

tion and similar papers at core.ac.uk

bro

Relacionada ao Projeto BiosBrasil (Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity: Phase I), Município de Benjamin Constant (AM): Janela 6



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto

Presidente

Silvio Crestana

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Hélio Tollini

Ernesto Paterniani

Cláudia Assunção dos Santos Viegas

Membros

Diretoria-Executiva

Silvio Crestana

Diretor-Presidente

Tatiana Deane de Abreu Sá

José Geraldo Eugênio de França

Kepler Euclides Filho

Diretores-Executivos

Embrapa Solos

Celso Vainer Manzatto

Chefe Geral

Aluísio Granato de Andrade

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

David Dias Moreira Filho

Chefe Adjunto de Administração

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 68

Levantamento Pedológico de uma Área-Piloto Relacionada ao Projeto BiosBrasil (Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity: Phase I), Município de Benjamin Constant (AM): Janela 6

Maurício Rizzato Coelho

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo

Fabiano de Oliveira Araújo

Humberto Gonçalves dos Santos

Maria de Lourdes Mendonça Santos

Daniel Vidal Pérez

Fátima Maria de Souza Moreira

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

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

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Normalização bibliográfica: *Marcelo Machado de Moraes*

Revisão de Português: *André Luiz da Silva Lopes*

Editoração eletrônica: *Pedro Coelho Mendes Jardim*

1ª edição

1ª impressão (2005): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

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

Coelho, Maurício Rizzato.

Levantamento pedológico de uma área-piloto relacionada ao projeto BiosBrasil (Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity: Phase I), Município de Benjamim Constant (AM):Janela 6 [recurso eletrônico] / Maurício Rizzato Coelho ... [et al.]. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 68).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <www.cnps.embrapa.br>

Título da página da Web (acesso em 2 dez 2005)

Disponível também no formato impresso.

ISSN 1678-0876

1. Amazonas. 2. Formação Solimões. 3. Relação solo-paisagem. 4. Alto alumínio extraível. 5. Cambissolos aluminicos. 6. Gleissolos. I. Fidalgo, Elaine Cristina Cardoso. II. Araújo, Fabiano de Oliveira. III. Santos, Humberto Gonçalves dos. IV. Santos, Maria de Lourdes Mendonça. V. Pérez, Daniel Vidal. VI. Moreira, Fátima Maria de Souza. VII. Título.

577.57 (CDD 21.ed.)

© Embrapa 2005

Agradecimentos

O presente trabalho é parte do projeto “Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity (CSM-BGBD)”, desenvolvido com suporte financeiro de Global Environment Facility (GEF), ao qual agradecemos.

O trabalho contou ainda com a preciosa colaboração das pessoas citadas a seguir, às quais gostaríamos de expressar os agradecimentos.

Às comunidades de Nova Aliança e Guanabara II, que nos acolheram, nos acompanharam nos trabalhos de campo e forneceram informações necessárias à realização deste trabalho.

Aos técnicos Elson Gomes de Souza e Andson Abreu Magalhães, que acompanharam o levantamento de campo.

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
1. Introdução	11
2. Material e Métodos	12
2.1. Caracterização do meio físico	12
2.1.1. Contextualização da área de estudo	12
2.1.2. Localização geográfica	12
2.1.3. Clima	13
2.1.4. Geologia, geomorfologia, vegetação e uso atual	15
2.1.5. Solos	15
2.2. Bases de referência	16
2.3. Trabalhos de campo	16
2.3.1. Método de prospecção	16
2.3.2. Densidade de amostragem	17
2.4. Procedimentos de laboratório	17
2.4.1. Análises físicas	18
2.4.2. Análises químicas	19
2.4.2.1. <i>Análises pedológicas de rotina</i>	19
2.4.2.2. <i>Ataque sulfúrico</i>	19
2.4.3. Análises mineralógicas	20
2.4.3.1. <i>Mineralogia da fração argila desferrificada</i>	20
2.5. Trabalhos de escritório	20
2.5.1. Classificação dos solos	20
2.5.2. Representação cartográfica: obtenção do mapa de solos	20

2.6. Critérios, definições e conceitos para o estabelecimento das classes de solos e das fases empregadas	21
3. Resultados e Discussão	27
3.1. Descrição geral das classes de solos	27
3.1.1. CAMBISSOLOS	27
3.1.2. GLEISSOLOS	28
3.2. Aspectos gerais e distribuição dos solos na Janela 6	29
3.2.1. UNIDADE CXa1	34
3.2.2. UNIDADE CXa2	44
3.2.3. UNIDADE CXa3	51
3.2.4. UNIDADE CXa4	59
3.2.5. UNIDADE CXa5	67
3.2.6. UNIDADE CXa6	71
3.2.7. UNIDADE GXa	84
4. Conclusões	88
Referências Bibliográficas	90

Levantamento Pedológico de uma Área-Piloto Relacionada ao Projeto BiosBrasil (Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity: Phase I), Município de Benjamin Constant (AM): Janela 6

