a produção de dendê, conforme a classificação da aptidão das terras apresentada, deve se basear-se em estudos de viabilidade econômica e do contexto socioeconômico do agricultor.

Inapta (potencial muito baixo) - terras com limitações muito fortes e clima desfavorável que impedem a produção econômica do dendezeiro.

Na legenda final do zoneamento encontra-se indicada a eventual ocorrência de áreas com aptidão melhor ou pior dentro da UM.

A priorização na implantação de projetos de desenvolvimento para produção de óleo de dendê deve basear-se na conjugação dos resultados do zoneamento agroecológico com informação socioeconômica e informação sobre a localização de áreas de alta prioridade para a proteção da biodiversidade, mesmo as existentes no espaço que já foi desmatado.

Procedimentos informatizados.

Face à enorme área abrangida e, portanto, à grande quantidade de unidades de mapeamento de solos envolvidas, fez-se necessário – e constituiu caráter inovador do trabalho - o desenvolvimento de um procedimento automatizado que incluísse: consulta ao banco de dados do SIPAM [3]; avaliação da intensidade dos fatores limitantes de cada componente das unidades de mapeamento de solos; avaliação da aptidão das terras por unidade de mapeamento de acordo com o quadro de regras previamente estabelecido; cruzamento da Aptidão das Terras com a Aptidão Climática e exclusão de áreas não desmatadas, áreas de proteção legal e terras indígenas demarcadas .

Os dados digitais de Solos, o grid de meses secos e o grid da deficiência hídrica foram projetados para o datum de referência para a América do Sul, 1969 (SAD-69). Para minimizar a distorção introduzida pela representação cartográfica, todos os conjuntos de dados utilizados foram reprojatados na projeção cônica equivalente área de Albers com datum SAD-69 e então utilizados para calcular as áreas do zoneamento.

O resultado final do zoneamento, devido a resolução espacial do grid fornecido pelo sistema PRODES, deve ser considerado como compatível com a escala cartográfica 1:500.000, ou seja, o resultado final possui uma precisão de representação equivalente a 250 m ou 6,25 ha em área. Para o cálculo da extensão territorial do resultado final do zoneamento, foi considerado a divisão política fornecida pelo IBGE reprojatada na projeção cônica equivalente área de Albers com datum SAD-69.

O processo de cálculo da extensão territorial produziu um erro de aferição geral de 5,68 ha.

Validação e ajustes finais do zoneamento.

Como validação dos resultados, constituiu a etapa final do desenvolvimento do trabalho a realização de reuniões em cada estado com pesquisadores da região e técnicos do Serviço de Extensão e de empresas produtoras com a apresentação dos resultados preliminares, discussão e eventuais ajustes nos mapas gerados. Viagens de campo para aferição dos resultados preliminares foram realizadas em vários estados da região.

Resultados e discussão

As unidades de mapeamento do Zoneamento Agroecológico, com suas respectivas áreas e distribuição relativas à área do estado e à área disponível, são apresentadas nas Tabelas 1 e 2. Pode-se constatar que cerca de 1.461.374,6 ha, ou seja, 0,94 % da área estadual, são considerados Preferenciais para a cultura do dendezeiro no nível de manejo B; 889.465,7 ha (0,57 %) Regulares; 8.337,2 ha (0,01 %) Marginais e 415.516,7 ha (0,27 %) Inaptos. No nível de manejo C, 1.532.122,9 ha (0,98 %) são considerados Preferenciais; 681.556,0 ha (0,44 %) Regulares; 142.830,4 ha (0,09 %) Marginais e 418.185,0 ha (0,27 %) Inaptos.

Referências

- [1] MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. PRODES – INPE: <http://www.obt.inpe.br/prodes/r2007.htm>.
- [2] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1995. 65p.
- [3] SIPAM. 2004. Base Pedológica da Amazônia Legal – Convênio SIVAM – IBGE. SIPAM, Brasília. Base Digital em escala compatível com a escala 1:250.000.
- [4] ZEE: IBGE. **Metodologia para zoneamento ecológico-econômico na região Amazônica: contribuição para debate**. FIBGE, diretoria de geociências, Rio de Janeiro, 1993. 23p.

Agradecimentos

Os autores expressam agradecimento a todos os pesquisadores, técnicos e empresas que colaboraram na execução deste trabalho notadamente Mário Diamante Aglio, Margareth Simões, Marie Elisabeth Christine Claessen, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Antônio Agostinho Müller, Paulo César Teixeira, Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz, José Carlos Pereira dos Santos, João Batista Martiniano Pereira, Jonas de Souza, Sandoval Oliveira de Santana, Pedro Luiz de Freitas, Eufraim Amaral, Adriano Venturieri, Edson Araújo, Edson Barcelos, Mauricio (Agrônomo de B.Constant), Carlos Benedito Santana Soares, Otavio Manoel N. Lopes, Ana Gama, Marcelo Gama, Daniel Gianluppi, Haron A.M. Xaud, Fábio Marin, Fábio Santos, as organizações Sipam, Femact-AC, Ceplac, Emater-RO, Diocese de Tabatinga-AM e as empresas Agropalma e Marborges.

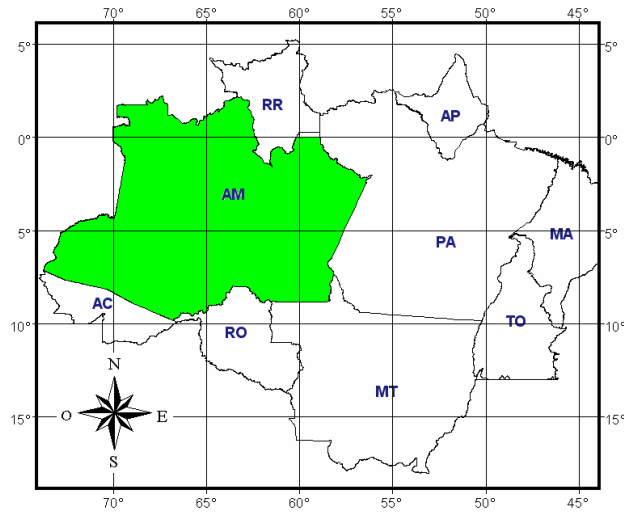
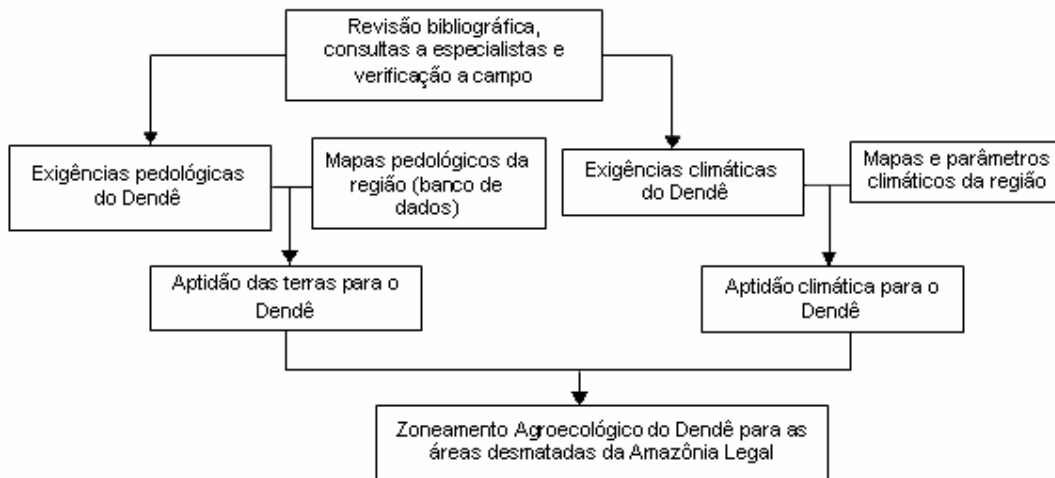


Figura 1 – Localização do estado do Amazonas dentro da Amazônia Legal.

Figura 2 - Esquema geral do Zoneamento Agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas da Amazônia Legal



Quadro 1 – Classes de aptidão pedoclimática para o dendzeiro obtidas em função do cruzamento da aptidão das terras e da aptidão climática (legenda no mapa de zoneamento agroecológico).

CLASSE DE APTIDÃO		Aptidão Climática			
		Preferencial (P)	Regular (R)	Marginal(M)	Inapta (I) ou NR*
Aptidão das Terras	Boa (B)	P (PB)	R (RB)	M (MP)	I (IB)
	Regular (R)	R (PR)	R (RR)	M (MR)	I (IR)
	Marginal ou Restrita (M)	M (PM)	M (RM)	M (MM)	I (IM)
	Inapta (I)	I (PI)	I (RI)	I (MI)	I (II)

*NR – Não recomendada

Tabela 1 – Extensão das classes de aptidão pedoclimática para o dendzeiro, para o nível de manejo B, em áreas desmatadas do estado do Amazonas.

CLASSE DE APTIDÃO	EXTENSÃO		
	Absoluta (ha)	Relativa (%)	
		À área estadual	À área disponível
Preferencial	1.461.374,6	0,94	52,67
Regular	889.465,7	0,57	32,06
Marginal	8.337,2	0,01	0,30
Inapta	415.516,7	0,27	14,98
Área disponível*	2.774.694,7	1,78	100,00
Área estadual	155.919.378,0	100,00	

* Área estadual excluídas as áreas não desmatadas e de reserva legal (terras indígenas e de proteção ambiental).

Tabela 2 – Extensão das classes de aptidão pedoclimática para o dendzeiro, para o nível de manejo C, em áreas desmatadas do estado do Amazonas.

CLASSE DE APTIDÃO	EXTENSÃO		
	Absoluta (ha)	Relativa (%)	
		À área estadual	À área disponível
Preferencial	1.532.122,9	0,98	55,22
Regular	681.556,0	0,44	24,56
Marginal	142.830,4	0,09	5,15
Inapta	418.185,0	0,27	15,07
Área disponível*	2.774.694,7	1,78	100,00
Área estadual	155.919.378,0	100,00	

* Área estadual excluídas as áreas não desmatadas e de reserva legal (terras indígenas e de proteção ambiental).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

Zoneamento Agroecológico do Dendzeiro para as Áreas Desmatadas do Estado do Mato Grosso

PAULO EMILIO FERREIRA DA MOTTA ⁽¹⁾, ANTÔNIO RAMALHO FILHO ⁽¹⁾, ALEXANDRE ORTEGA GONÇALVES ⁽¹⁾, UEBI JORGE NAIME ⁽¹⁾, JESUS MANSILLA BACA ⁽¹⁾, MARIE ELIZABETH CHRISTINE CLAESSEN ⁽¹⁾

RESUMO – Em atendimento a uma demanda do Ministério da Ciência e Tecnologia-MCT e em fase final de execução, o Zoneamento Agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas do estado do Mato Grosso constitui produto do projeto FINEP “Zoneamento Agroecológico para Culturas Oleaginosas (Dendê nas áreas desmatadas) da Amazônia Legal, com Ênfase na Fronteira Brasileira”, liderado pela Embrapa Solos e desenvolvido com a colaboração da Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Acre, Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima; Emater-RO; SIPAM-Manaus, Ministério do Meio Ambiente/SDS, IBAMA, CEPLAC/CEPEC; SEPLAN-MT; UFPA, Femact-AC. Da área objeto do estudo foram excluídas as áreas de reserva legal (áreas de proteção ambiental e reservas indígenas). O trabalho foi realizado com base nas informações de solo obtidas do banco de dados do SIPAM e de clima obtidas de várias fontes que dispunham de séries de dados de períodos não inferiores a 10 anos. O zoneamento para o dendzeiro no nível B de manejo, permite identificar no estado do Mato Grosso 203.959,1 ha de terras com aptidão Preferencial, 6.779.356,9 ha com aptidão regular, 786.998,9 com aptidão marginal e 12.806.581,7 ha inaptos. Para o nível de manejo C foram identificados 220.919,8 ha com aptidão Preferencial, 6.700.985,3 ha com aptidão Regular, 486.835,9 ha com aptidão Marginal e 14.220.096,5 ha inaptos para o dendzeiro.

Palavras-Chave: (dendê; bioenergia; Amazônia Legal)

Introdução

O Zoneamento Agroecológico (ZAE) do dendzeiro para as áreas desmatadas do estado do Mato Grosso compreende parte do trabalho realizado para toda a região da Amazônia Legal em atendimento a uma demanda do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Este trabalho constitui produto do projeto FINEP “Zoneamento Agroecológico para Culturas Oleaginosas (Dendê nas áreas desmatadas) da Amazônia Legal, com Ênfase na Fronteira Brasileira”, liderado pela Embrapa Solos e desenvolvido com a cooperação da Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Acre, Embrapa Rondônia, Embrapa Roraima; Emater-RO, Femact-RR, SIPAM-Manaus, Ministério do Meio Ambiente/SDS, IBAMA, CEPLAC/CEPEC; SEPLAN-MT; UFPA

A expansão da área cultivada pelo dendê (*Elaeis guineensis*) nas áreas já desmatadas da Amazônia, pode vir a se constituir numa excelente alternativa tanto como suporte ao projeto governamental de ampliação e diversificação da matriz energética brasileira através da

produção de biocombustíveis, quanto na criação de empregos e renda para as populações locais.

O zoneamento agroecológico, no formato atual, fornece produtos que se constituem em uma alternativa econômica sustentável para agricultores operando agricultura de grande e pequena escala.

Para orientação do estabelecimento, condução e exploração de uma determinada cultura em bases sustentáveis é fundamental se dispor, contudo, de um zoneamento agroecológico que indique em bases científicas os locais mais adequados para a implantação da cultura, onde a planta produza adequadamente e o ambiente natural seja minimamente alterado.

A avaliação da aptidão agrícola das terras para uma determinada cultura requer a comparação entre a exigência ecofisiológica da planta e a oferta ambiental da área onde se pretende implantá-la, procurando-se com isto atender a uma relação custo/benefício favorável. Para cada espécie vegetal existe um conjunto de características de solo e clima ao qual ela se adapta. Quanto mais afastada dessas condições, maiores são as restrições ao desenvolvimento da planta e menor, portanto, a chance de alcance de todo o potencial produtivo de sua cultura. Por outro lado, mais intensivas e dispendiosas deverão ser as medidas a serem adotadas para a minimização dessas limitações através de técnicas de cultivo ainda que economicamente viáveis, e sem riscos à degradação ambiental. Dessa forma, a implantação ou manutenção de cultivo de uma determinada espécie deve basear-se no zoneamento como ferramenta essencial para um criterioso planejamento do uso das terras.

Este trabalho tem como objetivo conhecer e espacializar cartograficamente o potencial da produção sustentada da cultura do dendê para as áreas desmatadas do estado do Mato Grosso com base no conhecimento disponível sobre os solos do estado e nas exigências da cultura, para cultivo sob dois níveis tecnológicos de manejo: um com alto aporte de capital e tecnologia e outro com baixos insumos e modesto uso de tecnologia.

Em termos mais específicos, o trabalho se propõe a oferecer subsídios para a reestruturação da matriz energética brasileira através da produção de biodiesel; oferecer alternativas econômicas sustentáveis aos produtores rurais da região; oferecer uma base para o planejamento do uso sustentável das terras em harmonia com a biodiversidade e a legislação vigente; propiciar o

⁽¹⁾ Pesquisadores da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ. motta.pauloemilio@gmail.com, aramalhof@gmail.com, aortega@cnpq.embrapa.br, uebij@gmail.com, jfmansillab@gmail.com, bethclaessen@gmail.com

ordenamento territorial nas áreas desmatadas “consolidadas” e “a consolidar” da região amazônica, definidos pelo ZEE; e fornecer bases para o planejamento de pólos de desenvolvimento no espaço rural.

Material e Métodos

O ZAE do estado do Mato Grosso, cuja localização dentro da Amazônia Legal é mostrada na Figura 1, foi obtido pelo cruzamento da aptidão climática e da aptidão das terras para o dendezeiro (Figura 2), considerando-se em algumas situações particulares, como no caso das Neossolos Quartzarênicos, a interação entre solo e clima. Neste caso específico, por exemplo, considerou-se a limitação da disponibilidade de água devido à inerente baixa retenção de água destes solos como atenuada nas áreas de maior pluviosidade ou de melhor distribuição de chuvas. A área objeto do projeto exclui também as áreas de proteção legal tais como reservas ambientais e indígenas, informadas respectivamente pelo IBAMA e FUNAI. Todo o trabalho foi feito exclusivamente para as áreas desmatadas até 2007, indicadas pelo PRODES-INPE [1].

Toda a metodologia empregada, sintetizada a seguir, é comum a os estados da Amazônia Legal.

Aptidão das terras

A aptidão das terras foi avaliada com base nas informações do mapa de solos preparado pelo SIPAM [3] a partir da combinação e detalhamento dos mapas de solos existentes na área, com apoio de campo, e que resultou em um mapa escala 1:250.000 e respectivo banco de dados. Com estas informações procedeu-se a avaliação da aptidão agrícola para o dendezeiro para toda a região nos moldes do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras [2] com as devidas adaptações para uma cultura específica, no caso, o dendê.

Uma primeira adaptação foi a elaboração de um conjunto de regras específicas para o dendê, estabelecidas com base em revisão bibliográfica exaustiva e discussão com técnicos e produtores especializados nesta cultura. Para esse fim foram realizadas diversas reuniões da equipe do projeto em Belém e Manaus.

Uma segunda adaptação foi procedida com relação à avaliação propriamente dita, ou seja, em vez de se avaliar as terras com base em suas cinco qualidades básicas, como sejam as disponibilidades de nutrientes, água e oxigênio; susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização, a avaliação foi feita diretamente sobre cada um dos atributos do solo e da paisagem que, no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, são utilizados para definir tais qualidades. Embora o efeito das diversas características do solo sobre o desenvolvimento das raízes já ser comumente verificado na análise dos outros fatores, achou-se por bem aqui destacá-lo e analisá-lo individualmente devido sua importância crucial para o dendezeiro.

Foram identificados os atributos com presumível influência sobre cada uma destas qualidades básicas da terra para a cultura do dendezeiro, estabelecendo-se faixas de valores de cada um para referência no quadro de regras. Do quadro de regras constaram as faixas de valores máximos ou mínimos dos diferentes atributos requeridos para classificar cada unidade taxonômica componente das unidades de mapeamento, como aptidão Boa, Regular, Restrita e Inapta por tipo de manejo. Cada componente da unidade de mapeamento (UM) foi avaliado individualmente, sendo a aptidão final da UM a classe de aptidão predominante. Em todas as avaliações realizadas prevalece o critério de que o fator mais limitativo é o que define a aptidão da unidade.

Aptidão climática

Os dados climáticos aqui utilizados foram obtidos de diversas fontes que incluam série de dados com períodos de leitura nunca inferiores a 10 anos.

As classes de aptidão climática para a cultura do dendezeiro, estabelecidas com base na deficiência hídrica média e no número de meses secos, ou seja, aqueles em que a precipitação média é inferior a 50 mm, foram assim definidas:

Preferencial (P): Áreas com deficiência hídrica média anual (DH) inferior a 200 mm e com até três meses secos consecutivos.

Regular (R): Áreas com DH entre 200 mm e 350 mm e com até três meses secos consecutivos.

Marginal (M): Áreas com DH entre 350 mm e 450 mm e com até três meses secos consecutivos.

Inapta (I) – Áreas com DH > 450 e com mais de três meses secos consecutivos.

Zoneamento agroecológico

No cruzamento da aptidão das terras com a aptidão climática foi considerada também a regra pela qual o fator mais limitativo é o que determina a classe final, conforme pode ser observado no Quadro 1.

As classes do zoneamento, estabelecidas de acordo com o grau de intensidade das limitações ambientais (clima e terras) para a cultura do dendezeiro, foram assim definidas:

Preferencial (potencial alto) - terras sem limitações significativas para a produção sustentada do dendezeiro. O clima, Preferencial, apresenta déficit hídrico menor que 200mm e até três meses secos consecutivos (<50mm). Esse mínimo de restrições não reduz, expressivamente, a produtividade ou os benefícios e não aumenta a necessidade de insumos e práticas mitigadoras acima de um nível aceitável.

Regular (potencial médio) - terras com limitações moderadas para a produção sustentada do dendezeiro. O clima, Regular, apresenta déficit hídrico entre 200mm e 350mm, com até três meses secos consecutivos (<50mm). As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios ou elevam a necessidade de insumos e práticas mitigadoras para aumentar o rendimento da cultura.

Marginal (potencial baixo) - terras com limitações fortes para a produção sustentada do dendezeiro. O clima,

Marginal, apresenta déficit hídrico entre 350mm e 450mm, com até três meses secos (<50mm). Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios ou, então aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente. A decisão de se utilizar essas terras para a produção de dendê, conforme a classificação da aptidão das terras apresentada, deve se basear-se em estudos de viabilidade econômica e do contexto socioeconômico do agricultor.

Inapta (potencial muito baixo) - terras com limitações muito fortes e clima desfavorável que impedem a produção econômica do dendeeiro.

Na legenda final do zoneamento encontra-se indicada a eventual ocorrência de áreas com aptidão melhor ou pior dentro da UM.

A priorização na implantação de projetos de desenvolvimento para produção de óleo de dendê deve basear-se na conjugação dos resultados do zoneamento agroecológico com informação socioeconômica e informação sobre a localização de áreas de alta prioridade para a proteção da biodiversidade, mesmo as existentes no espaço que já foi desmatado.

Procedimentos informatizados.

Face à enorme área abrangida e, portanto, à grande quantidade de unidades de mapeamento de solos envolvidas, fez-se necessário – e constituiu caráter inovador do trabalho - o desenvolvimento de um procedimento automatizado que incluísse: consulta ao banco de dados do SIPAM [3]; avaliação da intensidade dos fatores limitantes de cada componente das unidades de mapeamento de solos; avaliação da aptidão das terras por unidade de mapeamento de acordo com o quadro de regras previamente estabelecido; cruzamento da Aptidão das Terras com a Aptidão Climática e exclusão de áreas não desmatadas, áreas de proteção legal e terras indígenas demarcadas .

Os dados digitais de Solos, o grid de meses secos e o grid da deficiência hídrica foram projetados para o datum de referência para a América do Sul, 1969 (SAD-69). Para minimizar a distorção introduzida pela representação cartográfica, todos os conjuntos de dados utilizados foram reprojatados na projeção cônica equivalente área de Albers com datum SAD-69 e então utilizados para calcular as áreas do zoneamento.

O resultado final do zoneamento, devido a resolução espacial do grid fornecido pelo sistema PRODES, deve ser considerado como compatível com a escala cartográfica 1:500.000, ou seja, o resultado final possui uma precisão de representação equivalente a 250 m ou 6,25 ha em área. Para o cálculo da extensão territorial do resultado final do zoneamento, foi considerado a divisão política fornecida pelo IBGE reprojatada na projeção cônica equivalente área de Albers com datum SAD-69.

O processo de cálculo da extensão territorial produziu um erro de aferição geral de 5,68 ha.

Validação e ajustes finais do zoneamento.

Como validação dos resultados, constituiu a etapa final do desenvolvimento do trabalho a realização de reuniões em cada estado com pesquisadores da região e técnicos do Serviço de Extensão e de empresas produtoras com a apresentação dos resultados preliminares, discussão e eventuais ajustes nos mapas gerados. Viagens de campo para aferição dos resultados preliminares foram realizadas em vários estados da região.

Resultados e discussão

As unidades de mapeamento do Zoneamento Agroecológico, com suas respectivas áreas e distribuição relativas à área do estado e à área disponível, são apresentadas nas Tabelas 1 e 2. Pode-se constatar que cerca de 203.959,1 ha, ou seja, 0,23 % da área estadual, são considerados Preferenciais para a cultura do dendeeiro no nível de manejo B; 6.779.356, ha (7,50 %) Regulares; 786.998,9 ha (0,87 %) Marginais e 12.806.581,7 ha (14,18%) Inaptos. No nível de manejo C, 220.919,8 ha (0,24 %) são considerados Preferenciais; 6.700.985,3 ha (7,42 %) Regulares; 486.835,9 ha (0,54 %) Marginais e 14.220.096,5 ha (15,74 %) Inaptos.

Referências

- [1] MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. PRODES – INPE: <http://www.obt.inpe.br/prodes/r2007.htm>.
- [2] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1995. 65p.
- [3] SIPAM. 2004. Base Pedológica da Amazônia Legal – Convênio SIVAM – IBGE. SIPAM, Brasília. Base Digital em escala compatível com a escala 1:250.000.
- [4] ZEE: IBGE. **Metodologia para zoneamento ecológico-econômico na região Amazônica: contribuição para debate**. FIBGE, diretoria de geociências, Rio de Janeiro, 1993. 23p.

Agradecimentos

Os autores expressam agradecimento a todos os pesquisadores, técnicos e empresas que colaboraram na execução deste trabalho notadamente Mário Diamante Aglio, Margareth Simões, Marie Elisabeth Christine Claessen, Maria do Rosário Lobato Rodrigues, Antônio Agostinho Müller, Paulo César Teixeira, Gilvan Coimbra Martins, Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz, José Carlos Pereira dos Santos, João Batista Martiniano Pereira, Jonas de Souza, Sandoval Oliveira de Santana, Pedro Luiz de Freitas, Eufraim Amaral, Adriano Venturieri, Edson Araújo, Edson Barcelos, Mauricio (Agrônomo de B.Constant), Carlos Benedito Santana Soares, Otavio Manoel N. Lopes, Ana Gama, Marcelo Gama, Daniel Gianluppi, Haron A.M. Xaud, Fábio Marin, Fábio Santos, as organizações Sipam, Femact-AC, Ceplac, Emater-RO, Diocese de Tabatinga-AM e as empresas Agropalma e Marborges.

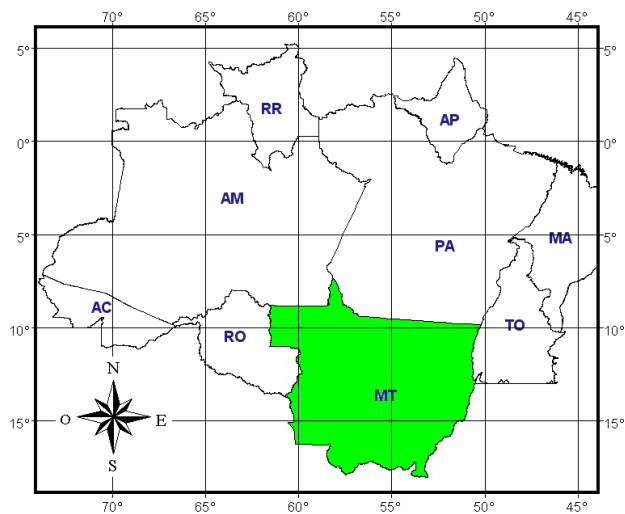
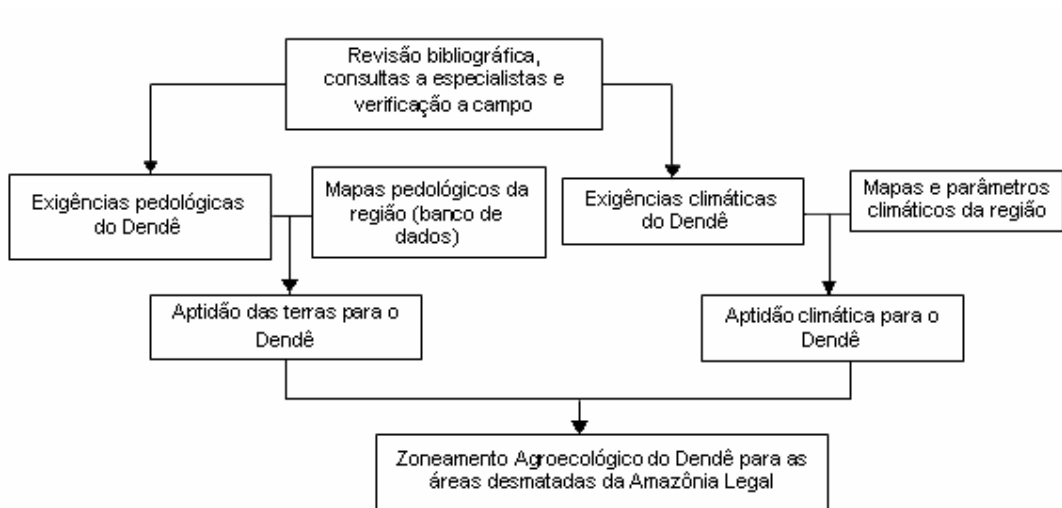


Figura 1 – Localização do estado do Mato Grosso dentro da Amazônia Legal.

Figura 2 - Esquema geral do Zoneamento Agroecológico do dendzeiro para as áreas desmatadas da Amazônia Legal



Quadro 1 – Classes de aptidão pedoclimática para o dendezeiro obtidas em função do cruzamento da aptidão das terras e da aptidão climática (legenda no mapa de zoneamento agroecológico).

CLASSE DE APTIDÃO		Aptidão Climática			
		Preferencial (P)	Regular (R)	Marginal(M)	Inapta (I) ou NR*
Aptidão das Terras	Boa (B)	P (PB)	R (RB)	M (MP)	I (IB)
	Regular (R)	R (PR)	R (RR)	M (MR)	I (IR)
	Marginal ou Restrita (M)	M (PM)	M (RM)	M (MM)	I (IM)
	Inapta (I)	I (PI)	I (RI)	I (MI)	I (II)

*NR – Não recomendada

Tabela 1 – Extensão das classes de aptidão pedoclimática para o dendezeiro, para o nível de manejo B, em áreas desmatadas do estado do Mato Grosso.

CLASSE DE APTIDÃO	EXTENSÃO		
	Absoluta (ha)	Relativa (%)	
		À área estadual	À área disponível
Preferencial	203.959,1	0,23	0,99
Regular	6.779.356,9	7,50	32,95
Marginal	786.998,9	0,87	3,82
Inapta	12.806.581,7	14,18	62,24
Área disponível*	20.576.896,3	22,78	100,00
Área estadual	90.335.955,0	100,00	

* Área estadual excluídas as áreas não desmatadas e de reserva legal (terras indígenas e de proteção ambiental).

Tabela 2 – Extensão das classes de aptidão pedoclimática para o dendezeiro, para o nível de manejo C, em áreas desmatadas do estado do Mato Grosso.

CLASSE DE APTIDÃO	EXTENSÃO		
	Absoluta (ha)	Relativa (%)	
		À área estadual	À área disponível
Preferencial	220.919,8	0,24	1,07
Regular	6.700.985,3	7,42	32,57
Marginal	486.835,9	0,54	2,37
Inapta	14.220.096,5	15,74	69,11
Área disponível*	20.576.896,3	22,78	100,00
Área estadual	90.335.955,0	100,00	

* Área estadual excluídas as áreas não desmatadas e de reserva legal (terras indígenas e de proteção ambiental).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

Zoneamento Agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul - Município de Miranda

ENIO FRAGA DA SILVA⁽¹⁾, WALDIR DE CARVALHO JÚNIOR⁽²⁾, CÉSAR DA SILVA CHAGAS⁽²⁾, SILVIO BARGE BHERING⁽²⁾, FERNANDO CÉSAR SARAIVA DO AMARAL⁽²⁾, NILSON RENDEIRO PEREIRA⁽²⁾, ALEXANDRE ORTEGA GONÇALVES⁽²⁾, MARIA JOSÉ ZARONI⁽²⁾, & MÁRIO DIAMANTE AGLIO⁽³⁾

RESUMO –O trabalho tem por objetivo possibilitar o conhecimento da potencialidade das terras do município de Miranda (MS), para fins de planejamento agrícola e uso da terra. Utilizou-se para tal fim a base cartográfica da DSG, dados climáticos, o mapa de reconhecimento de alta intensidade dos solos do município e as áreas especiais, todos em escala 1:100.000. Toda a base de dados foi construída utilizando-se os softwares de geoprocessamento ArcMap 9.0, ArcInfo 9.0 e ArcView 3.2. A avaliação climática foi realizada pela criação de modelos de risco de geadas associados ao modelo digital de elevação, além do balanço hídrico local. Os atributos de solo avaliados dizem respeito aos aspectos de relevo, drenabilidade, fertilidade, erodibilidade e número de meses secos no solo por ano e sua época de ocorrência. Após a integração das informações foram identificadas 6 Zonas Agroecológicas, denominadas: zonas recomendadas para a utilização com agricultura intensiva, zonas recomendadas para a utilização com agricultura semi-intensiva, zonas recomendadas para utilização com pastagens, zonas recomendadas para utilização com pastagens adaptadas às condições de inundação, zonas recomendadas para conservação dos recursos naturais e zonas recomendadas para recuperação ambiental.

Palavras-Chave: zoneamento agroecológico, planejamento agrícola e Miranda (MS).

Introdução

O Zoneamento Agroecológico busca a definição de zonas homogêneas com base na combinação das características dos solos, da paisagem e do clima. Os parâmetros utilizados na definição são baseados nos requerimentos climáticos e edáficos das culturas e no sistema de manejo adotado. Cada zona agroecológica tem uma combinação similar de limitações e potencialidades de uso da terra que orientam as recomendações para a melhoria da situação de uso através do aumento de produção e/ou pela redução da degradação das terras. Desta forma, o Zoneamento Agroecológico é uma ferramenta fundamental de

planejamento no esforço da busca de perfil agro-socioeconômico sustentável.

Como parte do Projeto de Zoneamento Agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul (ZAEMS), este trabalho tem por objetivo possibilitar o conhecimento da potencialidade das terras do município de Miranda (MS), criando condições para uma melhor planificação da assistência técnica, pesquisa e experimentação agrícola, bem como, servir de instrumento básico de orientação para a formulação de uma política de desenvolvimento agropecuário sustentável.

Material e métodos

A. Localização e caracterização da área

O município de Miranda localiza-se entre as coordenadas geográficas 56,15⁰ e 56,15⁰ de longitude oeste e 19,5⁰ e 20,5⁰ de latitude sul correspondendo a uma superfície de cerca de 5.472 km², situado na região oeste do Estado do Mato Grosso do Sul.

Clima: A classificação climática, segundo critério de Koppén (1948), é *Aw*, ou seja, clima tropical, com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do ar do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações pluviométricas são superiores a 750 mm anuais, atingindo a cerca de 1800 mm.

Geologia: O material geológico da área pertence a Formação Cuiabá do Grupo Cuiabá, Formação Bocaina e Cerradinho do Grupo Corumbá e, em menor proporção da Formação Pantanal do Quaternário [1].

Geomorfologia: A área do município está inserida nas unidades morfoestruturais denominadas como “Depressão do Rio Paraguai”; “Planalto da Bodoquena”, e “Planícies e Pantanaís Mato-Grossense”.

Vegetação: A vegetação original encontra-se bastante preservada, cerca de 3.400 km² que representam mais de 62% das terras, ainda apresenta vegetação natural. As pastagens atualmente cobrem aproximadamente 38% das terras do município.

Solos: Os dados sobre os solos foram obtidos no Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos do Município de Miranda [3], na escala

⁽¹⁾ Pesquisador A da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000. E-mail: enio@cnpes.embrapa.br.

⁽²⁾ Pesquisadores da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000.

⁽³⁾ Analista da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000.

Apoio financeiro: Embrapa Solos e SEPROTUR-MS.

1:100.000. Com base nas características das unidades de mapeamento e na análise dos perfis representativos destas unidades foram elaborados os mapas de fertilidade, drenagem interna e capacidade de retenção de água no solo, que foram utilizados para auxiliar na avaliação da aptidão agroecológica das terras do município.

O processo de estratificação do ambiente natural do município de Miranda foi baseado no conceito de unidade de paisagem, aqui definida como uma entidade espacial na qual a geologia, a geomorfologia, o clima, o solo (tipo de solo, seus atributos e limitações), a vegetação e o tipo de uso do solo, formam um conjunto representativo e homogêneo na paisagem, de acordo com a escala cartográfica adotada.

Fragilidade ambiental: É entendida como o risco potencial de degradação do ambiente natural, relacionada à erosão do solo e foi estimada com base no potencial natural de erosão (PNE) que os solos apresentam. O PNE, definido através dos termos da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) proposta por Wischmeier & Smith [5], considera apenas os fatores que representam os parâmetros do meio físico e corresponde às estimativas de perdas de solos em áreas destituídas de vegetação natural e sem intervenção antrópica, sendo definido pela equação: $PNE = RKLS$. Onde: PNE = potencial natural de erosão ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$); R = fator erosividade da chuva ($MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ ano^{-1}$); K = fator erodibilidade do solo ($t\ h\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$); L = fator comprimento de rampa (adimensional); e S = fator declividade (adimensional).

Uso e Cobertura Vegetal das Terras: Para a elaboração do mapa de uso e cobertura vegetal das terras foram utilizadas imagens disponíveis do satélite CBERS 2, bandas 2, 3 e 4 do sensor CCD, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE no site <http://www.cbers.inpe.br>.

B. Análise de integração das informações

Unidades Geoambientais: Estas refletem de maneira geral, as características geomorfoclimáticas do estado e foram obtidas a partir da integração do clima, da geologia, da geomorfologia e da vegetação, conforme estabelecido no Macrozoneamento Geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul [4].

Legislação Ambiental: Foram identificadas, sempre que possível, as áreas especiais representadas pelas unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável e outras porções territoriais que apresentam impedimentos legais e/ou normatização de uso, enfatizando-se desta forma, a necessidade de preservação destas áreas. Estas áreas constituem em conjunto com as Unidades Geoambientais, o 1º nível hierárquico do Zoneamento Agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul e independem de uma análise do quadro dos recursos naturais e socioeconômicos [2].

Zonas Agroecológicas: Os parâmetros utilizados na definição das Zonas Agroecológicas são baseados na combinação das condições climáticas, geomorfológicas, pedológicas e de uso e cobertura das terras que interferem no desenvolvimento e produção sustentáveis

das culturas agrícolas, e nos sistemas de manejo em que estas se desenvolvem. Desta maneira, cada unidade apresenta uma combinação única de características, limitações e potencialidades para o uso das terras. Assim, cada Unidade Geoambiental foi subdividida em unidades mais homogêneas, denominadas Zonas Agroecológicas, que constituem o 2º nível hierárquico do Zoneamento Agroecológico proposto.