*Maurício Rizzato Coelho*¹

*Elaine Cristina Fidalgo*¹

*Fabiano de Oliveira Araújo*²

*Humberto Gonçalves dos Santos*¹

*Maria de Lourdes Mendonça Santos*¹

*Daniel Vidal Pérez*¹

*Fátima Maria de Souza Moreira*³

Resumo

Um pré-requisito decisivo para a seleção e implantação de áreas de pesquisa é o conhecimento preciso da distribuição dos solos na paisagem e de suas propriedades. Isso só é obtido com um levantamento pedológico. O presente trabalho é um relato dos solos identificados no levantamento pedológico de uma área-piloto denominada de Janela 6. É parte integrante de um projeto maior, cujo objetivo é melhorar a percepção, o conhecimento e o entendimento da biodiversidade dos solos da Amazônia. Abrangendo aproximadamente 9,3 hectares, a Janela 6 situa-se no município de Benjamin Constant, localizada a noroeste do Estado do Amazonas, entre as coordenadas geográficas (UTM) 9.514.396 e 9.514.076 m de latitude sul e 386.922 e 387.327 m de longitude oeste. Está inserida no compartimento geológico da Formação Solimões, caracterizada por sedimentos flúvio-lacustres de idade terciária (argilitos vermelhos e cinzas, siltitos e arenitos, com

¹ Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1.024. CEP. 22.460-000, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ. E-mail: mrcoelho@cnps.embrapa.br; efidalgo@cnps.embrapa.br; humberto@cnps.embrapa.br; loumendonca@cnps.embrapa.br.

² Assistente de operações I da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1.024. CEP. 22.460-000, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ. E-mail: fabiano@cnps.embrapa.br.

³ Professora da Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência do Solo, Caixa Postal 3037, Lavras, Minas Gerais, MG. E-mail: fmoreira@ufla.br.

camadas de conchas e de linhito). O relevo varia de plano, nos topos de morrotes curtos e alongados, e nas planícies aluviais, a suave ondulado e forte ondulado, nas demais posições da paisagem. O tipo climático predominante é Af, segundo a classificação de Köppen, com temperatura e pluviosidade médias anuais de, respectivamente, 25,7°C e 2.562 mm. Os Cambissolos e Gleissolos são as classes de solos detalhadamente descritas e mapeadas na área. As variações de relevo, drenagem interna do perfil, classe textural e associação com os Gleissolos permitiram separar os Cambissolos da área em seis unidades de mapeamento, as quais se distribuem por aproximadamente 95% de toda a Janela 6. Em comum, esses Cambissolos manifestam elevados e anormais teores de alumínio extraível, com valores que variam de 1,4 a 9,6 cmol_c/kg de solo em superfície e de 4,7 a 15,3 cmol_c/kg de solo em profundidade. Seus elevados teores de silte e presença de filossilicatos 2:1 evidenciam sua maior jovialidade em relação à grande maioria dos solos já descritos e mapeados na bacia Amazônica, os quais influenciam sobremaneira suas propriedades morfológicas, químicas, físicas, hidro e biológicas, bem como seu comportamento frente aos diferentes usos e práticas de manejo.

Termos de indexação: Amazonas, Formação Solimões, relação solo-paisagem, alto alumínio extraível, Cambissolos alumínicos, Gleissolos.

Soil Survey of a pilot area Related to Conservation and Sustainable Management of Below- Ground Biodiversity Project: Phase I, Benjamin Constant County, Amazonas State: Window 6

Abstract

A decisive prior condition to select and establish research areas is the precise knowledge of soil properties and soil distribution in the landscape. This may only be obtained with a soil survey. The present work is a soil survey report of a pilot area denominated Window 6. It is part of a larger project, whose objective is to enhance awareness, knowledge and understanding of below-ground biological diversity (BGBD) of the Amazon soils. Embracing 9.3 hectares approximately, the Window 6 is located in Benjamin Constant County, Northwest of Amazonas State, between the geographical coordinates (UTM) 9,514,396 and 9,514,076 m of latitude south and 386,922 and 387,327 m of longitude west. It is inserted in Solimões geologic compartment, characterized by alluvial and lacustrine sediments of the tertiary age (red and gray claystones, siltstones and sandstones, with shells and lignite layers). The relief varies from level, in the tops of small hills and in the alluvial plains, to undulating and strong undulating in other positions of the landscape. The predominant climatic type is the Af, according to the classification of Köppen, with temperature and yearly average rainfall of respectively, 25.7 °C and 2,562 mm. Cambissolos and Gleissolos are the main soil classes described and mapped in detail in the area. Relief, profile internal drainage, class texture and associations with Gleissolos allowed separating Cambissolos of the area in six mapping units, which are distributed in approximately 95% of the whole Window 6 area. Usually, Cambissolos present high and abnormal contents of extractable aluminum, with values varying from 1.4 to 9.6 cmol_c/kg of soil in surface and from 4.7 to 15.3 soil cmol_c/kg of soil in subsurface. The high silt content and presence of phyllosilicates 2:1 put in evidence the less developed nature of these soils in

relation to the great majority of the soils described and mapped in the Amazon basin, which influence their morphological, chemical, physical and biological properties, as well as its behavior as to the different soil uses and management practices.

Index Terms: Amazon region, Solimões Formation, soil-landscape relationship, high extractable aluminum content, Udepts, Aquepts.

1. Introdução

O principal objetivo e utilização dos levantamentos de solos tem sido a interpretação para uso agrícola, pois eles fornecem importantes subsídios que permitem a melhor decisão sobre a utilização do solo de maneira racional e eficiente. Mediante os dados constantes nos levantamentos, podem-se fazer recomendações sobre o comportamento dos solos, permitindo, por exemplo, previsões sobre o melhor manejo, quais culturas serão mais bem adaptadas e qual a produtividade esperada para cada classe de solo sob determinadas condições climáticas. O levantamento de solos deveria ser, portanto, parte integrante de todo projeto de pesquisa agropecuária ou de planejamento de propriedade (Fasolo, 1996).

Um pré-requisito decisivo para a seleção e implantação de áreas de pesquisa é o conhecimento preciso da distribuição dos solos na paisagem e de suas propriedades. Isso só é obtido com um levantamento pedológico, o qual permite um prognóstico da distribuição geográfica dos solos como corpos naturais, determinados por um conjunto de relações e propriedades observáveis na natureza.

O levantamento identifica solos que passam a ser reconhecidos como indivíduos ou unidades naturais, prevê e delinea suas áreas nos mapas em termos de classes definidas de solos (Embrapa, 1995). É uma importante ferramenta para estratificar os ambientes, agrupando-os em parcelas mais homogêneas possíveis na paisagem. Com isso, torna-se viável extrapolar os resultados de pesquisa para outras áreas com características ambientais semelhantes, bem como estabelecer correlações e interpretações da variabilidade espacial relativas às mudanças de biodiversidade e qualidade dos solos com o tempo.

Com base nessas premissas, desenvolveu-se o presente trabalho, possibilitando caracterizar e conhecer a distribuição dos solos de uma área-piloto, aqui denominada de Janela 6, previamente selecionada para avaliação da biodiversidade do solo. Como objetivos específicos, o levantamento pedológico possibilita a obtenção de informações mais precisas sobre o recurso solo, incluindo as características físicas, químicas, morfológicas e mineralógicas das principais classes de solos, sua distribuição dentro da área-piloto e sua classificação, segundo o sistema taxonômico vigente.

O presente trabalho é parte integrante do projeto de pesquisa intitulado "Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity: Phase I" financiado pelo GEF (Global Environment Facility), cujo objetivo é melhorar a

percepção, o conhecimento e o entendimento da biodiversidade do solo, importantes para a produção agrícola sustentável nas paisagens tropicais. Sua atuação engloba sete países, sendo que a coordenação brasileira está centralizada na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

2. Material e Métodos

2.1. Caracterização do meio físico

2.1.1. *Contextualização da área de estudo*

A seleção e delimitação da área-piloto seguem critérios previamente estabelecidos e padronizados para todos os países envolvidos no projeto, com adaptações às condições amazônicas a fim de viabilizar a amostragem de solos e de material biológico para avaliação da diversidade. Neste contexto, foram selecionados seis locais de amostragem, aqui denominados de Janelas, todas localizadas no município de Benjamin Constant. A priori, cada Janela deveria constar de aproximadamente 16 pontos de amostragem equidistantes entre si de 100 m, formando um quadrado com 300 m de lado e quatro pontos de amostragem em cada lado (9.000 m² de área total). No entanto, a fim de garantir o máximo de representatividade ambiental (uso, cobertura do solo e condições edáficas), foram realizadas adaptações no esquema de amostragem para cada Janela, sempre que considerado conveniente. Assim, na presente área-piloto, denominada de Janela 6, foram 18 os pontos de amostragem, quatro dos quais deslocados em relação à configuração previamente estabelecida. A figura 1c mostra em detalhes a distribuição dos pontos e o a configuração geral da área mapeada.

A Janela 6 caracteriza-se pela presença de pastagem de capim imperial, grama batatais e capoeira de aproximadamente 15 anos. Dos 18 pontos de amostragem, apenas 6 localizam-se em área de capoeira.

2.1.2. *Localização geográfica*

A área-piloto referente à Janela 6 está circunscrita entre as coordenadas geográficas (UTM) 9.514.396 e 9.514.076 m de latitude sul e 386.922 e 387.327 m de longitude oeste, correspondendo à uma superfície de 92.877,08 m². Situa-se no município Benjamin Constant, noroeste do Estado do Amazonas (Figura 1). Esta região, denominada de Alto Solimões, localiza-se na tríplice fronteira Brasil, Colômbia e Peru. A área mapeada dista aproximadamente 2 km do centro do município de Benjamin Constant, a sudeste do mesmo, e 1,9 km do rio Javari, um tributário do rio Solimões, que serve de limite entre o Brasil e o Peru.

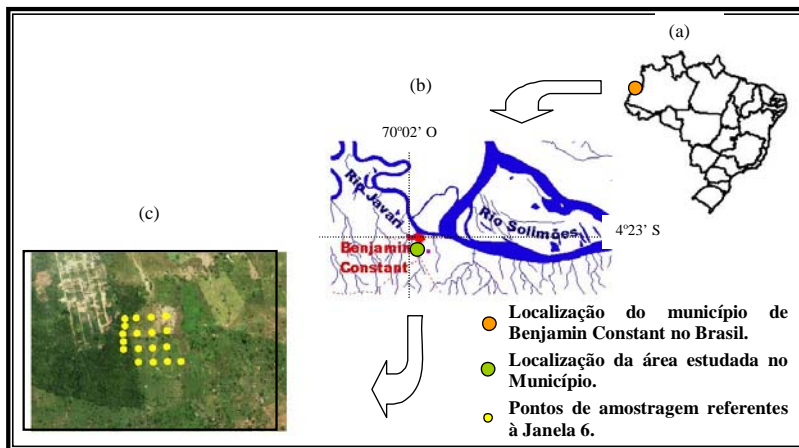


Fig. 1. Mapa esquemático mostrando: (a) localização do município de Benjamin Constant no Brasil; (b) localização da área estudada no Município e (c) área mapeada e distribuição dos pontos de amostragem em imagem Ikonos (Janela 6).