Em seguida, as Zonas Agroecológicas foram subdivididas, em função de sua fragilidade ambiental, do potencial agroecológico e do tipo de utilização das terras, em subunidades denominadas: zonas recomendadas para a utilização com *agricultura intensiva*, zonas recomendadas para a utilização com *agricultura semi-intensiva*, zonas recomendadas para utilização com *pastagens*, zonas recomendadas para utilização com *pastagens adaptadas às condições de inundação*, zonas recomendadas para *conservação dos recursos naturais* e zonas recomendadas para *recuperação ambiental*.

Zonas recomendadas para a utilização com agricultura intensiva – ZAI: Apresentam baixa fragilidade ambiental e são constituídas por áreas propícias a motomecanização agrícola, englobando terras situadas em posição mais elevada na paisagem, em relevo plano ou suave ondulado (0 a 8% de declive). Pertencem às classes de retenção de água no solo alta e média, com restrição no máximo, moderada de fertilidade, e também as terras situadas em baixadas, com restrições ligeiras ou moderadas de drenagem.

Zonas recomendadas para a utilização com agricultura semi-intensiva – ZAS: Apresentam moderadas limitações a motomecanização. Ocorrem nas partes altas da paisagem, em relevo ondulado (8 - 20% de declive), com moderada fragilidade ambiental e restrição no máximo moderada de fertilidade. De modo geral, apresentam solos com alta e média retenção de água. Quando ocorrem em baixadas apresentam moderada restrição de drenagem [2]. São áreas com limitações mais acentuadas para agricultura tecnificada. Nesse trabalho, o reflorestamento com espécies exóticas foi enquadrado nesta categoria.

Zonas recomendadas para utilização com pastagens – ZP: Estas zonas se caracterizam por apresentarem restrições devido ao relevo declivoso ou a baixa capacidade de retenção de água no solo, sendo, portanto, não adequadas para usos mais intensivos (moderada a forte fragilidade ambiental). As áreas situadas nas porções mais elevadas da paisagem com relevo forte ondulado e eventualmente ondulado (quando ocorre maior restrição de solo), são indicados para utilização com espécies forrageiras protetoras do solo, em especial as estoloníferas.

Zonas recomendadas para utilização com pastagens adaptadas às condições de excesso de umidade – ZPE: Apresentam restrições devido à condição de drenagem, sendo, portanto, não adequadas para usos mais intensivos, embora, normalmente apresentem baixa fragilidade ambiental. Estas terras que normalmente estão localizadas em baixadas são indicadas para utilização com espécies forrageiras adaptadas a restrições de drenagem interna, risco de inundação e presença de elementos tóxicos às plantas, tais como sódio ou sais [2]. Especialmente, estas

terras podem ser utilizadas com culturas adaptadas às condições de inundação, como é o caso do arroz.

Zonas recomendadas para conservação dos recursos naturais – ZC: Apresentam elevada fragilidade ambiental (sem vocação para o uso agrícola) e/ou constituem áreas especiais (unidades de conservação e áreas de preservação permanente), e que se encontram ainda preservadas.

Zonas recomendadas para recuperação ambiental – ZR: São zonas constituídas por áreas de elevada fragilidade ambiental e/ou que constituem áreas especiais (unidades de conservação e áreas de preservação permanente), que estão sendo indevidamente utilizadas com exploração agrícola e que se encontram em diferentes estágios de degradação. Essas terras são indicadas para reflorestamento com espécies nativas, protetoras do solo e devem ser incorporadas à reserva legal da propriedade.

Todos os procedimentos e a base de dados foram tratados utilizando softwares e técnicas de geoprocessamento.

Resultados e Discussão

No Zoneamento Agroecológico do município de Miranda foram identificadas e delineadas 6 Zonas Agroecológicas (Figura 1).

As *Zonas recomendadas para a utilização com agricultura semi-intensiva – ZAS* ocupam cerca de 1.245,51 km², que representam aproximadamente 22,8% das terras do município. As terras dessa zona agroecológica distribuem-se por todo o município, todavia, concentram-se, principalmente, na sua porção centro-sul, em áreas de relevo plano (84% da zona), suave ondulado (12%) e são formadas essencialmente por solos classificados como Argissolos Vermelho Eutróficos, ocupando cerca de 50%; Chernossolos Rêndzicos e Argilúvicos com aproximadamente 36% e em menores proporções Latossolos Vermelhos Eutróficos e Distróficos (18%).

As *Zonas recomendadas para a utilização com agricultura semi-intensiva – ZAS* ocupam um total de 1.881,10 km², que equivalem a aproximadamente 34,4% das terras do município. Ocorrem predominantemente em áreas de relevo plano (78%) e suave ondulado (22%). As terras desta zona são dominadas por solos classificados como Argissolos Vermelhos Eutróficos, cerca de 70%, e em menor proporção por Chernossolos (16%) e Argissolos Vermelhos Distróficos (9%). As terras desta zona agroecológica encontram-se atualmente utilizadas com pastagens (56%).

As *Zonas recomendadas para utilização com pastagens – ZP* ocupam cerca de 950 km² (17,4%) das terras do município de Miranda. Ocorrem predominantemente em áreas de relevo suave ondulado (52,6%), plano (33,0%) e ondulado (13,9%). Nas terras indicadas para a exploração com pastagens dominam os solos das classes dos Neossolos Regolíticos Distróficos, Chernossolos e Argissolos Vermelhos.

As *Zonas recomendadas para utilização com pastagens adaptadas às condições de excesso de umidade – ZPE* ocupam cerca de 2.340 km² que equivalem a quase 43% de todas as terras do município de Miranda. Ocorrem quase exclusivamente em áreas de relevo plano (97% da área) e suave ondulado (3%) são formadas por solos das classes dos Vertissolos Hidromórficos Órticos, Planossolos Háplicos Eutróficos, Gleissolos Háplicos Eutróficos e Plintossolos Argilúvicos Eutróficos.

Zonas recomendadas para conservação dos recursos naturais – ZC Esta zona ocupa uma área de aproximadamente 213,33 km² que representam apenas cerca de 4% das terras do município e caracteriza-se por apresentar áreas com fragilidade ambiental muito alta e áreas com restrições de uso relacionado com a legislação ambiental onde a vegetação natural ainda está presente em diferentes estágios de conservação. As áreas de preservação permanente, estão relacionadas principalmente com solos classificados como Chernossolos e Neossolos Regolíticos.

As *Zonas recomendadas para recuperação ambiental – ZR* equivalem a 85,60 km², os quais representam menos de 2% das terras do município. Apresentam características semelhantes às da Zona de Conservação, todavia, diferem desta pelo fato de que toda a vegetação natural foi suprimida para dar lugar a pastagens, normalmente degradadas.

Conclusões

O presente trabalho permitiu concluir que:

- 43% da área do município é recomendada para pastagem especial ou cultivo de arroz.
- As zonas agroecológicas recomendadas para o uso com lavouras (intensivas e semi-intensivas) ocupam 35% do município.
- Apenas 6% da área do município (300km²) são indicados para conservação ou recuperação ambiental.
- A indicação de uso com lavouras ou pastagens devem ser avaliadas, já que praticamente 77% destas terras ainda permanecem com vegetação natural em seus diversos graus de conservação.

Referências

- [1] BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SF. 21 Campo Grande;** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, v. 28, 1982. 416p.
- [2] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Zoneamento agroecológico do Estado do Rio de Janeiro - ano 2003.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 33).
- [3] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Levantamento pedológico do município de Miranda: parte do projeto do zoneamento agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. (Embrapa Solos. Relatório Técnico).
- [4] MATO GROSSO DO SUL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL - SEPLAN-MS. **Macrozoneamento geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul.** Campo Grande, 1989.242p.
- [5] WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.** Washington, D.C.: USDA, 1978. 57 p. (USDA. Agricultural Handbook).

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Zoneamento Agroecológico do Município de Bodoquena, Estado do Mato Grosso do Sul”

NILSON RENDEIRO PEREIRA⁽¹⁾, SILVIO BARGE BHERING⁽²⁾, CÉSAR DA SILVA CHAGAS⁽³⁾, WALDIR DE CARVALHO JÚNIOR⁽⁴⁾, FERNANDO CÉSAR SARAIVA DO AMARAL⁽⁵⁾, MARIA JOSÉ ZARONI⁽⁶⁾, ALEXANDRE ORTEGA GONÇALVES⁽⁷⁾, ENIO FRAGA DA SILVA⁽⁸⁾, MÁRIO LUIZ DIAMANTE ÁGLIO⁽⁹⁾

RESUMO - A Embrapa Solos em parceria com a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agrário, da Produção, da Indústria, do Comércio e do Turismo do Estado do Mato Grosso do Sul vêm realizando o Zoneamento Agroecológico com objetivo de indicar áreas passíveis de exploração agrícola sustentável. O trabalho desenvolvido considera critérios legais, ambientais, das culturas, do clima e dos solos para avaliar a adequabilidade de uso das terras. Os resultados são consolidados e apresentados por município. No município de Bodoquena a maior parte da área, cerca de 52% já encontra-se sob exploração agropecuária com algum grau de degradação, enquanto que os demais 48% ainda encontram-se sob vegetação natural.

Palavras-Chave: (zoneamento, agroecológico; Mato Grosso do Sul)

Introdução

O uso sustentável dos agroecossistemas requer a formulação de modelos de desenvolvimento conservacionistas, compreendendo um conjunto de tecnologias e práticas que permitam otimizar a conservação do solo, da água e da biodiversidade de forma integrada (BARTELLI et al., 1996: [1]).

Ainda de acordo com a FAO (1996):[2], o Zoneamento Agroecológico define zonas homogêneas com base na combinação das características dos solos, da paisagem e do clima. Os parâmetros utilizados na definição são baseados nos requerimentos climáticos e edáficos das culturas e no sistema de manejo adotados. Cada zona agroecológica tem uma combinação similar de limitações e potencialidades de uso da terra que orientam as recomendações para a melhoria da situação de uso da terra existentes, através do aumento de produção e/ou pela redução da degradação das terras.

Material e Métodos

A metodologia empregada no Zoneamento Agroecológico do município de Bodoquena no Estado do Mato Grosso do Sul adotou a integração das informações de geologia, geomorfologia, clima, uso atual das terras, propriedades físicas e químicas dos solos e requisitos das culturas.

No município de Bodoquena foram consideradas como de restrição ambiental apenas as áreas de

preservação permanente localizadas ao longo dos rios e cursos d'água, ao redor de lagoas e de nascentes, e nas bordas de chapadas, conforme estabelecido no Art. 2º do Código Florestal (Lei no 4.771 de 15 de setembro de 1965, alterada pela Lei 7803 de 1989).

Os parâmetros utilizados na definição das Zonas Agroecológicas são baseados na combinação das condições climáticas (erosividade das chuvas), geomorfológicas (declividade e comprimento de rampa) pedológicas (erodibilidade, fertilidade, capacidade de retenção de umidade e drenagem interna) que combinados definem a fragilidade ambiental que associados ao uso e cobertura das terras que interferem no desenvolvimento e produção sustentáveis das culturas agrícolas, e nos sistemas de manejo em que estas se desenvolvem. Desta maneira, cada unidade apresenta uma combinação única de características, limitações e potencialidades para o uso das terras.

A erosividade da chuva foi estimada conforme descrito por Zaroni et al. (2007):[3], com base na equação desenvolvida por Lombardi Neto & Moldenhauer (1992):[4]. O fator de erodibilidade dos solos foi estimado pelo método indireto, através da utilização da equação Fator K = ((%areia + %silte)/(%argila))/100.

O fator LS foi obtido utilizando-se a rotina desenvolvida por Engel (2003):[5] para o software ArcView, a partir do Modelo Digital de Elevação do município. O Mapa do potencial natural de erosão foi obtido utilizando-se uma álgebra de mapas no software ArcGIS (ESRI, 1996 a,b:[6,7]).

No estudo do uso atual das terras foram utilizadas as imagens disponíveis do satélite CBERS 2, bandas 2, 3 e 4 do sensor CCD, obtidas gratuitamente no site <http://www.cbbers.inpe.br>.

A fragilidade ambiental foi aqui entendida como risco potencial de degradação do ambiente natural, relacionada à erosão do solo, foi estimada com base no potencial natural de erosão (PNE) que os solos apresentam.

Assim, cada Unidade Geoambiental foi subdividida em unidades mais homogêneas, denominadas Zonas Agroecológicas, que constituem o 2º nível hierárquico do Zoneamento Agroecológico proposto. As características das terras, identificadas no Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos do Município de Bodoquena (EMBRAPA, 2007:[8,9]), sua localização na paisagem, assim como seu potencial e limitações, são os elementos básicos das Zonas

Agroecológicas, pois condicionam, em grande parte, o tipo de utilização da terra, a estratégia para sua conservação e a possibilidade da introdução de inovações tecnológicas, visando tanto à produção quanto à proteção ambiental (EMBRAPA, 2003:[10]).

Em seguida, as Zonas Agroecológicas foram subdivididas, em função de sua fragilidade ambiental, do potencial agroecológico e do tipo de utilização das terras. Estas compõem o 3º nível hierárquico do Zoneamento Agroecológico do município de Bodoquena e servem como referência para as recomendações delineadas para melhorar a situação existente, seja incrementando a produção ou limitando a degradação dos recursos naturais (FAO, 1996:[3]).

Os critérios utilizados na avaliação do potencial das Zonas Agroecológicas foram baseados nos aspectos climáticos, e nos conceitos utilizados pelo Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995:[11]).

Nas zonas recomendadas para o uso com agricultura (intensiva e semi-intensiva) foi feita uma avaliação da aptidão para diferentes culturas, adequada a melhor opção de uso conforme Embrapa (2003):[10].

Na avaliação da aptidão pedoclimática das culturas nas zonas indicadas para agricultura intensiva e semi-intensiva foram identificadas as culturas mais recomendadas para cultivo. Esta avaliação foi realizada através da conjugação entre os parâmetros de solo, clima e as características ecológicas das culturas. Os critérios basearam-se na expectativa de produção vegetal comparado a uma produção de referência, particularizada para cada ambiente e ponderadas de acordo com cada nível de impacto na produtividade final.

A definição das classes de aptidão pedoclimática considerou sempre a utilização de manejo desenvolvido (uso apropriado de tecnologia e insumos), para cada cultura avaliada definiu-se uma situação referência, constituída por aquela em que os parâmetros avaliados não apresentassem limitação para a produção, situação em que a condição ambiental permitisse que as plantas manifestassem todo o seu potencial produtivo.

Resultados e Discussão

No Zoneamento Agroecológico do município de Bodoquena foi identificada e delineada apenas uma Unidade Geoambiental das quais originaram 6 Zonas Agroecológicas .

As zonas agroecológicas recomendadas para o uso com lavouras (intensivas e semi-intensivas) somam cerca de 128.000 ha, o que equivale a aproximadamente 51,2% da área total do município.

As zonas agroecológicas recomendadas para o uso com pastagens somam cerca de 60.000 ha, o equivalente a 24% da área total do município, enquanto que as áreas recomendadas para pastagem especial ou cultivo de arroz correspondem a aproximadamente 8,4% da área do município que corresponde a algo como 21.000 hectares. Nestas unidades é fundamental avaliar-se criteriosamente a utilização de pastagens nestas terras quando essas ainda se encontram sob cobertura vegetal, visto que, praticamente 50% destas terras ainda permanecem com vegetação natural em seus diversos graus de conservação.

As áreas identificadas como zonas recomendadas para conservação dos recursos naturais somam 14.250,50 ha, as quais constituem áreas de alta fragilidade ambiental e/ou apresentam restrições legais de uso como áreas de preservação permanente.

As áreas identificadas como zonas recomendadas para recuperação ambiental somam 5.792 ha e constituem áreas de alta fragilidade ambiental e/ou que apresentam restrições legais de uso e que foram desmatadas para o uso com pastagens (100%). O restante constitui-se exclusivamente de áreas de preservação permanente, que também foram erradamente desmatadas para o estabelecimento de pastagens e/ou agricultura, figura 1.

A distribuição espacial das classes do zoneamento agroecológico do município de Bodoquena pode ser visualizada na figura 2.

Conclusões

A metodologia permitiu a estratificação do município de Bodoquena em diferentes unidades de paisagem (zonas agroecológicas, zonas de conservação e zonas de recuperação);

Segundo Embrapa (2008):[12] área do Município de Bodoquena apresenta alto grau de degradação antrópica, mais de 52% das terras estão sendo utilizadas com pastagens e com agricultura com algum nível de degradação. Este quadro exige ações de correção ambiental quanto à recuperação de mata ciliar (áreas de preservação permanente) e a elaboração de um plano participativo de uso sustentado dos recursos naturais.

Face aos resultados obtidos, são prementes a adoção de ações de correção ambiental quanto à recuperação de mata ciliar (áreas de preservação permanente) e a elaboração de um plano participativo de uso e ocupação dos recursos naturais com vistas ao uso sustentável das terras do município de Bodoquena, Estado do Mato Grosso do Sul.

Referências

- [1] BARTELLI, L.J.; KLINGEBIEL, A.A.; BAIRD, J.V.; HEDDLESON, M. R. (Ed.). **Soil surveys and land use planning**. Madison: Soil Science Society of America/ American Society of Agronomy, 1966. 196 p.
- [2] FAO (Food and Agriculture Organization). **Agroecological zoning: Guidelines**, FAO Soils Bulletin 73. Rome. 1996. Italy.

- [3] ZARONI, M. J.; GONÇALVES, A. O.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO JUNIOR, W.; AMARAL, F. C. S.; CHAGAS, C. S. Caracterização da erosividade das chuvas dos municípios de Bonito, Dourados, Jardim e Nioaque, Estado do Mato Grosso do Sul. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 31., 2007, Gramado/RS: SBCS, 2007. 1 CD-ROM.
- [4] LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAEUR, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. **Bragantia**, v.51, p.189-196, 1992.
- [5] ENGEL B., 2003. **Estimating Soil Erosion Using RUSLE** (Revised Universal Soil Loss Equation) Using ArcView, Purdue University.
- [6] ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ESRI. **ArcView GIS. the geographic information system for everyone**. New York, 1996a. CD ROM.
- [7] ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ESRI. **ArcView spatial analyst: advanced spatial analysis using raster and vector data**. New York, 1996b. CD ROM.
- [8] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Levantamento pedológico do município de Bodoquena: parte do projeto do zoneamento agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. (Embrapa Solos. Relatório Técnico).
- [9] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- [10] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Zoneamento agroecológico do Estado do Rio de Janeiro - ano 2003**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 33).
- [11] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3 ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1995. 65p.
- [12] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Zoneamento Agroecológico do município de Bodoquena: parte do projeto do zoneamento agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. (Embrapa Solos. Relatório Técnico).

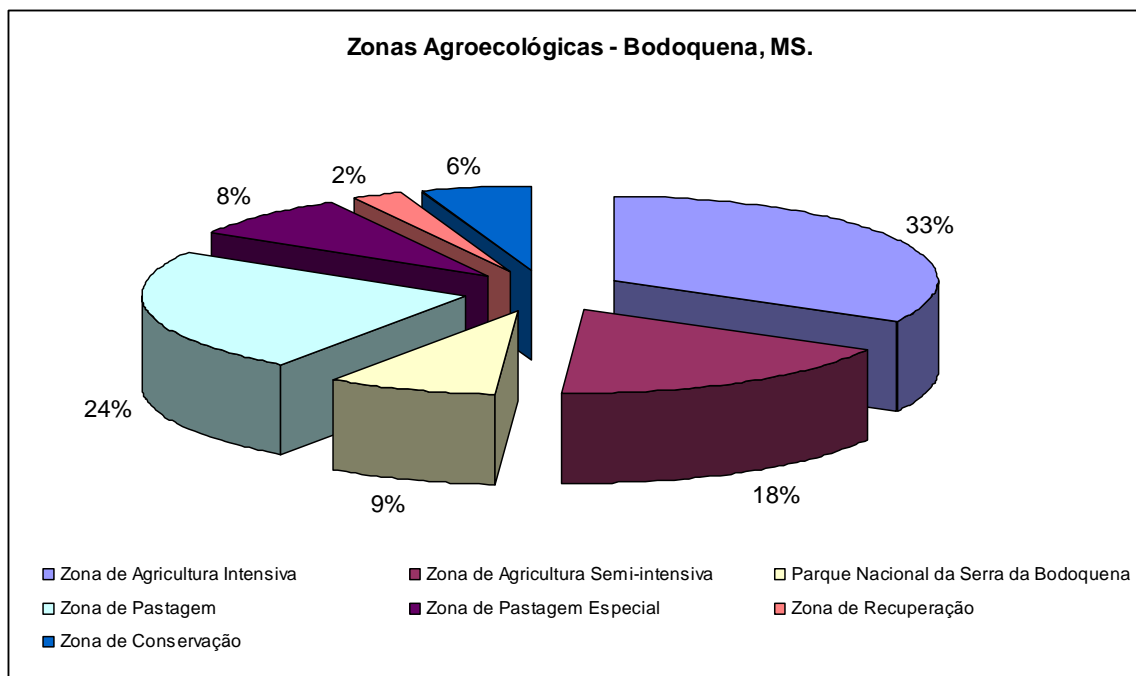


Figura 1. Distribuição percentual das classes do zoneamento agroecológico do município de Bodoquena no estado do Mato Grosso do Sul.

Fonte: Zoneamento Agroecológico do município de Bodoquena: parte do projeto do zoneamento agroecológico do Estado do Mato Grosso do Sul. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. (Embrapa Solos. Relatório Técnico).

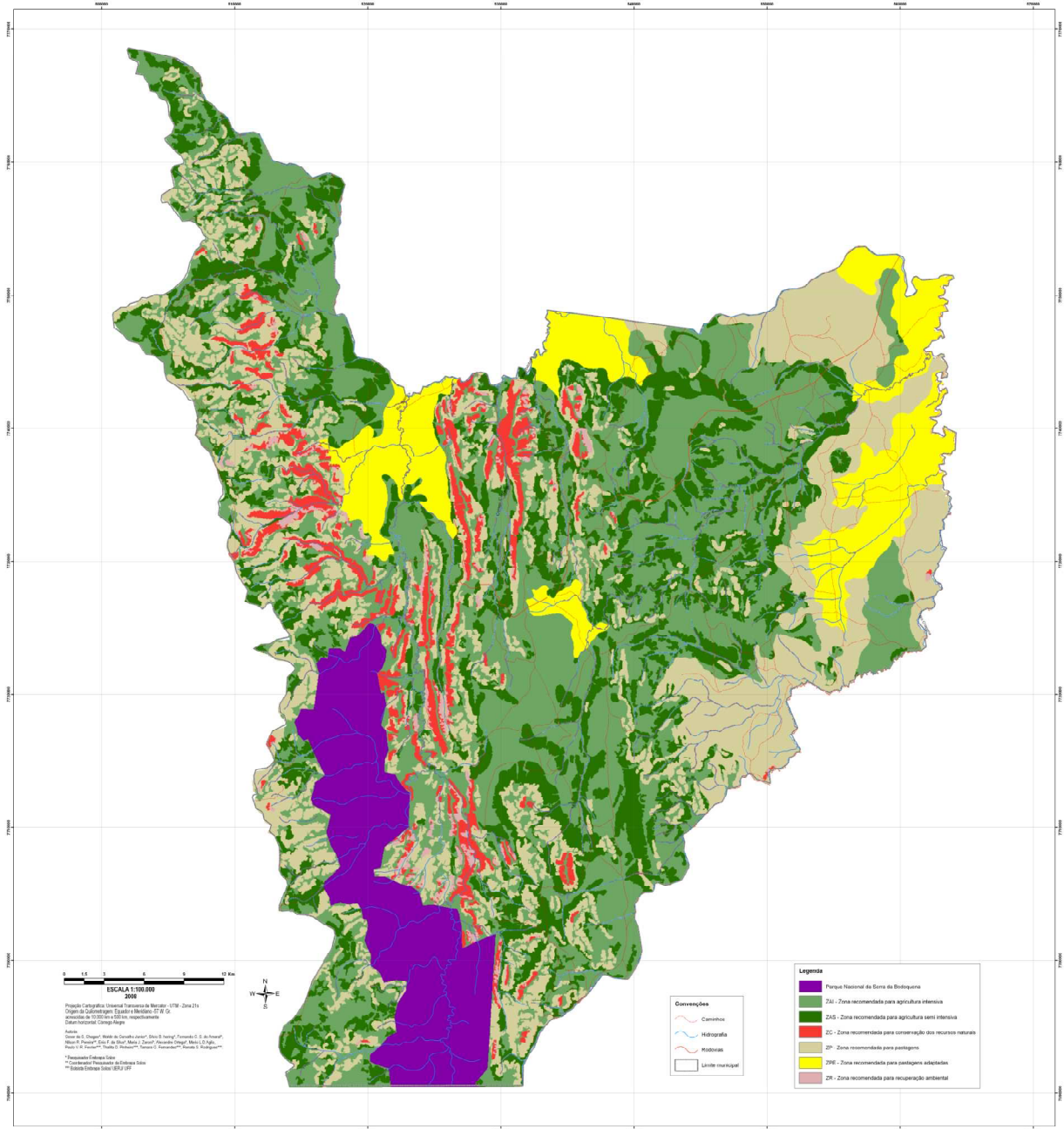


Figura 2: Zonemanento Agroecológico do município de Bodoquena – Mato Grosso do Sul

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Zoneamento Agroecológico do Dendê para o Estado de Pernambuco: Alternativa para Diversificação da Região Canavieira da Zona da mata”

JESUS FERNANDO MANSILLA BACA⁽¹⁾, CELSO VAINER MANZATTO⁽²⁾, ANGEL FILIBERTO MANSILLA BACA⁽³⁾ & SANDRO EDUARDO MARSCHHAUSEN PEREIRA⁽⁴⁾

RESUMO – O objetivo geral do Zoneamento Agroecológico do Dendê para o Estado de Pernambuco foi fornecer subsídios técnicos para formulação de políticas públicas visando apoiar a introdução e produção sustentável de dendê no território pernambucano, como opção para a diversificação de cultivos, em especial para as terras atualmente cultivadas com a cana-de-açúcar. Foi feita uma avaliação do potencial das terras para a produção da cultura do dendê em regime de sequeiro (sem irrigação plena) tendo como base as características físicas, químicas e mineralógicas dos solos, expressos espacialmente em levantamentos de solos e em estudos sobre risco climático relacionados aos requerimentos da cultura (precipitação, temperatura, ocorrência de geadas e veranicos).

Os principais indicadores considerados na elaboração do Zoneamento Agroecológico foram à vulnerabilidade das terras, o risco climático (deficiência hídrica máxima de 350 mm), o potencial de produção agrícola sustentável e a legislação ambiental vigente. Adicionalmente, foram excluídas as terras com declividade superior a 12%, as áreas com cobertura vegetal nativa, as áreas de proteção ambiental, terras indígenas, remanescentes florestais, dunas, mangues, escarpas e afloramentos de rocha, reflorestamentos, áreas urbanas e de mineração.

As áreas indicadas para a expansão compreendem aquelas atualmente em produção agrícola intensiva, produção agrícola semi-intensiva, lavouras especiais (perenes, anuais) e pastagens.

Os estudos foram realizados para todo o Estado de Pernambuco. Foram empregadas as melhores informações temáticas e cartográficas disponíveis com escala de abstração de 1:250.000. Os resultados estão apresentados em mapas nos formatos *shape file* e PDF

e, em tabelas com estimativas de áreas aptas ao cultivo por município e tipo de uso da terra.

Os resultados obtidos mostram que o Estado de Pernambuco dispõe de cerca de 252.703 ha de áreas aptas à expansão do cultivo com dendê, sendo que destas cerca de 40.258 de ha foram considerados com alta aptidão (déficit hídrico entre 0 e 150 mm), 99.784 de ha como média aptidão (déficit hídrico entre 150 e 250 mm) e 112.660 ha como de baixo potencial para o cultivo (déficit hídrico entre 250 e 350 mm).

Palavras-Chave: (zoneamento agroecológico, dendê, levantamento de solos, risco climático, relações, uso e ocupação das terras, planejamento de uso das terras)

Introdução

O dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq.) é uma palmeira cultivada no Brasil desde o século XVII, inicialmente na Bahia e depois no Pará e outros Estados da Amazônia, sendo o Pará, atualmente, o maior produtor de óleo de palma no Brasil e onde se concentra mais de 80% da área plantada com dendezeiros.

Atualmente, a dendecultura brasileira apresenta significativo domínio tecnológico, representado por conhecimento e uso de genética, sistemas produtivos e boas práticas de manejo da cultura, zoneamento e adaptabilidade da espécie cultivada, dentre outros parâmetros. Entretanto, por razões diversas, incluindo ausência, timidez ou descontinuidade de uma política pública balizadora para uma expansão orientada para o desenvolvimento da produção de óleos e resíduos, o Brasil apresenta apenas cerca de setenta (70) mil hectares plantados em três pólos regionais, notadamente no Pará, Bahia e Amazonas.

Apesar do volume de conhecimentos, tecnologias, produtos e serviços disponíveis para apoiar o cultivo dessa oleaginosa perene, que apresenta a maior produtividade de óleo vegetal conhecida e uma das maiores atividades

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22400-100. E-mail: jesus@cnpq.embrapa.br.

⁽²⁾ Primeiro Autor é Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22400-100.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Mestrando do PPG em Geomática, Universidade Estadual de Rio de Janeiro. Rua São Francisco Xavier, 524 - Maracanã - Rio de Janeiro - RJ - Cep 20550-900.

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Mestrando do PPG em Geomática, Universidade Estadual de Rio de Janeiro. Rua São Francisco Xavier, 524 - Maracanã - Rio de Janeiro - RJ - Cep 20550-900.

Apoio financeiro: CAPES e CNPq.

fotossintéticas entre os vegetais cultivados e da vivência de empresários pioneiros, que há mais de três décadas dominam o sistema de produção da palmeira, o Brasil não tem conseguido lograr um avanço estável e progressivamente crescente da área plantada.

Tal contexto somado ao pressuposto da existência de áreas, inclusive degradadas, que reúnem condições edafoclimáticas adequadas impõe a necessidade do estabelecimento de um plano de desenvolvimento sustentável para a cultura no Brasil, no qual deverão estar envolvidos governos federal, estaduais e municipais, iniciativa privada, instituições financeiras e órgãos de pesquisa e desenvolvimento, como forma de superar as limitações encontradas no setor produtivo.

O Estado de Pernambuco possui boa diversidade de solos e clima para a cultura do dendêzeiro. A dendecultura representa atualmente uma atividade de grande potencial sócio-econômico para a geração de emprego e renda, principalmente para a agricultura familiar e pequena.

Considerando que o Estado de Pernambuco apresenta grande variabilidade espaço-temporal na quantidade e distribuição das chuvas, o presente trabalho teve por objetivo identificar áreas de baixo risco climático e aptidão agroecológica para o cultivo do dendê.

Esta iniciativa vai além do tradicional zoneamento agrícola de risco climático destinado principalmente para atender ao seguro rural. Sua metodologia envolve além das cartas de solo e clima, a análise integrada do uso e cobertura vegetal da terra, relevo, hidrografia, áreas protegidas e da estrutura agrária. Insere o princípio de sustentabilidade que preconiza que a produção de uma cultura deve ser obtida através de técnicas de cultivos economicamente viáveis e sem riscos à degradação ambiental, estando alinhado com os objetivos e preceitos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), previstos pelo Protocolo de Quioto.

Nesse sentido, a elaboração do zoneamento agroecológico para o dendê atende uma das prioridades estratégicas da Agenda de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) do Plano Nacional de Agroenergia (2006-2011) sob a coordenação direta do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e esforços de várias organizações de ciência, tecnologia e inovação brasileiras visa através de um processo contínuo, embasar a formulação de políticas federais e estaduais que estimulem a expansão em áreas estratégicas e promovam o ordenamento da expansão sustentável da atividade. Seu cumprimento deverá considerar as agendas regionais políticas e as restrições adicionais de cada um dos Estados da Federação contempladas neste estudo.

O produto final deste estudo, expresso pela caracterização das áreas aptas à expansão do cultivo de dendê, as de expansão limitada e restrita poderá ainda ser compatibilizado pelo Estado de Pernambuco, considerando suas agendas regionais, políticas e

restrições adicionais. Apresenta-se assim, como um documento norteador para os investimentos públicos e privados, subsidiando políticas públicas federais e estaduais para a cadeia produtiva agroenergética: biodiesel e a co-geração de energia provenientes do dendê.

Material e Métodos

A. Material

A área do projeto foi o Estado de Pernambuco. Para tal foram empregadas as seguintes temáticas do Pernambuco: Solos, clima, declividade, áreas de proteção legal, estradas, hidrografia, cartografia básica e outros.

B. Métodos

Foram empregadas as metodologias de aptidão das terras [1,2], que empregando os dados das unidades de mapeamento do mapa de solos e os critérios das exigências edáficas do dendê permitiram para cada unidade definir sua aptidão. Com a informações das estações climatológicas de todo o estado e outras foi definida a aptidão climática para a cultura do dendê pelo o déficit hídrico [3]. Com a informação de uso da terra, declividade do terreno e as áreas de proteção legal definiu-se uma máscara que se contempla somente as áreas de interesse do projeto.

Outras operações espaciais como interseção espacial entre temáticas, junção de tabelas, definições de aptidões aplicando processamento de campos das tabelas das interseções, junções de tabelas, e outras foram processadas empregando sistema de informações geográficas que permitiram integrar estas temáticas para obter como resultado final o Zoneamento Agroecológico do Dendê para o Estado de Pernambuco. Uma estrutura das operações realizadas previa Revisão bibliográfica e Consultas a especialistas e Verificação de campo foram as apresentadas em etapas apresentadas na Figura 1 - Organograma de integração dos diferentes níveis de informações para a elaboração do Zoneamento Agroecológico do Dendê. Neste organograma a Etapa 1 foi o planejamento e execução da Aptidão Edáfica, a Etapa 2 foi a construção da máscara com as áreas do projeto, a Etapa 3 foi da Aptidão Climática, para finalmente na Etapa 4 fazer as integrações temáticas e a elaboração do Mapa final do Zoneamento Agroecológico do Dendê para o dendê.

Foi elaborado o Mapa na Escala 1/250000 na projeção polícônica com o Meridiano Central com longitude 37° 45' Oeste e Paralelo Central com Latitude 8° 30' Sul. Foi feito o cálculo das áreas aptas no resultado final, apresentando a nível municipal.

Resultados

O Zoneamento Agroecológico do dendê para o Estado de Pernambuco gerou um conjunto de informações sobre o potencial de expansão de cultivo do dendê no Brasil, bem como informações adicionais e banco de dados associados que permitem a formulação de políticas públicas visando o ordenamento da expansão futura do seu cultivo.

Os produtos finais gerados pelo Zoneamento e disponíveis para a Sociedade são:

- Mapas das áreas aptas ao dendê no Estafo de Pernambuco, no nível de manejo C, Figura 2.
- Tabelas com estimativas de áreas aptas por município e por tipo de uso da terra;
- Acervo de mapas cadastrados e disponibilizados na internet (<http://mapoteca.cnps.embrapa.br>) nos formatos shape file e pdf;
- Relatório Síntese para o Estado de Pernambuco. Tabela 1

Discussão

Os fatores analisados no escopo deste trabalho são:

A. Econômica

O dendezeiro é uma espécie perene, cujo cultivo apresenta retorno no longo prazo. A colheita comercial da produção é iniciada de 30 a 36 meses após o plantio no local definitivo, durante o quarto, quinto e sexto ano ocorre rápido aumento da produtividade sendo o patamar de (25 a 30 t / ha) atingido aos 7 ou 8 anos.

B. Social

Nesse contexto anterior, considera-se que a dendeicultura pode ser uma importante alternativa para a fixação do homem a terra, gerando postos de trabalho, com remuneração muito satisfatória. Ainda há que se considerar o fato de que nessas condições o agricultor pode se dedicar a atividades complementares, como a agricultura de subsistência.

C. Ambiental

A dendeicultura tem vantagens como: o fato de ser permanente, com alta capacidade de fixação de carbono, aproximadamente 26 toneladas de carbono estocado por hectare em plantios adultos (Chan, 2002); ter a maior produtividade entre as oleaginosas (quatro a seis t de óleo/ha/ano nos plantios no Pará), e apresentar alta eficiência na conversão de energia, com balanço energético altamente positivo e a possibilidade de geração de bioeletricidade.

Conclusões

Os resultados obtidos mostram que o Estado de Pernambuco dispõe de cerca de 252.703 ha de áreas aptas à expansão do cultivo com dendê, sendo que destes cerca de 40.258 de ha foram considerados com alto potencial produtivo, 99.784 de ha (Tabela 1) como médio e 112.660 ha como de baixo potencial para o cultivo. As áreas aptas à expansão ocorrem, entretanto, associadas na paisagem a terras com relevo ondulado a montanhoso, restringindo a implantação de grandes áreas comerciais contínuas.

A dendeicultura tem sido apontada no país como uma alternativa viável para o aumento da oferta de óleos vegetais, para a promoção do desenvolvimento sustentável e recuperação de áreas degradadas, havendo consenso em relação ao seu grande potencial econômico, social e ambiental. Entretanto, sua

introdução e desenvolvimento como uma alternativa para a diversificação da Região Canavieira na Zona da Mata depende de ações que permitam a comprovação local do potencial produtivo, sua adaptação e desenvolvimento de técnicas de manejo da cultura para as condições agroecológicas da região, especialmente em relação ao relevo mais acidentado.