2.1.3. *Clima*

O clima da região é tropical úmido ou superúmido (Af segundo a classificação de Köppen), sem estação seca, com temperatura média anual de 25,7°C e precipitação média anual de 2.562 mm. O total das chuvas do mês mais seco é superior a 100 mm, com maiores precipitações concentradas nos meses de dezembro a abril (Tabela 1). A figura 2 apresenta o diagrama de balanço hídrico do município de Benjamin Constant segundo Thornthwaite & Mather (1955), o qual ilustra bem as condições hídricas dos solos para esta condição climática. Verifica-se um grande excedente hídrico centrado entre outubro e abril, um pequeno déficit no mês de agosto e reposição hídrica em setembro.

Tabela 1. Temperatura, precipitação, excedente e déficit hídrico do município de Benjamin Constant no período de 1960 a 1990. Fonte INMET.

Mês	Temperatura °C	Precipitação -----mm-----	Excedente hídrico	Déficit hídrico
Janeiro	25,6	267,8	141,7	0,0
Fevereiro	25,8	268,3	151,4	0,0
Março	25,6	309,2	183,1	0,0
Abril	25,6	270,0	149,5	0,0
Mai	25,4	204,6	84,3	0,0
Junho	25,2	127,2	15,7	0,0
Julho	24,9	119,8	8,8	0,0
Agosto	25,7	112,0	0,0	0,6
Setembro	26,0	147,1	9,5	0,0
Outubro	26,2	238,4	103,7	0,0
Novembro	26,0	226,7	98,8	0,0
Dezembro	25,8	270,9	140,1	0,0
Ano	25,7	2.562,0	1.086,6	0,6

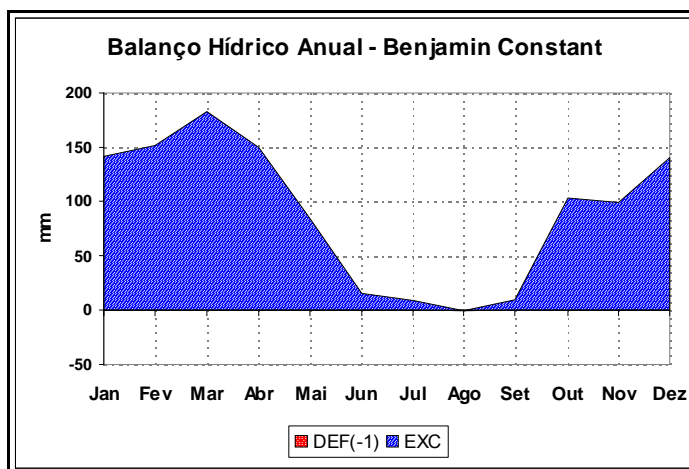


Fig. 2. Balanço hídrico anual segundo o método de Thornthwaite & Mather (1955), referente ao período de 1960 a 1990 para o município de Benjamin Constant (AM). Fonte: INMET.

2.1.4. Geologia, geomorfologia, vegetação e uso atual

Em geral, são escassas as informações sobre os recursos naturais da Amazônia. Para a região do Alto Solimões, destaca-se o levantamento dos recursos naturais realizado em pequena escala (1:1.000.000) pelo projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1977). Neste trabalho, o material geológico da área estudada pertence à Formação Solimões, que é caracterizada por sedimentos terciários de origem flúvio-lacustre. Segundo Eiras et al. (1994) esta formação é composta de argilito vermelho e cinza, com camadas de conchas e de linhito, além de ser muito rica em fósseis vegetais e animais, como troncos, folhas, carófitas, ostracodes, escamas, dentes e ossos. Siltitos e arenitos são outras rochas sedimentares também presentes na Formação Solimões (BRASIL, 1977).

Geomorfologicamente a área pertence à unidade morfoescultural denominada por BRASIL (1977) de Depressão rio Acre-rio Javari, cuja feição geomorfológica mais característica é a de colinas com talvegues, que apresentam uma intensidade muito fraca de aprofundamento de drenagem, e os interflúvios possuem dimensões em torno de 250 m, com topos apresentando acentuada convexidade.

No mapeamento fitoecológico realizado pelo projeto RADAMBRASIL, a área mapeada se insere na região denominada de Floresta Tropical Aberta, sub-região dos Baixos Platôs da Amazônia, cujos ecossistemas referem-se genericamente às terras baixas de relevo dissecado. As feições morfológicas e diferentes fisionomias florestais da região possibilitaram, segundo BRASIL (1977), distinguir a Floresta Aberta em dois grupos de formações:

- a) Floresta Aberta aluvial, que ocupam as planícies inundadas (igapó), inundáveis e terraços, localizadas na margem esquerda do Rio Solimões e Javari;
- b) Floresta Aberta das Terras Baixas. A área estudada se insere nesta formação, que se distribui pelos vales e encostas dos sedimentos terciários da Formação Solimões, apresentando considerável frequência de palmeiras.

A vegetação e uso atual da Janela 6 são representadas por capoeira de aproximadamente 15 anos de idade, que se distribui por 13,7% da área, bem como por pastagem de capim imperial recentemente implantada, com área de ocupação em torno de 70% e pastagem suja de grama batatais no restante da Janela.

2.1.5. Solos

Como são componentes dos recursos naturais, também são escassas as informações sobre os solos da área. Para a região do Alto Solimões, destaca-se o levantamento exploratório dos solos realizado pelo projeto RADAMBRASIL (BRASIL,

1977). Devido à pequena escala de trabalho (1:1.000.000), tal levantamento oferece informações bastante genéricas e, portanto, pouco precisas sobre os solos regionais quando analisamos as paisagens em escalas métricas. Assim, área de estudo está inserida em apenas uma unidade de mapeamento (PB20), composta por solos Podzólicos Vermelho Amarelos, com argila de atividade alta ou baixa e textura argilosa ou média. Atualmente, segundo Embrapa (1999), tais solos podem ser enquadrados tanto na ordem dos Alissolos (quando de argila de atividade alta e com caráter aluminico), como dos Argissolos (argila de atividade baixa).