O zoneamento objetivou apenas a avaliação do potencial de cultivo do dendezeiro no Estado, utilizando-se dados e informações atualmente disponíveis, recomenda-se a realização de estudos adicionais, como forma de subsidiar a elaboração de um programa de apoio introdução da dendeicultura. Sugere-se:

- Realização de workshops com representantes de associações de classe, produtores, empresas, instituições de pesquisa, governo estadual e federal visando a definição quanto ao interesse e viabilidade do desenvolvimento de ações para o desenvolvimento da dendeicultura como alternativa para a diversificação na região canavieira da Zona da Mata;
- Estruturação de plano de introdução e desenvolvimento do cultivo do dendezeiro que contemple desde ações de avaliação do comportamento da cultura, adaptação e desenvolvimento de manejo da cultura em regiões com relevo mais acidentado; adubação e tratos culturais, capacitação técnica, aumento da oferta de sementes, investimentos em infra-estrutura local e políticas de incentivo ao plantio e beneficiamento do dendê.
- Implantação de áreas experimentais e de observação visando avaliar o desenvolvimento do dendezeiro e quantificar seu potencial produtivo nos diversos ambientes agroecológicos;
- Avaliação da adaptação e desenvolvimento dos materiais genéticos disponíveis no país para as condições regionais;
- Avaliação das condições de infraestrutura, logística, capacitação e disponibilidade de mão-de-obra nas áreas preferenciais para a expansão da atividade, apontadas pelo zoneamento.

Referências

- [1] BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. **Interpretação de levantamento de solos no Brasil: um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para levantamentos de reconhecimento de solos**. Rio de Janeiro: DPFS/DPEA/FAO, 1965. 50p. Mimeografado.
- [2] RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.
- [3] THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R.. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.
- [4] BARCELOS, E.; PACHECO, A. R.; MÜLER, A. A.; VIÉGAS, I. J. M.; TINOCO, P. B. **Dendê: informações básicas para seu cultivo**. Brasília: Embrapa-DDT, 1987. 40 p.

Tabela 1. Síntese das áreas aptas (em hectares) para a expansão do cultivo do dendê do Estado de Pernambuco, considerando as classes de aptidão agrícola e os tipos de uso da terra predominantes em 2002.

USO ATUAL - AGROPECUÁRIA				USO ATUAL - AGRÍCULTURA				TOTAL GERAL
Alta	Média	Baixa	Total	Alta	Média	Baixa	Total	
39266,1	99416,0	90700,1	229382,3	992,5	368,7	21959,8	23320,9	252703,1

Alta, Média e Baixa é a aptidão resultado do Zoneamento Agroecológico

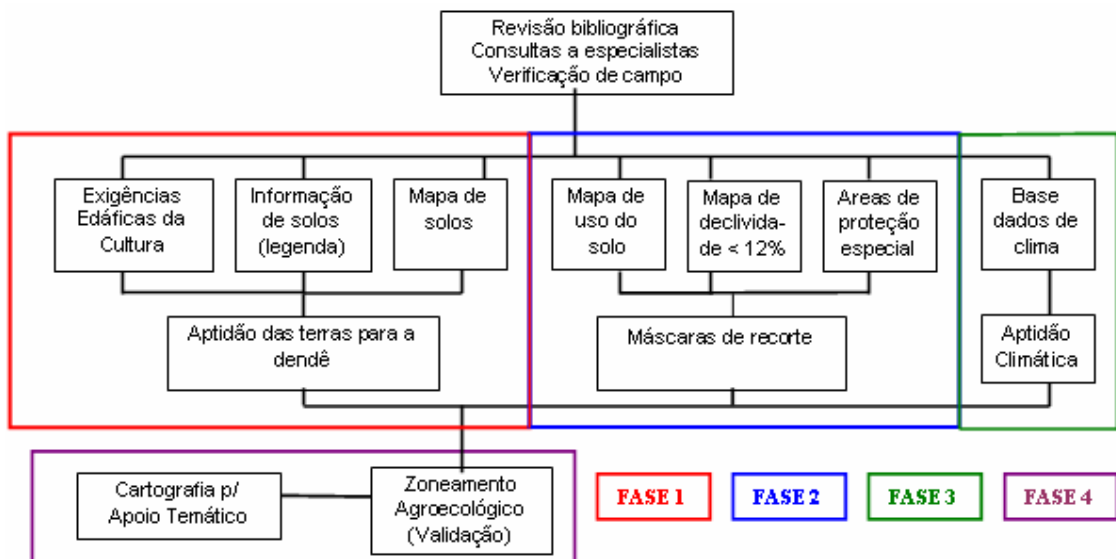


Figura 1. Organograma de integração dos diferentes níveis de informações para a elaboração do Zoneamento Agroecológico do Dendê.

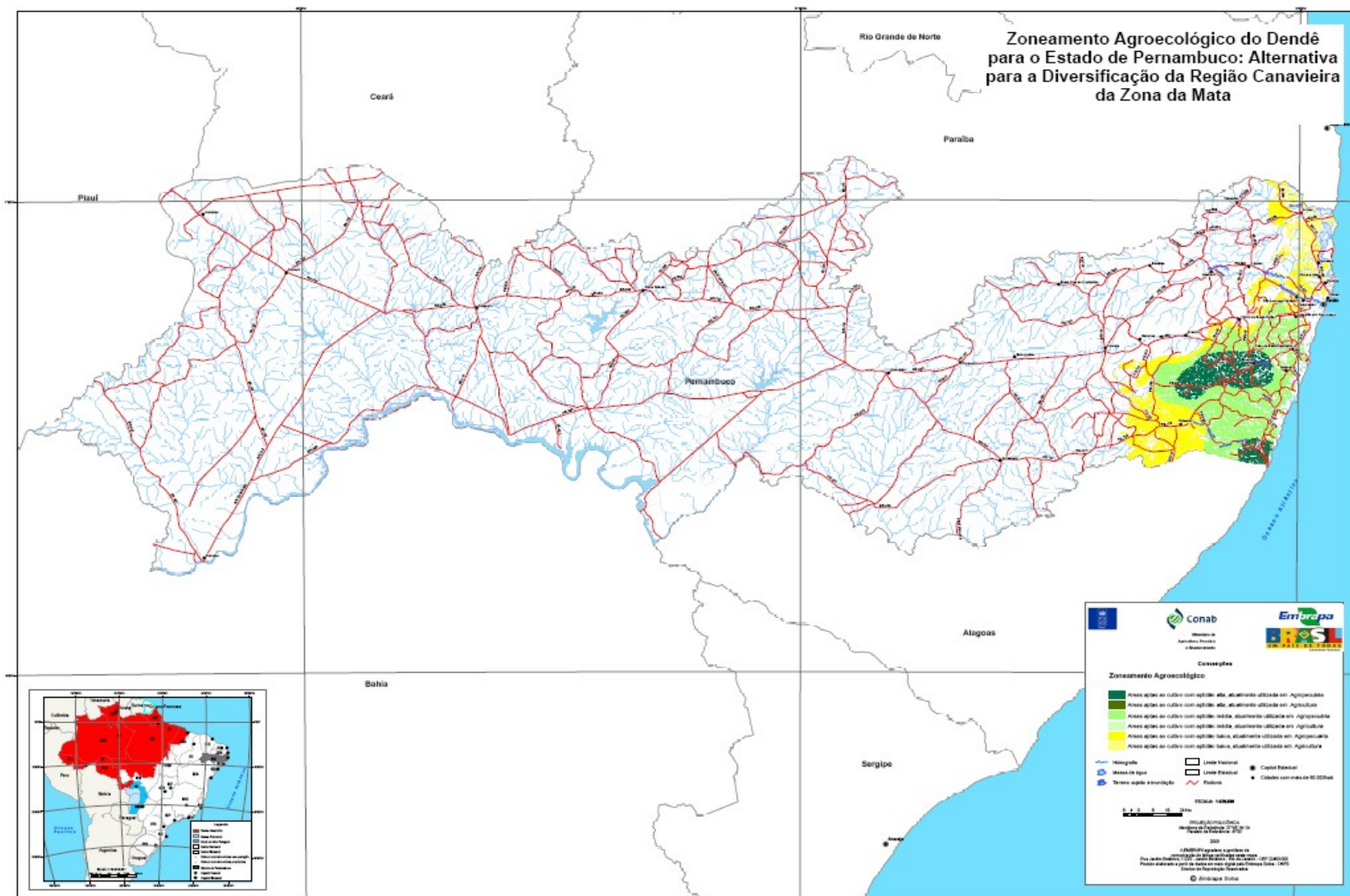


Figura 2 Mapa do Zoneamento Agroecológico do Dendê para o Estado de Pernambuco

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

Área: Ecologia Microbiana (Divisão I)

ESTRUTURA DA COMUNIDADE BACTERIANA E AGREGAÇÃO DO SOLO SOB CERRADO E CANA-DE-AÇÚCAR, EM GOIÁS.

Caio Tavora Coelho da Costa Rachid (*CENA-USP*); **Deborah Catherine de Assis Leite** (*EMBRAPA*); **Rodrigo Mendes Cavalini** (*EMBRAPA*); **Raquel Silva Peixoto** (*UFRJ*); **Alexandre Soares Rosado** (*UFRJ*); **Fabiano Carvalho Balieiro** (*EMBRAPA*); **Marisa de Cassia Piccolo** (*CENA-USP*); **Heitor Luis da Costa Coutinho** (*EMBRAPA*)

Resumo

O uso e o manejo do solo alteram a agregação e os estoques de C e N do solo, porém pouco se sabe a respeito das mudanças da estrutura da comunidade bacteriana associadas à estruturação do solo. Com área plantada de 9,7 milhões de hectares (2009), o cultivo de cana de açúcar possui destaque no Brasil e está se expandindo principalmente para as regiões de cerrado do centro-oeste brasileiro em função da demanda por biocombustíveis. O objetivo desse trabalho é estudar de que forma o uso e manejo do solo sob cultivo de cana de açúcar alteram o estado de agregação do solo e a estrutura da comunidade bacteriana de classes representativas de macro e de microagregados. Foram estudadas áreas com cana crua, cana queimada e Cerrado. Cinco amostras de solo (0-10 cm), compostas de cinco sub-amostras foram separadas por via seca com o auxílio de um vibrador mecânico, em três classes diferentes para as análises moleculares, e seis classes distintas para estudo de agregação, sendo obtidos o diâmetro médio ponderado (DMP) e o diâmetro médio geométrico (DMG). A estrutura da comunidade bacteriana nas diferentes classes de agregados foi analisada por meio da técnica de PCR/DGGE, com iniciadores da região 16S do rRNA, e de genes funcionais específicos às comunidades de bactérias nitrificantes e desnitrificantes. O perfil de bandas das comunidades nitrificantes e desnitrificantes sofreram influência tanto do uso quanto do manejo do solo, entretanto, foi verificada apenas uma pequena influência no perfil de bandas da comunidade bacteriana total (16S rRNA). Não foi possível detectar impacto significativo sobre uma classe específica de agregados. O cultivo da cana de manejo cru diminuiu o DMP e o DMG dos agregados do solo nativo. Áreas sob regime de cana queimada, não apresentaram mudança nesses atributos se comparados com os da área nativa. Todos os tratamentos apresentaram mais de 75% da massa de solo composta de agregados maiores que 1 mm, mas com predominância de agregados maiores que 2 mm, demonstrando que a mineralogia do solo (rica em óxido de Fe) também contribui fortemente para a estabilidade dos agregados nesse ambiente.

(IAI e CAPES).

Palavras-chave: Agregação, Desnitrificação, Nitrificação, Bactérias, Solo

O AQUECIMENTO GLOBAL E A PRODUÇÃO DE OLEAGINOSAS NO NORDESTE BRASILEIRO

Joyce Monteiro, Embrapa, joycegmonteiro@gmail.com

RESUMO: O aquecimento global em decorrência do aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera e a conseqüente mudança no sistema climático do planeta representam um grande ameaça aos setores mais vulneráveis da sociedade. O semi-árido nordestino conjuga aspectos de fragilidade socioeconômica, aos impactos futuros decorrentes das mudanças climáticas, sobre a atividade agrícola local. Foram analisados a viabilidade do plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semi-árido frente à vulnerabilidade climática atual e futura da região. Para as oleaginosas consideradas aptas ao plantio por agricultores familiares do semi-árido (algodão, amendoim, gergelim, girassol e mamona) foram avaliadas as faixas de temperatura e exigência hídrica e analisadas a aptidão dessas oleaginosas sob as condições climáticas atuais e futuras do semi-árido Nordeste. Em termos de faixa de temperatura e exigência hídrica as oleaginosas analisadas são aptas ao plantio no Nordeste sob as condições climáticas atuais e sob a previsão de variação climática futura.

PALAVRAS CHAVE: Aquecimento global, Vulnerabilidade climática, Produção de plantas oleaginosas, Nordeste.

INTRODUÇÃO

O aquecimento global em decorrência do aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) e a conseqüente mudança no sistema climático do planeta representam uma grande ameaça à humanidade neste século (IPCC, 2007).

A redução das emissões de GEE para a atmosfera pode ser alcançada pela adoção de medidas mitigadoras, que visam reduzir as fontes de GEE para atmosfera ou aumentar seus sumidouros. Entretanto, até mesmo uma redução imediata das emissões globais de GEE não elimina totalmente seus impactos sobre o clima (IPCC, 2001). As emissões passadas e as atuais já comprometeram o planeta, que está experimentando os impactos da mudança do clima neste século (IPCC, 2007).

Nas discussões sobre mudanças climáticas encontra-se cada vez mais em evidência as questões sobre as vulnerabilidades, impactos e adaptação às mudanças climáticas. De acordo com o IPCC (2001), os impactos (climáticos) referem-se às conseqüências das mudanças climáticas nos sistemas naturais e humanos. Considera-se vulnerabilidade climática o nível de reação que um determinado sistema expressa devido a uma mudança climática específica e adaptação refere-se aos ajustes em sistemas ecológicos ou sócio-econômicos em resposta às mudanças climáticas correntes ou projetadas, resultantes de práticas, processos, medidas ou mudanças estruturais (IPCC, 2007).

Em comparação aos outros setores da economia, a agricultura é uma atividade extremamente vulnerável às mudanças climáticas, uma vez que o clima é o fator mais importante na determinação da sustentabilidade de sistemas de produção agrícola. As comunidades que dependem das atividades agrícolas para sua sobrevivência estão entre as mais duramente afetadas e a população mais vulnerável, desse grupo, são aquelas de menor renda e nível educacional (MOTHA, 2007).

No Brasil, o semi-árido Nordeste pode ser considerado como um “hot spot”, pois é uma região que conjuga a vulnerabilidade climática atual, aos efeitos das mudanças climáticas projetadas e aos aspectos da fragilidade socioeconômica e ambiental local (NOBRE, 2005).

A agricultura e a pecuária são as principais atividades econômicas de fixação da população nordestina nas condições do semi-árido. Cerca de 80% dos estabelecimentos agrícolas nordestinos se enquadram na categoria de agricultura familiar, onde os agricultores e suas famílias dependem majoritariamente das atividades agrícolas para seu sustento (INCRA/FAO, 2000).

Várias seriam as vantagens da inserção do agricultor familiar na cadeia produtiva do biodiesel pelo plantio diversificado de oleaginosas. Entretanto, a sustentabilidade da produção de plantas oleaginosas no semi-árido deverá estar pautada na perspectiva da inserção e/ou da ampliação do cultivo de oleaginosas compatíveis com as condições climáticas atuais e futuras dessa região e com as tecnologias apropriadas a realidade de cada grupo de agricultores familiares.

Nesse trabalho foram selecionadas algumas oleaginosas compatíveis com o plantio nos sistemas produtivos praticados pelos agricultores familiares do Nordeste e comentados a viabilidade da produção dessas oleaginosas frente às projeções de mudanças climáticas, considerando a variação na temperatura e na precipitação para a região do Nordeste.

MATERIAL E MÉTODOS

Os levantamentos das informações e dados gerais deste artigo foram baseados em revisão de literatura e contemplam aspectos técnicos relacionados à produção de oleaginosas para produção de biodiesel, dados ambientais do Nordeste, dados gerais sobre a dinâmica da agricultura familiar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região Nordeste apresenta temperaturas elevadas, cujas médias anuais variam de 20° a 28°C. Nas áreas situadas acima de 200 metros e no litoral oriental, as temperaturas médias anuais variam de 24° a 26°C (CARVALHO & EGLER, 2003). O Nordeste tem também um número elevado de horas de sol por ano (estimado em cerca de 3.000) e índices acentuados de evapotranspiração, em torno de 2.000mm/ano, devido à incidência perpendicular dos raios solares sobre a superfície do solo (CAMPOS, 1997).

Mais de 50% da área da região Nordeste tem clima semi-árido (Bsh na classificação de Köppen). O clima semi-árido é caracterizado por alta temperatura média anual, variando de 23 a 27°C, precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800mm/ano, alta insolação média anual (2.800h/ano), evaporação de 2.000mm/ano ou mais e umidade relativa do ar média em torno de 50% (IBGE, 2004).

A distribuição da pluviosidade da Região Nordeste é muito complexa, não só em relação ao período de ocorrência (três meses, podendo às vezes nem existir), como em seu total anual, que varia de 300 a 2.000mm dependendo da sub-região Nordestina (CARVALHO & EGLER, 2003). No litoral, a pluviosidade anual supera 1.000mm, chegando a 2.000mm em

alguns casos, enquanto no semi-árido, está em torno de 800 milímetros, podendo atingir 300 mm ou menos (CAMPOS, 1997).

Projeções Climáticas Futuras com ênfase no Nordeste

As projeções futuras da mudança de clima no Brasil até o ano de 2100 consideram os cenários regionais de mudanças climáticas desenvolvidos pelo CPTEC/INPE, os quais utilizam técnicas de “downscaling” (regionalização) dos modelos climáticos globais do IPCC (IPCC, 2001). Essas projeções consideram ainda a variabilidade temporal de temperatura, precipitação e eventos climáticos extremos, embasadas a partir dos dados observacionais durante o Século XX. As projeções são realizadas para os cenários extremos de altas emissões (A2) e de baixas emissões (B2) usados no IPCC (2001).

Para o Brasil, os resultados indicam o aumento da temperatura (aquecimento), entretanto, as taxas de aquecimento variam entre os modelos utilizados. Por exemplo, na Amazônia, o modelo HAdCM3 (do Hadley Centre) projeta para o cenário A2 um aquecimento que chega a 8°C em 2100, ao passo que para o mesmo cenário, o aquecimento chega a 3°C no modelo GFDL (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, EUA) (AMBRIZZI et al, 2007). A Tabela 1 apresenta as taxas médias (média de vários modelos) de aquecimento projetado para o ano 2100, em várias regiões do país.

Tabela 1: Aumento de temperatura do ar (°C) representado pela média dos modelos climáticos globais do IPCC, para dois cenários de emissões A2- pessimista e B2-otimista, nas diversas regiões do Brasil, em 2100

Região	Cenário A2	Cenário B2
Amazônia	+5,3	+3,0
Nordeste	+4,0	+2,0
Pantanal	+4,6	+3,4
Sul – Bacia do Prata	+3,5	+2,3

Fonte: AMBRIZZI *et al.*, 2007

Como pode ser confirmada na Tabela 1, em relação à temperatura do ar, a média de todos os modelos globais apresenta maior aquecimento no futuro, em todas as regiões do País, mas, especialmente, no cenário A2 para a Amazônia. No Nordeste, os resultados das projeções futuras de aumento da temperatura para o período 2071-2100 variaram de 2 a 4°C, respectivamente para o cenário de altas emissões A2 (pessimista) e para o cenário de baixas emissões B2 (otimista).

Em relação à precipitação, o Nordeste é a região que apresenta maior confiança nas projeções de clima futuro, pode-se prever, com média a alta confiança, que a estação chuvosa desta região apresentará chuvas mais fracas no futuro (MARENGO, 2005). MARENGO et al (2007) concluem que apesar das diferenças entre os resultados apontados entre os modelos globais e regionais utilizados, para o Nordeste, no cenário climático pessimista (A2), as temperaturas aumentariam de 2°C a 4°C e as chuvas seriam reduzidas entre 15-20%. No cenário otimista (B2), de acordo com os mesmos autores, o aquecimento seria entre 1°C a 3°C e as chuvas ficariam entre 10-15% menores que no presente, ambas as projeções até o final do século XXI.

Seleção de oleaginosas para o plantio por agricultores familiares do semi-árido Nordestino visando a produção de biodiesel

Para a seleção de plantas oleaginosas aptas ao plantio por agricultores familiares do Nordeste e passíveis de serem aproveitadas para a produção do biodiesel, cabe considerar alguns aspectos que são altamente relevantes para a difusão do cultivo dessas oleaginosas entre os agricultores familiares no semi-árido, como a tradição local de plantio de oleaginosas; o zoneamento agroclimático; a existência de variedades adaptadas ao semi-árido; a adaptação das oleaginosas a vulnerabilidade climática; a possibilidade de práticas agrícolas manuais; a possibilidade de consórcio e utilização de restos culturais; as exigências em solos e os benefícios da rotação de culturas; e a viabilidade econômica e tecnológica do uso das oleaginosas como matéria-prima para a produção de biodiesel. Feitas essas considerações, as oleaginosas selecionadas foram: algodão, amendoim, gergelim, girassol e mamona, uma vez que essas oleaginosas atendem em maior ou menor grau as premissas comentadas sendo, portanto, sustentáveis ao plantio por agricultores familiares do Nordeste (Tabela 2).

Tabela 2 – Características de Oleaginosas selecionadas

	Algodão	Amendoim	Gergelim	Girassol	Mamona
Variedades adaptadas ao Nordeste	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Zoneamento climático Risco	Sim	-	-	-	Sim
Área plantada (mil ha) (Safrá 2004/ 5)	340	10	90	0,5	227
Produtividade atual (kg/ha)	1.000	800	520	1.800	600
Produtividade cultivar adaptada ao Nordeste (Kg/ha)	2.200	1.800	650	2.250	1.500
Quantidade média de óleo produzida (t/ha)	0,13	0,36	0,25	0,69	0,25

FONTE: MONTEIRO, 2007

É importante considerar que tradicionalmente os agricultores familiares do Nordeste optam por sistemas produtivos diversificados na sua propriedade, tanto em virtude que a especialização não é interessante frente à variabilidade climática local (distribuição irregular de chuvas, secas, altas temperatura e evapotranspiração), quanto pela necessidade de combinar as atividades agrícolas de subsistências com as voltadas para o mercado (GUANZIROLI *et al.*, 2001).

Cabe ressaltar que é de fundamental importância que as oleaginosas sejam adaptadas ao plantio de sequeiro, tanto frente à vulnerabilidade climática quanto às projeções das mudanças climáticas para a região. A escolha deve recair sobre as espécies com alta eficiência de uso da água, resistentes à seca e a temperaturas altas e de boa produtividade agrícola em anos de chuva normal, ou sob técnicas simples de irrigação, como a irrigação de salvamento e outras técnicas simples de convivência com o semi-árido. A tolerância à seca pode ser conceituada de várias maneiras, sendo sua natureza muito complexa, envolvendo interações com o ambiente, além de processos fisiológicos inerentes ao efeito provocado no metabolismo da planta (SOUZA *et al.*, 1983). Espécies e variedades com um sistema radicular mais profundo apresentam maior capacidade de adaptação à escassez hídrica. O algodão, o girassol e a mamona possuem raízes pivotantes (profundas), com amplo crescimento radicular lateral,

que permite um maior volume de solo explorado, maximizado a capacidade de absorção de água e a adaptação ao cultivo de sequeiro nas condições do semi-árido. É importante analisar, portanto, a sustentabilidade da produção das oleaginosas selecionadas quanto às faixas de temperatura ideal e as demandas hídricas (Tabela 3).

Tabela 3: Faixa de Temperatura (°C) e Exigência Hídrica (mm/ano) para Oleaginosas Selecionadas

Cultura	Faixa Temperatura (°C)	Exigência hídrica (mm/ano)
Algodão herbáceo ¹	20 – 30	500 -1500
Algodão arbóreo ²	25 - 30	450 – 700
Amendoim ³	22 - 29	500 – 700
Gergelim ⁴	25- 27	400 – 600
Girassol ⁵	8 a 34	500 - 700
Mamona ⁶	20 – 30	400- 700

Fontes: ¹Beltrão (1999); ² Amorim Neto *et al.*, (2001) ³ Santos, (1999); ⁴ Barros (2001); ⁵ Paes (2005); ⁶ Beltrão & Silva (1999)

A faixa de temperatura e exigência hídrica para as oleaginosas apresentadas na Tabela 3 mostra que todas essas oleaginosas se adaptam ao Nordeste. Considerando-se, inclusive a temperatura média do semi-árido Nordestino (27°C) e a precipitação média anual (800mm/ano), nota-se que a faixa de temperatura e exigência hídrica das oleaginosas analisadas encontram-se dentro dos limites para o cultivo no semi-árido (Tabela 3).

Igualmente, considerando o aumento da temperatura média projetado no cenário otimista de mudanças climáticas para a região Nordeste de +2°C (MARENGO *et al.*, 2007) e a faixa de temperatura para cada oleaginosa apresentada na Tabela 3, somente o gergelim não estaria apto a ser cultivado nessa nova faixa de temperatura.

Embora, as projeções da variação da precipitação média devido às mudanças climáticas no Nordeste ainda sejam incertas (MARENGO *et al.*, 2007), supondo uma redução de 30% na precipitação média anual, ou seja, supondo que a precipitação média anual do Nordeste semi-árido passe a ser de 560 mm/ano e comparando com os dados da Tabela 3, todas essas culturas se enquadrariam nesta nova disponibilidade hídrica.

Note-se na Tabela 3 que o algodão arbóreo é, entre as culturas listadas, a mais resistente à alta temperatura e baixa disponibilidade hídrica. Essa cultura não tolera excesso de umidade no solo e baixas temperaturas (AMORIM NETO *et al.*, 2001). No caso do amendoim, embora essa cultura apresente uma baixa exigência hídrica (Tabela 3), a disponibilidade hídrica afeta a sua produtividade. Experimentos conduzidos em condições de

campo, demonstram que para a cultivar BR-1 plantada em Rodelas (BA), quando foram fornecidos 300mm de água o amendoim teve uma produtividade de 895kg/ha, enquanto que recebendo 700mm alcançou uma produtividade de 2.302kg/ha (SANTOS, 1999).

Já para o gergelim, o ideal é que a precipitação seja bem distribuída durante todo o ciclo da cultura, com insolação em torno de 2.700 (horas de brilho solar/ano), porém em locais com precipitação inferior a 300 mm, a cultura produz cerca de 300 a 500 kg/ha de grãos (BELTRÃO et al., 1994). O gergelim tem boa resistência à seca, ao frio e ao calor, apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, pela altitude e pelo fotoperíodo, sendo bem adaptado às condições semi-áridas do Nordeste, por tolerar bem as baixas precipitações pluviais e a distribuição irregular das chuvas (GODOY et al., 1985).

O girassol adapta-se bem a uma ampla faixa de temperatura, mas a temperatura ótima para o seu desenvolvimento situa-se entre 27 a 28°C (Tabela 3), sendo que em temperaturas acima de 35°C reduz o teor de óleo (PAES, 2005). A demanda hídrica do girassol vai aumentando com o desenvolvimento da planta, partindo de valores ao redor de 0,5 a 1mm/dia durante a fase de semeadura à emergência, atingindo um máximo de 6 a 7mm/dia na floração e enchimento de grãos, decrescendo após este período (AMABILE, 2002). O sistema radicular do girassol é profundo e bem desenvolvido lateralmente, permitindo a manutenção da fotossíntese mesmo em condições de curtos períodos de seca, quando outras espécies nada produzem (CASTRO et al., 1997).

Para a mamona, a temperatura média para o bom desenvolvimento da cultura é entre 20 e 30°C (Tabela 3), sendo que a temperatura ótima para a planta é em torno de 28°C e temperaturas muito elevadas, superiores a 40°C ou, muito baixas, inferiores a 10°C, provocam a redução substancial do teor de óleo nas sementes (BELTRÃO & SILVA, 1999). A mamona produz com viabilidade econômica em áreas onde a precipitação é de até de 400-500 mm antes do início da floração (até 50 dias), pois sua demanda hídrica é maior durante a fase vegetativa (WEISS, 1983). A pluviosidade de 600-700mm é suficiente para que se obtenham rendimentos em torno de 1.500kg/ha (BELTRÃO & SILVA, 1999). O excesso de umidade é prejudicial em qualquer período do ciclo da lavoura de mamona, sendo mais crítico nos estágios de plântula, maturação e colheita. Chuvas durante a colheita da mamona causam grande redução na qualidade do produto e na produtividade, pois os frutos tendem a apodrecer no cacho (AZEVEDO et al., 1997).

Sem dúvida no Nordeste, os sistemas de irrigação tradicionais reduzem o risco decorrente das condições climáticas adversas, diminuindo a oscilação da produtividade

agrícola. Os solos muito permeáveis do Nordeste (arenosos), aliado a alta demanda evaporativa do ar, facilitam a evaporação rápida da água de irrigação, facilitando o depósito de sais na superfície, o que torna a terra infértil e culmina em processos de desertificação (SUASSUNA, 2005). Assim, a questão da salinização dos solos pela utilização intensiva de sistemas irrigados deve ser especialmente considerada no semi-árido Nordestino.

Em contrapartida, a adoção de técnicas de convivência com o semi-árido, com especial atenção para o aumento da matéria orgânica no solo, as técnicas de irrigação de salvamento e pequenos barreiros e açudes, devem ser incentivada, pois são as opções mais viáveis para a maioria dos agricultores familiares do semi-árido e podem contribuir a o aumento da produtividade agrícola e para a redução dos riscos agrícolas frente os veranicos e secas que ocorrem com frequência no Nordeste.

Cabe mencionar ainda os serviços agrometeorológicos como um importante aliado para o sucesso da agricultura familiar no semi-árido. Destaca-se entre outros, o AGRITEMPO - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico- que permite aos usuários o acesso, via Internet, às informações meteorológicas e agrometeorológicas de diversos municípios e estados brasileiros. Além de informar a situação climática atual, o sistema alimenta a Rede Nacional de Agrometeorologia (RNA) do MAPA com informações básicas que orientam o zoneamento agrícola brasileiro.

É fundamental também frente à vulnerabilidade climática, o zoneamento edafoclimático e topográfico, que permita a seleção das regiões e sub-regiões de maior aptidão para a implementação das culturas de interesse, bem como zoneamento ambiental, para a identificação das áreas de preservação permanente, parques naturais, disponibilidades de recursos naturais para as atividades agroindustriais (água e energia elétrica); infra-estrutura requerida para as cadeias logísticas dos insumos e produtos.

Evidentemente, não pretende-se aqui esgotar a análise, uma vez que o semi-árido nordestino tem como traço principal as frequentes secas, que podem ser caracterizadas pela ausência, escassez, alta variabilidade espacial e temporal das chuvas. Não é rara a sucessão de anos de seca seguidos de anos com precipitações muito superiores à média. Essa variabilidade climática é influenciada pelos fenômenos El Niño e La Niña. Adicionalmente, a região Nordeste caracteriza-se naturalmente como de alto potencial para evaporação da água em função da enorme disponibilidade de energia solar e altas temperaturas, que resulta muitas vezes em um volume de água evaporada que cerca de três vezes o volume de água precipitada.

CONCLUSÕES

Em termos de faixa de temperatura e exigência hídrica as oleaginosas analisadas (algodão, amendoim, gergelim, girassol e mamona) são aptas ao plantio sob as condições climáticas atuais e a previsão de variação climática futura no Nordeste.

Em um cenário futuro de mudanças climáticas algumas medidas de adaptação que beneficiariam esses agricultores são muito parecidas às que deveriam ser utilizadas hoje em dia. Para o semi-árido pode ser citado como estratégias benéficas, tanto diante da variabilidade climática atual, quanto das mudanças climáticas futuras: a seleção e melhoramento das cultivares adaptadas ao clima mais quente e seco; a alteração na época de plantio e colheita em função das previsões climáticas e a adequação das práticas culturais de convivência com semi-árido. Outra importante medida refere-se ao zoneamento edafoclimático e topográfico, que permita a seleção das regiões e sub-regiões de maior aptidão para a produção de oleaginosas. Igualmente, a agrometeorologia fortalece as atividades de prontidão e de longo prazo para assegurar sustentabilidade agrícola e preservar recursos naturais.

O reconhecimento do impacto potencial das mudanças climáticas sobre o setor agricultura conduz a uma maior consciência da necessidade das estratégias de adaptação a fim de minimizar os efeitos climáticos adversos. Neste sentido, é fundamental a estruturação de uma política agrícola que ajude a construir estratégias de adaptação às mudanças climáticas de forma pró-ativa para a região Nordeste, que é uma das vulneráveis do Brasil. O plantio de oleaginosas para a produção de biodiesel se apresenta como uma alternativa sustentável, demandando esforços de pesquisa e desenvolvimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMABILE, R. F., 2002. “Girassol, uma oleaginosa de múltiplos usos”. *Circular técnica nº 20*. EMBRAPA Cerrados. Planaltina-DF.

AMBRIZZI T., ROCHA R., MARENGO J, A. I. PISNITCHENKO, L. A., 2007. Cenários Regionalizados de Clima no Brasil para o Século XXI: Projeções de Clima usando Três Modelos Regionais. *Relatório nº 3: Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente - MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas-SBF. Brasília, DF.

AMORIM NETO, M. da S. ARAÚJO, A.E. de; BELTRÃO, N.E. de M., 2001. Clima e solo. In: BELTRÃO, N.E. de M; VIEIRA, D.J. 2001. “Clima e Solo”. In: *O Agronegócio Gergelim no Brasil*, pp. 93-107. EMBRAPA Informação Tecnológica, Brasília, DF.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; LIMA, E.F.V., 1997 “Recomendações Técnicas para o Cultivo da Mamoneira *Ricinus communis L.* no Nordeste do Brasil”. In: *Circular Técnica*, 25, 39 p., EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande/PB.

BARROS, M. A. L.; SANTOS, R.F. dos; BENATI, T.; FIRMINO, P. de T., 2001. “Importância econômica e social”. In: *Beltrão, N.E. de M; Vieira, D.J. O Agronegócio Gergelim no Brasil*. Informação Tecnológica, p. 21-35, EMBRAPA, Brasília, DF.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L.C. 1999. “Os Múltiplos Usos do Óleo da Mamoneira (*Ricinus communis L.*) e a Importância do seu Cultivo no Brasil”. In: *Fibras e Óleos*, n. 31, p. 7, Campina Grande, PB.”

BELTRÃO, N. E. de M. 1999. “O Agronegócio do Algodão no Brasil”. In: *EMBRAPA*, v.1, 1ª. ed., Campina Grande-PB.

BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E.C.; LIMA, E.F. 1994. “Gergelim Cultura no Trópico Semi-Árido Nordestino”. *Circular Técnica*, 18, 52p. EMBRAPA Algodão, Campina Grande, PB.

CAMPOS, J. N. B. 1997. “Vulnerabilidades Hidrológicas do Semi-Árido às Secas”. In: *Planejamento e Políticas Públicas n. 16*, pp 261-298. FBDS. Rio de Janeiro, RJ

CARVALHO, O. de, SANTOS, A. J. 2003. “Contribuição da “Nova Sudene” para o Desenvolvimento da Região Semi-Árida do Nordeste”. *Relatório Final, 09 de junho, Grupo de Trabalho Interministerial para a Reconstrução da Nova Sudene*, Ministério da Integração Nacional/Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional, Recife, PE.

GODOY, I.J. de; SAVY FILHO, A.; TANG, J.S.; UNGARO, M.R.G.; MARIOTTO, P.R. 1995. Programa integrado de pesquisa. Oleaginosas. São Paulo; Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária. 33p.

GUANZIROLI, C. E., ROMEIRO, A R., BUAINAIN, A.M.; DI SABBATO, A. B., 2001. “Agricultura Familiar e Reforma Agrária no Século XXI”. Ed. Garamond, Rio de Janeiro, RJ 284 p.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2004. Síntese de Indicadores Sociais. Disponível em:
www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/sinteseindicais2004

INCRA/FAO - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA/ORGANIZAÇÃO PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. 2000. *Novo Retrato da Agricultura Familiar. O Brasil Redescoberto*, 74p. Brasília, DF, Ministério do Desenvolvimento Agrário,

IPCC. 2001a. “Climate Change, 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability”. *Working Group II. TAR: Summary for Policymakers*. Disponível em:
www.meto.gov.uk/sec5/CR_div/ipcc/wg1/WG1-SPM.pdf. 2001.

IPCC, 2007. "Climate Change 2007". Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II. AR4: Summary for Policymakers. Disponível em: <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2007gl/index.htm>

MARENGO J. A. 2005 "Vulnerabilidade da agricultura do semi-árido à variabilidade natural e a mudanças climáticas". In Cadernos NAE nº 3, Fevereiro - Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica. Brasília.

MARENGO J. A., NOBRE, C.A., SALATI, E., AMBRIZZI, T., 2007. "Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade". In: *Sumário Técnico, Sub-projeto "Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI"*. MMA/SBF/DCBio, Brasília, DF.

MONTEIRO, J.M.G. 2007. "Plantio de Oleaginosas por Agricultores Familiares do Semi-Árido Nordeste para Produção de Biodiesel como uma Estratégia de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas". Tese Doutorado. 302 p. Disponível em www.ppe.coppe.ufrj.br

MOTHA, R. P. 2007. "Development of an agricultural weather policy" *Agricultural and Forest Meteorology* . Volume 142. 2-4p

PAES, J. M. V., 2005. "Utilização do Girassol em Sistema de Cultivo". In: *Informe Agropecuário*, v. 26 n. 229 p 34-41, Belo Horizonte, MG.

SANTOS, R. C. 1999. "Utilização de recursos genéticos e melhoramento de *Arachis hypogaea* L. no Nordeste brasileiro". In: QUEIROZ, M.A; GOEDERT, C.O; RAMOS, S.R.R., (Org.). *Recursos Genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro*. EMBRAPA Algodão. PETROLINA, PE

SOUZA, J. G.; BARREIRO NETO, M; SILVA, J. B. V.; GILES, J. A. 1983. "Velocidade de crescimento da raiz como parâmetro de resistência à seca no algodoeiro". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.2, 169-172,.

SUASSUNA, J. 2005. "Como morrer de sede com água no joelho". Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Disponível em: www.abas.gov.br.