Outros relatos sobre as características dos solos do Alto Solimões podem ser encontrados em Teixeira & Bueno (1995) e Marques et al. (2002). No entanto, nestes trabalhos não foram descritos perfis e classificados os solos da região, e sim, coletado amostras às profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Aspectos sobre a natureza mineralógica, química e granulométrica dos solos do Alto Solimões são abordados nos trabalhos supracitados, ressaltando a peculiaridade desses solos, principalmente quanto aos seus elevados teores de silte e alumínio extraível, bem como quanto à sua constituição mineralógica; esta composta predominantemente de esmectita, vermiculita, esmectita com Al-hidróxi entrecamadas e caulinita na fração argila e silte dos solos.

2.2. Bases de referência

O presente trabalho foi elaborado a partir da utilização e interpretação conjugada dos seguintes materiais: levantamento planialtimétrico da área estudada (escala 1:1.000) e imagem Ikonos multiespectral, com resolução de 4 metros e data de aquisição de 18/09/2004.

2.3. Trabalhos de campo

2.3.1. Método de prospecção

O método de prospecção adotado compreendeu o levantamento de uma área-piloto, com investigações efetuadas em intervalos regulares, equidistantes entre si de 100 m, os quais correspondem aos pontos de amostragem do presente projeto. No entanto, foram coletadas amostras extras em toda área (além daquelas localizadas nos pontos de amostragem) toda vez que se percebessem mudanças de classes de solos ou de atributos importantes para fins de classificação dos mesmos. Nestas amostras extras, as observações foram efetuadas a fim de detectar o máximo de variações da paisagem, compreendendo particularidades fisiográficas, tais como, geomorfologia e drenagem superficial. O exame dos solos, a identificação e a coleta de amostras foram realizados mediante tradagens e abertura de

trincheiras. Todos os pontos foram georreferenciados com a utilização de equipamento GPS (precisão aproximada de 20m).

Em cada ponto amostrado com o uso do trado, em geral, foram retiradas duas amostras: uma à superfície (0 a 20 cm) e outra a maiores profundidades (80 a 100 cm). Eventualmente, optou-se pela coleta de amostras intermediárias (40-60 cm) a fim de verificar possíveis variações sutis dos solos e dirimir dúvidas sobre seus atributos e classificação.

Alguns locais, considerados representativos da paisagem, foram selecionados para abertura de trincheiras e descrição completa de perfis de solos, seguindo recomendações de Lemos & Santos (1996). Na área mapeada foram abertas seis trincheiras (dimensão aproximada de 1,5 x 2,0 x 1,70 m) em diferentes unidades fisiográficas e classes de solos, e nelas coletadas amostras deformadas e indeformadas para caracterização física, química e mineralógica.

Para identificação e classificação dos solos em campo, utilizaram-se os critérios estabelecidos por Embrapa (1999).

2.3.2. Densidade de amostragem

A densidade de observações seguiu as recomendações de Embrapa (1995), considerando-se a escala de mapeamento, o objetivo e nível do levantamento e o grau de heterogeneidade ou uniformidade da área. Foram realizadas 31 observações na área de estudo, perfazendo uma densidade média de 3,3 observações por hectare, compatível, portanto, com o nível de detalhamento e o objetivo do presente trabalho, que é de obter informações detalhadas sobre a distribuição dos solos e de seus atributos em áreas de pequena extensão (área-piloto).

2.4. Procedimentos de laboratório

As amostras de solos coletadas com tradagens e exames de perfis foram analisadas nos laboratórios da Embrapa Solos, conforme os métodos constantes em Embrapa (1997). Para tal, inicialmente procedeu-se o preparo das amostras, que consiste na separação, por destorroamento e tamisação, das frações terra fina (material que passa na peneira de 2 mm de malha), e eventuais frações de cascalho (material retido na peneira de 2 mm) e calhaus (material retido na peneira de malha de 20 mm), para determinação da proporção destas frações.

As determinações analíticas foram efetuadas na terra fina seca ao ar (TFSA), passadas em peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 2 mm. Os resultados obtidos para as amostras foram multiplicados pelos respectivos fatores de umidade para expressar os valores a 105°C (terra fina seca em estufa – TFSE).

Foram os seguintes procedimentos analíticos adotados:

2.4.1. Análises físicas

Granulometria: empregou-se NaOH 4% como dispersante e agitação em alta rotação por 15 minutos: areia grossa (0,2 - 2 mm) e areia fina (0,05 - 0,2 mm) foram obtidas por tamização; argila (< 0,002 mm) determinada por sedimentação pelo método da pipeta; o silte (0,002 - 0,05 mm), obtido por diferença entre as frações areia e argila. Pelo mesmo procedimento, com substituição do dispersante químico por água destilada, determinou-se o teor de argila dispersa em água.

Densidade do solo: utilizou-se o método dos anéis de Kopecky (volume interno de 50 cm³) e Uhland (volume interno de 100 cm³). Esses procedimentos foram efetuados apenas nas coletas em trincheiras. Todos os horizontes de todos os perfis foram coletados com anéis de Kopecky, retirados em duplicata para cada horizonte. A coleta dos anéis de Uhland (também retirados em duplicata) deu-se, em geral, apenas nos dois primeiros horizontes superficiais e em um horizonte diagnóstico subsuperficial, a fim de proceder à determinação das constantes hídricas (umidade na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente e água disponível), macro e microporosidade, e densidade do solo.