WEISS, E. A., 1983. "Sesame". In: *Oil seed crops*. London: Longman, p.282-340.

G013

EFFECTO USO DEL BIOSÓLIDO EN LA ACUMULACIÓN DE METALES TRAZAS EN SUELO CULTIVADO CON MAÍZ (*Zea mays*, L.)

Daniel V. Pérez ⁽¹⁾, Sarai de Alcantara⁽²⁾, Fernanda Ardilha dos Santos⁽²⁾, Germana Breves Rona⁽²⁾; Wagner Bettiol⁽³⁾; Waldemore Moriconi ⁽³⁾.

⁽¹⁾Embrapa-Solos, Rio de Janeiro, Brasil, ⁽²⁾Instituto de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, ⁽³⁾Embrapa-Meio Ambiente, Jaguariúna, Brasil, *sarai@iq.ufrj.br

El uso indiscriminado del biosólido como fertilizante puede generar alteraciones en las formas y en los contenidos de metales con consecuencias aún poco conocidas para los suelos brasileños. Así, este presente trabajo visa evaluar la acumulación, en el suelo y en la planta, de ciertos metales trazas (Fe, Mn, Zn, Cu) por la aplicación de biosólido. El experimento, instalado desde 1998 en Oxisol (textura argilosa), consistió de un factorial 2X6: a) dos tipos de biosólido (doméstico e industrial), b) 4 dosis de biosólido, además de dos controles (control y fertilización mineral). El muestreo del maíz se pasó en 2008 y en muestreo del suelo se pasó en noviembre de 2007. Los metales fueron extraídos por soluciones de Mehlich 1 y DTPA (pH 7,3), además de un método de extracción secuencial. La extracción de los metales en la hoja y los granos fue basada en la digestión con HNO₃ y HClO₄. Los resultados demuestran que la acumulación de Mn e Zn en la hoja y en el grano están significativamente relacionados a los dos extractores simples y a una de las fases de la extracción secuencial. Fe presentó mejor correlación solo en el grano y Cu solo en la hoja.

século XX, colocam-se entre outros a interpretação da sociedade de risco - acirramento das contradições e dos perigos previstos - e do desenvolvimento sustentável como solução aos impasses sociais e ambientais que se nos apresentam.

Título Avaliação das condições de vida, com foco em riscos para a saúde, dos produtores de tomate de São José de Ubá, Rio de Janeiro, Brasil

ID 466

Autores Elizabeth Santos Brandão, Júlio Roberto Costa, José Ronaldo de Macedo

Resumo: O Projeto Gestão Participativa da Microbacia Hidrográfica do Rio São Domingos (GEPAR-MBH), financiado pela Finep, propôs realizar um estudo socioeconômico para conhecer os problemas sociais, econômicos e ambientais enfrentados pelos pequenos produtores agrícolas do município de São José de Ubá, na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Esta região vive da atividade agrícola e apresenta uma situação de avançada degradação ambiental. Um dos objetivos deste projeto foi o desenvolvimento de ações para uma gestão participativa sustentável nesta bacia hidrográfica. O principal produto cultivado na região é o tomate, que é muito exigente em tratamentos culturais, suscetível a pragas acarretando o uso intensivo de agrotóxicos e requer muita irrigação. Todas estas atividades afetam o meio ambiente e o uso excessivo de agrotóxicos constitui um elevado risco à saúde dos produtores. Para utilizar de forma organizada seus recursos naturais, minimizando a pressão sobre o meio ambiente a comunidade precisa se conhecer, ser consciente dos seus limites e organização e suas necessidades por isso foi realizado um censo e a aplicação de um questionário de modo participativo, com intenso envolvimento da população local. As cinco comunidades pertencentes ao Município de São José de Ubá, que participaram do projeto, formaram uma visão dos problemas enfrentados pelos produtores e suas famílias. Esses problemas foram analisados com os produtores e fizeram uma lista com priorização para a solução conforme a metodologia da Pesquisa-Ação e chegaram a sugerir formulação de ações pró-ativas para a melhoria da qualidade de vida.

Título Modernidade e identidade na apreensão dos problemas sócioambientais na região metropolitana de Natal-RN/Brasil

ID 781

Autores Zoraide Pessoa

Resumo: As regiões metropolitanas são frutos do modelo de sociedade ensejado pela modernidade, que conformam a complexidade contemporânea atual, exacerbando relações sociais, ampliando condições de vulnerabilidade e risco, comprometendo a qualidade de vida e a sustentabilidade das populações que vivem nessas regiões. São também nos espaços metropolitanos que a apreensão dos problemas ambientais se dá de forma parcial, sem uma identificação dos mesmos, relativos às causas e possíveis ações de controle sobre os mesmos. Essa parcialidade na apreensão da problemática ambiental se dá em virtude da ausência de uma identidade metropolitana construída por parte da população e dos gestores públicos. Este trabalho, objetiva discutir como a identidade metropolitana na Região Metropolitana de Natal (RMN), localizada no nordeste brasileiro, pode contribuir para a apreensão dos seus problemas socioambientais. Partimos do pressuposto que a identidade metropolitana é uma construção da modernidade, que possibilita a efetivação de novas identidades, decorrente da fragmentação do mundo contemporâneo. Metodologicamente, o trabalho se apresenta como um estudo exploratório junto à população da RMN e revisão literária da modernidade contemporânea. Sobre a identidade na RMN pode-se afirmar que não está totalmente construída, pois os moradores não se vêem metropolitanos, ao mesmo tempo em que a identidade de municípios se sobrepõe na definição e orientação dos papéis sociais que assumem na sociedade. Contudo, fazer parte da RMN, os torna modernos, embora em sua maioria os municípios sejam poucos dinâmicos em sua estrutura urbana, social e econômica. Entretanto, as suas populações não atuam como sujeitos metropolitanos, não conferindo sentido aos papéis sociais demandados pelas identidades construídas. Se não existem sujeitos metropolitanos construídos não há identidades metropolitanas definidas.

Título O Jovem Anorético e a sua Vivência com a Alimentação

ID 893

Autores Maria Rosa Silvestre

Resumo: Se antes gordura era considerada formosura, actualmente são os meios de comunicação que ditam as tendências da moda e que impõem à jovem um padrão de beleza, por vezes, difícil de atingir. Mesmo as modelos profissionais chegam a manter um peso bastante baixo e promovem atitudes de risco que, às vezes, chegam a ser fatais. Na sociedade actual os casos de anorexia, essencialmente de anorexia nervosa estão a aumentar entre a juventude. O culto da magreza e o receio de ver a balança apontar mais algumas gramas, leva milhares de jovens a refugiar-se em dietas engendradas por eles próprios, que podem vir a ter reflexos gravíssimos na sua saúde. A anorexia nervosa insere-se no quadro mais vasto das perturbações do comportamento alimentar. Movido por um descontentamento com o próprio corpo e uma preocupação excessiva em relação ao peso, o anorético reduz drasticamente a quantidade de alimentos ingeridos e, em casos extremos, recusa mesmo alimentar-se. Daqui resultam graves transtornos psicológicos e físicos, que podem conduzir à morte. Os especialistas costumam apontar factores sociais, culturais, psicológicos, familiares e biológicos como causa desta grave doença. Do que não restam dúvidas é que as dimensões do problema estão a aumentar ano após ano: cerca de 92% dos pacientes com anorexia são jovens do sexo feminino com idades compreendidas entre 15 e 29 anos.

Esta comunicação irá abordar a história de vida de A.P. de 13 anos de idade internada numa Unidade de Pedopsiquiatria com quadro de restrição alimentar grave iniciado em Outubro de 2006.

Título A investigação de acidentes de trabalho como uma questão de Saúde: uma visão multireferencial.

ID 971

Autores Marden Marinha, Cristiano Moreira

Resumo: Ao estudar os acidentes de trabalho, nota-se de forma clara, impregnação da visão mecanicista, desconsiderando-se a amplitude do universo humano e suas relações sociais.

Há valorização que o trabalhador erra ao executar suas tarefas porque é displicente, indisciplinado ou negligente.

DISTINÇÃO DE AMBIENTES: RELACÃO GEOLOGIA, SOLO E VEGETAÇÃO DA RESERVA BIOLÓGICA DE SERRA NEGRA - PE

Manoel Batista de Oliveira Neto¹, Roberto da Boa Viagem Parahyba¹, Andréa Maria Alves de Lucena², José Carlos pereira dos Santos¹, Maria Sonia Lopes da Silva¹

¹Embrapa-Solos, Recife-PE; ²Universidade federal rural de Pernambuco, Recife-PE.

e-mail: neto@uep.cnps.embrapa.br

RESUMO: Com a necessidade de preservação dos recursos naturais, os governos federais e estaduais buscam desenvolver programas de recuperação e proteção de áreas florestadas através da criação de Unidades de Conservação. A reserva Biológica da Serra Negra, a primeira criada no país, ocorre como uma ilha de floresta de altitude encravada na bacia sedimentar do Jatobá, localizada na região Semi-árida do Estado de Pernambuco. O governo Federal entende que não basta apenas criar uma reserva, mas também, proceder a sua manutenção permanente através de um plano de manejo sustentável, com ações sociais e ambientais. Para se intervir nestes ecossistemas é necessário que se tenha o conhecimento das características bióticas e abióticas que compõem os ambientes da reserva. Este trabalho faz parte do estudo de Avaliação Ecológica da Serra Negra, com o objetivo de elaborar um diagnóstico ambiental para subsidiar a implantação do plano de manejo sustentável da Reserva. Foi feita a caracterização dos solos e da vegetação nos estratos geológicos que ocorrem ao longo da encosta da Serra Negra. Foram identificadas três formações geológicas ao longo do gradiente de altitude, que juntamente com o clima, impôs a diferenciação ambiental ao logo da encosta da Serra.

Palavras-chave: altitude; formação geológica; floresta úmida; caatinga.

INTRODUÇÃO

Entre tantas medidas que o governo brasileiro tem tomado para minimizar a diminuição de recursos ambientais, a criação de Unidades de Conservação constitui-se uma importante ação de preservação das florestas e seus recursos naturais, que sofrem constantes ameaças. No entanto, apenas a criação de unidades de proteção não cessa as intervenções danosas do homem nestas áreas; para isso, é necessário que seja feito um plano de manejo que estabeleça procedimentos que visem assegurar a conservação da diversidade biológica e dos ecossistemas através de ações de preservação, manutenção e muitas vezes restauração e recuperação de algumas áreas. Para se fazer qualquer intervenção nestas áreas exige-se um profundo conhecimento do meio biótico e abiótico que constituem os ambientes da unidade.

A Reserva Biológica de Serra Negra foi a primeira criada no Brasil e está localizada na região central do Estado de Pernambuco, entre as coordenadas geográficas de 38° 00' 51" e 38° 02' 35" W; 08° 38' 44" e 08° 39' 40" S, pertencente aos municípios de Floresta, Tacaratu e Inajá, estado de Pernambuco (Figura 1). Constitui um maciço residual que aflora na Bacia Sedimentar do Jatobá, encravado na região semi-árida (Gausson em Brasil, 1973; SUDENE, 1990a), mas que, pela condição de altitude e relevo, contém uma área de floresta tropical úmida com grande diversidade biológica. A precipitação e temperatura médias anuais são de 900 mm e 25,3°C, respectivamente, havendo registros de temperaturas máxima e mínima absolutas de 38°C e 8°C (IBAMA, 1989).

O presente trabalho teve como objetivo geral, fazer a distinção de ambientes da área da ReBio de Serra Negra, com a finalidade de dar suporte técnico para elaboração um Plano de Manejo, documento técnico para subsidiar qualquer medida de intervenção e gestão ambiental, além de conter normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais.

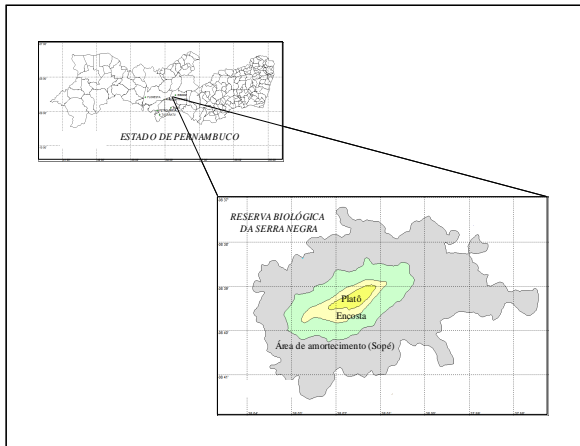


Figura 1. Localização da Reserva Biológica de Serra Negra no estado de Pernambuco.

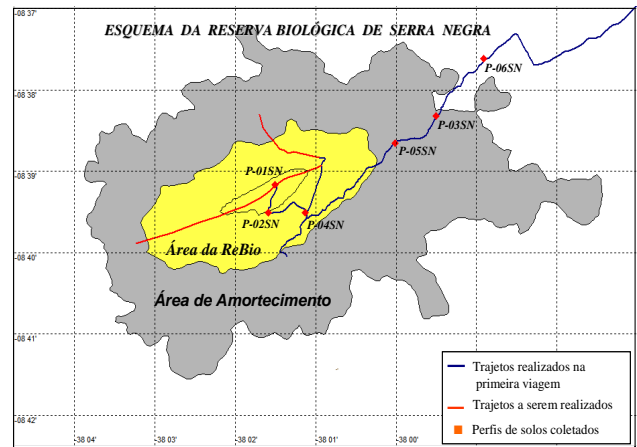


Figura 2. Esquema dos trajetos e locais das coletas de perfis de solos já realizadas e a serem realizadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução do trabalho, utilizou-se uma metodologia definida como Avaliação Ecológica Rápida, que envolveu a parceria entre várias instituições, com pesquisadores e técnicos multidisciplinares atuando simultaneamente no estudo da fauna, flora, geologia, pedologia, socioeconomia e geoprocessamento. Coube a Embrapa Solos UEP - Recife, a avaliação pedológica da área da Reserva e da área de amortecimento localizada no entorno da serra.

Numa primeira etapa, o estudo foi executado na porção sudeste da serra denominada de barlavento, com clima mais úmido, que constitui o tema deste trabalho. Os critérios para a avaliação pedológica seguiram a metodologia descrita e recomendada pela Embrapa (1988a e b), sendo a classificação dos solos feita de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (Santos et al., 2006) e a descrição morfológica dos perfis e a coleta de solos foram feitas de acordo com o manual de descrição e coleta de solo no campo (Santos et al., 2005). A avaliação pedológica foi executada de forma expedita, de caráter generalizado, no entanto a estratégia usada no levantamento de solos foi baseada na diferenciação dos ambientes ao longo da encosta da serra, evidenciada pelos estratos geológicos e pelo gradiente de altitude que diferencia a vegetação, da mais seca no sopé para a mais úmida no topo da serra. Foram feitas observações na faixa de altitude de 550 a 770 m, de 770 a 1.040 m e de 1.040 a 1.070 m.

Para se obter as informações técnicas nas faixas pré-selecionadas, foram feitos trajetos de carro e caminhamentos por trilhas, de forma a percorrer a área da serra desde o sopé até o topo (Figura 2). No caminhamento procedeu-se a identificação dos solos dentro de cada geoambiente, a partir de observações em barrancos de estrada ou através de perfurações com trado pedológico, além da observação da vegetação ao qual estava relacionado.

Em seguida foi feita a descrição morfológica dos perfis e a coleta de amostras dos solos representativos da área da ReBio, aproveitando os barrancos de estrada ou através da abertura de trincheiras. As amostras coletadas foram enviadas ao laboratório para a execução de análises físicas e químicas de caracterização. Todos os trajetos e pontos examinados foram georreferenciados e procedido o registro em fotografias, de todas as informações referentes aos solos, geologia, vegetação, relevo e uso da terra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo foram identificadas três formações geológicas, são elas: Marizal (Km), Santana (Ks) e Exu (Ke), conforme relatadas em Leal & Melo (1983); Dantas (1980). Estas formações compõem ambientes distintos, ao longo de um gradiente de altitude, promovendo a diferenciação dos solos e das formações vegetais ao longo da encosta da serra.

Na área do sopé da serra, com relevo suave ondulado a forte ondulado, encontra-se a formação geológica denominada Marizal (**Km**), caracterizada por rochas do tipo conglomerados e arenitos conglomeráticos feldspáticos; intercalações irregulares e descontínuas de argilitos sílticos calcários e folhelhos betuminosos, abrange toda área do sopé contornado toda serra, fazendo contato com rochas do Cristalino, abrange uma faixa de altitude entre 550 a 770 m. Desta formação geológica originam-se o Luvissole Crômico vertissólico, Cambissolo Háptico vertissólico, Argissolo Vermelho-Amarelo fase pedregosa e solos arenosos, como principais classes de solos daquele ambiente. Este grupo de solos, juntamente com fatores abióticos, como exposição do relevo, umidade, luminosidade e altitude, propiciam o surgimento da formação vegetal denominada Caatinga (Figura 3). Esta vegetação apresenta fisionomia mais aberta, com espécies arbóreas emergentes, caducifólias, espinhosas, porte máximo de 20 m de altura e troncos que se ramificam entre três e quatro metros (Rodal & Nascimento 2002).

No ambiente de encosta, com relevo forte ondulado e montanhoso, encontra-se principalmente a formação geológica denominada Santana (**Ks**), caracterizada por rochas do tipo folhelhos escuros e calcários laminados, com intercalações de argilitos, margas, gipsita e predominância de calcilitos carbonosos e calcíticos laminados. Este estrato geológico ocorre do terço inferior ao terço médio da encosta, abrangendo uma faixa de altitude de 770 a 1040 m. Neste ambiente, originam-se principalmente os Neossolos Litólicos carbonáticos, Cambissolos Hápticos vertissólicos e Vertissolos Hápticos, como principais classes de solos, sob uma vegetação transicional entre a Caatinga e a Floresta úmida e densa (Figura 4).

Na parte superior da serra, predomina a geológica da formação Exu (**Ke**) do período Cretáceo, a qual é caracterizada por rochas areníticas, caulínicas de granulometria variável, com raras intercalações de pelitos. Este ambiente está situado entre o terço médio-superior e o topo da serra, numa faixa de altitude entre 1040 e 1070 m. Esta formação geológica origina principalmente os Latossolo Amarelos e Cambissolos Hápticos e os Neossolos Litólicos, como principais classes de solos. A formação vegetal dominante neste ambiente é uma floresta densa e úmida, chamada Floresta Serrana ou Floresta de Altitude (Figura 5), associada à floresta aberta nas encostas escarpadas, voltadas para a direção dos ventos. Nesta floresta predominam espécies lenhosas (árvores e arbustos), que apresentam troncos grossos, retilíneos e emergentes de até 35m de altura, além da presença de epífitas, provavelmente em função da maior umidade. Os solos identificados e caracterizados no presente trabalho estão de acordo com as umidades de mapeamento de solos do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco-ZAPE, (Silva et al., 2001).



Figura 3. Vegetação de Caatinga predominante do ambiente do sopé da serra.



Figura 4. Vegetação de transição entre Caatinga e Floresta úmida densa, predominante da encosta da serra.



Figura 5. Vegetação de Floresta Serrana ou de altitude, úmida e densa do topo da Serra.

CONCLUSÕES

A diferenciação geológica, aliada ao gradiente de altitude que condiciona a temperatura, e a umidade são os principais fatores que influenciaram na diferenciação dos solos e das formações vegetais ao longo da encosta da serra. Se por um lado, a distinção fisionômica, florística e ambiental entre a Floresta Serrana e a vegetação de caatinga é clara, a transição entre esses tipos não é abrupta, sendo possível perceber uma transição gradativa entre estas formações florestais.

Percebe-se evidentemente que na medida em que se desloca em direção ao topo da serra diminui a temperatura e aumenta a umidade, proporcionando uma variabilidade sutil nos solos e na vegetação, de um modo geral, podendo-se diferenciar totalmente quando comparados os ambientes de sopé e de topo da serra.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife, 1973. 2 v. (DNPEA. Boletim Técnico, 26; SUDENE. DRN. Série Pedologia, 14).
- DANTAS, J.R.A. **Mapa geológico do estado de Pernambuco**. DNPM. Recife, 1980.
- EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento**: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 1988a. 67p. (Embrapa-SNLCS. Documentos, 11).
- EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Definição e notação de horizontes e camadas do solo**. 2.ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, 1988b. 54p. (Embrapa-SNLCS. Documentos, 3).
- IBAMA. 1989. **Unidades de conservação do Brasil**: parques nacionais e reservas biológicas. Brasília: Ministério do Interior.
- LEAL, J.M.; MELO J. G. **Bacia sedimentar de Jatobá - PE** (estudo hidrogeológico). Recife, SUDENE-DRN Divisão de Recursos Minerais, 1983. 236p. (Brasil. SUDENE. Série Hidrogeologia, 64).
- RODAL, M. J. N.; NASCIMENTO, L. M. do. **Levantamento florístico da floresta serrana da reserva biológica de Serra Negra, microrregião de Itaparica, Pernambuco, Brasil**. Acta Botanica Brasilica, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 481-500, 2002.
- SANTOS, R.D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SILVA, F.B.R. e; SANTOS, J.C.P. dos; SILVA, A.B. da; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B. da; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. da B.V.; OLIVEIRA NETO, M.B. de; SOUSA NETO, N.C. de; ARAÚJO FILHO, J.C. de; LOPES, O.F.; LUZ, L.R.Q.P. da; LEITE, A.P. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco**. Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife. Governo do Estado de Pernambuco - Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária. Recife 2001. CD-ROM. Embrapa Solos. Documentos; no. 35.
- SUDENE (Brasil). **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**: Estado de Pernambuco. Recife, 1990a. 363p. (SUDENE. Série Pluviometria, 6).

Land Quality Monitoring Systems that Integrate Local and Technical Knowledge Facilitate Adaptation to Global Change in Agricultural Landscapes

Edmundo Barrios^{1*}, Heitor Coutinho², Osvaldo Kato³

¹ Giorgio Ruffolo Research Fellow in Sustainability Science

Center for International Development, Harvard University, Cambridge, USA.

² Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Brazil.

³ Embrapa Amazonia Oriental – CPATU, Belém, Brazil.

*Visiting Scientist at Embrapa Solos.

Abstract:

Coupled human-environment systems can greatly benefit from integrative approaches that combine formal and informal knowledge to address current sustainability problems associated with global change. The increasing attention paid in recent years to local knowledge results from the recognition that the knowledge of people who have been closely interacting with their environment for a long time can offer many insights about the sustainable management of natural resources. Participatory methodologies used to develop a “hybrid” knowledge base, combining local and scientific knowledge, reflect an effort to understand the complexity of the land management decision making to promote and protect multifunctional land uses. Increased concern about soil management as a key determinant of sustainability in agricultural landscapes has led to the identification of early warning indicators to monitor changes in soil quality, and their impact in the provision of ecosystem services, as affected by land use change and agricultural intensification. This is part of a continuing effort to develop land quality monitoring systems that strengthen local environmental/agricultural institutions and communities with tools that support local decision-making in natural resource management and promote sustainable land use in agricultural landscapes. Development of this participatory research approach was initiated in Central America, later adapted and further developed in East Africa through South-South collaboration, and it is currently being adapted and further developed in the Pantanal and Amazon regions of Brazil as part of a CIAT/Embrapa collaborative project with financial support from Embrapa (Brazilian Agricultural Research Corporation) and CNPq (Brazilian Council for Scientific Research).

Partial funding to attend the IHDP Open Meeting 2009 was provided to the first author by the International Human Dimensions Program on Global Environmental Change and also by the Sustainability Science Program at the Center for International Development of Harvard University. The EU-SENSOR project supported the participation of the second author to the IHDP Open Meeting 2009.

Introduction

The global environment is changing at an alarming rate as a result of human activities. Global change is used here to refer to “the interactions of biological, chemical and physical processes that regulate changes in the functioning of the Earth system, including the particular ways in which these changes are influenced by human activities” (IAI, 2009). The complexity of trade-offs associated with global sustainability demands novel integrative interdisciplinary approaches that acknowledge the intimate and dynamic linkages between human and environmental systems to address the multiple dimensions and scales of global problems like land degradation, climate change or biodiversity loss (Clark, 2007, Carpenter et al. 2009).

The close relationship between the environment in which we live, and human well-being, was already recognized by ancient Greek scholars more than two thousand years ago (Daily, 1997). Despite this early realization, the accelerated transformation of the biosphere as a result of human activities, particularly in the last 50 years, has become a growing threat to our existence on planet Earth (MA, 2005). Science and technology have played a prominent role in the great economic growth of the last decades by fostering greater productivity through more intensive and extensive use of natural resources. Nevertheless, there is a significant asymmetry between the large wealth of scientific knowledge and its translation into technologies that improve natural resource management decisions and the well being of human societies (Van Kerkhoff and Lebel, 2006).

The continuous pressure exerted over natural resources by human activities, without considering the time and conditions required for processes of recovery and regeneration, has resulted in different degrees of reversible, and in some cases irreversible forms of degradation (MA, 2005). Land degradation is a global problem involving the loss or

deterioration of soil and water resources, as well as associated biodiversity, and is intrinsically linked to the loss of ecosystem services, that is, the benefits humans obtain from ecosystems. The important emphasis of economic activity on the benefits derived from provisioning services associated with production of food and fiber has been possible at the cost of degradation of the capacity of ecosystems to provide supporting services like nutrient cycling and pollination, also regulating services like flood regulation and pest control, as well as aesthetic and recreation pleasure as cultural services to society (Castellanos et al., 2008). The great challenge before us is to reverse ecosystem degradation while maintaining their capacity to meet the increasing demand and effectively manage trade-offs for ecosystem services (Carpenter et al, 2009). This enormous task requires a concerted effort between land managers, policy makers and civil society to develop effective and efficient interdisciplinary approaches to guide the transition towards the sustainable management of multifunctional landscapes.

Agriculture represents the predominant form of human-environment interaction as it employs more people and consumes more natural resources than any other human activity (FAO 2007). Farmers, therefore, represent the largest group of natural resource managers in the planet and have a critical role to play in the transition towards sustainability and would be the focus of our paper. Sustainability is used here after Clark (2007) as “society’s capacity to use the biosphere in ways that simultaneously address multiple human needs of a larger but stabilizing population, sustain the life support systems that keep the planet habitable, and that generate a substantial reduction in hunger and poverty”.

The decision making process with respect to agricultural land use and management is driven through multiple scales of stakeholders, from farmers to policy makers. Developing approaches that integrate different levels of agricultural decision-making into a coherent strategy is a major challenge. Land use and management decisions by farmers and other land managers in agricultural landscapes is highly dependent on the access to knowledge that is relevant, credible and legitimate (Cash et al., 2003), be it knowledge related to the current and future climate conditions, new economic opportunities or novel agricultural management practices. The generation of disciplinary knowledge using the scientific method has made considerable advances in the last decades with the application of science and technology to manage natural

resources. Nevertheless, the increasing attention paid to local knowledge in recent years results from the recognition that bottom-up approaches that value the knowledge of people, who have been closely interacting with their environment for a long time, can offer many insights about the sustainable management of natural resources (Barrios et al., 2006). We argue that research efforts should explore a balance between scientific credibility and local relevance and legitimacy resulting in a “hybrid” knowledge base in order to more effectively address sustainability goals. The generation of “hybrid” knowledge acknowledges land management decisions being affected by multiple interacting forces within a dynamic and complex rural context.

Increased concern about soil-based ecosystem services as key determinants of sustainability in agricultural landscapes has promoted the need to identify indicators to monitor changes in soil quality, and their linkage to the provision of ecosystem services, as affected by land use change and agricultural intensification (Barrios, 2007). Recent research efforts involving South–South collaboration have led to the development of a participatory methodological approach to integrate local and scientific knowledge about indicators of soil quality (Barrios et al., 2006). Central research question include: How to most effectively link relevant knowledge and informed actions for sustainable land management in agricultural landscapes?, How to best capture synergies derived from complementarities between local and scientific knowledge in a ‘hybrid’ knowledge base?, How to maximize the impact of capacity building efforts through participatory development of land quality monitoring systems on the capacity of small-farmer communities to adapt to global change?.

In this paper, we start by introducing the communication divide between scientists and local communities as an important constraint to linking knowledge with actions to address problems. Then we briefly describe the participatory approach and methodological guide developed through South-South collaboration and used to integrate local and technical knowledge as a mechanism to facilitate knowledge sharing and consensus building about best land management options. We conclude making reference to insights and lessons derived from the application of the participatory approach and methodological guide with small-farmer communities from the Brazilian Pantanal and Amazon regions.

Acknowledging the communication divide

The limited consideration of local knowledge to support decision making about natural resource management is likely a result of communication difficulties due to differences in language and also due to differences in values and interests (Van Kerkhoff and Lebel, 2006). The different language used by scientists and local farmers/land managers is a clear first limitation to effective communication. This includes contrasting terminologies used to refer to the same object or phenomena, and also potential differences in the way the process of learning from nature and land management systems occurs. Speaking different languages also prevents knowledge sharing because the value and relevance of local knowledge is rarely recognized by scientific knowledge. Further, it is usually the case that local farmers/land managers, exposed to scientific methods and concepts, find them too complicated and difficult to understand, and thus end up constituting a discouragement to participation and knowledge sharing. Different values and interests are often found between local farmers/land managers and scientists in relation to natural resource management goals and priorities (Cash et al., 2003). Values of rural communities regarding natural resource use are mostly utilitarian, and thus changes in resource use availability can have important repercussion on local livelihood. Scientists, on the other hand, tend to follow the precautionary principle that leads to resource management recommendations that are more conservative of natural resources. These differences in goals and priorities can become a source of conflict during knowledge sharing and limit the opportunities for collaborative problem solving.

Participatory approach and methodological guide to integrate local and technical knowledge

The ultimate goal of the participatory methodological approach described here is to overcome the communication divide and foster sustainable land management in agricultural landscapes. The Methodological Guide to Integrate Local and Technical Knowledge about Soil Quality (Barrios et al., 2009) is a capacity building tool used to develop the skills of scientists, extension services, NGOs, local government and institutions, and universities, to integrate local and scientific knowledge related to the soil resource, and thus, support informed decisions about best land management

practices. Addressing language differences and limitations to effective communication has been encouraged through the integration of local and technical knowledge about soil quality during the co-production of a technical-local language that is widely understood by stakeholders (Barrios et al., 2001).

The conceptual basis of the approach is captured in Fig. 1 where local and scientific knowledge share a number of common core concepts but both knowledge systems also present knowledge gaps (Barrios et al., 2006). The development of a shared and “hybrid” expanded knowledge system would allow that possible complementarities between knowledge systems could fill existing knowledge gaps and thus constitute the most complete source of information on which to base future decisions about natural resource management by land use decision makers operating at different scales.

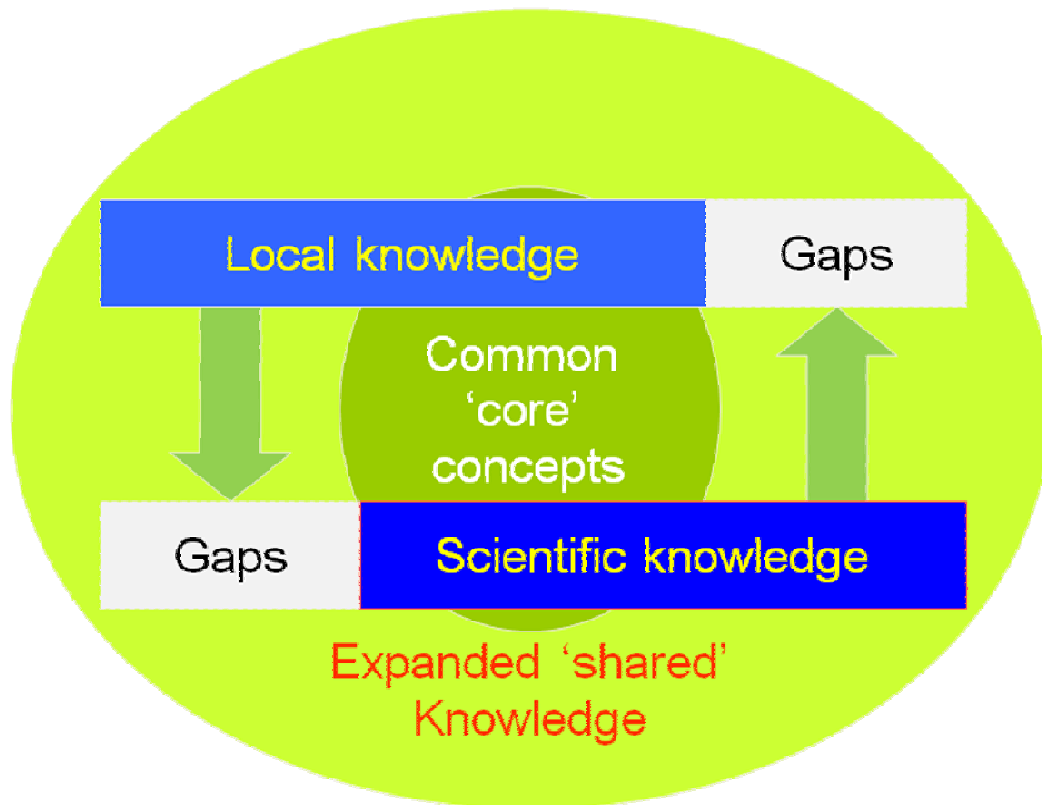


Figure 1. Local and scientific knowledge in perspective (From Barrios et al. 2006)

A simplified model of soil formation based on the seminal work by Hans Jenny, entitled *Factors of Soil Formation* (Jenny 1941, 1980), is used to provide a basic common knowledge base as part of initial steps of the capacity building process. This is followed by an introduction to the concept of indicators and their use to synthesize large amounts of data and facilitate information flow to decision makers with special reference to key technical indicators of soil quality. A participatory methodological approach is presented to guide consensus building processes within local farmer communities during the identification, classification and prioritization of local indicators of soil quality. The final list of local indicators, prioritized by the farming community, is a key input necessary during the process of integration with corresponding scientific indicators of soil quality, and for developing a common technical-local language. This ‘hybrid’ language would be helpful to overcome the language communication divide and facilitate knowledge sharing among farmers, scientists, and other stakeholders. This improved communication channel facilitates discussions and community consensus building about which soil constraints should be tackled first as well as to the different land management principles and options available to address constraints modifiable in the short, medium, and long terms. Consensus building represents an important step prior to collective action by farming communities to scale up sustainable land management practices and thus generate measurable changes in the provision of ecosystem services. The Soil’s Fair is an activity conducted in a public forum intended to reinforce farmer’s skills for characterizing relevant physical, chemical and biological properties in soils brought from their farms using simple methods that have been integrated with the local soil management knowledge. The preparation of “Action Plans” by stakeholders represented in the capacity building activity shows the commitment made to apply the insights gained through the methodological approach in their work plans and environments. Furthermore, “Action Plans” become negotiation objects to link relevant knowledge with informed action by decision makers at the farm, watershed or municipality scales.

South-South adaptation and development of methodological guide

Interdisciplinary research activities linked to the development of local land quality monitoring systems have been initiated in Brazil at two ecologically strategic regions – the Pantanal and Amazon regions - with financial support from Embrapa (Brazilian Agricultural Research Corporation) and CNPq (Brazilian National Research Council), and constitutes a collaborative project between Embrapa and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT).

Pantanal Region:

In the Pantanal region, the largest permanent freshwater wetland system in the Western Hemisphere, this research effort is linked to three existing research projects of Embrapa-Soils concerned with the conservation and sustainable land management in the Formoso River Watershed: (i) the GEF-funded project entitled 'Formoso River: Integrated Watershed Management and Biodiversity Conservation', (ii) the EU-funded SENSOR project entitled 'Sustainability Impact Assessment: Tools for Environmental, Social and Economic Effects of Multifunctional Land Use' and (iii) the IAI-funded project entitled 'Land use change in the Rio de la Plata Basin: Linking biophysical and human factors to predict trends, assess impacts, and support viable land-use strategies for the future'. The application of the participatory methodological approach involved farmers from the Santa Lucia Rural Settlement and the São João Indigenous Community. Both communities have shown an incipient agricultural and rural development progress in the last two decades, mainly as a result of efforts by AGRAER (Mato Grosso do Sul Extension and Rural Development Services) and local NGOs. A general history of limited collaboration among farmers in the municipality has been gradually changing after the creation of rural associations.

Participatory workshops provided a forum for effective knowledge sharing where elicited local knowledge about soil quality indicators was prioritized by farmers and then integrated with technical knowledge thus helping to overcome the language communication divide. Soil color, closely associated with soil organic matter content, was identified as the most important indicator of soil quality in both communities. This is consistent with the positive relationship between soil organic matter and increased

soil nutrient availability, especially nitrogen and phosphorus (Barrios et al. 1997, Phiri et al. 2001); increased soil water holding capacity and extended soil moisture availability when rainfall is irregular or insufficient (Welchez et al., 2008); and also reduced soil erosion as a result of stronger bonding between soil particles that also contributes to soil C sequestration (Six et al., 2002). Vegetation type and specific native plants were consistently found to be the next most important local indicator of soil quality used by farmers in both communities to guide land use and soil management practices. Both of these findings are consistent with earlier results in Latin America showing soil color and native plants as key local indicators of soil quality (Barrios and Trejo, 2003).

Improved communication facilitated different processes of consensus building about which land management options would better address most important soil constraints identified by soil quality indicators as these are related to modifiable soil properties at the short (< 2 yrs), medium (2-6 yrs) and long term (>6 yrs). The rationale during consensus building was to identify land management systems that would promote the recovery of degraded lands while maintaining their capacity for food and timber production as well as the provision of other ecosystem services. The most important management principles discussed included: i) maintaining soil cover, ii) increasing use of no-tillage management, iii) diversifying system with components adapted to local conditions, iv) increased reliance on nutrient recycling processes and v) strategic utilization of nutrient amendments from mineral and organic sources. Agroforestry systems, that is, systems that integrate woody perennials with crops and/or livestock in time and space (Sanchez, 1995), were identified by workshop participants as most promising systems to simultaneously address key soil constraints and provide the needed flexibility to adapt to anticipated increased climatic variability. Ex-post analysis will be conducted to assess the impact of improved communication between local farmers and AGRAER on the adoption of agroforestry systems by both communities participating in this study as well as potential spill-over effects.

Amazon Region:

In the Amazon region, this research effort is related to three research projects of Embrapa-CPATU concerned with alternatives to slash-and-burn agriculture (Kato et al., 2004) and focused in the Igarapé Açu and Marapanim municipalities of Eastern Pará

state: (i) the BMBF/GTZ-funded SHIFT project entitled ‘Studies on Human Impacts on Forests and Floodplains in the Tropics), (ii) the PPG7/FINEP funded component of the Tipitamba project entitled ‘Small farmers innovative sustainable technologies for Eastern Amazon’, (iii) the CNPq-funded component of the Tipitamba project entitled ‘Adaptation and evaluation of no-burning alternative technologies of chop-and-mulch and fallow enrichment with leguminous plants in Eastern Pará’; and also linked to a PDA/PADEQ/MMA-funded community-led project entitled ‘Raízes da Terra’ that was locally designed to support the participatory evaluation and improvement of no-burning alternative technologies in the small-farmer communities of São João, Novo Brasil, Nova Olinda and Nossa Sra. Do Rosario.

The application of the participatory methodological approach involved farmers representing all four communities involved in the ‘Raízes da Terra’ project. These small-farmer communities had been increasingly involved in the participatory evaluation of the chop-and-mulch and fallow enrichment agroforestry technologies as well as system diversification from annual (e.g. maize, rice, cowpea and cassava) to semi-perennial crops (e.g. passion fruit, black pepper) and perennial timber trees since 2000. While initial participation was limited to five families in one community, the significant increases in soil moisture availability during the cropping season that results in a greater flexibility for planting date, combined with the reduction in risk of economic loss due to burning, and the potential to enter the market of organic products have contributed to the increased system adoption to 42 families from the four communities. Furthermore, about 60 families distributed in each of five Amazonian states (e.g. Acre, Amapa, Amazonas, Rondonia, Roraima) and Maranhão state have started conducting participatory evaluation of the chop-and-mulch and fallow enrichment agroforestry technologies since 2005.

Participatory workshops again provided an environment that was conducive to effective knowledge sharing, where elicited local knowledge about soil quality indicators was prioritized by farmers from the four communities, and then integrated with technical knowledge into a shared knowledge base. Soil color was considered the most important local indicator of soil quality, followed by land use and management history, by three communities; while the remaining community considered the condition of the regenerating native vegetation, as defined by plant height and girth and its influence on

accumulated biomass, plant diversity and presence of indicator plants, the most important soil quality indicator, followed by soil color. These results are largely consistent with those obtained in the Pantanal region.

The continuous interactions of participating small-farmer communities with professional staff from Embrapa-CPATU during the development and participatory evaluation of chop-and-mulch and fallow enrichment agroforestry technologies has contributed to noticeable improvements in human and social capital. Improved capacities for informed decision making through knowledge sharing and enhanced knowledge acquisition capacities are indications of positive changes in human capital that have been progressively constructed through several years. Continuous and close follow up through four young community leaders (belonging to farmer families) that keep daily contact with farmers from each community respectively and with a project professional staff coordinating local activities on a weekly basis have been instrumental for strong community engagement and for timely achieving the 'Raízes da Terra' project outcomes. Increased trust developed among members of the four communities, with no history of joint work, fostered the consensus building required to focus joint efforts into developing a collaborative project to request financial support, as well as current judicious management of awarded project funds, constitute measures of community empowerment through enhanced social capital.

Farmer innovation during participatory evaluation of chop-and-mulch and fallow enrichment agroforestry technologies is facilitating the transition from annual crops to increased presence of semi-perennial and perennial trees and gradually generating multi-strata agroforestry systems. Examples of this experiential innovation process include the testing and incorporation of new components (e.g. Amazonian fruit and timber trees) into novel spatial and temporal arrangements within the system (Kato et al., 2008). Multi-strata agroforestry systems increase system diversity and resource use efficiency by complementarity and thus simultaneous exploration of different resources (Vandermeer et al., 1998). It is increasingly recognized that agroforestry systems can contribute to adaptation to global change by increasing resilience and thus the system's ability to adapt to changing climate conditions as well as predicted consequences including changes in water and nutrient cycling, pest and disease outbreaks, and market fluctuations (Verchot et al. 2007).

Insights and lessons learned

+ The participatory methodological approach used here provided effective guidance for improving communication limitations due to differences in language through a gradual process that acknowledges the value of local knowledge, its correspondence to scientific knowledge, and how to best exploit their complementary nature during integration of knowledge about soil quality. It also provided guidance for conducting effective priority setting and consensus building processes needed to identify and select adaptive land management systems able to cope with global change. Consensus building represents an important step prior to collective action by farming communities.

+ Agroforestry systems were selected by local communities because of their considerable potential to increase the adaptive capacity of small-farmer communities to increased climate variability as well as resulting environmental and economic risk. Adaptation to changing climate will depend on the sustainability of the system components or the farmer's innovation ability to introduce new components into the system as was shown in Amazonia. Participatory approaches showed that incorporating knowledge from local farmers allowed the improvement of system design by promoting the inclusion of relevant plant components and management practices. Ensuring local stakeholder participation in the whole process is essential for system adoptability and sustainability.

+ The effectiveness of our capacity building approach is directly related to the ability of stakeholders to assimilate and internalize new information and participatory methodologies. Therefore, addressing sustainable land management issues of increasing complexity require a gradual approach that initially addresses more immediate/familiar challenges (e.g. food security) while building a network and community of practice around our participatory methodology, and then moves to more long-term/complex issues associated with other ecosystems services.

+ Priority research efforts need to focus on developing local land quality monitoring systems that inform land users about their land's ecosystem service provision performance. Rural communities and environmental/agricultural institutions empowered to conduct local monitoring combined with new economic valuation approaches would

support payment for ecosystem services schemes that reward good management practices by land managers and thus becomes an incentive to sustainable land management and development. It is expected that payment for ecosystem services would increasingly become an important source of revenue for rural communities and institutions.

+ The challenge of adapting to global change while meeting increasing human demands for food security and other ecosystem services requires significant changes in policies, institutions and human actions that are long term and thus demand long term institutional commitment. There is a need to take an interdisciplinary approach where biophysical aspects are placed within the social, economic and policy contexts, and local governance and institutions are strengthened, in order to linkage relevant knowledge with informed action.

References:

Barrios E. 2007. Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics* 64, 269-285.

Barrios E., Coutinho H., Kato O. 2009. Metodologias Participativas para a Integração de Conhecimento Local e Científico sobre Indicadores de Qualidade de Solos. Guia Metodologica 1ra Edição. CIAT, Embrapa. (in preparation)

Barrios E., Delve R.J., Bekunda M., Mowo J., Agunda J., Ramish J., Trejo M.T., Thomas R.J. 2006. Indicators of soil quality: A south-south development of a methodological guide for linking local and technical knowledge. *Geoderma* 135, 248-259.

Barrios E., Trejo M.T. 2003. Implications of local soil knowledge for integrated soil management in Latin America. *Geoderma* 111, 217-231.

Barrios E., Bekunda M., Delve R.J., Esilaba A., Mowo J. 2001. Identifying and Classifying Local Indicators of Soil Quality – East African Edition. CIAT, SWNM, TSBF, AHI. 152 p.

Barrios E., Kwesiga F., Buresh R.J., Sprent J.I. 1997. Light fraction soil organic matter and available nitrogen following trees and maize. *Soil Science Society of America Journal* 61(3): 826-831, 1997.

- Carpenter S.R., Mooney H.A., Agard J., Capistrano D., DeFries R.S., Diaz S., Dietz T., Duraipapp A.K., Oteng-Yeboah A., Pereira H.M., Perrings C., Reid W.V., Sarukhan J., Scholes R.J., Whyte A. 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(5), 1305-1312.
- Cash D.W., Clark W.C., Alcock F., Dickson N.M., Eckley N., Guston D.H., Jager J., Mitchell R.B. 2003. Knowledge systems for sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(14), 8086-8091.
- Castellanos, E., McClain, M., Alvarez, M., Brklacich, M., Calvo, J., Coutinho, H.L. C., Osornio, J. J. and Schellenberg, M. 2008. In: Conservation to sustain ecological processes and services in landscapes of the Americas (eds. H. Tiessen & J. W. B. Stewart). SCOPE, the Scientific Committee on Problems of the Environment, IAI, the Inter-American Institute for Global Change Research, and IICA, the Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (<http://www.icsu-scope.org/Latest%20News/BookWEB.pdf>) pp 23-33.
- Clark W.C. 2007. Sustainability Science: A room of its own. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(6), 1737-1738.
- Daily G. 1997. *Nature's Services: Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington. 392 pp.
- Food and Agriculture Organization (FAO) 2007. *The State of Food and Agriculture 2007. Paying Farmers for Environmental Services*. FAO, Rome.
- Inter-American Institute for Global Change Research (2009) Home page. Science Agenda.
- Jenny H. 1941. *Factors of Soil Formation*. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Jenny H. 1980. *The Soil Resource: Origin and Behavior*. Springer-Verlag, New York.
- Kato O.R., Kato M.S.A., Sá T.D. de A., Figueredo R. 2004. Plantio direto na capoeira. *Ciencia e Ambiente* 29, 99-111.
- Kato O.R. 2008. Sistemas agroflorestais e cultivo de frutas tropicais na Amazonia. In *Simposio Japão-Brasil das Universidades e Institutos de Pesquisa*. Tokio (in press)
- Millennium Ecosystem Assessment (MA) 2005. *Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Phiri S., Barrios E., Rao I.M., Singh B.R. 2001. Changes in soil organic matter and phosphorus fractions under planted fallows and a crop rotation system on a Colombian volcanic-ash soil. *Plant and Soil* 231: 211-223.
- Sanchez P. 1995. Science in Agroforestry. *Agroforestry Systems* 30(1-2), 5-55.

Six J., Conant R.T., Paul E.A., Paustian K. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil* 241(2): 155-176.

Vandermeer J., van Noordwijk M., Anderson J., Ong C., Perfecto I. 1998. Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. *Agriculture Ecosystems and Environment* 67:1–22

Van Kerkhoff L., Lebel L. 2006. Linking knowledge and action for sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources* 31,445-477.

Verchot L.V., van Noordwijk M., Kandji S., Tomich T., Ong C., Albrecht A., Mackensen J., Bantilan C., Anupama K.V, Palm C. 2007. Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitigation and Adaptation Strategies to Global Change* 12:901–918.

Welchez L.A., Ayarza M., Amezquita E., Barrios E., Rondon M., Castro A., Rivera M., Pavon J., Ferreira O., Valladares D., Sanchez N., Rao I.M. 2008. No-burn agricultural zones in Honduran hillsides: better harvests, air quality, and water availability by way of improved land management. *Sustainable Land Management Sourcebook*, World Bank, Agriculture and Rural Development Department. pp 78-82
<http://siteresources.worldbank.org/EXTARD/Resources/3366811215724937571/eBook.pdf>

LINKS BETWEEN AGROTOURISM INDICATORS AND ENVIRONMENTAL CONSERVATION IN DIFFERENT SPACIAL LANDSCAPE SCALES

PEDREIRA^{1*} B.C. C. G.; PAYÉS^{2*}, A.; LINS^{4*}, D.B.S.; SANTOS^{5*} R.F.;
A.C.L.M.; GÓMEZ-SAL^{3**}

* Dept. Rec. of Water, Energy and Environment, College of Eng. Civil, Architecture and Urbanism, State University of Campinas, Av. Albert Einstein, 951 - C. Postal: 6021 - CEP: 13083-852 - Campinas, São Paulo, Brazil. (21) 2179-4500, e-mail: pedreira@cnpes.embrapa.br

** Dept. Ecology, Sciences, University of Alcalá de Henares, A-2, km 33.6, Madrid, Spain.

Introduction

A premise used by landscape ecologists is that the ecological integrity can be maintained if the ecological processes persist at all levels, which emphasizes the importance of defining the interrelationship between processes in different spatial extensions. The agrotourism is increasing in Brazil as an alternative to promote the rural development and conservation of rural landscapes, but these analyses are limited only to the rural propriety, disregarding the heterogeneous landscape mosaic in which it is inserted. Therefore, this study aims to evidence the links from environmental indicators on a scale *continuum* to allow a holistic definition of the agrotourism potential in an environmental conservation context.

Methods

Based on literature review, two groups of indicators were selected for the environmental potential and weaknesses, that are essential to the effectiveness of links between agrotourism and environmental conservation. The indicators were evaluated in increasing order of detail for four extensions of territory (region, municipality, sub- municipality and rural property) and four different scales (1:10.000 to 1:250.000). As a case study, an area was selected consisting of nine cities from the Mogi-Guaçú River watershed (located in the state of São Paulo-Brazil). The results were converted by the Sorensen Network simulation in magnitude degrees at each scale level, which were transferred and plotted on graphs.

Results and Conclusion

The cross-scale potentialities and impacts graphical representations showed that there are attributes that exist at all scale levels and others that affect or are expressed only at certain scale levels such as vegetation cover. The environmental weaknesses also had distribution, magnitude and specific relationship of interdependence at different scales. The results show a heterogeneous distribution of indicators that is not random, but has essential links of mutual occurrence when observed through the scales. Thus, it was possible to demonstrate that the spatial configuration to the issues raised is cross-scale interdependent. In addition, it is possible to propose alternatives that, applied in specific hierarchical levels, could empower and conciliate the conservation to the agrotourism exploration.

Taxa de germinação e fitoacumulação de metais em solos contaminados com óleo lubrificante usado

Andressa M. de Souza¹ (PG), Sérgio M. Corrêa^{1,2*} (PQ), Christiane R. C. Aguiar³ (PG), Márcia M. Gomes³ (PQ), Daniel Vidal Perez⁴ (PQ) sergiomc@uerj.br

Instituto de Química¹, Faculdade de Tecnologia² e Faculdade de Engenharia³ - UERJ
Embrapa Solos – Centro Nacional de Pesquisa de Solos - RJ

Palavras Chave: Fitorremediação, metais, óleo, solo.

Introdução

O uso do termo fitorremediação aplica-se à utilização de sistemas vegetais (árvores, arbustos, plantas rasteiras e aquáticas) e de sua microbiota com o fim de remover, degradar ou isolar substâncias tóxicas do ambiente. Incluem compostos inorgânicos, elementos químicos radioativos, hidrocarbonetos derivados do petróleo, pesticidas, herbicidas, explosivos, solventes clorados e resíduos orgânicos industriais¹.

O presente trabalho tem como objetivo mostrar a capacidade de fitorremediação das espécies em estudo, bem como, o nível de tolerância, ao que se tange a concentração do contaminante (óleo lubrificante usado). Dessa forma, parâmetros como taxa de germinação e perfil de metais fitoacumulados por espécies foram avaliados no estudo.

Resultados e Discussão

A Figura 1 indica que o girassol e o amendoim tiveram o melhor desempenho, em termos de germinação, no solo sem ou com pouco óleo (0, 0,1 e 0,5 %).

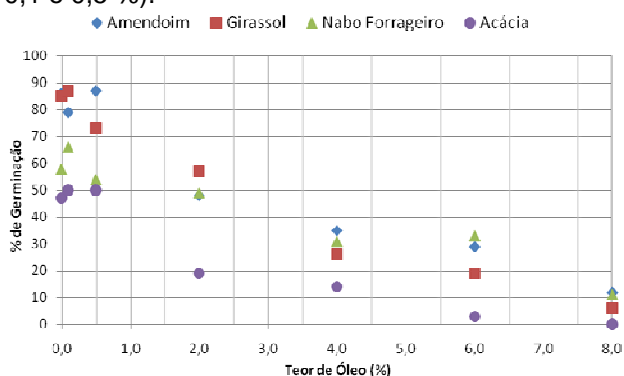


Figura 1. Percentual de germinação das espécies em função da concentração de óleo.

Já com o solo com 2% de óleo o nabo forrageiro tem um desempenho similar ao amendoim, mas inferior ao girassol. Para o solo contaminado a 4 e 6 %, com exceção da acácia, as espécies tem uma taxa de germinação em torno de 20-30%, destacando-se um melhor desempenho do nabo a 6,0%. Para o solo com 8% de óleo a taxas das espécies de germinação fica em torno de 10. O pior desempenho em todos os teores de óleo foi a acácia.

Na Tabela 1 são apresentados os perfis de fitoacumulação para alguns teores de óleo. O girassol obteve um desempenho de remoção superior para maioria dos metais analisados, como previsto na literatura. O nabo forrageiro, da mesma forma que na germinação, obteve resultados surpreendentes para remoção de metais, comparados ao amendoim, que não foi tão expressivo na remoção de metais quanto na germinação. A acácia é uma espécie que tem baixa biomassa, o que dificultou a obter quantidade suficiente para quantificar as concentrações de (4, 6 e 8%) óleo, dessa forma, utilizou-se a biomassa de 0,5% de óleo.

Tabela 1. Melhor perfil em mg kg⁻¹ de metais fitoacumulados / espécie e concentração de óleo.

Metais	E s p é c i e							
	Ah 4%	Ah 6%	Ah 8%	Ha 4%	Ha 6%	Rs 4%	Rs 6%	Ac 0,5%
Al	613	432	324	2812	1188	1524	1748	1747
Cu	1,2	1,1	1,1	-	-	-	-	-
Mn	-	-	-	25	-	-	-	15
Zn	195	181	88,3	1098	518	546	438	118
Mo	-	-	-	0,32	-	-	1,26	-
P	370	1310	670	2060	2910	880	1680	380
Ca	70	203	11	1670	550	420	630	-
Mg	80	750	100	1020	1040	270	450	-
S	504	378	669	339	-	2776	4957	1019
K	-	1800	2100	2220	2850	522	540	-
Na	92	394	683	-	-	-	-	-

*Ah = *Arachis hypogaea* (amendoim), Ha = *Helianthus annuus* (girassol), Rs = *Raphanus sativus* (nabo forrageiro) e Ac = *Acacia mangium* (acácia).

Conclusões

Este estudo inicial indicou que, além do girassol, o nabo forrageiro mostrou-se eficiente para fitorremediação de solo contaminado com óleo lubrificante usado, tanto na germinação quanto na remoção de metais em concentrações de 4 a 8%. Outros trabalhos serão conduzidos com estas espécies para outros tipos de contaminantes.

Agradecimentos

A UERJ, aos colegas LABIFI e a FAPERJ e ao CNPq pelo suporte financeiro.

¹Pletsch, M.; Charwood, B. V.; Araújo, B. S. Fitorremediação da águas e solos poluídos. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*. **1999**, 11, 26.

Interação de pireno e fenantreno com argilas em suspensão.

Silvio César Godinho Teixeira^{1*}(PG), Josino da Costa Moreira²(PQ), Luis Filipe Vieira Ferreira³(PQ), Anabela Sousa Oliveira^{3,4}(PQ), Daniel Vidal Pérez⁵(PQ), Mônica Regina da Costa Marques¹(PQ)
scgteixeira@petrobras.com.br

1-Laboratório de Tecnologia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20550-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2-Fundação Oswaldo Cruz, Av. Brasil, 4365, Manginhos, 21040-360, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 3-Centro de Química e Física Molecular, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Avenida Rovisco Pais 1049 -001 Lisboa, Portugal. 4-Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Portalegre, Lugar da Abadessa, Apartado 1487, 301- 901 Portalegre. 5-Centro Nacional de Pesquisa do Solo, Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1029, Jardim Botânico, 22460-000, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Palavras Chave: Pireno, Fenantreno, argilas.

Introdução

Argilas são aluminossilicatos que podem formar emulsões em água. Nessa solução podem formar micelas que interagem com diversas substâncias, inclusive poluentes. O pireno e fenantreno são hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) que são largamente usados como sondas para investigação fotoquímica da interação de poluentes apolares com matrizes ambientais. O objetivo desse trabalho é investigar a formação de micelas e ligação entre os HPA e as argilas.

Resultados e Discussão

As argilas de um solo Amazônico, Argissolo (P), Chernossolo (M), Latossolo Amarelo (LA), Latossolo Vermelho acriférrico (LVwf), Neossolo Quartzarênico (RQ), Organossolo (O), Organossolo Tiomórfico (OJ) e Vertissolo (V) foram extraídas segundo metodologia de Embrapa (1999). As argilas foram denominadas em função do solo de que foram extraídas. Foi analisado o teor de matéria orgânica (MO) através da análise elemental (CHNS). Prepararam-se soluções de 50 $\mu\text{g L}^{-1}$ de pireno (PYR) (Aldrich 98%) e fenantreno (PHE) (Aldrich 98%) usando água como solvente. Os testes com as soluções de PYR e PHE foram realizados utilizando 50 mg das argilas e 40 mL de solução de analito em cápsulas de vidro âmbar. As suspensões de solo foram submetidas a agitação mecânica por 24 horas (tempo de equilíbrio). A solução de argila e HPA foi analisada por espectroscopia UV-Vis (espectrofotômetro Perkin Elmer, Lambda N°9) e de fluorescência (espectrofluorímetro Perkin Elmer, modelo LS 45), no comprimento de onda de excitação de 335 nm e emissão de 376 nm. Para a análise estatística empregou-se o teste F e o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Utilizaram-se os softwares Minitab (10,0), Origin (6,0), Isofit (2,1) e SAS (9,0). O espectro de excitação do pireno apresenta 4 bandas nos comprimentos de onda, 235, 270, 319 e 335 nm. A relação de intensidade do sinal de fluorescência (I_F) em 335 nm por I_F 235 nm pode indicar a formação de ligações. As argilas, por apresentarem cargas em sua superfície, podem induzir a formação de dipolo no HPA e formar ligações do tipo dipolo-dipolo induzido. Foram obtidas essas relações nos espectros de PYR em

argila. Observou-se que as argilas LA e RQ, que são formadas basicamente de caulinita e apresentam baixo teor de matéria orgânica não formam ligações com o pireno. A argila V, formada por montmorilonita (MONT) apresenta cargas em sua superfície e é capaz de induzir a formação de dipolos e promover a interação dipolo-dipolo induzido entre o PYR e V. Nas demais argilas, o mecanismo envolvido na formação da ligações entre PYR e as argilas está correlacionado com o teor de matéria orgânica. No caso de O e M as argilas promoveram a formação de excímeros de pireno. No caso do solo amazônico, as suas argilas são argilas estratificadas, formadas por camadas 1:1 e 2:1 que interagem como a MONT. Para o fenantreno, uma relação semelhante a I_F 335nm/ I_F 235nm foi investigada usando a relação de I_F 246nm/ I_F 215nm. Mecanismos semelhantes foram observados para os espectros das soluções de fenantreno em argilas.

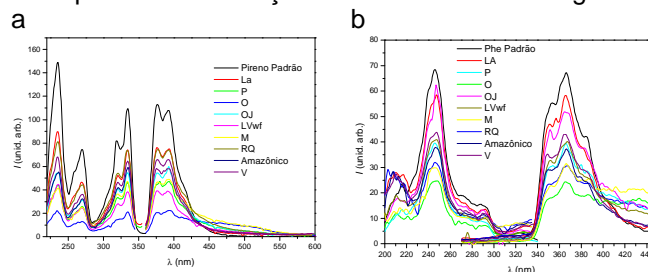


Figura 1. Espectro excitação e de fluorescência de solução de (a) PYR em argilas (b) PHE em argilas.

Conclusões

Pode-se verificar que as cargas presentes na superfícies de algumas argilas são capazes de induzir a formação de dipolos e levar à formação de ligações dipolo-dipolo induzido entre as argilas e HPAs. Em conjunto verificou-se que as argilas apresentam matéria orgânica associada, que também se apresenta como sítio de adsorção.

Agradecimentos

À Petrobras, pelo apoio financeiro.

Comportamento de um poluente orgânico persistente (POP) em Organossolos brasileiros.

Silvio César Godinho Teixeira^{1*}(PG), Josino da Costa Moreira²(PQ), Luis Filipe Vieira Ferreira³(PQ), Anabela Sousa Oliveira^{3,4}(PQ), Daniel Vidal Pérez⁵(PQ), Mônica Regina da Costa Marques¹(PQ) scgteixeira@petrobras.com.br

1-Laboratório de Tecnologia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20550-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2-Fundação Oswaldo Cruz, Av. Brasil, 4365, Manguinhos, 21040-360, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 3-Centro de Química e Física Molecular, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Avenida Rovisco Pais 1049 -001 Lisboa, Portugal. 4-Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Portalegre, Lugar da Abadessa, Apartado 1487, 301- 901 Portalegre. 5-Centro Nacional de Pesquisa do Solo, Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1029, Jardim Botânico, 22460-000, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Palavras Chave: Pireno, Organossolos, Adsorção

Introdução

A literatura atribui à matéria orgânica (MO) do solo o papel de principal sítio de adsorção. Este processo é avaliado pelo coeficiente de distribuição (k_d) do analito de interesse no solo através de uma curva de adsorção com diferentes concentrações de um analito em iguais massas de solo. Organossolos são resultantes do acúmulo de material orgânico (animais e vegetais) em ambiente mal ou muito mal drenados. Por isso, esses solos são compostos por altas concentrações de MO, que apresentam diferentes graus de oxidação. O objetivo desse trabalho é avaliar a adsorção e dessorção de pireno, um POP, em um Organossolo Típico (O) e um Organossolo Tiomórfico (OJ).

Resultados e Discussão

A mineralogia dos solos foi caracterizada segundo manual de análises de solos da Embrapa Solos. Foi analisado o teor de matéria orgânica (MO) através da análise elementar (CHNS). Os estudos de adsorção e dessorção foram realizados em cápsulas de vidro âmbar de 50 mL. Prepararam-se soluções aquosas de 15, 30, 45, 60, 75 e 100 $\mu\text{g L}^{-1}$ de pireno (PYR) (Aldrich 98%) e CaCl_2 e NaN_3 0,01 mol L^{-1} . Os testes com as soluções de PYR foram realizados utilizando 50 mg de solos e 40 mL de solução. As suspensões de solo foram submetidas à agitação mecânica por 24 horas (tempo de equilíbrio). As soluções de solo e HPA foram centrifugadas e o sobrenadante analisado por espectroscopia UV-Vis (espectrofotômetro Perkin Elmer, Lambda N°9) e de fluorescência (espectrofluorímetro Perkin Elmer, modelo LS 45), no comprimento de onda de excitação de 335 nm e emissão de 376 nm. Para a análise estatística empregou-se o teste F e o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Utilizaram-se os softwares Minitab (10,0), Origin (6,0), Isofit (2,1) e SAS (9,0). Observou-se que o k_d do O ($7,25 \times 10^6$ kg L^{-1}) é maior que o encontrado para OJ ($1,26 \times 10^6$ kg L^{-1}). Os espectros de emissão do O e OJ indicaram

que a matéria orgânica de ambos dessorvem da matriz mineral. O teor de MO dessorvida de OJ é maior do que O (figura 1). Esse fato parece ser explicado pela mineralogia dos solos. OJ apresenta maior teor de areia, que são incapazes de fixar a MO no solo. Em função da MO dessorvida (MOD) estudou-se a capacidade de adsorção de pireno da MOD de O e OJ, que pode ser um importante mecanismo de transporte de substâncias no solo. A capacidade de adsorção de PYR da MOD de O ($50,23$ kg L^{-1}) é maior que a de OJ ($40,72$ kg L^{-1}). Os espectros de emissão indicaram que ocorre interação dipolo-dipolo induzido entre a MOD dos solos e o PYR. Indicaram ainda que a MOD de OJ é capaz de provocar a dimerização do PYR.

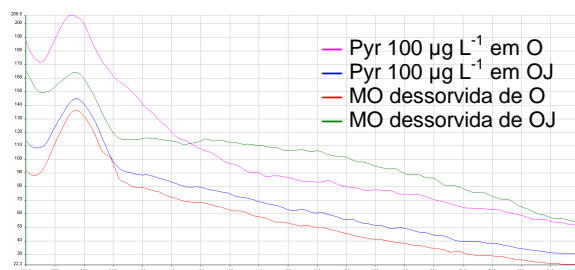


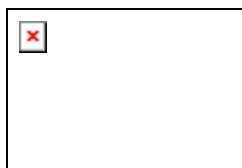
Figura 1. Espectros de emissão do Pyr na presença da MOD de O e OJ e os espectros de emissão de MOD de O e OJ.

Os estudos de dessorção indicaram que o PYR dessorve mais do O ($16,8$ kg L^{-1}) do que do OJ ($7,93$ kg L^{-1}). Mesmo assim se comparado com o valor de k_d para adsorção pode-se considerar que praticamente não dessorve.

Conclusões

Os Organossolos apresentaram k_d maiores que outros solos descritos na literatura. No entanto, em ambos os solos a MO dessorve. Esse material apresenta também capacidade de adsorção de PYR, o que pode ser um mecanismo de transporte de poluente no solo.

Agradecimentos



APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO A TAXA VARIÁVEL E SEU EFEITO SOBRE O ESTADO NUTRICIONAL DA SOJA

APPLICATION OF LIME AND GYPSUM AT VARIABLE RATE AND ITS EFFECTS NUTRITIONAL STATUS OF SOYBEAN

CABRAL, W. C.¹; FERREIRA, C. E.G.²; FERREIRA FILHO, S. M.¹; SANTOS, D. C.¹; BENTO, J. C.²; BENITES, V. M.³, PRADO, R. B.³;

¹ Estagiário Embrapa Solos - FESURV – Universidade de Rio Verde - GO, ² Estagiário Embrapa Solos – UERJ, ³ Pesquisador Embrapa Solos – Rio de Janeiro – RJ.

Resumo

A utilização da agricultura de precisão promove maior eficiência na utilização de fertilizantes e corretivos, gerando economia para o produtor. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o estado nutricional da soja em uma área onde os corretivos foram aplicados à taxa variável em esquema de agricultura de precisão. Amostras foliares georeferenciadas de soja foram obtidas em um talhão com 228 hectares na safra 2008/2009, em uma malha de 44 pontos, seguindo o mesmo padrão da coleta de solos para a elaboração do mapa de aplicação de corretivos. As amostras foliares foram submetidas à digestão e foram determinados os teores de macronutrientes. A partir da matriz de dados foi aplicada a *Krigagem* Ordinária e a modelagem dos semivariogramas experimentais para cada nutriente estudado. Foi observada uma homogeneidade dos teores foliares de Ca e Mg na área estudada, mas os teores de N, P, K e S apresentaram variação espacial. Observou-se uma correlação negativa entre os teores de foliares de Ca e P, sendo que os maiores teores de Ca, e os menores teores de P, ocorreram em locais aonde a aplicação de calcário foi maior que 4 Mg ha⁻¹. Conclui-se que a aplicação de gesso e calcário foi eficiente para o equilíbrio de Ca e Mg na área mas influenciou os níveis de outro macronutrientes que não receberam aplicação à taxa variável, mostrando interação entre corretivos e fertilizantes no estado nutricional da soja

Palavras chave: agricultura de precisão, análise foliar, corretivos.

Introdução

A agricultura de precisão possibilita a execução precisa de um ciclo de técnicas produtivas, gerando economia, aumento de produtividade e maior sustentabilidade do solo ao longo do tempo. O conhecimento detalhado de uma área ou até mesmo de uma região, apresenta as características existentes em cada parte de uma propriedade rural. Os nutrientes presentes no solo muitas vezes não são absorvidos, e o método de diagnose foliar se torna muito importante para avaliar o estado nutricional da planta, e assim suprir as necessidades e solucionar possíveis relações indesejáveis que ocorrem no solo. Quando associados os dois métodos, é possível obter dados nutricionais do solo, e conseqüentemente realizar uma correção homogênea. Para isto, se faz uso de métodos geoestatísticos para estimativa de valores em locais não amostrados, fornecendo ferramentas para a análise espacial de atributos que possuem distribuição contínua em determinada porção do espaço (VALENCIA, 2004). A *Krigagem* é um conjunto de métodos de interpoladores espaciais lineares ponderados, e segundo CRESSIE (1993), a *Krigagem* Ordinária é um dos métodos mais simples e usados na Geoestatística para a interpolação espacial. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o estado nutricional da soja em uma área aonde os corretivos foram aplicados à taxa variável em esquema de agricultura de precisão.

Material e métodos

A coleta do material foliar foi executada em um talhão de 228 hectares, de uma propriedade localizada na região sudoeste do estado de Goiás, no município de Jataí, onde inicialmente foram aplicados gesso e calcário a taxa variável, seguindo procedimento de agricultura de precisão. As doses aplicadas de gesso e calcário variaram de 500 a 1200 kg e 1200 a 4200 kg, respectivamente. A soja (variedade Coodetec CD 229) foi plantada em 20 de novembro de 2009 e adubada uniformemente no plantio com 500 kg/ha de 0-32-0 e em cobertura a lanço 217 kg/ha de KCl. Foram coletadas quarenta e quatro amostras foliares, georreferenciadas, formando uma malha de um ponto a cada cinco hectares, nos mesmos pontos utilizados para a coleta de solo e elaboração do mapa de aplicação de corretivos. As amostras foliares foram submetidas a digestão e os macronutrientes determinados conforme Embrapa (1999).

Os dados dos teores foliares dos macronutrientes N, P, K, S, Ca e Mg foram importados para o programa ArcGIS 9.3 da ESRI, e através do módulo *Geostatistical Analyst* foi feita a análise exploratória dos dados, observando informações por meio de Histogramas e Semivariogramas, onde cada nutriente apresentou assimetria ou simetria na distribuição dos dados. Em seguida, partiu-se para a Krigagem Ordinária, e então para modelagem dos semivariogramas experimentais separadamente para cada nutriente (N, P, K e S). Para o S foi utilizado o modelo de semivariograma esférico, para o N e K, o modelo exponencial e para o P, o modelo Quadrático Racional. Finalmente, foi feito o fatiamento em classes sobre os valores da superfície interpolada segundo os níveis foliares de referência estabelecidos por Sfredo et al. (2001). Os mapas gerados foram comparados visualmente entre si e com os mapas de aplicação de corretivos.

Resultados, discussões e conclusões

A distribuição de cada macronutriente mostrou padrão distinto, apresentando teores variáveis quanto à taxa de exigências da cultura. Cálcio e Magnésio apresentaram níveis homogêneos para toda a área, com pouca variação espacial, indicando teores classificadas como suficientes ou médios.

Os teores de fósforo apresentaram valores que alternaram entre suficiente ou médio e alto, mesmo considerando que a aplicação desse nutriente se deu de forma homogênea em toda a área (Fig. 1 a). Esse resultado indica que a absorção de P pela planta depende não somente da quantidade de fertilizante aplicado, mas também de outros fatores do solo. Observou-se uma correlação negativa entre o teor de P e Ca foliar ($R = -0,63$), sendo que os locais onde foram aplicadas as maiores doses de calcário apresentaram maior teor foliar de Ca e menor teor foliar de P. A explicação para essa relação pode estar relacionada a mecanismos de interação entre o P e o Ca no solo, ou também a processos de natureza biológica. Microorganismos do solo, sobretudo fungos e actinomicetos, quando expostos a condições de crescimento e desenvolvimento favoráveis, atuam na produção de fosfatase aumentando a eficiência de absorção de P pelas plantas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002). Esses grupos de microorganismos apresentam máxima eficiência em condições ácidas, sendo que o aumento de pH pode reduzir sua atividade. Nesse caso, nos pontos onde a aplicação de calcário superou as 4 Mg ha⁻¹ pode ter havido um efeito supressor sobre a atividade de fungos solubilizadores e P e conseqüentemente uma menor absorção desse nutriente pela soja.

Os valores observados de potássio foram classificados entre baixo e médio. A maior parte da área apresentou baixos teores, sendo que os teores médios se estenderam em poucos pontos, de forma heterogênea e pontual (Fig. 1 b).

Os valores observados de nitrogênio foram classificados como teores muito baixos e baixos. Esses valores se explicam pela baixa eficiência na fixação biológica de N em se tratando de uma área recém convertida a agricultura (Fig. 1 c). Os níveis de Enxofre (S) foram os que apresentaram maior variação entre todos os macronutrientes. As quantidades variaram entre teores muito baixos, baixos e médios, e de forma heterogênea em toda a área (Fig. 1 d), seguindo um padrão similar ao padrão observado para N. Esses nutrientes estão relacionados à matéria orgânica do solo. Foi observada relação negativa entre o teor foliar de S e a quantidade de gesso aplicada ($r = -0,33$), mostrando que a matéria orgânica do solo foi mais eficiente no fornecimento do S que o gesso.