Densidade das partículas: determinação do volume de álcool necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico, contendo solo seco em estufa. Foi determinada apenas nas amostras de horizontes obtidas com os anéis de Uhland.

Umidade obtida no aparelho Extrator de Richards: amostras indeformadas de solo acondicionadas em anéis de Uhland foram previamente revestidas com membrana, saturadas e submetidas a uma determinada pressão, até atingir a drenagem máxima da água contida nos seus poros, correspondendo à pressão aplicada. Determina-se, então, a umidade da amostra. As tensões aplicadas foram: 0,0066; 0,01; 0,03; 0,1; 0,5; 1,5 MPa.

Porosidade total: a obtenção da porosidade total do solo ocupado por água e/ou ar é determinada pela seguinte equação:

Porosidade total = $100(a - b) / a$, onde:

a = densidade da partícula;

b = densidade do solo.

A determinação do volume de macro e micro poros contidos nas amostras deu-se naquelas obtidas com anéis de Uhland, saturadas e colocadas sob mesa de tensão, que retira a água dos macroporos (poros com $\theta \geq 0,05\text{mm}$).

2.4.2. Análises químicas

2.4.2.1. Análises pedológicas de rotina

Os valores de pH em água e em KCl 1N foram medidos com eletrodo de vidro, em suspensão solo-líquido na proporção 1:2,5; o conteúdo de carbono (C) orgânico foi determinado por oxidação da matéria orgânica por bicromato de potássio 0,4 N em meio sulfúrico e titulação por sulfato ferroso amoniacal 0,1N. Fósforo assimilável foi extraído com solução de HCl 0,05 N e H₂SO₄ 0,025 N (Melhich I - North Carolina) e dosado colorimetricamente pela redução do complexo fosfomolibdico com ácido ascórbico, em presença de sal de bismuto. Com solução de KCl 1 N na proporção 1:20 foram extraídos cálcio (Ca⁺⁺) e magnésio (Mg⁺⁺) trocáveis e alumínio (Al⁺⁺⁺) extraível. Numa mesma alíquota, após a determinação do Al por titulação da acidez com NaOH 0,025 N, foram determinados Ca e Mg, com solução de EDTA 0,0125 M, e em outra somente Ca. Finalmente, os elementos Ca, Mg e Al extraível foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica. Potássio (K⁺) e sódio (Na⁺) trocáveis foram extraídos com HCl 0,05 N na proporção 1:10 e determinados por fotometria de chama, e a acidez potencial ou extraível (H⁺ + Al⁺⁺⁺) por titulação com solução de NaOH 0,0606 N, após extração com solução de acetato de cálcio 1 N ajustada a pH 7, na proporção 1:15.

2.4.2.2. Ataque sulfúrico

Para as determinações SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂ e P₂O₅ através da digestão sulfúrica, utilizou-se a metodologia preconizada por Vettori (1969), com adaptações sugeridas por Embrapa (1979). Essa metodologia pressupõe que somente minerais secundários (argilominerais) são dissolvidos. Sendo assim, os valores dos elementos obtidos são próximos aos da fração argila dos solos.

2.4.3. Análises mineralógicas

2.4.3.1. Mineralogia da fração argila desferrificada

As amostras de argila obtidas por pipetagem, segundo Lei de Stoke, foram inicialmente desferrificadas com ditionito de sódio e oxidado a matéria orgânica com H_2O_2 30%. Posteriormente foram saturadas com KCl e $MgCl_2$. Em seguida, as amostras saturadas com potássio foram transferidas com espátula e orientadas em lâminas de vidro (3 x 4 cm). Após secagem, foram irradiadas à temperatura ambiente e posteriormente aquecidas a 110°C durante 2 horas em mufla, resfriadas e novamente irradiadas. O último procedimento para as amostras saturadas em K foi o aquecimento das lâminas à 550°C durante 2 horas com posterior irradiação no difratômetro de raio X.

As amostras saturadas com Mg foram transferidas para lâminas (amostra orientada), as quais receberam os seguintes tratamentos: (1) secagem à temperatura ambiente e irradiação; (2) a mesma lâmina sofre glicolação (etileno-glicol a 10%) e irradiação.

Os difratogramas de raio X foram obtidos em aparelho Seifert – FPM, modelo VRD7, com tubo ânodo de cobre com filtro de níquel e a unidade de força operando com 40 KV e 20 mÅ. A irradiação para os diferentes tratamentos foi de 2° a 50° 2 θ .

2.5. Trabalhos de escritório

2.5.1. Classificação dos solos

De posse dos resultados analíticos, os perfis foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999). Os dados provenientes das tradagens foram comparados aos dos perfis, possibilitando sua classificação taxonômica.

2.5.2. Representação cartográfica: obtenção do mapa de solos

Os pontos observados em campo, georreferenciados e classificados taxonomicamente, foram transferidos para o mapa planialtimétrico da área (escala 1:500). Procedeu-se a delimitação das unidades de mapeamento nesta base cartográfica, após interpretação e delineamento na imagem Ikonos apenas das áreas permanentemente inundadas, e posterior transposição para o mapa planialtimétrico. Assim, a imagem Ikonos, devido à sua pequena escala de resolução em relação à desejada, possibilitou somente a separação dos solos hidromórficos (Gleissolos), os quais apresentaram padrões espectrais fácil e visualmente identificáveis na imagem. Para a elaboração da base de referência e a

digitalização do mapa pedológico, utilizou-se do software de geoprocessamento ArcView 3.2a de Environmental Systems Research Institute (ESRI), sendo o mapa final publicado na escala 1:1.000.

As unidades de mapeamento do presente trabalho são constituídas por alguns delineamentos (ou manchas de solo) de diferentes formas e tamanhos. Dois tipos de unidades de mapeamento foram estabelecidos: unidade simples, na qual ocorre uma única classe de solo; e unidade composta, na qual ocorrem duas classes ou componentes, correspondendo ao grupo indiferenciado ou complexo de solos. Os grupos indiferenciados do presente trabalho são constituídos por uma combinação de duas classes de solos taxonomicamente distintas, mas que apresentam semelhanças morfogênicas e, portanto, são pouco diferenciadas. São constituídos por classes de solos afins, com morfologia e propriedades muito semelhantes e com respostas idênticas às práticas de uso e manejo. Os complexos compreendem duas classes de solos taxonomicamente distintas, mas que se distribuem com um padrão tão intrincado na paisagem que não se conseguem individualizá-los ou mapeá-los como unidades de mapeamento simples, mesmo em levantamentos ultradetalhados (Embrapa, 1995).

A seguir, são descritos de forma resumida os critérios mencionados ou adotados para a individualização das classes de solo da área estudada, conforme estabelecido em Embrapa (1999). Como critério adicional para distinção de unidades de mapeamento foi também empregado fases de relevo, visando prover mais informações sobre as condições ambientais da área.

2.6. Critérios, definições e conceitos para o estabelecimento das classes de solos e das fases empregadas

Atributos Diagnósticos

Material orgânico – Refere-se a material de solo constituído por quantidades expressivas de compostos orgânicos, que impõem preponderância de suas propriedades sobre os constituintes minerais, caracterizado por conteúdos de carbono (C) iguais ou superiores a 120 g/kg, ou que satisfaçam à equação: $C \geq 80 + 0,067 \times \text{teor de argila (g/kg)}$.

Material mineral – Refere-se a material de solo constituído essencialmente por compostos inorgânicos, em graus variáveis de intemperização, misturados a material orgânico em proporções variadas, porém em quantidades inferiores às especificadas acima.

Soma de bases - Soma de Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ e K^+ . É fundamental para o cálculo de T e V, mostrados a seguir. A soma de bases dá a medida da disponibilidade de Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ e K^+ e do grau de nocividade do Na^+ nos solos.

Capacidade de troca de cátions (T) – Soma de bases e acidez extraível. Expressa a quantidade de cátions necessários para o balanceamento de cargas das argilas e mede a capacidade de absorção e retenção de cátions dos solos. É importante nos estudos de fertilidade, nutrição de plantas, gênese e classificação dos solos.

Percentagem de saturação por bases (V) – Cálculo da proporção de bases extraíveis em relação à capacidade de troca de cátions ($V = 100 \times S / T$). É amplamente utilizada em classificação de solos, na definição e conceituação de horizontes diagnósticos e classes de solos, bem como nas interpretações para fins agrícolas. O valor de V determina os caracteres distrófico e eutrófico. Distrófico especifica solos com saturação por bases inferior a 50%; eutrófico, solos com saturação por bases igual ou superior a 50%; ambos avaliados no horizonte B (ou no horizonte C quando inexistente o B), ou ainda, no horizonte superficial de algumas classes de solos;

Percentagem de Saturação por alumínio (m) – Refere-se à proporção de alumínio trocável em relação à soma de bases, que quando maior ou igual a 50%, é considerada na distinção de classes em quinto nível categórico no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, indicada pelo termo állico.

Caráter aluminico – refere-se à condição em que os materiais constitutivos do solo se encontram em estado dessaturado e caracterizado por teor de alumínio extraível = $4 \text{ cmol}_c/\text{kg}$ de solo, além de apresentar saturação por alumínio = 50% e/ou saturação por bases < 50%.

Percentagem de saturação por sódio – Cálculo da proporção de Na^+ extraível em relação à capacidade de troca de cátions (Sat. por $\text{Na} = 100 \times \text{Na}^+ / T$). Importante para a classificação de solos e interpretações para fins agrícolas.

Acidez potencial ou extraível – Determinada por dois componentes: hidrogênio (H^+) e alumínio (Al^{+++}), obtidos por acetato de cálcio. A acidez extraível aumenta proporcionalmente com o grau de intemperismo do solo e a lixiviação em climas quentes e úmidos.

Atividade da fração argila – Refere-se à capacidade de troca de cátions (T) correspondente à fração argila, calculada pela expressão $T \times 1000 / g/kg$ de argila. Atividade alta designa valor igual ou superior a 27 $cmol_c/kg$ de argila e atividade baixa, valor inferior a esse, sem correção para carbono. Este critério é considerado em pertinência ao horizonte B, ou ao C quando não existir B e não se aplica a materiais de solo das classes texturais areia e areia franca.