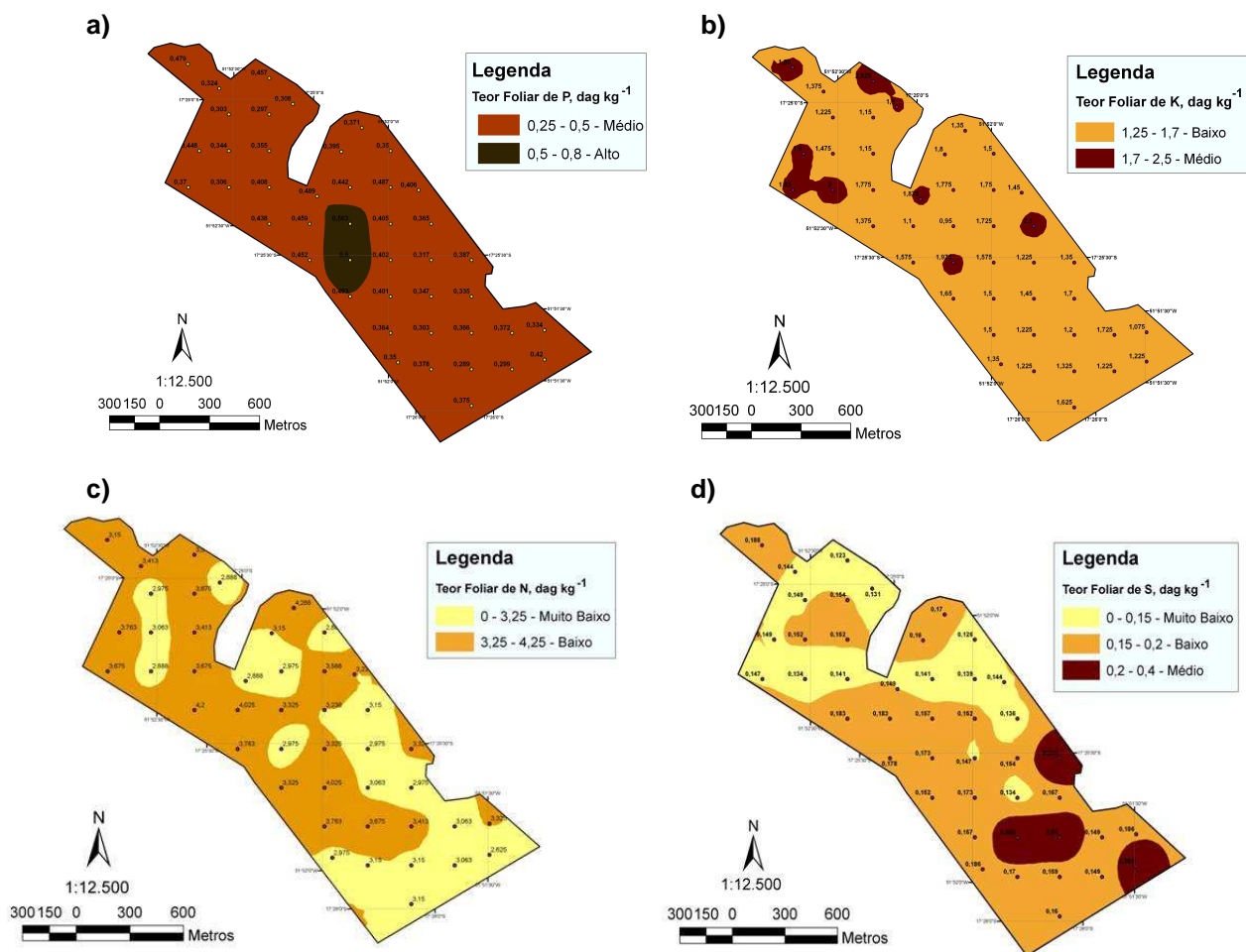


Figura 1 . Mapas da distribuição espacial dos teores foliares de macronutrientes em u área cultivada com soja

Conclui-se que absorção dos macronutrientes apresentou variações não só pela quantidade aplicada do adubo, mas também por aspectos existentes no solo e interferência até mesmo de outros macronutrientes. A aplicação de corretivos a taxa variável foi eficiente para a correção das variações espaciais relativas aos nutrientes Ca e Mg, mas não foi eficiente em relação à correção das variações espaciais relativas ao S.

Agradecimentos

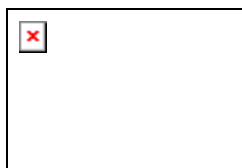
Os autores agradecem a AP Agri Goiás, em nome de seus diretores, Nelson Dall'Acqua e Joel Ragagnin, pelo apoio à coleta de dados e amostras foliares. Agradecemos ao *International Potash Institute* pelo apoio financeiro às análises foliares.

Referências

CRESSIE, N.A.C. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 900p.

VALENCIA, L. I. O ; MEIRELLES, M. S. P.; BETTINI, C. Geoestatística Aplicada à Agricultura de Precisão. In: Pedro Luis de Oliveira Machado; Alberto C. C. Bernardi; Carlos Alberto Silva. (Org.). **Agricultura de Precisão no Manejo da Fertilidade do Solo em Sistema de Plantio Direto**. 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004, v. 1, p. 31-61.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e Bioquímica do Solo. Lavras: UFLA, 2002, v.1, p. 81-152.



CORRELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E A PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO SUDOESTE DO ESTADO DE GOIÁS

CORRELATION BETWEEN SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES AND THE SOYBEAN PRODUCTIVITY IN NO TILL SYSTEM IN THE SOUTHWEST OF THE GOIAS STATE - BRAZIL

GOMES, G. V.¹; FERREIRA FILHO, S. M.²; CABRAL, W. C.²; SANTOS, D. C.²; BENITES, V. M.³. ¹Mestranda pela FESURV - Universidade de Rio Verde, ²Graduando pela Universidade de Rio Verde - FESURV, Rio Verde - GO; ³Pesquisador Embrapa Solos, Rio de Janeiro – RJ. e-mail: vinicius@cnpq.embrapa.br

Resumo

Este trabalho teve por objetivo verificar possíveis correlações entre atributos físicos do solo com a produtividade da soja, em área sob plantio direto na região do Sudoeste Goiano. Foram selecionadas 31 áreas de produção de soja, sendo amostradas as camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm para análise de atributos físicos, sempre em cinco repetições de campo. A produtividade da soja foi determinada pela coleta de parcelas de 6 m², também em cinco repetições. As amostras de solo foram submetidas à análise de densidade, macro e microporosidade e estabilidade de agregados. O diâmetro médio de agregados apresentou correlação positiva e significativa com a produtividade, em especial nas amostra das camada de 0-10 cm. Esse resultado mostra importância em se fazer um bom manejo do sistema de plantio direto, utilizando culturas na entressafra que produzam quantidades suficientes de resíduos vegetais que favoreçam o aumento no teor de matéria orgânica do solo e consequentemente melhor estruturação, para que se obtenham melhores rentabilidades e maior sustentabilidade das áreas de cultivo de soja sob plantio direto no Sudoeste Goiano.

Palavras-chave: Estabilidade de agregados, diâmetro médio de agregados, estrutura do solo

Introdução

Em relação à física do solo alguns estudos em áreas sob sistema de plantio direto mostram que este sistema proporciona maior densidade, maior microporosidade e menores valores de macroporosidade e porosidade total nas camadas superficiais do solo (Stone et al., 1999; Corrêa, 1985) em comparação com o sistema de preparo convencional. Porém com aumento do tempo de cultivo sob o sistema de plantio direto o solo pode apresentar melhoria nas condições estruturais como foi observado por Costa et al. (2003), redução da densidade do solo em subsuperfície e pelo aumento da estabilidade de agregados nas camadas superficiais. Em áreas sob cultivo de sistema de plantio direto também é observado maior conservação da água no solo (Stone et al. 1999), o que pode neutralizar o efeito do maior adensamento e concentração de nutrientes nas camadas superficiais do solo.

Em função das diferentes formas de condução do sistema de plantio direto observam-se alterações sobre os atributos físicos do solo em áreas de cultivo sob este sistema. A variabilidade da fertilidade do solo e dos atributos físicos e a quantidade de adubos aplicado no solo podem influenciar na produtividade da soja na região.

O objetivo deste estudo foi verificar a correlação entre atributos físicos do solo e a produtividade da soja, em área sob plantio direto na região do Sudoeste Goiano.

Material e métodos

Foram amostradas 31 áreas de produção de soja em quatro municípios do Sudoeste Goiano: Rio Verde, Montividiu, Santa Helena e Castelândia nas profundidades de 0-10, 10-20 e

20 a 40 cm. Os atributos físicos do solo avaliados foram: textura determinada por meio do método da pipeta (GEE & BAUDER, 1986); estabilidade de agregados em água determinada pelo método descrito por (Kemper & Chepil (1965), onde foram utilizadas amostras de solo passadas em uma peneira com malha 8 mm e retidas na de 4,96 mm. A estabilidade de agregados em água foi obtida pelo cálculo dos índices de diâmetro médio geométrico (DMG) e o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados; densidade do solo onde foram utilizadas amostras indeformadas, retiradas por meio do anel de Uhland, (Blake, 1965); macro e microporosidade, onde foi utilizado o método descrito por Richards (1965), empregando-se a tensão de 0,006 MPa para separar os poros com diâmetros maiores e menores (macro e microporos) que 0,05 mm, através da unidade de sucção, após saturação prévia da amostra de acordo com metodologia da EMBRAPA (1997). Os dados dos atributos físicos foram submetidos a análise de correlação com a produtividade medida utilizando-se o programa Statistica.

Resultados, discussão e conclusões

Entre os atributos físicos avaliados, o diâmetro médio geométrico (DMG) e o diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados, foram os que apresentaram coeficientes de correlação de Pearson positivo e significativo com a produtividade da soja na profundidade de 0-10 cm (Tabela 1). Estes resultados estão de acordo com Santi (2007), o qual observou em seu estudo que a classe de agregados maior que 4,76 mm assim como o DMG foram eficientes em separar as zonas potenciais produtivas em alta, média e baixa e concluiu que a qualidade física do solo esta influenciando no rendimento das culturas.

Os coeficientes de correlação de Pearson entre a produtividade da soja e a porosidade total, macro e microporos foram positivos, porém não significativos. Os menores valores de coeficientes de correlação foram observados para a microporosidade (Tabela 1). Estes resultados corroboram com Santos et al. (2006), com objetivo de estudar as correlações lineares e espaciais entre produtividade de grãos de milho, densidades da partícula e do solo e a porosidade total de um Latossolo Vermelho Distroférrico, sob plantio direto.

A densidade do solo apresentou coeficientes de correlação negativos, embora não significativos, com a produtividade da soja nas três profundidades avaliadas (Tabela 1) respectivamente. Estes resultados estão um pouco superiores ao observado por Santos et al. (2006) os quais verificaram coeficiente de correlação linear simples negativo entre densidade do solo e produtividade do milho de ($r = -0,212$).

Tabela 1. Coeficientes de correlação (Pearson), obtidos entre a produtividade da soja e alguns atributos físicos do solo.

Prof	DMG	DMP	DS	PT	Macro	Micro
0-10	0,55**	0,55**	-0,30	0,31	0,27	0,07
10-20	0,42	0,43	-0,28	0,29	0,30	0,09
20-40	0,12	0,21	-0,27	0,32	0,28	0,17

** significativo 1%; DMG-Diâmetro médio geométrico; DMP-Diâmetro médio ponderado; DS-Densidade do solo; PT-Porosidade total; Macro e Microporos

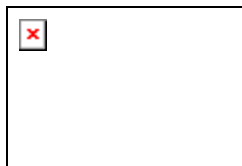
Conclui-se que a produtividade da soja em áreas de plantio direto esta sendo influenciada por atributos físicos relacionados a estrutura do solo aonde solos bem estruturados apresentam maior produtividade. Dessa forma, recomenda-se que os atributos físicos do solo em áreas de produção sejam monitorados visando identificar as melhores formas de manejo do sistema que permitam a melhoria nas condições físicas do solo e consequentemente aumentem o potencial produtivo da soja.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Agrisus pelo apoio a tese de mestrado da primeira autora e ao *International Potash Institute*, pelo apoio financeiro a coleta de dados e análises, no âmbito do projeto Aduba Brasil.

Referências

- COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; C. WOBETO, C.R. **Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, p.527-535, 2003.
- GEE, G.W. & BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: **Methods of soil analysis.** Part 1, 2nd ed., Madison, American society of Agronomy, p. 383-411, 1986.
- GIMENES, L.M.; MOLIN,J.P. **Fertilidade do solo e sua influência no rendimento das culturas: proposta de uma metodologia para definição de unidades de manejo.** Disponível: <http://br.monografias.com/trabalhos901/fertilidade-solo-culturas/fertilidade-solo-culturas.pdf>. Acessado em 30/01/2009.
- SANTI, A.L. **relações entre indicadores de qualidade do solo e a produtividade das culturas em áreas com agricultura de precisão.** Tese de doutorado. Santa Maria, RS. 2007.
- STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. **Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.34, n.1, p.83-91, janeiro, 1999.



CORRELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS DE FERTILIDADE DO SOLO E APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES SOBRE A PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA REGIÃO SUDOESTE DO ESTADO DE GOIÁS

CORRELATION BETWEEN SOIL FERTILITY ATTRIBUTES AND FERTILIZER APPLICATION ON THE SOYBEAN PRODUCTIVITY UNDER NO TILL IN THE SOUTHWEST REGION OF THE GOIAS STATE - BRAZIL

GOMES, G. V.¹; FERREIRA FILHO, S. M.²; CABRAL, W. C.²; SANTOS, D. C.²; BENITES, V. M.³. ¹Mestrada pela FESURV - Universidade de Rio Verde, ²Graduando pela Universidade de Rio Verde - FESURV, Rio Verde - GO; ³Pesquisador Embrapa Solos, Rio de Janeiro – RJ. e-mail: vinicius@cnps.embrapa.br

Resumo

A fertilidade do solo possui atributos que influenciam diretamente na produtividade da soja. A quantidade de fertilizantes aplicados é um dos fatores que contribuem para a construção da fertilidade do solo, e que pode assim interferir na produtividade da cultura da soja. Este trabalho teve por objetivo verificar possíveis correlações entre atributos de fertilidade do solo com a produtividade da soja, em área sob plantio direto na região do Sudoeste Goiano. Foram selecionadas 31 áreas de produção de soja, sendo amostradas a camada de 0-20 cm para análises de atributos químicos, sempre em cinco repetições de campo. As amostras de solo foram submetidas à análise de rotina de fertilidade. Os resultados mostraram a importância em se fazer um bom manejo do sistema de plantio direto, utilizando culturas na entressafra que produzam quantidades suficientes de resíduos vegetais que favoreçam o aumento no teor de matéria orgânica do solo para que se obtenham melhores rentabilidades das culturas e maior sustentabilidade das áreas de cultivo de soja sob plantio direto no Sudoeste Goiano.

Palavras-chave: *Glycine max*, plantio direto, produtividade da soja, fertilidade.

Introdução

O sistema de plantio direto é a forma de cultivo predominante para plantio da soja na região do Sudoeste Goiano. O cultivo sob sistema de plantio direto está promovendo ao solo algumas características próprias aos solos cultivados sob este sistema. Alguns estudos em áreas cultivadas sob plantio direto, vêm mostrando acúmulo superficial de nutrientes nas camadas superficiais do solo (0-10 cm) (Guimarães et al., 2003; Silveira et al. 2000; Martinazzo, 2006; Cavalcante et al., 2007), principalmente de P, devido a aplicação superficial de nutrientes, liberação de nutrientes dos restos de culturas na superfície do solo e o não revolvimento do solo nestas camadas. Contudo estudos realizados por (Kluthucouski, 2000; Silveira & Stone, 2003), comparando a produtividade da soja cultivada sob diferentes preparos do solo em comparação com plantio direto, mostraram que este sistema de cultivo não diminui a produtividade da soja.

A soja é uma cultura que se adapta bem a condições adversas e também a concentração de nutrientes na superfície do solo não prejudica a produção desta cultura devido à maior umidade na superfície do solo e ao maior desenvolvimento radicular na camada superficial.

Material e métodos

Foram amostradas 31 áreas de produção de soja em quatro municípios do Sudoeste Goiano: Rio Verde, Montividiu, Santa Helena e Castelândia. Observou-se o histórico de

sucessão de culturas utilizado em cada área nos últimos três anos e adubação da safra de verão 2006/2007. A coleta de solo para o referente estudo foi realizada antecedendo a safra de verão 2007/2008. O tipo de solo predominante nas áreas estudadas é o Latossolo Vermelho distrófico de textura média (35 a 60% argila) e argilosa (> 60% argila).

O solo foi coletado na profundidade de 0-20 cm para análises de fertilidade com cinco repetições, cortando transversalmente a linha de plantio da soja. Para determinação da fertilidade foram realizadas análises de pH (CaCl₂), P(mehlich), K, Ca, Mg, S, Al, H+Al, matéria orgânica (MO) segundo a metodologia da Embrapa (1997).

Resultados, discussão e conclusão

Não foram observadas correlações significativas entre os atributos de fertilidade e a produtividade da soja. Apesar de não haver correlação significativa, a M.O. e a CTC do solo apresentaram maiores coeficientes de correlação com a produtividade da soja, sendo de 0,29 e 0,27, respectivamente.

A baixa correlação dos atributos de fertilidade com a produtividade da soja pode ser explicada porque a fertilidade do solo nesta região já atingiu índices considerados satisfatórios para a produção da soja.

Analisando as correlações entre adubação fosfatada e potássica com a produtividade da soja (Figuras 1 e 2), verifica-se que as doses de P₂O₅ e de K₂O aplicadas no solo nas áreas de produção de grãos no Sudoeste Goiano, não estão promovendo o aumento da produtividade da soja. Estes resultados estão de acordo com (Kluthcouski et al., 2000) que não observaram maiores produtividades da soja em função da adubação em solos com níveis médios e/ou altos de nutrientes.

Nas áreas de produção de grãos no Sudoeste Goiano parece estar havendo uma generalização em relação à adubação fosfatada e potássica, onde nem sempre as doses aplicadas no solo destes nutrientes então de acordo com a recomendação para adubação nas regiões do cerrado segundo Souza e Lobato (2004).

Benites (2008) observaram que na região do Sudoeste Goiano são utilizadas as mesmas formulações de adubos para diversas áreas, e que nem sempre a adubação nas áreas desta região é feita com base em análises de solo. O que pode estar levando a um desequilíbrio de nutrientes no solo e em consequência disso a não resposta da adubação com P₂O₅ e de K₂O sobre a produtividade da soja.

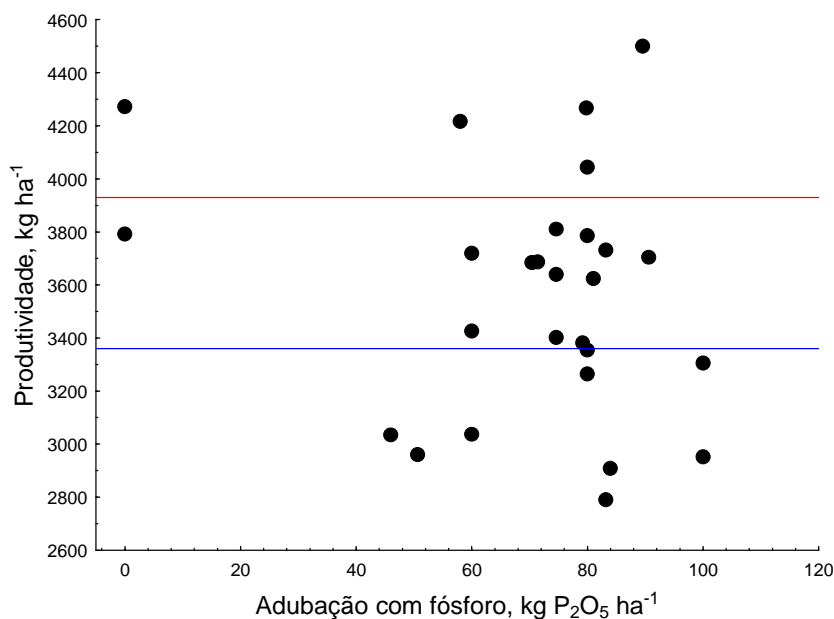


Figura 1. Relação entre a produtividade da soja e a adubação com fósforo, dividida em faixas de alta (acima da linha vermelha), média (entre as linhas) e baixa produtividade (abaixo da linha azul).

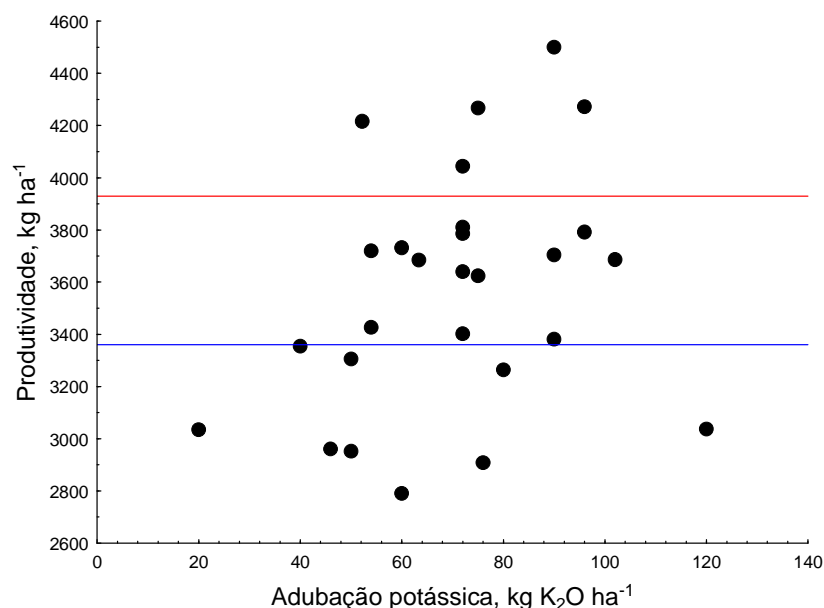


Figura 2. Relação entre a produtividade da soja e a adubação com potássio, dividida em faixas de alta (acima da linha vermelha), média (entre as linhas) e baixa produtividade (abaixo da linha azul).

Conclui-se que os atributos químicos do solo não estão influenciando a produtividade da soja nos atuais níveis em que se encontram no sudoeste goiano. Há margem para a redução da adubação em várias situações e os parâmetros técnicos para essa decisão devem ser melhor estudados, considerando o efeito residual de sucessivos anos de cultivo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Agrisus pelo apoio a tese de mestrado da primeira autora e ao *International Potash Institute*, pelo apoio financeiro a coleta de dados e análises, no âmbito do projeto Aduba Brasil.

Referências

- GUIMARÃES, G.L.; BUZETTI, S.; SILVA, E.C.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. **Culturas de inverno e pousio na sucessão da cultura da soja em plantio direto Maringá**. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 25, no. 2, p. 339-344, 2003.
- MARTINAZZO, R. **Diagnóstico da fertilidade de solos em áreas sob plantio direto consolidado**. Dissertação de mestrado, Santa Maria, RS, Brasil 2006.
- CAVALCANTE, E.G.S.; ALVES, M.C.; SOUZA, Z.M.; PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1329-1339, 2007.
- KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C.M.; FERRARO, L.A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agricola**, v.57 n.1, Piracicaba Janeiro/Março, 2000.
- Silveira, P.M.; Stone, L.F. Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas na produtividade de milho, soja e trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.240-244, 2003.
- GIMENES, L.M.; MOLIN, J.P. Fertilidade do solo e sua influência no rendimento das culturas: proposta de uma metodologia para definição de unidades de manejo. Disponível: <http://br.monografias.com/trabalhos901/fertilidade-solo-culturas/fertilidade-solo-culturas.pdf>. Acessado em 30/01/2009.
- BENITES, V.M. Otimização do uso de fertilizantes na região dos cerrados. **Centro Tecnológico Comigo: Resultados 2008**, p.9-11, 2008.



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA

II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

Metodologias Participativas: Uma Alternativa para o Estudo de Agroecossistemas com Barragens Subterrâneas no Semiárido*

Participatory Methodologies: an Alternative for the Study of Agroecosystems with Subsurface Dams in Semiarid

FERREIRA, Gizelia Barbosa. Mestranda/UFSCar Bolsista/CNPq Embrapa Solos UEP Recife, gizeliaferreira@gmail.com; CHAVES, Vanessa Carine. IBGE, karis_chaves@hotmail.com; MOREIRA, Márcia Moura, Bolsista/CNPq Embrapa Solos UEP Recife, marci_amore_i@hotmail.com; SILVA, Maria Sonia Lopes da. Embrapa Solos UEP Recife, sonia@uep.cnps.embrapa.br; COSTA, Manoel Baltasar Baptista da. Professor/UFSCar, baltasar@cca.ufscar.br; ALVES, Carmen de Almeida, Mestranda/UFSCar, carmenaalves@gmail.com; MENDONÇA, Claudio Evangelista dos Santos. Mestrando/UFRPE, claudioesmendonca@gmail.com.

Resumo

O objetivo desse trabalho foi discutir as limitações e potencialidades das metodologias participativas, quando aplicadas no diagnóstico e análise de cinco agroecossistemas com barragens subterrâneas, nos Estados da Bahia, Pernambuco e Paraíba, região Nordeste do Brasil. A barragem subterrânea vem transformando a realidade da agricultura familiar dependente de chuva, principalmente em relação ao prolongamento das atividades na agricultura para o período "seco". As metodologias participativas facilitam a análise e compreensão sistêmica das interações que ocorrem no meio ambiente a partir de um diálogo profundo entre os agricultores e os pesquisadores. As metodologias utilizadas foram baseadas no MESMIS e no Diagnóstico Rural Participativo, mostrando-se eficientes na geração de conhecimentos para o diagnóstico e avaliação de agroecossistemas, principalmente quando utilizadas em famílias que tinham uma participação social efetiva (religiosa, cultural e/ou política).

Palavras-chave: Agroecologia, diálogo, agricultura familiar.

Abstract

The aim of this work was to discuss the limitations and potential of participatory methods, when applied in the diagnosis and analysis of five agroecosystems with subsurface dams, in the states of Bahia, Pernambuco and Paraíba, Northeast Brazil. The subsurface dam is transforming the reality of family farming mainly dependent on rain for the extension of activities in agriculture for "dry". The participatory methodologies facilitate the analysis and understanding of the interactions of the environment in a systemic way when promoting a deeper dialogue between farmers and researchers. The methods used were based on the same diagnosis and the Rural Participatory and is efficient in the generation of knowledge for the diagnosis and assessment of agroecosystems, especially when used in families that had an effective social participation (religious, cultural and / or policy).

Keywords: Agroecolog, dialogue, family agriculture.

Introdução

A realidade do semiárido brasileiro é bastante complexa, tanto pelas condições ambientais,



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA

II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

com baixos índices pluviométricos, de 300 a 800 mm/ano, concentrados em quatro meses do ano, quanto pelas relações sociais descendentes do coronelismo e da subserviência, cultura essa resistente ainda em várias comunidades da região.

A agricultura familiar do semiárido vive uma nova fase após o acesso as alternativas de captação e armazenamento de água de chuva. Iniciou-se com a construção de cisternas para abastecimento humano e evoluiu para alternativas de captação para o consumo animal e para a agricultura. A barragem subterrânea surgiu então, como uma alternativa para a convivência com a seca prolongando o período de umidade no solo em até oito meses, através do barramento subterrâneo de água das chuvas. As características dessa tecnologia vêm transformando a realidade da agricultura familiar dependente de chuva principalmente em relação ao prolongamento das atividades na agricultura para o período “seco”, antes um tempo direcionado somente para a criação animal.

Para compreender essas transformações nas propriedades do semiárido o agricultor, sujeito dessas mudanças, deve participar ativamente do processo investigativo.

Assim, a pesquisa participativa vem ganhando espaço no meio científico, pois oferece não só possibilidades de aprofundamento dos conhecimentos em campo, como também o aprofundamento da relação entre pesquisador-sujeito e agricultor-sujeito no âmbito geral do tema pesquisado. Esse processo de pesquisa pode gerar a retroalimentação do conhecimento em função da transformação da realidade estudada visto que envolvem o agricultor no processo de investigação e na discussão dos resultados, promovendo uma troca de saberes que enriquece a pesquisa.

Várias metodologias podem ser utilizadas buscando envolver o agricultor na pesquisa-experimentação, entre elas a investigação-ação/pesquisa-ação, discutida por Thiollent (2007), baseada no diálogo e no estímulo ao empoderamento dos conhecimentos pelos agricultores, tentando trazer a realidade do agricultor para o ambiente da pesquisa e vice-versa, promovendo essa troca de saberes, que a agroecologia busca basear-se, e construindo soluções (ações) caso se mostrem necessárias.

Na pesquisa agroecológica dois métodos vem sendo bastante utilizados e testados: o Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais (MESMIS) e o Diagnóstico Rural Participativo (DRP). O MESMIS é um projeto de avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas criado em 1995 pelo Grupo Interdisciplinar de Tecnologia Rural Apropriada (GIRA) (México) (MASERA, ASTIER, LÓPEZ-RIDAURA, 2000). Enquanto que, o DRP é uma metodologia baseada nos Diagnósticos Rurais Rápidos (DRR) que evoluíram entre a década de 70 e 80, visando a partir de “uma construção coletiva e dialógica (auto-análise e autodeterminação), coletar informações atuais, passadas e projeções futuras sobre o estado dos recursos naturais, da situação econômica, social e outros aspectos importantes para a comunidade estudada, desencadeando a avaliação dos problemas e a construção de soluções” (VERDEJO, 2006).

Esse trabalho tem por objetivo, discutir as limitações e potencialidades das metodologias participativas, quando aplicadas nos agroecossistemas com barragem subterrânea e tem como unidade de análise o grupo familiar rural da região semiárida.

Metodologia

O trabalho está sendo realizado em cinco propriedades de agricultura familiar do semiárido brasileiro, distribuídas nas cidades de: Serrolândia – Bahia (1), Ouricuri – Pernambuco (2), Remígio e Solânea na Paraíba (2).

As metodologias utilizadas foram baseadas no MESMIS e no Diagnóstico Rural



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

Participativo, do qual foram retiradas algumas ferramentas, como: Observação participante, Travessia, Entrevista semi-estruturada, Construção de mapas de recursos naturais da propriedade, construção de calendário de atividades (homens, mulheres e crianças), calendário sazonal e calendário de culturas. Outro recurso utilizado foi à construção de cadernetas/diários de campo, nos quais os agricultores buscavam colocar observações, desenhos e/ou fotos sobre a sua propriedade em um período de cinco meses. Esse recurso também foi utilizado pela equipe de pesquisadores buscando discutir ao final do processo as observações realizadas pelas duas partes. Concomitante a essas ferramentas foram realizadas observações sobre o solo e o sistema de manejo, realizando em conjunto com os agricultores coletas para análises de químicas, físicas e biológicas do solo. As metodologias foram utilizadas em conjunto com dinâmicas de grupo, as quais buscavam estimular a participação da família nas atividades e na construção coletiva das ferramentas propostas, chegando assim a uma visão mais ampla da propriedade e das percepções que cada indivíduo, mulher, homem, adolescente e/ou criança, tem de seu ambiente e das transformações que ocorreram a partir do momento que são implantadas as tecnologias apropriadas para a realidade do semiárido.

Resultados e discussões

Das cinco famílias estudadas, todos os adultos estão sindicalizados em níveis diferentes de participação. Foi observada uma maior participação e apropriação das metodologias sugeridas, nas famílias que atuavam em atividades sindicais, ONG's e/ou associações. Sendo que duas das cinco famílias demonstraram uma apropriação da proposta de maneira intensa, gerando diversos conceitos e discussões sobre a sustentabilidade de seus ambientes de produção dentro das dimensões ambientais, social e econômica, que fazem parte da proposta de diagnóstico, através das ferramentas como os mapas e calendários (Figura 01).



FIGURA 01. Construção de mapas e calendário de atividades. Bahia e Paraíba, 2009.

Esse fator, participação social efetiva, é uma das limitações a serem consideradas na moderação de pesquisas participativas. Pois os agricultores acostumados a serem analisados como objetos e não sujeitos da pesquisa, não conseguiam estabelecer uma relação de confiança a ponto de se sensibilizar para a troca de saberes e de experiências. Esse fato foi uma limitante no início da pesquisa, levando a equipe a procurar dinâmicas de grupo que tivessem como objetivos sensibilizar o agricultor de sua função enquanto sujeito no processo de investigação, e assim promover uma integração de todos em busca de uma relação de confiança, tão necessária ao processo de construção participativa.

Notaram-se também dificuldades ao buscar construir os indicadores de sustentabilidade propostos pela metodologia MESMIS, principalmente pela dificuldade de compreensão do termo sustentabilidade e pela apropriação do termo pelas famílias. Ao final, os agricultores discutiram que poderiam avaliar a qualidade de sua propriedade através de alguns



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA

II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

indicadores, mas os indicadores não foram construídos, principalmente pelo tempo utilizado para discussão em cada propriedade. Ao optar por essa metodologia, o fator “tempo”, é um limitante que deve ser bastante considerado para conseguir resultados mais consistentes.

O tempo até o agricultor e pesquisador estabelecerem uma relação de confiança e troca depende de cada realidade. Esse fato foi observado em uma das propriedades de Ouricuri - PE. Em cinco dias, estabeleceu-se uma estreita relação de diálogo entre família rural - pesquisadores que surpreendeu as duas partes e promoveu longas discussões dentro das metodologias e ferramentas, trocando saberes e percepções sobre o agroecossistema que fazem parte até dentro de uma visão mais macro, não só local, ocorrendo sugestões da família também em relação a todo o processo de pesquisa e em relação à mensuração dos indicadores. Esse fato é atribuído às características da família, que tem uma participação efetiva na comunidade local, incentivada por ONG's, que os tornaram referência para vários agricultores da região por razão das inovações que promovem dentro da propriedade e nas relações familiares, desde a divisão de trabalho que a família tem na propriedade até a organização, o respeito e a união.

Outro fator limitante para a utilização das metodologias participativas são as atividades realizadas pela família, que, principalmente na Paraíba, reúnem atividades agrícolas e não-agrícolas (externas) impossibilitando o contato com alguns membros da família durante todo o processo de investigação.

A construção dos mapas da propriedade, divididos por gênero, gerou dados sobre a organização da propriedade, a diversidade de cultivos, os problemas em cada área, as áreas destinadas a reserva legal, os cultivos e atividades realizadas ao redor da casa (quintais), aparecendo principalmente nos mapas das mulheres.

Os calendários (atividades, sazonal e de cultivo), também apresentaram dados sobre a distribuição do trabalho na propriedade, as épocas de plantio, o manejo para cada atividade, a colheita e a comercialização dos produtos excedentes. Essa atividade, feita coletivamente, também detalhou o trabalho doméstico e as atividades nos quintais. As cadernetas/diários de campo ainda estão sendo analisadas, pela riqueza de informações que foram registradas nelas.

Conclusões

As metodologias participativas facilitaram na interpretação sistêmica das interações ecológicas, sociais e econômicas que ocorrem nos agroecossistemas com barragens subterrâneas, promovendo um diálogo profundo entre os agricultores e os pesquisadores, gerando assim, conhecimentos para o diagnóstico e avaliação de agroecossistemas no semiárido, observando as limitações do tempo e das atividades agrícolas e não-agrícolas da família. A participação social efetiva dos componentes da unidade familiar favorece a construção de conhecimento através de metodologias participativas, mas não havendo essa característica, a equipe deve estar preparada para trabalhar com um processo de sensibilização do agricultor em relação a sua atuação enquanto sujeito do processo de investigação.

Agradecimentos

Ao CNPq e BNB pelo apoio financeiro ao projeto.



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

Referências

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS*. México: Mundi Prensa, 2000. 109 p.

THIOLENT, M.; SILVA, G.O. Metodologia de pesquisa-ação na área de gestão de problemas ambientais. RECIIS – *R. Eletr. de Com. Inf. Inov. Saúde*, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p. 93-100, jan.-jun., 2007. Disponível em: <www.reciis.cict.fiocruz.br>. Acesso em: 2 jun. 2009.

VERDEJO, M.E. *Diagnóstico Rural Participativo: um guia prático*. Brasília: ASCAR, 2006. 61 p.



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA

II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

A Organização do Trabalho em Agroecossistemas com Barragens Subterrâneas no Semiárido Brasileiro

The organization of work in agroecosystems with subsurface dams in brazilian semiarid

Ferreira, Gizelia Barbosa. Mestranda CNPq - UFScar, gizeliaferreira@gmail.com; Moreira, Márcia Moura, CNPq – UFScar, marci_amore@hotmail.com; Chaves, Vanessa Carine, karis_chaves@hotmail.com; Silva, Maria Sonia Lopes da. Embrapa Solos/UEP, sonia@uep.cnps.embrapa.br; Costa, Manoel Baltasar Baptista da. CCA-UFSCar, baltasar@cca.ufscar.br; Alves, Carmen de Almeida. UFScar, carmenaalves@gmail.com; Meira, Romário Alves, romariomeira@gmail.com.

Resumo

Esse estudo analisou a organização do trabalho e a relação com as tecnologias de captação e armazenamento de água de chuva no semiárido brasileiro, principalmente a barragem subterrânea, em quatro agroecossistemas de Pernambuco e da Paraíba. Foram utilizadas metodologias qualitativas e quantitativas, baseadas no Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais (MESMIS) e dados gerados por diálogos construídos através das ferramentas do Diagnóstico Rural Participativo (DRP). A maioria dos entrevistados atribuiu a pluriatividade uma estratégia de aumentar a renda da família e assim possibilitar a reprodução social, econômica e ambiental desta. Mas ressalta-se que apesar de exercerem atividades não-agrícolas, não perderam o vínculo com a agricultura, atividade que exercem associada a não-agrícola. Assim, observou-se que a pluriatividade é vista como algo necessário, mas não definitivo, caso exista a possibilidade da família sobreviver com as atividades agrícolas.

Palavras-chave: Pluriatividade, captação e armazenamento de água da chuva, agricultura familiar.

Abstract

This study examined the organization of work and related technologies for capture and storage of rainwater in the Brazilian semiarid, mainly subsurface dam in four agroecosystems of Pernambuco and Paraíba. We used qualitative and quantitative methodologies, based on the Framework for the Evaluation of Systems of Natural Resource Management (MESMIS) and data generated by dialogues built through tools of Participatory Rural Diagnosis (PRD). Most respondents attributed the pluriactivity a strategy to increase the income of the family and thus allow the social, economic and environmental this. But he emphasizes that while exercise of non-agricultural activities, have not lost the link with agriculture, that activity associated with performing non-agricultural. It was found that the pluriactivity is seen as something necessary, but not definitive, if the family can survive on agricultural activities.

Keywords: Pluriactivity, captation and water storage of rain, familiar agriculture.

Introdução



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA

II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

A agricultura familiar nordestina ainda preserva traços do campesinato, de uma agricultura tradicional, baseada na reprodução de conhecimentos através de várias gerações e do valor atribuído pelos agricultores a seus territórios de atuação. O semiárido apresenta essa característica, mas as secas constantes levam o agricultor ao êxodo rural temporário, em busca de emprego em outras áreas de produção ou até mesmo na cidade. A seca também provoca o êxodo definitivo, levando esses agricultores e agricultoras a deixar sua terra em busca da sobrevivência em outros locais.

Associado ao êxodo está também o empobrecimento dos agricultores familiares, que tem como motivo a pressão do mercado capitalista em relação à oferta e ao controle dos preços dos produtos. Os efeitos da modernização podem ser vistos também na organização do trabalho no meio rural. Buscando suprir as suas necessidades básicas, os membros da família organizam-se individualmente ou coletivamente, para buscar atividades que gerem renda sejam essas agrícolas ou não agrícolas, internas ou externas a propriedade.

Esse processo, que leva o agricultor a dividir o seu tempo entre o manejo de seu agroecossistema e um trabalho não agrícola pode favorecer uma melhoria na qualidade de vida material das famílias, mas também pode afastar o agricultor de sua atividade principal.

Segundo Schneider (2003), a diversificação de atividades é uma estratégia (consciente ou inconsciente) que os agricultores familiares criaram para garantir a sua reprodução social, econômica, cultural e de práticas agrícolas, levando os homens e mulheres do campo a buscarem novas formas de gerar renda para a propriedade. Essas novas formas podem ser atividades agrícolas ou não-agrícolas e são definidas geralmente por pluriatividade.

As tecnologias de captação e armazenamento de água da chuva são as que causam as maiores mudanças na agricultura familiar do semi-árido, pois dá condições para a família manter-se na propriedade mesmo nos períodos mais secos do ano, que podem durar mais de oito meses em determinadas regiões. Essas transformações permitem o resgate e a reprodução de práticas que visem manter a família no campo.

O objetivo desse trabalho é analisar a organização do trabalho em quatro agroecossistemas do semiárido brasileiro e a relação com as tecnologias de captação e armazenamento de água de chuva, principalmente a barragem subterrânea.

Metodologia

Foram utilizadas metodologias qualitativas e quantitativas para esse estudo, que foi realizado em quatro propriedades, nos municípios de Ouricuri – Pernambuco (2), Remígio e Solânea na Paraíba (2), baseadas no Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais (MESMIS) (MASERA, 2000) para construção e avaliação de indicadores de sustentabilidade social, econômica e ambiental, dando ênfase nesse trabalho aos indicadores sociais: distribuição de atividades por gênero e idade, demanda e oferta de trabalho pela propriedade, atividades fora da propriedade (dias/ano).

Para a coleta foram utilizadas metodologias e ferramentas baseadas no diálogo e participação ativa dos agricultores através do Diagnóstico Rural Participativo (VERDEJO, 2006), e com o uso de ferramentas, como: Observação participante, Travessia, Entrevista



semi-estruturada, Construção de mapas de recursos naturais da propriedade, construção de calendário de atividades (homens, mulheres e crianças), calendário sazonal e calendário de culturas.

Resultados e discussões

Os resultados apresentados nesse trabalho partiram da análise de alguns indicadores sociais utilizados na avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas com barragens subterrâneas no semiárido.

Existem períodos de intensa atividade na propriedade, principalmente no plantio (na época da chuva) e colheita, nos quais os pluriativos intensificam seu auxílio, e nos períodos mais secos, as atividades se reduzem na propriedade diminuindo assim a necessidade de auxílio dos indivíduos pluriativos. As tecnologias de captação e armazenamento de água da chuva principalmente para agricultura (a barragem subterrânea é uma delas) mudam esse cenário quando prolongam, por quase um ano, as atividades de plantio, manejo e colheita das culturas.

Dessa forma, foi observado que das vinte e uma (21) pessoas que compõem as unidades familiares estudadas, 38,1% são do sexo feminino, 61,9 % são do sexo masculino, a maioria em idade produtiva, variando de 19 a 59 anos, como mostra a tabela 1.

Desses vinte e um (21) indivíduos que compõem a família seis (6) podem ser considerados pluriativos, dois (2) não exercem nenhuma atividade, por causa da pouca idade, e 13 tem como atividade exclusiva a agricultura e a pecuária desenvolvidas em sua propriedade (Tabela 1).

TABELA 1. Distribuição e percentual de agricultores pluriativos por idade e sexo.

Idade	Agricultores		Pluriativos		Agricultores		Pluriativos	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Total	%	Total	%
Até 10	1	5	0	0	6	28,6	0	0,0
11 a 18	2	1	1	0	4	19,0	1	4,8
19 a 34	0	2	1	1	4	19,0	2	9,5
35 a 59	2	0	1	2	5	23,8	3	14,3
60 ou mais	1	1	0	0	2	9,5	0	0,0
Total	6	9	3	3	21	100,0	6	28,6

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

A maioria de indivíduos pluriativos está no Estado da Paraíba (5) e um (1) indivíduo está situado no Estado de Pernambuco (Tabela 2). Esse fato pode ser atribuído a intensa participação social dos agricultores na Paraíba, dentro dos sindicatos, nas ONG's e nas associações, onde quatro (4) dos seis indivíduos pluriativos exercem atividades remuneradas nessas instituições em projetos ligados a convivência com o semiárido, como pedreiros ou coordenadores de obras. Os outros trabalham como artesãos e educadores.

Observou-se que na Paraíba, as duas propriedades estudadas tinham implantado as barragens subterrâneas há pouco tempo (Propriedade 1: implantada no final de 2008 e Propriedade 2: implantação em 2007) e que as atividades anteriores eram relacionadas à



criação de bovinos e a atividades não-agrícolas, e a prática da agricultura apenas no período de chuvas. Eles observaram que essa realidade mudou com as barragens, percebendo que a propriedade demandava mais tempo, principalmente para a colheita. Enquanto que em Pernambuco, as famílias já utilizavam a tecnologia há quase seis anos e tinham a atividade agrícola como principal.

Das quatro famílias observadas, só a propriedade quatro não possuía membros que realizavam atividades extras, agrícolas ou não-agrícolas, mas é importante salientar que um dos membros tem uma fonte externa através da aposentadoria. Dos indivíduos pluriativos, só um não participou nesta etapa do projeto porque estava realizando atividades fora da cidade.

TABELA 2. Distribuição dos indivíduos pluriativos por Estado, propriedade, sexo e idade.

Idade	Paraíba				Pernambuco			
	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3		Propriedade 4	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
Até 10	1	2	-	1	-	1	-	1
11 a 18	2	-	1*	-	-	1	-	-
19 a 34	-	-	-	1*	1*	-	-	2
35 a 59	1*	1*	1	1*	1	-	-	-
60 ou mais	-	-	-	-	-	1	1	-
Total	4	3	2	3	2	3	1	3

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

*Indivíduos pluriativos.

A maioria dos entrevistados atribuiu a opção pela pluriatividade a uma estratégia de aumentar a renda doméstica, porque a propriedade não gerava a quantia necessária (em dinheiro ou alimento) para manutenção da família, principalmente no período de seca. Nesse aspecto, salientaram a importância das tecnologias de captação e armazenamento de água no processo de geração de alimentos para o autoconsumo e deste modo promover a manutenção das famílias na propriedade. Destacando que, no passado, os agricultores (as) não teriam como produzir em determinados meses do ano, dedicando-se a outras atividades, agrícolas e não-agrícolas.

Conclusões

Os indivíduos participantes dessa pesquisa mostraram que apesar de exercerem atividades não-agrícolas, essas não tiram a sua essência de agricultores, atividade que exercem associada a não-agrícola, buscando gerar mais renda para a família e assim possibilitar a reprodução social, econômica e ambiental desta. Para isso, ressaltaram que as alternativas de convivência com a seca, entre elas as tecnologias de captação e armazenamento de água, cumprem um importante papel para manter as famílias no campo, pois demanda trabalho e gera produtos e/ou renda durante o ano todo dentro da propriedade. Assim, nessa etapa do estudo, observa-se que a pluriatividade é vista como algo necessário, mas não definitivo, caso exista a possibilidade da família sobreviver com as atividades agrícolas.



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

Agradecimentos

Ao CNPq e BNB pelo apoio financeiro ao projeto.

Referências

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS*. México: Mundi Prensa, 2000. 109 p.

SCHNEIDER, S. *A pluriatividade na agricultura familiar*. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 254 p.

VERDEJO, M. E. *Diagnóstico Rural Participativo: um guia prático*. Brasília: ASCAR, 2006. 61p.



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA

II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

Barragem Subterrânea e sua Influência no Redesenho de Agroecossistemas no Agreste Paraibano

Underground Dam and its Influence on the Redesign of Agroecosystems Agreste Paraibano

Moreira, Márcia Moura. Bolsista do CNPq - Projeto Barragem Subterrânea, marci_amore_i@hotmail.com; Ferreira, Gizélia Barbosa. Universidade Federal de São Carlos – UFScar, gizeliaferreira@gmail.com; , Silva, Maria Sonia Lopes da. Embrapa Solos, sonia@uep.cnps.embrapa.br; Cruz, Maria Herbênia Lima. UNEB/DTCS, mherbenia@gmail.com; Rocha, José Camêlo da. AS-PTA/PB, camelo@aspta.org.br.

Resumo

A barragem subterrânea surgiu no cenário do semiárido nordestino como uma alternativa tecnológica capaz de reinventar e viabilizar uma nova forma de captação, armazenamento e distribuição das águas das chuvas no tempo e no espaço. O objetivo deste trabalho foi analisar os impactos gerados pela BS nos agroecossistemas de duas unidades produtivas familiares, localizadas nos municípios de Solânea e Lagoa Seca, no Estado paraibano. Vale destacar que procurou-se compreender, através deste estudo de casos, como se dá, dentro das unidades produtivas, a estreita relação que as barragens criaram com os demais subsistemas. O resultado final mostrou que a BS pode ser mais um componente nos sistemas de produção, capaz de gerar mudanças como a adoção de novas práticas agrícolas, introdução de novas espécies frutíferas, além do aumento do número de produtos comercializáveis e autonomia dos agricultores que passaram a decidir o que produzir como produzir, o que consumir e a quem vender.

Palavras-chave: Agricultura familiar, redesenhando sistemas produtivos, sustentabilidade.

Abstract

The dam appeared in the underground scene of the semiarid Northeast as an alternative technology able to reinvent and make a new form of abstraction, water storage and distribution of rainfall in time and space. The objective of this study was to analyze the impacts generated by the BS in agroecosystems of two family production units, located in the municipalities of Solana and Laguna Seca in the state of Paraíba. It is worth noting that sought to understand through this study of cases, as occurs within the plants, the close relationship that the dams have created with other subsystems. The final result showed that the BS can be a component in production systems, capable of generating changes such as the adoption of new agricultural practices, introduction of new fruit species, besides increasing the number of marketable products and autonomy of farmers who have become decide what to produce, and produce, which consume and those who sell.

Keywords: Family farming, redesigning production systems, sustainability.

Introdução

Na grande maioria dos países centrais, a produção familiar foi chamada a cumprir um papel de destaque no seio das sociedades. Através do estímulo de políticas agrícolas, consolidou-se como base social e econômica dos seus projetos de desenvolvimento



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

(ABRAMOVAY, 1991). No Brasil, no entanto, com o histórico de desvalorização da agricultura familiar, impedida de manifestar seu potencial, foi imposto um modelo de desenvolvimento agrícola, baseado na exploração do homem pelo homem. Com o acesso reduzido à propriedade e à exploração agrícola, e incluídos num sistema capitalista extremamente competitivo e desleal, os pequenos agricultores familiares são levados a buscar novos desenhos para os seus agroecossistemas, pois sentem a necessidade de garantir e alimentar a reprodução das suas famílias. E foi levando em consideração esta preocupação, que a barragem subterrânea foi desenvolvida. Uma alternativa tecnológica para aumentar a disponibilidade de água na zona semi-árida do Nordeste do Brasil, constituindo-se numa técnica de incrementar a produtividade agrícola, viabilizando a exploração em pequenas e médias propriedades rurais, principalmente nas que não dispõem de água para uso e irrigação convencional (SILVA et al., 1995).

Estudos desenvolvidos em zonas semi-áridas enfatizam a necessidade de armazenar água, principalmente no subsolo, aproveitando as técnicas apropriadas pelos agricultores familiares, avaliadas e atualmente adaptadas para outras regiões ecológicas similares, visando suplementar a água no meio rural (SILVA e PORTO, 1982).

Metodologia

Para o processo de levantamento dos impactos da barragem subterrânea nos agroecossistemas das propriedades familiares agroecológicas e análise de sua influência no redesenho dos demais subsistemas, foram escolhidas duas propriedades de agricultores familiares na Paraíba: o Sítio Almeida, na região de Lagoa Seca, onde reside a família de Francisca de Moura Barbosa e Antonio Antero Barbosa, e o Sítio Bom Sucesso, no Curimataú de Solânea, propriedade de Maria do Carmo e José Francisco da Silva. O levantamento e sistematização dos dados foram feitos no período de 15 de novembro a 12 de dezembro de 2006, por meio de questionário, entrevistas abertas, observação direta e construção de mapas, indicando neles suas estruturas, espaços e culturas.

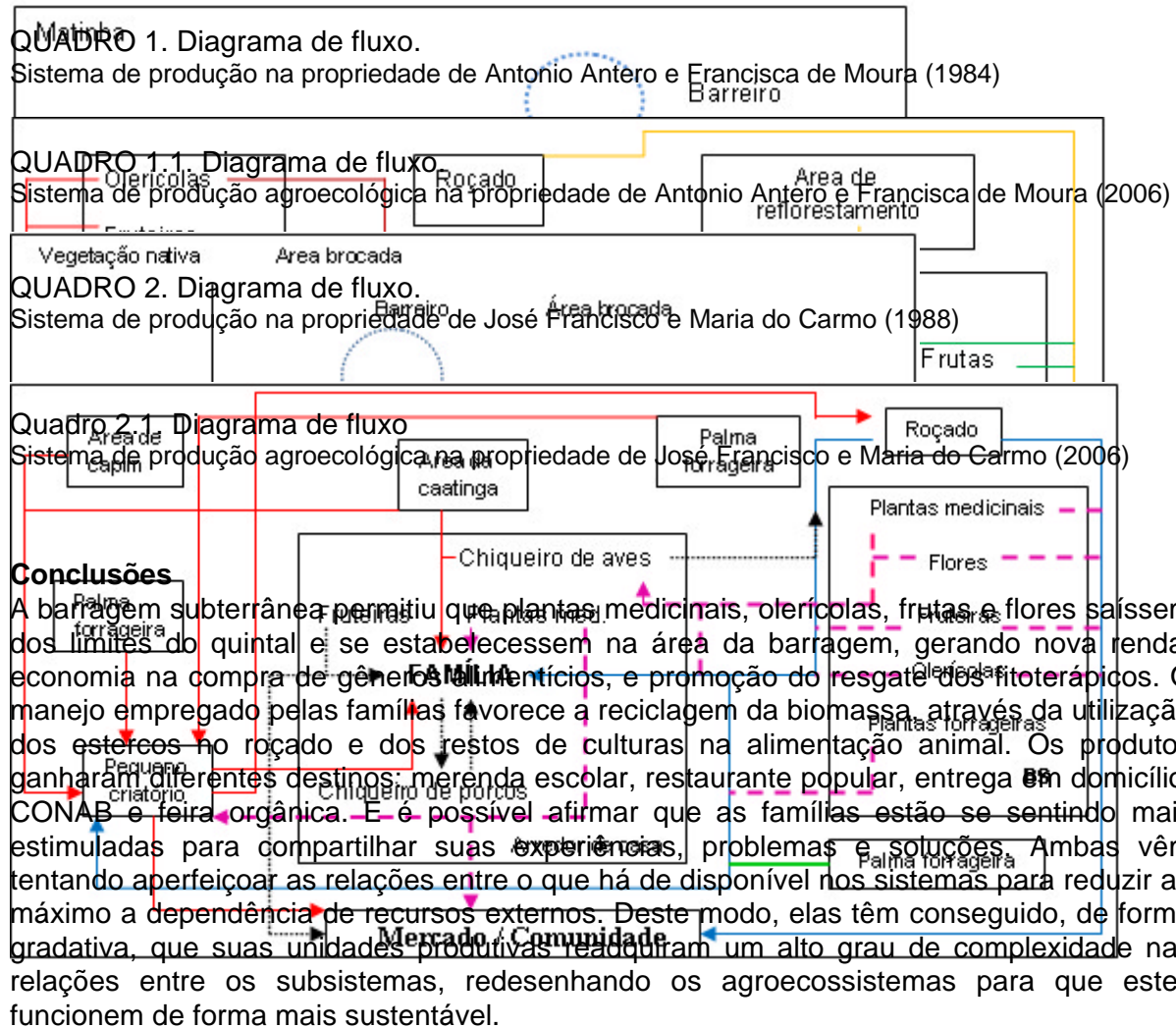
Resultados e Discussão

Construída pelas famílias de Francisca de Moura (ano de 2001) e Maria do Carmo (ano de 1999), a barragem subterrânea tem sido uma boa fonte de renda nas unidades produtivas. Espaços onde antes não era possível cultivar um número considerável de espécies vegetais, em decorrência da baixa umidade do solo, hoje estão transformados em nichos de alta produtividade, capazes de influenciar de forma direta no redesenho dos demais subsistemas. Apesar da baixa precipitação pluviométrica (536,9mm/ano) no ano de 2005, na região do Curimataú, a família de Maria do Carmo afirma ter colhido aproximadamente 4180 kg entre batata, gerimum, mandioca, melancia, mamão, pinha, pimentão, tomate, coentro. E com a precipitação um pouco menor (495,8mm/ano) na região de Lagoa Seca, a família de Francisca de Moura chegou a colher um total de 1175 kg divididos entre os cultivos de cará, gergelim, feijão macassa e inhame, além das olerícolas colhidas semanalmente (de 15 a 20 molhos de cebolinha e de 150 a 160 pés de alface e coentro).

Esta renda permite que a família reduza os gastos que teriam com a aquisição destes produtos e possibilita a aquisição de outros itens que não podem ser produzidos na unidade. Também vale lembrar que a introdução de novas espécies frutíferas e olerícolas nos sistemas produtivos têm proporcionado mudanças nos hábitos alimentares das



famílias. Numa comparação feita entre os diagramas de fluxo dos quadros 1 e 1.1, 2 e 2.1, é possível perceber uma significativa evolução nos sistemas produtivos das famílias, depois das inúmeras experiências desenvolvidas em parceria com a barragem.





VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

Caracterização do solo em barragens subterrâneas no Estado da Paraíba

Soil Characterization in Underground Dams of Paraíba State, Brazil

SILVA, Maria Sonia Lopes da. Embrapa Solos-UEP Nordeste, sonia@uep.cnps.embrapa.br; OLIVEIRA NETO, Manoel Batista de. Embrapa Solos UEP Nordeste, neto@uep.cnps.embrapa.br; FERREIRA, Gizelia Barbosa. UFSCar, gizeliaferreira@gmail.com; ROCHA, José Camelo. AS-PTA, camelo@aspta.org.br; ANJOS, José Barbosa dos. Embrapa Semi-Árido, jbanjos@cpatsa.embrapa.br; PARAHYBA, Roberto da Boa Viagem. Embrapa Solos-UEP Nordeste, parahyba@uep.cnps.embrapa.br; CHAVES, Vanessa Carine. IBGE, karis_chaves@hotmail.com; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. Embrapa Semi-Árido, tony@cpatsa.embrapa.br

Resumo

Devido à irregularidade das chuvas, os agricultores do semi-árido estão sempre enfrentando riscos de perdas totais ou parciais de suas lavouras. Para vencer essas limitações, é imprescindível que se aumente a eficiência do aproveitamento das chuvas que caem nos agroecossistemas. Este aumento da eficiência pode ser conseguido através de acompanhamento periódico nas mudanças das características do solo provocadas pelo cultivo. O objetivo deste estudo foi caracterizar o solo da área de plantio de quatro barragens subterrâneas localizadas no Estado da Paraíba. Os resultados mostram que as quatro barragens acompanhadas apresentaram características físicas e químicas boas. É recomendado que se faça o monitoramento do solo para acompanhar evolução de seus atributos, principalmente no que diz respeito à salinidade.

Palavras-chave: Captação de água, tecnologia social, semiárido.

Abstract

Due to rainfall irregularity, the farmers of the semiarid region are always facing risks of total or partial loss of their crops. In order to overcome these limitations, it is essential to increase the efficiency of rainfall use in agroecosystems. This increase in efficiency may be achieved by periodical monitoring of changes in soil characteristics resulting from cultivation. The aim of this study was to characterize the soil under crops in the areas of four underground dams in Paraíba State. The results show that these soils maintain good physical and chemical characteristics. It is recommended that monitoring of the soils should be done to watch their characteristics evolution, mainly as regards salinity.

Keywords: Water abstraction, social technology, semiarid.

Introdução

O Polígono das Secas apresenta regime pluviométrico de extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. A escassez da água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico da região semiárida. A ocorrência periódica das secas e seus efeitos catastróficos muito divulgados na mídia data dos primórdios da história do Brasil. No Estado da Paraíba várias entidades sociais vêm trabalhando para mudar esse quadro através da implantação de tecnologias de captação de água de chuva. Uma dessas tecnologias que estão sendo bem irradiada no agreste e no seridó da Paraíba é Barragem Subterrânea (BS). A BS é uma alternativa tecnológica social de captação de água de chuva que contribui com a redução dos efeitos negativos dos longos períodos de estiagem (Silva et al., 2007). A BS é uma das âncoras do Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), constituindo-se uma das opções de captação de água para produção de alimentos.



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA

II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

A caracterização dos atributos do solo, que consiste em identificar suas propriedades morfológicas, físicas e químicas, com posterior definição da classe de solo, é indispensável nas unidades produtivas de BSs por fornecer subsídios para recomendação do manejo adequado do sistema solo-água-planta na área de plantio.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar o solo de quatro unidades produtivas de barragens subterrâneas, em duas regiões fisiográficas do Estado da Paraíba, visando fornecer informações sobre alterações ocorridas provenientes do cultivo.

Metodologia

O estudo foi realizado no Estado da Paraíba, em quatro unidades de barragens subterrâneas, nos municípios de Picuí, Lagoa Seca e Queimadas (Tabela 1).

TABELA 1. Listas de agricultores envolvidos no estudo. Paraíba, PB, 2008.

	Nome do agricultor	Município	Distrito/Local/ Comunidade	Coordenadas e Altitudes	
Os de Lagoa Queimadas localizados mesorregião Agreste o município microrregião Oriental pertencente mesorregião Borborema. das	1. Valmir Macêdo de Miranda	Queimadas, PB	Catolé de Queimadas	25M 178391 UTM 9174412 Altitude 357 m	municípios Seca e estão na o do paraibano e de Picuí na Seridó paraibano à o da Para coleta amostras de
	2. Maria das Dores T. Lima	Queimadas, PB	Catolé de Queimadas	25M 178148 UTM 9174378 Altitude 361 m	
	3. Manoel dos Santos	Picuí, PB	Tanquinho	25M 1087787 UTM 9270096 Altitude 534 m	
	44. Antônio Antero	Lagoa Seca, PB	Sítio Almeida	25M 179322	

solo, a área de cada BS foi dividida em quatro quadrantes: Área de Acumulação (AC - área mais próxima da parede/septo impermeável); Área Mediana (AM - área mais afastada da parede/septo impermeável); Encosta (EN1 e EN2 - encosta da direita e esquerda, respectivamente) As coletas de solo foram realizadas de acordo com Santos et al., 2005 e as



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA

II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

determinações analíticas seguiram recomendações do Manual de Métodos de Análises de Solos da Embrapa (1997).

Resultados e discussões

Nas bacias de acumulação de água (AC e AM) das quatro barragens subterrâneas foram identificados os solos da classe Neossolos Flúvicos (Tabelas 2 e 3) e nas encostas (EN) foram identificados os Luvisolos Crômicos típicos, Luvisolos Crômicos vertissólicos e Neossolos Litólicos (Tabelas 2 e 3).

Quanto às características físicas os solos Neossolos Flúvicos, nas áreas de acumulação – AC e AM, são solos predominantemente de textura arenosa com baixa retenção de umidade, a exceção da área de acumulação (AC) da BS da Fazenda Queimadas, na profundidade de 20-40 cm que apresenta textura média/média, com 144 g kg⁻¹ de argila, proporcionando boa retenção de umidade e alta fertilidade (Tabela 2).

Os Neossolos Flúvicos das BSs (nas áreas AC e AM), de uma maneira geral apresentam média a alta fertilidade natural, com soma de bases entre 3 – 14 cmolc dm⁻³, a exceção dos Neossolos Flúvicos da BS da Fazenda Sítio Almeida, em Lagoa Seca, que apresenta baixa fertilidade, com soma de bases entre 1 – 1,5 cmolc dm⁻³, devido estes solos estarem localizados em área com predomínio de rochas graníticas e gnáissicas (Tabela 3). Nos solos das encostas (EN) onde há um predomínio de rochas do tipo micaxisto a fertilidade natural é alta, com soma de bases entre 12 – 27 cmolc dm⁻³ (Tabela 3).

Conclusões

De um modo geral as quatro barragens subterrâneas acompanhadas apresentam características físicas e químicas boas, respeitando algumas particularidades, que não chega a comprometer o desempenho de cada uma. Nos solos das áreas de acumulação (AC e AM), onde a textura é predominantemente arenosa, recomenda-se a utilização de práticas que melhorem a retenção de umidade e, no caso da Fazenda Sítio Almeida, o fornecimento de nutrientes às plantas, como a utilização da adubação orgânica através de esterco, torta vegetais, compostagem, plantio de leguminosas, adubação de cobertura (coquetel vegetal), entre outras técnicas. Os Luvisolos e os Neossolos Litólicos pelas suas próprias características físicas e por estarem localizados em ambiente de encosta, demandam cuidados especiais com relação à erosão hídrica, devendo ser cultivados com a utilização de práticas simples de conservação do solo, como plantio em curva de nível, cordão de contenção com pedra ou vegetação, entre outras práticas.

Agradecimento

1. Ao CNPq e BNB pelo apoio financeiro;
2. Aos agricultores pela colaboração e participação efetiva nos trabalhos

Referências

SILVA, M.S.L. et al. Barragem subterrânea: água para produção de alimentos. In: BRITO, L.T.L.; MOURA, M.S.B.; GAMA, G.F.B. (Eds.). *Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 121-137.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997, 212p.

SANTOS, R.D. et al. *Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo*. 5. ed. Viçosa: SBCS, 2005. 92p.

TABELA 2. Caracterização química dos solos das áreas de plantio/captação de água das barragens subterrâneas nos municípios de Lagoa Seca, Picuí e Queimadas no Estado da Paraíba. Março - junho de 2008.

Área*	Prof.	M.O.	pH	C.E.	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	Soma bases	CTC	V
-------	-------	------	----	------	---	---	----	----	----	----	------	------------	-----	---



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA

II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

	cm	g kg ⁻¹		dS m ⁻¹	mg dm ⁻³	----- cmolc dm ⁻³ -----						%		
Lagoa Seca - Fazenda Sítio Almeida - Antônio Antero Barbosa														
Neossolo Flúvico														
AC	0-20	4,45	6,3	0,37	36	0,18	1,5	0,5	0,04	0,05	0,99	2,22	3,21	69
	20-40	2,69	5,9	0,31	13	0,12	0,7	0,5	0,02	0,05	0,99	1,34	2,33	58
Picuí - Fazenda Sítio Manoel - Manoel Severino dos Santos														
Neossolo Flúvico														
AC	0-20	3,31	6,5	0,35	27	0,35	1,9	2,4	0,06	0,05	0,66	4,71	5,37	88
	20-40	0,62	6,6	0,35	25	0,28	1,3	1,6	0,10	0,05	0,33	3,28	3,61	91
AM	0-20	2,59	6,2	0,21	05	0,27	1,4	1,8	0,04	0,05	0,49	3,51	4,00	88
	20-40	1,45	6,3	0,12	03	0,24	1,8	1,8	0,05	0,05	0,49	3,89	4,38	89
Queimadas - Fazenda Catolé de Queimadas - D. Dora (Maria das Dores Tavares)														
Neossolo Flúvico														
AC	0 - 20	3,72	7,0	0,13	33	0,10	2,8	2,1	0,19	0,05	0,33	5,19	5,52	94
	20-40	1,74	7,3	0,16	26	0,07	2,1	1,7	0,25	0,05	0,33	4,12	4,45	93
AM	0 - 20	1,14	6,8	0,15	43	0,20	2,4	1,6	0,04	0,05	0,49	4,24	4,73	90
	20-40	0,83	6,6	0,13	33	0,09	2,4	1,5	0,04	0,05	0,33	4,03	4,36	92
Luvissolo Crômico														
EN	0 - 20	12,10	5,9	0,46	11	0,24	6,7	4,5	0,30	0,05	2,31	11,74	14,05	84
	20-40	7,76	7,1	0,27	10	0,20	14,9	9,4	1,00	0,05	1,32	25,50	26,82	95
Queimadas - Fazenda Queimadas - Valmir Macêdo Miranda														
Neossolo Flúvico														
AC	0-20	11,79	6,7	0,17	28	0,16	4,4	3,3	0,12	0,05	0,66	7,98	8,64	92
	20-40	4,55	6,6	0,37	26	0,14	8,5	5,6	0,36	0,05	1,98	14,60	16,58	88
AM	0-20	3,31	6,6	0,12	49	0,12	3,0	2,2	0,09	0,05	0,66	5,41	6,07	87
	20-40	2,38	6,6	0,13	40	0,10	3,1	2,0	0,12	0,05	0,82	5,32	6,14	89
Neossolo Litólico														
EN1	0-20	10,24	6,5	0,20	15	0,32	8,5	4,8	0,11	0,05	1,65	13,73	15,38	89
Luvissolo Crômico vértico														
EN2	0 - 20	10,31	6,5	0,18	24	0,26	7,1	4,8	0,30	0,05	2,21	12,46	14,67	92
	20-40	8,30	6,6	0,19	26	0,24	15,8	9,7	0,99	0,05	1,46	26,73	28,19	94

TABELA 3. Caracterização física de solos das áreas de plantio/captação de água das barragens subterrâneas nos municípios de Lagoa Seca, Picuí e Queimadas no Estado da Paraíba. Janeiro - dezembro de 2008.



VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA

II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA

09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba - Paraná - Brasil

Lagoa Seca - Fazenda Sítio Almeida - Antônio Antero Barbosa

Neossolo Flúvico

AC	0 - 20	908	73	19	2,53	1,42	6,93	3,13
	20 - 40	910	83	07	2,54	1,42	7,09	3,57

Picuí - Fazenda Sítio Manoel - Manoel Severino dos Santos

Neossolo Flúvico

AC	0 - 20	903	56	41	2,55	1,58	6,61	2,74
	20 - 40	864	119	17	2,52	1,44	6,21	4,35
AM	0 - 20	876	90	34	2,50	1,33	6,59	4,00
	20 - 40	861	86	53	2,54	1,36	20,56	4,14

Queimadas - Fazenda Catolé de Queimadas - Dona Dora (Maria das Dores Tavares)

Neossolo Flúvico

AC	0 - 20	934	52	14	2,56	1,54	6,68	4,25
	20 - 40	913	71	16	2,57	1,50	8,33	4,63
AM	0 - 20	918	71	11	2,58	1,57	7,41	3,53
	20 - 40	933	49	18	2,68	1,51	6,26	3,69

Luvissolo Crômico

---	0 - 20	617	246	137	2,54	1,20	16,10	10,72
-----	--------	-----	-----	-----	------	------	-------	-------

UTILIZAÇÃO DE *BIOCHAR* PARA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE ÓXIDO NITROSO DO SOLO

Carlos Francisco Brazão Vieira Alho¹, Abmael da Silva Cardoso², Bruno José Rodrigues Alves³, Etelvino Henrique Novotny⁴

Resumo

Com o avanço das mudanças climáticas ocasionadas pelo aquecimento global, faz-se necessário a busca por soluções que visem mitigar as emissões de gases de efeito estufa. O presente estudo objetivou avaliar o uso de *biochar* como prática para mitigar as emissões de óxido nitroso (N₂O) gerado pela aplicação de fertilizante nitrogenado no solo. O *biochar* pode ser uma alternativa com potencial para mitigar as emissões de N₂O provenientes do solo e o presente trabalho indica que doses acima de 6 Mg ha⁻¹ trariam efeitos positivos.

Introdução

O óxido nitroso (N₂O), assim como o gás carbônico (CO₂) e o metano (CH₄), é considerado como de grande importância para o efeito estufa do planeta e a agricultura é a atividade que mais contribui no volume total emitido para a atmosfera, principalmente em função do uso intensivo de fertilizantes a base de nitrogênio (N) (Mosier et al., 1998).

Com o avanço das mudanças climáticas ocasionadas pelo aquecimento global, faz-se necessário a busca por soluções que visem mitigar as emissões de gases de efeito estufa. Werther et al. (1995a), Werther et al. (1995b) e Söngür et al. (2001) propuseram práticas mitigadoras para reduzir as emissões de N₂O oriundos da indústria, porém para a agricultura estudos com esse objetivo ainda são incipientes.

Random et al. (2005) utilizando *biochar* encontrou evidências que o mesmo pode ser utilizado para mitigar as emissões de N₂O, embora não sejam conhecidos os mecanismos para esse efeito.

O *biochar* é constituído por materiais ligno-celulósicos carbonizados (Lehmann et al., 2006) e o mesmo tem sido utilizado para melhorar as condições físicas e químicas do solo, sequestrar carbono e mais recentemente, o seu potencial para mitigar as emissões de CH₄ e N₂O vem sendo estudado.

O presente estudo objetivou avaliar o uso de *biochar* como prática para mitigar as emissões de N₂O gerado pela aplicação de fertilizante nitrogenado no solo.

Material e métodos

O estudo foi realizado na Embrapa Agrobiologia, em condições controladas, no verão 2008/2009, utilizando-se solo proveniente de uma área de Planossolo Háplico série Ecologia.

¹ Bolsista de Iniciação Tecnológica e Industrial CNPq/Embrapa Solos; Discente do Curso de Engenharia Florestal da UFRuralRJ, carlos.alho@hotmail.com

² Bolsista de Iniciação Científica CNPq/Embrapa Agrobiologia, Discente do Curso de Agronomia da UFRuralRJ, abmael2@gmail.com.

³ Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, bruno@cnpab.embrapa.br

⁴ Pesquisador da Embrapa Solos, etelvino@cnpas.embrapa.br

O experimento foi realizado em vasos com delineamento experimental inteiramente ao acaso com 5 repetições. Os tratamentos foram equivalentes a zero, 3, 6 e 9 Mg ha⁻¹ de *biochar*, neste estudo, utilizado carvão vegetal comercial.

O *biochar* foi incorporado ao solo e em seguida foi elevada a umidade para 80% da capacidade de campo, sendo corrigida periodicamente até o final do experimento. Durante os primeiros 7 dias, o solo foi mantido em repouso, sem monitoramento de fluxos de gases, para que os efeitos de preparo do solo não interferissem nos resultados.

Após esse período, todos os tratamentos receberam o equivalente a 100 kg de N ha⁻¹ (uréia) para estimular a desnitrificação.

Para a quantificação dos fluxos de N₂O utilizou-se a sobreposição de dois compartimentos, sendo que o compartimento inferior continha os tratamentos e ao superior foi acoplado uma válvula de controle de entrada e saída de gases, utilizando uma bomba a vácuo (diferença de pressão de -80 Kpa) para amostragem de gases.

As análises das concentrações de N₂O foram realizadas em um cromatógrafo de gás equipado com uma coluna de “Porapak Q” e um detector de captura de elétrons.

As amostragens para medição dos fluxos de N₂O foram realizadas todos os dias no horário da manhã (entre 9h30 e 10h30), durante 17 dias, quando já não havia mais efeito do fertilizante sobre os fluxos de N₂O.

A emissão de N₂O foi calculada pela integração dos fluxos encontrados durante o período de avaliação.

Resultados e discussão

Os maiores fluxos de N₂O foram observados no início do experimento, o que se deve a maior disponibilidade de N mineral no solo devido à aplicação de uréia. Os fluxos variaram ao longo do tempo, sendo sempre maiores após a correção de umidade do solo.

A integração dos fluxos de N₂O encontrados durante o período de avaliação resultou em emissões de N-N₂O de 2,41, 3,19, 1,71 e 1,23 mg vaso⁻¹ nos tratamentos zero, 3, 6 e 9 Mg ha⁻¹ de *biochar*, respectivamente (Tabela 1).

Em relação ao controle, o tratamento equivalente a 3 Mg ha⁻¹ de *biochar* apresentou um ligeiro acréscimo nas emissões de N₂O, indicando um possível efeito favorável a fatores que estimulam a desnitrificação, como umidade, disponibilidade de N, poder redutor, etc. Os tratamentos com o equivalente a 6 e 9 Mg ha⁻¹ apresentaram respectivamente redução de 30% e 52% nos totais emitidos, indicando claramente o efeito mitigador das emissões de N₂O pela aplicação de *biochar*.

Random et al. (2005) aplicou o equivalente a 40 Mg ha⁻¹ de *biochar* e encontrou uma redução de 80% nos fluxos totais, porém, a aplicação dessa quantidade de *biochar* na prática, pode ser inviável.

Os mecanismos para redução nas emissões de N₂O não são claramente conhecidos. Especula-se que ocorra uma redução da nitrificação devido a menor disponibilidade de N no solo fruto da alta relação C/N do material adicionado (Deluca et al., 2006). No entanto, esse efeito parece variar com a dose aplicada. Esses mesmos autores sugerem que o *biochar* pode ter efeito estimulador da atividade microbiana pela inativação de substâncias do solo que inibem a atividade microbiana.

Dessa forma, torna-se necessário uma avaliação da dinâmica de N no solo a fim de complementar este estudo.

Tabela 1. Emissão de N₂O encontrada para os diferentes tratamentos de adição de *biochar*.

Tratamentos	mg N-N ₂ O vaso ⁻¹ h ⁻¹
Testemunha	2,41ab
3 Mg.ha ⁻¹	3,19a
6 Mg.ha ⁻¹	1,71bc
9 Mg.ha ⁻¹	1,23c

Conclusões

O *biochar* pode ser uma alternativa com potencial para mitigar as emissões de N₂O provenientes do solo, e o presente trabalho indica que doses acima de 6 Mg ha⁻¹ trariam efeitos positivos.

Referências

- MOSIER, A.R.; KROEZE, C.; NEVISON, C.; OENEMA, O.; SEITZINGER S.; VAN CLEEMPUT, O. Closing the global N₂O budget: nitrous oxide emissions through the agricultural nitrogen cycle. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 52: 225-248, 1998.
- WERTHER, J., OGADA, T., AND PHILIPPEK, C., J. Greenhouse gases, fuel and energy. *Int. Energy*. 68: 93-101, 1995.
- WERTHER, J. Nitrous oxide and management in manufacture process. *Fuel Energy Abstr.* 36: 373-376, 1995.
- SÄNGER, M., WERTHER, J., AND OGADA, T. Greenhouse gases. *Fuel* 80: 167, 2001.
- RANDON M, RAMIREZ JA, AND LEHMANN J. Charcoal additions reduce net emissions of greenhouse gases to the atmosphere. In: *Proceedings of the 3rd USDA Symposium on Greenhouse Gases and Carbon Sequestration in Agriculture and Forestry*, Baltimore, MD: University of Delaware. p 208, 2005.
- LEHMANN J, GAUNT J, AND RONDON M. Biochar sequestration in terrestrial ecosystems: a review. *Mitig. Adapt Strategy Global Change* 11: 403-27, 2006.
- DELUCA T.H., MACKENZIE M. D., GUNDALE M. J., AND HOLBEN W.E. Wildfire-produced charcoal directly influences nitrogen cycling in ponderosa pine forests. *Soil Sci. Soc. Am. J* 70: 448-530, 2006.

FUNCIONALIZAÇÃO QUÍMICA DE CARVÕES E DE MATERIAIS PARCIALMENTE CARBONIZADOS PRODUZIDOS A PARTIR DE DIFERENTES BIOMASSAS COM VISTAS AO USO AGRÍCOLA COMO CONDICIONADORES DE SOLO

Carolina R. Linhares¹, Eduardo R. de Azevedo², Tito J. Bonagamba², André A. de Souza², Gilberto A. Romeiro¹, Etelvino H. Novotny³

Resumo

O estudo da matéria orgânica do solo (MOS) das *Terras Pretas de Índios* – um solo antropogênico arqueológico extremamente fértil e resiliente encontrado na Amazônia, solo esse que foi enriquecido em carbono pirogênico durante séculos pelas comunidades pré-colombianas, possibilitou a definição de um eficiente modelo para a melhoria das condições físico-químicas do solo e seqüestro de carbono. Conhecendo-se a estrutura e propriedades do modelo, pode-se buscar materiais e técnicas que visem reproduzir esse modelo numa forma expedita. Materiais carbonizados apresentam grupos aromáticos condensados, que garantem sua recalcitrância no solo (estimativas da sua meia-vida variam de séculos a milênios), sendo assim um eficiente material para o seqüestro de carbono. Entretanto, diferentemente da MOS encontrada nas *Terras Pretas de Índios* esses materiais não apresentam os grupos funcionais carboxílicos que são importantes para sua reatividade e contribuição para a capacidade do solo em reter nutrientes. Visando obter materiais que mimetizam essa matéria orgânica, efetuou-se a funcionalização química de carvões e resíduos orgânicos parcialmente carbonizados para a produção de condicionadores de solo que seqüestrem carbono de forma recalcitrante e reativa. A funcionalização foi efetuada com sucesso, entretanto é necessário implementar algumas modificações do método para se evitar a produção de sub-produtos potencialmente tóxicos.

Introdução

As *Terras Pretas de Índios* (TPI) encontradas na Amazônia são extremamente férteis e essa fertilidade se mantêm no tempo a despeito do uso agrícola desses solos (sustentabilidade, resiliência). Essa alta fertilidade das Terras Pretas de Índios e, particularmente, sua sustentabilidade e estabilidade, é atribuída aos seus elevados teores de matéria orgânica e das propriedades físico-químicas desta.

As cores escuras dos horizontes superficiais da TPI ocorrem em razão da elevada concentração de carbono total e elevada concentração de carbono pirogênico (Glaser et al., 2001). O carbono pirogênico é derivado da carbonização (pirólise) parcial principalmente de materiais ligno-celulósicos e é composto de unidades poliaromáticas condensadas, deficientes em hidrogênio e com diferentes tamanhos e nível organizacional (Kramer et al., 2004). Esse material é altamente resistente à oxidação térmica, química e foto-oxidação (Skjemstad et al. 1996) e, devido a essa recalcitrância, sua incorporação ao solo é um importante mecanismo de seqüestro de carbono (Swift, 2001). Por outro lado, a oxidação parcial das unidades aromáticas periféricas produz grupos carboxílicos ligados diretamente às estruturas

¹ Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Campus do Valonguinho, Outeiro de São João Batista, CEP: 24020-150, Niterói – RJ; carolinaorg.uff@hotmail.com; gilbertoromeiro@ig.com.br

² Instituto de Física de São Carlos-USP, CP 269, CEP 13560-970, São Carlos-SP; azevedo@ifsc.usp.br; tito@ifsc.usp.br; andresouza@ursa.ifsc.usp.br

³ Embrapa Solos, R. Jardim Botânico, 1024, CEP 22460-000, Rio de Janeiro-RJ; etelvino@cnpn.embrapa.br

aromáticas recalcitrantes (Novotny et al., 2007). Esses grupos carboxílicos contribuem para a elevada acidez total (CTC) desses materiais e conseqüentemente para a elevada fertilidade desses solos. Dessa forma, tem-se um modelo de matéria orgânica que sequestra C (recalcitrância) numa forma útil (reatividade).

Tendo-se um modelo, o conhecimento da sua estrutura e suas propriedades possibilita a procura por materiais e técnicas que visem mimetizar esse modelo de forma expedita. O carvão vegetal apresenta os grupos aromáticos condensados, que garantem a sua recalcitrância no solo, sendo um eficiente material para seqüestro de carbono (estimativas da sua meia vida variam de séculos a milênios), entretanto não apresenta os grupos carboxílicos, importantes para sua reatividade e contribuição para a CTC do solo. Sua aplicação ao solo e conseqüentes alterações químicas e biológicas acabarão gerando esses grupos ácidos, entretanto esse processo pode demorar décadas.

Tendo isso em vista, este trabalho tem como objetivo a funcionalização química de carvões e materiais parcialmente carbonizados visando obter materiais que mimetizem a matéria orgânica do solo das Terras-Pretas de Índios, seqüestrando carbono numa forma recalcitrante e reativa.

Material e métodos

O trabalho foi realizado partindo de três diferentes matérias-primas: pinhão-mansão pirolisado (biochar), carvão ativado e carvão comercial. A amostra de pinhão-mansão pirolisado foi obtida através do processo de conversão à baixa temperatura.

As amostras foram submetidas a diferentes tratamentos químicos contendo duas etapas reacionais visando a inserção de um grupo ácido (COOH) à estrutura aromática recalcitrante dos referidos carvões. Ao final do processo, os filtrados obtidos das misturas reacionais foram acidificados até pH~1,0 e os ácidos húmicos recuperados por centrifugação, liofilizados e analisados por espectroscopias de ^{13}C RMN e infravermelho.

Resultados e discussão

Carvões geralmente são compostos pouco reativos, hidrofóbicos que podem ser considerados praticamente insolúveis em qualquer faixa de pH. Dessa forma, o progresso da funcionalização química foi também avaliado através da solubilização dos materiais de partida ao longo do processo reacional, uma vez que a inserção de grupos ácidos hidrofílicos à estrutura aromática condensada permite que esse material comece a ser solubilizado, especialmente em pH elevado pela dissociação desses grupos ácidos, aumentando a polaridade do composto, enquanto que ao se baixar o pH a valores menores que o pK_a , esses grupos tornam-se protonados e com menor polaridade, tendendo a precipitar. Adicionalmente, o aumento da repulsão intra e intermolecular, que ocorre quando os grupos carboxílicos apresentam-se dissociados, também auxilia na solubilização.

Ao final do processo de funcionalização, a mistura reacional apresenta valor de pH 13. Sendo assim, os grupos ácidos formados (COOH) encontram-se em solução na sua forma ionizada (COO^-). Após a adição de HCl 0,6M até pH 1, observou-se a precipitação de um material de coloração escura, que pode ser definido como os ácidos húmicos. E assim, as características de solubilidade dependentes de pH, observadas nos produtos obtidos são um indício de êxito da funcionalização pretendida.

Os espectros de ^{13}C RMN dos produtos funcionalizados (Figura 1) apresentaram picos relacionados a estruturas aromáticas condensadas (~130ppm) e com grupos carboxílicos ligados diretamente a essa estrutura aromática recalcitrante (~175 ppm), estes não presentes

nas matérias primas. Adicionalmente o pinhão-manso pirolisado apresentou sinais na região dos grupos alquila (0-40 ppm).

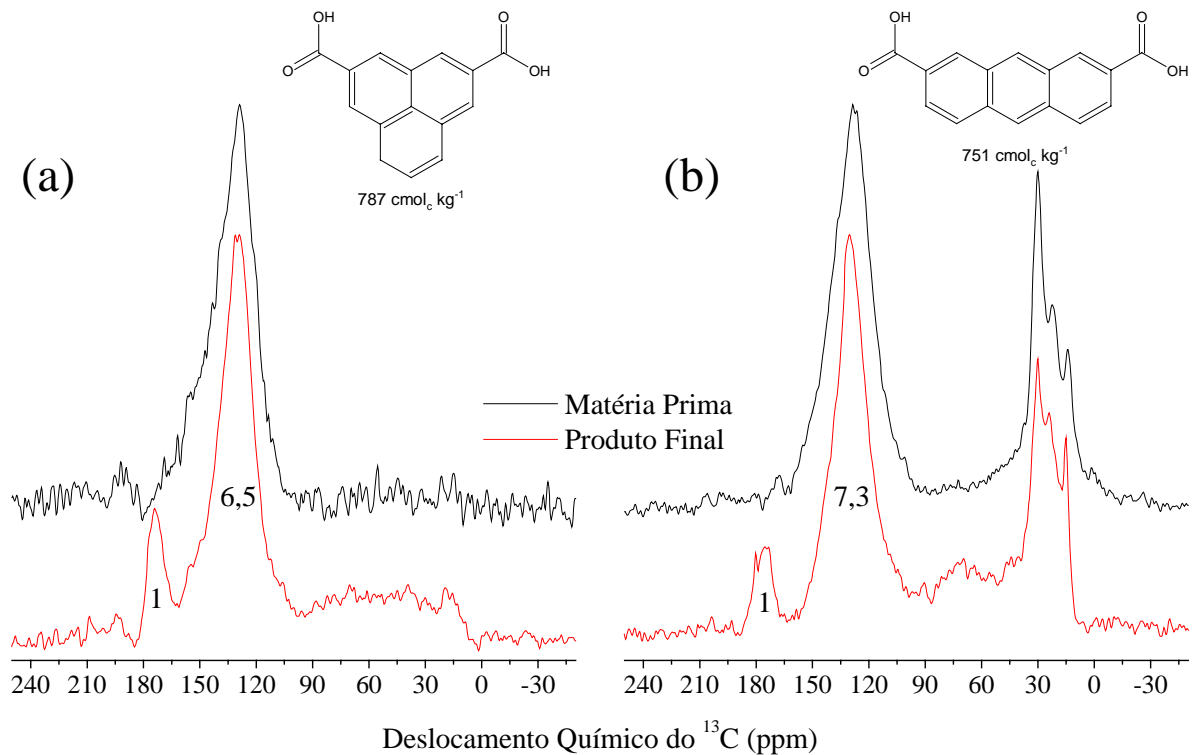


Figura 1 – Espectros de ^{13}C RMN das amostras de carvão comercial (a) e pinhão-manso pirolisado (b) e respectivos produtos finais funcionalizados (ácidos húmicos). A proporção carboxila/arila é de 1:6,5 e 1:7,3 para os produtos finais do carvão comercial e do pinhão-manso pirolisado, respectivamente. O que pode ser representado pelas fórmulas empíricas dadas, assim como sua acidez total teórica.

Entretanto, os espectros de infravermelho dos produtos finais apresentaram bandas de subprodutos indesejados, a saber, região de 630 cm^{-1} relativo ao estiramento da ligação do tipo C-Cl e em 1130 cm^{-1} relativo ao estiramento da ligação do tipo C=CCl, indicando a presença de cloretos de arila (átomos de cloro ligados diretamente à estrutura aromática recalcitrante). A formação dessa classe de compostos gera um problema tendo em vista que são substâncias extremamente tóxicas, sendo inviável seu uso como condicionador de solo.

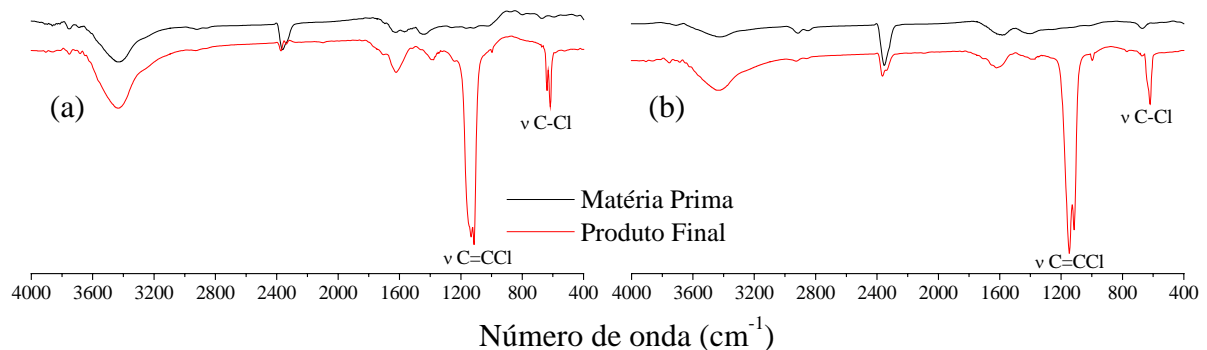


Figura 2 – Espectro de infravermelho das amostras de carvão comercial (a) e pinhão-manso pirolisado (b) e respectivos produtos finais funcionalizados (ácidos húmicos).

Conclusões

A partir dos dados obtidos pela análise de ^{13}C RMN, observou-se que o método proposto visando a funcionalização química das diferentes matérias-primas mostrou-se eficiente na inserção de grupos ácidos à estrutura aromática dos carvões. Entretanto, algumas análises ainda devem ser realizadas a fim de se confirmar o mecanismo de reação pela qual essa inserção ocorre.

Outras análises devem ainda ser realizadas para que se confirme a formação de cloretos de arila no produto final funcionalizado, assim como estudar meios, ou outros métodos de funcionalização química, que evitem a formação dos mesmos.

No espectro de ^{13}C RMN, observou-se um deslocamento para campo baixo do sinal referente ao grupo carboxílico. Outras análises devem ser realizadas para que se confirme se esses grupos estão ligados diretamente à estrutura aromática recalcitrante (~168 ppm) ou se há a formação de ácidos carboxílicos alifáticos devido à oxidação periférica desses anéis.

Agradecimentos

Os autores são gratos à FAPERJ e CNPq pelo suporte financeiro.

Referências

- GLASER, B.; HAUMAIER, L.; GUGGENBERGER, G.; ZECH, W. 2001. The “Terra Preta” phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, 88: 37-41.
- KRAMER, R.W.; KUJAWINSKI, E.B.; HATCHER, P.G. 2004. Identification of black carbon derived structures in a volcanic ash soil humic acid by fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry. *Environ. Sci. Tech.*, 38: 3387-3395.
- SKJEMSTAD, J.O.; CLARKE, P.; TAYLOR, J.A.; OADES, J.M.; MCCLURE, S.G. 1996. The chemistry and nature of protected carbon in soil. *Aust. J. Soil Res.*, 34: 251-271.
- SWIFT, R.S. 2001. Sequestration of carbon by soil. *Soil Sci.*, 166: 858-871.
- NOVOTNY, E.H.; DE AZEVEDO, E.R.; BONAGAMBA, T.J.; CUNHA, T.J.F.; MADARI, B.E.; BENITES, V.M.; HAYES, M.H.B. 2007. Studies of the Compositions of Humic Acids from Amazonian Dark Earth Soils. *Environ. Sci. Tech.*, 41: 400-405.

EXTRAÇÃO SELETIVA DA FRAÇÃO HÚMICA CARACTERÍSTICA DAS TERRAS PRETAS DE ÍNDIOS

Etelvino H. Novotny¹, Marcia H. R. Velloso¹, Eduardo R. de Azevedo², Tito J. Bonagamba², Guixue Song³, Michael H.B. Hayes⁴

Resumo

As Terras Pretas de Índios (TPI), encontradas na Amazônia, são solos extremamente férteis e ricos em carbono, e essa fertilidade se mantém no tempo a despeito do seu uso (resiliência). Essas características se devem principalmente às propriedades da matéria orgânica desses solos, de caráter pirogênico. Tendo isso em vista, esses solos nos fornecem um excelente modelo de agricultura sustentável e que sequestra carbono. Embora o empenho na reprodução das TPI seja grande, não existe um método analítico que possa aferir seu êxito. Estudos utilizando a espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear de ¹³C e Resolução Multivariada de Curvas (MCR) mostram que os ácidos húmicos (AH) das TPI podem ser satisfatoriamente modelados como uma mistura binária, sendo o espectro estimado de um dos componentes similar àquele de AH obtidos de solos tropicais ordinários. Por outro lado, o outro componente é caracterizado por estruturas aromáticas policondensadas e funcionalizadas com grupos carboxílicos ligados diretamente aos C aromáticos, sendo essa a responsável pela principal diferença encontrada entre as TPI e os solos adjacente, explicando sua elevada fertilidade e sustentabilidade. Os espectros dos AH das TPI obtidos a partir da extração com soluções aquosas de NaOH ajustadas a pH 7 e 10,6 apresentaram uma grande similaridade com aquele obtido com MCR para o componente rico em estruturas policondensadas e funcionalizadas, o que vem não somente confirmar a precisão e exatidão do modelo matemático, como também sugerir a utilização dessa extração como um método rápido para aferição das propostas de se reproduzir esses solos especiais.

Introdução

Muitos dos solos da Amazônia são ácidos, com baixa capacidade de troca catiônica (CTC), baixa fertilidade e conseqüentemente com baixo potencial produtivo. Nesse ambiente onde a fertilidade do solo é o fator limitante para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável há as Terras Pretas de Índios (TPI) que contrastam com os demais solos, principalmente no que se refere à fertilidade e à sustentabilidade dessa. Sendo assim, as Terras Pretas de Índio nos fornece um excelente modelo de agricultura sustentável, especialmente em ecossistemas tropicais, e que sequestra carbono.

Estudos utilizando a espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear de ¹³C (¹³C RMN) e Análise de Componentes Principais (PCA) mostraram que os ácidos húmicos das Terras Pretas de Índios são ricos em estruturas aromáticas condensadas e funcionalizadas com grupos carboxílicos ligados diretamente aos C aromáticos policondensados, ou seja, trata-se de uma estrutura extremamente recalcitrante, importante para o sequestro de C, e reativa, importante para a melhoria da fertilidade do solo, enquanto que os ácidos húmicos dos solos

¹ Embrapa Solos, R. Jardim Botânico, 1024, CEP 22460-000, Rio de Janeiro-RJ; etelvino@cnpes.embrapa.br; malhena@gmail.com

² Instituto de Física de São Carlos-USP, CP 269, CEP 13560-970, São Carlos-SP; azevedo@ifsc.usp.br; tito@ifsc.usp.br

³ Arizona State University, PO Box 875306, AZ 85287-5306, Tempe USA; guixue.song@asu.edu

⁴ Department of Chemical and Environmental Sciences, University of Limerick, Ireland; Michael.H.Hayes@ul.ie

adjacentes apresentam um maior conteúdo de compostos lábeis ou pouco alterados, tais como carboidratos, aminoácidos e resíduos de lignina.

Com base nessas informações, tem-se desenvolvido pesquisas que visam reproduzir as TPI, entretanto não há um método analítico satisfatório para aferir a eficiência dessas propostas, a saber, a produção de matéria orgânica similar àquela encontrada em TPI. Tendo isso em vista, se propõe uma modificação do método de extração de substâncias húmicas sugerido pela IHSS, modificação essa que extrai seletivamente as estruturas recalcitrantes e reativas que diferenciam as TPI dos demais solos.

Auxiliar aos métodos químicos e espectroscópicos, as técnicas de análise de dados multivariados (quimiometria), especialmente aquelas baseadas em componentes principais, têm sido intensivamente utilizadas, em especial em estudos de amostras de elevada complexidade, caso típico das substâncias húmicas, visto que essas técnicas têm como objetivo a simplificação dos espectros e a detecção da estrutura nos dados, ou seja, revelar quais variáveis (por exemplo, picos espectroscópicos) apresentam a maior variabilidade, no conjunto de amostras estudadas, e também como essas variáveis se correlacionam. Uma extensão da Análise por Componentes Principais é a técnica de Resolução Multivariada de Curvas (Multivariate Curve Resolution – MCR), indicada para descrever sistemas de misturas multi-componentes. Com ela é possível estimar-se espectros “puros” em uma mistura, assim como a concentração de cada componente nessa mistura.

Material e métodos

Para a análise quimiométrica (MCR) foram utilizados os espectros de ácidos húmicos extraídos pelo método sugerido pela IHSS de solos amazônicos (TPI e controle). Tais resultados já foram publicados (Novotny et al., 2009). Adicionalmente, duas dessas TPI foram submetidas ao método de extração proposto, que consiste na extração sequencial utilizando soluções aquosas de NaOH a valores de pH crescente: 7; 10,6 e 12,6. As extrações são efetuadas de forma similar ao método sugerido pela IHSS, com exceção do pH das soluções empregadas. Dos extratos obtidos os ácidos húmicos foram separados por precipitação a pH 2, dialisados e liofilizados. As análises por ^{13}C RMN no estado sólido foram realizadas utilizando-se um espectrômetro VARIAN INOVA operando nas frequências de 100,5 e 400 MHz para o ^{13}C e ^1H , respectivamente. Utilizou-se a seqüência de pulsos polarização cruzada com amplitude variável e rotação em torno do ângulo mágico.

Resultados e discussão

Os resultados da MCR mostram que as amostras de ácidos húmicos podem ser satisfatoriamente modeladas como uma mistura binária, sendo o espectro estimado de um dos componentes similar àquele de ácidos húmicos obtidos de solos tropicais ordinários, com picos típicos de grupos alquilas, N-alkilas, metoxilas, carboidratos, aromáticos, O-aromáticos, carboxílicos alifáticos e amidas, entretanto a região dos grupos aromáticos apresentou-se artificialmente depletada (Novotny et al., 2009). Esses grupos químicos indicam a presença de material vegetal em diferentes estágios de humificação (ácidos graxos, material proteináceo, lignina e celulose). Por outro lado, o outro componente é caracterizado por estruturas aromáticas policondensadas e grupos carboxílicos aromáticos (Figura 1), estrutura que pode ser modelada como carbono pirogênico parcialmente oxidado (anéis policondensados funcionalizados com grupos carboxílicos).

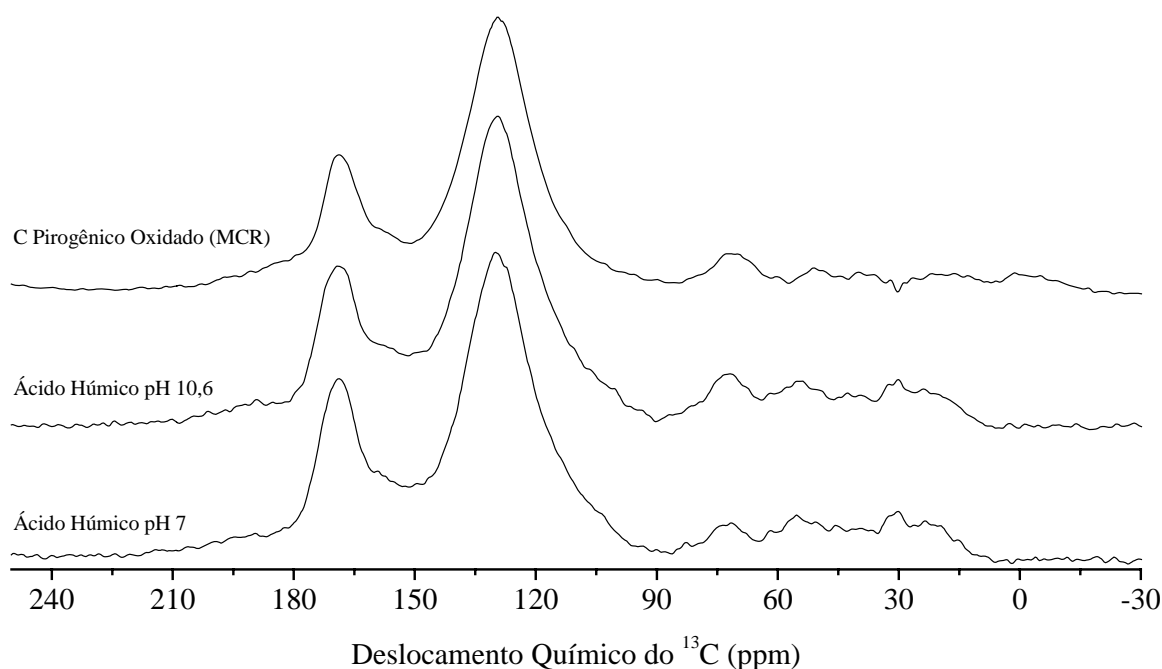


Figura 1 – Espectro estimado por MCR e espectros experimentais de amostras de ácidos húmicos obtidos a pH 7 e 10,6.

Ao se analisar a contribuição de cada componente nas diferentes amostras analisadas, observou-se que a contribuição relativa do componente pirogênico carboxilado é menor nos solos controle, conforme esperado. Entre as amostras de TPI, esse componente é mais abundante nas áreas cultivadas, indicando que o cultivo degrada seletivamente a matéria orgânica ordinária, mais lábil, e concentra estruturas carbonizadas, evidenciando experimentalmente a recalcitrância dessas estruturas, enquanto que a presença de grupos carboxílicos ligados diretamente a essa estrutura carbonizada confere reatividade a esse componente, o que explica a elevada fertilidade e sustentabilidade dessa, visto que, devido ao cultivo, esse componente é seletivamente preservado.

Os espectros dos ácidos húmicos obtidos a pH 7 e 10,6 apresentaram uma grande similaridade ao espectro obtido matematicamente (Figura 1), confirmando a precisão e exatidão do método matemático, assim como a adequabilidade do método de extração proposto. Ou seja, o uso de soluções aquosas de NaOH ajustadas a pH 7 e 10,6 extrai seletivamente a fração húmica característica e própria das TPI, a saber, estruturas aromáticas policondensadas e carboxiladas. Esse método pode ser facilmente utilizado na aferição das propostas de se reproduzir esses solos especiais, e será testado para esse fim.

Conclusões

O uso de soluções aquosas de NaOH com pH ajustado a 7 e 10,6 extrai seletivamente a fração húmica típica das TPI, que se trata de estruturas aromáticas policondensadas e funcionalizadas, esse método pode ser utilizada na aferição da eficiência das propostas de recriar-se esses solos. Adicionalmente, o método da MCR apresentou-se exato e preciso na caracterização e quantificação da fração húmica própria das TPI.

Agradecimentos

Os autores são gratos a FAPERJ, CNPq, Irish Research Council for Science, Engineering and Technology (IRCSET) e Science Foundation Ireland (SFI) pelo suporte financeiro.

Referências

NOVOTNY, E.H.; HAYES, M.H.B.; MADARI, B.E.; BONAGAMBA, T.J.; DEAZEVEDO, E.R.; DESOUZA, A.A.; SONG, G.; NOGUEIRA, C.M; MANGRICH, A.S. 2009. Lessons from the Terra Preta de Índios of the Amazon Region for the Utilisation of Charcoal for Soil Amendment. J. Braz. Chem. Soc., 20: 1003-1010.

Indicadores de Desenvolvimento Sustentável para avaliação de impactos à sustentabilidade associados à expansão da Cana-de-açúcar

Joyce Maria Guimarães Monteiro¹
Heitor Luiz da Costa Coutinho¹
Lilian Bechara Elabras Veiga²

RESUMO: A implementação de políticas públicas que promovam a mudança de uso do solo demanda o desenvolvimento de ferramentas que avaliem os possíveis impactos futuros destas políticas, visando promover a sua sustentabilidade. Para medir os impactos resultantes da implementação destas políticas, um grupo de indicadores de sustentabilidade foi selecionado pelo projeto SENSOR – União Européia (www.sensor-ip.org, EU FP-6), a partir dos indicadores desenvolvidos pelo Eurostat (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>). Este trabalho apresenta esses indicadores de sustentabilidade e analisa sua aplicabilidade para descrever os principais impactos do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil. A região centro-sul é a maior produtora de cana-de-açúcar em todo o país, sendo esta uma cultura que vem apresentando grande crescimento nesta região. Os indicadores selecionados pela EU não são suficientes para medir os principais impactos da expansão do cultivo da cana-de-açúcar. Outros indicadores devem ser selecionados visando uma avaliação ex-ante dos impactos das políticas públicas relacionados à expansão da cultura da cana-de-açúcar visando a produção de biocombustíveis.

Palavras-chave: Uso do solo, biocombustível União Européia

INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta indicadores de sustentabilidade e analisa sua aplicabilidade para prognosticar os principais impactos da expansão do cultivo da cana-de-açúcar na região Centro-Sul brasileira. O projeto SENSOR-EU reúne 15 países para “desenvolver uma ferramenta para a avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais (*Sustainability Impact Assessment Tools, SIAT*) em diferentes cenários resultantes da implementação de

políticas públicas de mudança de uso do solo, de forma a garantir a sustentabilidade” (SENSOR 2004). Em 2006, o projeto SENSOR-EU foi expandido para quatro países fora da União Européia, dentre os quais o Brasil. As projeções de expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil indicam que a produção do etanol brasileiro tem grande potencial de crescimento em função da crescente demanda do mercado nacional e internacional. A região centro-sul do país concentra 86% deste cultivo. Uma das maiores preocupações está em se estabelecer indicadores de sustentabilidade da expansão da agricultura canavieira no país para mensurar os impactos ambientais, sociais e econômicos, de maneira integrada. Este artigo apresenta uma primeira análise da correspondência dos indicadores selecionados pelo projeto SENSOR-EU à realidade brasileira. A identificação e seleção de indicadores de sustentabilidade podem contribuir para uma avaliação ex-ante dos impactos da expansão do cultivo da cana-de-açúcar em diferentes cenários. Como primeiro passo propõe-se verificar se os indicadores selecionados pelo SENSOR-EU são suficientes para medir os principais impactos do cultivo da cana-de-açúcar, ou se outros indicadores devem ser selecionados e ainda outros a serem desenvolvidos.

MATERIAL E MÉTODOS

A fim de analisar os impactos da implementação de políticas públicas de mudança de uso do solo e visando garantir a sustentabilidade, um conjunto de indicadores de sustentabilidade foi selecionado pelo projeto SENSOR – União Européia (www.sensor-ip.org, EU FP-6) a partir dos indicadores desenvolvidos pelo Eurostat

¹ joyce@cnp.embrapa.br; heitor@cnp.embrapa.br Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ Cep 22460-000

² lveiga@ppe.ufrj.br Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ - Programa de Planejamento Energético. Centro de Tecnologia, Bloco C sala 211. Cidade Universitária- Ilha do Fundão Cep 21941-972

(<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>). Estes indicadores de sustentabilidade selecionados são apresentados e analisados quanto a sua aplicabilidade para prognosticar os principais impactos da expansão do cultivo da cana-de-açúcar na região Centro-Sul brasileira. Para tanto se realizou uma ampla busca nas bases de dados da Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), verificando se existe correspondência entre os indicadores europeus e os desenvolvidos pela CEPAL para a realidade Latina Americana e pelo IBGE para o Brasil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil tem um grande potencial para a expansão da produção do etanol a partir do cultivo da cana-de-açúcar. No Brasil, a produção de cana-de-açúcar ocorre primordialmente nas regiões Centro-Sul e Nordeste, sendo muito concentrada na região Centro-sul (86% em 2006) (IBGE/PAM, 2008). Dentre os principais impactos à sustentabilidade causados pela produção de cana-de-açúcar destacam-se a alteração da cobertura vegetal, o desencadeamento ou agravamento de processos erosivos e a conseqüente perda de solo e água, demanda de grande volume de água para o cultivo, a alteração da dinâmica da fauna e a perda de diversidade biológica pela implantação de monocultura de forma concentrada (VIEIRA, 2006). A queima da palha da cana utilizada na colheita manual, intensifica os impactos negativos relacionados a essa cultivo. Com a expansão do cultivo canavieiro são esperados impactos negativos nos meios biótico, físico e antrópico (MORAES, 1999).

O conceito de indicadores de desenvolvimento sustentável foi apresentado na Agenda 21, no documento resultante da *United Nations Conference on Sustainable Development* – (UNCED - Rio-ECO92), como se segue: “Os Indicadores de desenvolvimento sustentável devem fornecer as bases necessárias ao processo de tomada de decisão em todos os níveis e contribuir para auto-regular a sustentabilidade de sistemas integrados de desenvolvimento”.

Os indicadores do projeto SENSOR foram selecionados a partir dos indicadores desenvolvidos pela Comissão da União Européia (*Commission of the European Community* –CEC). Assim, no projeto

SENSOR-EU foram selecionados, a partir dos indicadores definidos pelo CEC, uma listagem de indicadores ambientais, econômicos e sociais, capazes de medir os impactos resultantes de políticas públicas de mudança de uso do solo nos países integrantes da União Européia. Considerando apenas os indicadores ambientais proposto pelo projeto SENSOR EU, realizou-se uma ampla busca nas bases de dados da Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com o objetivo de verificar a transferibilidade dos indicadores europeus à realidade Latino-Americana e Brasileira. A Tabela 1 apresenta os impactos e os indicadores selecionados pelo projeto SENSOR e assinala os indicadores encontrados nas bases do CEPAL e IBGE.

Conforme apresentado na Tabela 1 percebe-se que grande parte dos indicadores selecionados pelo projeto SENSOR-EU não foram desenvolvidos pelo CEPAL e pelo IBGE. Este fato pode ser atribuído às diferentes políticas, características e demandas de cada país.

CONCLUSÕES

A identificação e seleção de indicadores pode contribuir para uma avaliação ex-ante dos impactos à sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar em diferentes cenários resultantes da implementação de políticas públicas de mudança de uso do solo, conforme proposto pelo SENSOR-EU. Esses resultados podem direcionar a formulação de políticas públicas que levem a sustentabilidade dessa atividade na região Centro-sul do Brasil. No entanto, os impactos decorrentes da expansão da cana-de-açúcar no Brasil para a produção de etanol ocorrem em função do histórico da produção do etanol no país, das técnicas agrícolas aplicadas e de aspectos ambientais, sociais, culturais e políticos do país. Em uma primeira análise, uma parte significativa dos indicadores de sustentabilidade ambiental propostos para mensurar os impactos resultantes de políticas públicas de mudança de uso do solo nos países integrantes da União Européia difere dos indicadores ambientais desenvolvidos pelo CEPAL e IBGE. Conclui-se que os indicadores desenvolvidos pelo SENSOR parecem não ter correspondência com os impactos da expansão da cana-de-açúcar na realidade do país. Novos indicadores devem ser selecionados entre os indicadores de sustentabilidade

propostos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004) e outros a serem desenvolvidos para a realidade brasileira.

REFERÊNCIAS

COMISSÃO ECONÔMICA PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE, CEPAL: Estatísticas para a América Latina e Caribe: disponível em <http://www.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp>.

CONAB (2007) Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de-açúcar. Disponível em www.conab.gov.br.

IBGE/PAM (2008) IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2005. Pesquisa Agrícola Municipal-PAM. Disponível em www.sidra.ibge.gov.br/bda/PAM.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

IBGE (2004) - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, “Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, Brasil”, IBGE, Rio de Janeiro, RJ.

MAPA (2008) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ Assessoria de gestão estratégica. Projeções do Agronegócio Mundial e Brasil 2006/07 a 2017/18. Brasília-DF

MORAES, M.A.F.D. (1999) A desregulamentação do setor sucroalcooleiro Brasileiro. Tese doutorado em Ciências, Economia Aplicada. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

SENSOR – IP, disponível em: <http://www.sensor-ip.eu>

VIEIRA, J. N. de S. (2006). A Agroenergia e os Novos Desafios para a Política Agrícola no Brasil. In: O Futuro da Indústria: Biodiesel, Série Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, n. 14, pp. 37-48. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior-MDIC/Instituto Euvaldo Lodi-IEL/Núcleo Central.

Tabela 1. Indicadores Ambientais

Impacto	Indicadores Ambientais		
	União Européia	América Latina	MS Brasil
	Sensor	Cepal	IBGE
1- Qualidade do Ar	Amônia (NH ₃)		x
	Óxido de Nitrogênio -NO _x	x	
2- Água	Nitrogênio excedente		
	Fósforo excedente		
	Uso de Agrotóxicos	x	x
	Captação de Água	x	
3- Solo	Erosão do Solo		x
	Compactação do Solo		
4- Clima	Estoque e seqüestro de carbono		
	Gás Carbônico - CO ₂	x	
	Metano - CH ₄	x	
5- Recursos Naturais	Consumo de energia	x	
	Produção de energia por fonte	x	x
6- Biodiversidade e paisagem	Proporção de habitats terrestres com risco de eutrofização		
	Varição da População de aves em áreas agrícolas		
	Volume de madeira morta		
	Áreas de conservação	x	x
	Mudança de Pastagem natural para uso agrícola		
	Agregação Espacial		
	Diversidade de paisagem		
7 – Uso do Solo	Mudança da cobertura do solo por classe		
8- Geração e reciclagem resíduos	Água residual e resíduo sólido	x	
9- Riscos Ambientais	Risco de incêndio florestal		x
10- Energia	Consumo de energia em transporte		
	Consumo de energia - aquecimento e eletricidade		