Grau de floculação – Relação entre naturalmente dispersa e a argila total, obtida após dispersão. Indica a proporção da fração argila que se encontra floculada, informando sobre o grau de estabilidade dos agregados. É obtida pela seguinte fórmula:

$$\text{Grau de floculação} = 100 (a - b) / a, \text{ onde}$$

a = argila total

b = argila dispersa em água

Relação sílica/alumínio e sílica/sesquióxidos - As relações moleculares K_i (SiO_2/Al_2O_3) e K_r ($SiO_2/Al_2O_3 + Fe_2O_3$) são utilizadas para separar solos caulíníficos ($K_i > 0,75$ e $K_r > 0,75$) e oxídicos ($K_r \leq 0,75$). Tanto os teores dos elementos obtidos por ataque sulfúrico, como as relações moleculares K_i e K_r são utilizadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos para estabelecimento de limites de classes e na avaliação do grau de intemperismo químico dos solos. Correlacionam-se, para fins taxonômicos, com o grau de evolução dos solos (K_i e K_r) e com os processos pedogenéticos predominantes em diversas classes.

Textura - empregada na distinção de classes em quinto nível categórico, refere-se à composição granulométrica da fração terra fina, representada pelos grupamentos de classes texturais, conforme se segue:

textura arenosa - compreende composições granulométricas que correspondem às classes texturais areia e areia franca, ou seja, que satisfaçam à equação:

teor de areia – teor de argila > 700 g/kg;

textura média - compreende composições granulométricas com menos de 350 g/kg de argila e mais de 150 g/kg de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca;

textura argilosa - compreende composições granulométricas com 350 a 600 g/kg de argila;

textura muito argilosa - compreende composições granulométricas com mais de 600 g/kg de argila;

textura siltosa - compreende composições granulométricas com menos de 350 g/kg de argila e menos de 150 g/kg de areia.

Para indicar a variação de textura em profundidade no perfil, a qualificação textural é geralmente expressa na forma de fração, exceto para algumas classes de solos (Latossolos, por exemplo).

Horizonte diagnóstico superficial

Horizonte A moderado – É um horizonte mineral, superficial, com conteúdo de carbono variável e características que expressam um grau de desenvolvimento intermediário entre os outros tipos de horizonte A. Apresenta requisitos de cor ou espessura insuficientes para caracterizar outros tipos de horizontes, como A chernozêmico ou A proeminente, por exemplo, diferindo também do horizonte A fraco seja por sua estrutura, mais desenvolvida, ou pelos conteúdos de carbono superiores a 6 g/kg, ou ainda, pela presença de cores mais escuras (valor < 4, quando úmido, ou croma < 6, quando seco).

Horizonte A proeminente - Constitui horizonte superficial relativamente espesso (com pelo menos 18 cm de espessura – a menos que a ele siga um contato lítico, quando deve ter pelo menos 10 cm – e com 1/3 da espessura do solum, ou 25 cm se este tiver mais de 75 cm); com estrutura suficientemente desenvolvida para não ser simultaneamente maciço e duro, ou mais coeso, quando seco, ou constituído por prismas maiores que 30 cm; escuro (croma úmido inferior a 3,5 e valores mais escuros que 3,5 quando úmido e que 5,5 quando seco); com saturação por bases (V) inferior a 65% e conteúdo de carbono igual ou superior a 6,0 g/kg.

Horizonte A chernozêmico – Difere do A proeminente pela maior saturação por bases, que deve ser superior a 65%.

Horizontes diagnósticos subsuperficiais

Horizonte B incipiente – Trata-se de um horizonte superficial, subjacente ao A, Ap, ou AB, que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém o suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura, e no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve consistir em estrutura de rocha original. Para ser diagnóstico, tal horizonte deve ter no mínimo 10 cm de espessura e apresentar, em termos gerais, as seguintes características:

- dominância de cores brunadas, amareladas e avermelhadas, com ou sem mosqueados ou cores acinzentadas com mosqueados, resultantes da segregação de óxidos de ferro;
- textura do horizonte B é franco-arenosa ou mais fina;
- desenvolvimento de estrutura do solo, ou ausência da estrutura da rocha original em 50% ou mais do seu volume;
- evidências de alteração através de uma ou mais das seguintes formas:
 - teor de argila mais elevado ou cromas mais fortes ou matiz mais vermelho do que o horizonte subjacente; percentagem de argila menor, igual ou pouco maior que a do horizonte A, desde que não satisfaça os requisitos para horizonte B textural;
 - evidência de remoção de carbonatos, refletida particularmente por ter um conteúdo de carbonato mais baixo do que o horizonte de acumulação de carbonatos; se todos os fragmentos grosseiros no horizonte subjacente estão completamente revestidos com calcário, alguns fragmentos no horizonte B incipiente encontram-se parcialmente livres de revestimentos; se os fragmentos grosseiros no horizonte subjacente estão cobertos na parte basal, aqueles no horizonte B devem ser livres de revestimentos.

Horizonte glei – É um horizonte mineral, subsuperficial ou eventualmente superficial, com espessura mínima de 15 cm, cujas características de cor refletem a

prevalência de processos de redução, com ou sem segregação de ferro, em decorrência de saturação por água durante algum período ou o ano todo. Quando úmido, apresenta em 95% ou mais da matriz do horizonte, ou das faces dos elementos estruturais, cores neutras (N) ou mais azuis que 10Y, ou se os valores forem menores que 4 os cromas são menores ou iguais a 1, ou para valores maiores ou iguais a 4 os cromas são iguais ou inferiores a 2 (para matiz 10YR ou mais amarelo é admitido croma 3, desde que diminua no horizonte seguinte); ou a presença de ferro reduzido seja evidenciada pela forte coloração azul-escura desenvolvida com o ferricianeto de potássio ou pela cor vermelha intensa desenvolvida pelo alfa, alfa dipiridil. O horizonte glei pode corresponder a horizonte B, C, A, ou E.

Horizonte B textural – É um horizonte mineral subsuperficial com textura franco-arenosa ou mais fina, onde houve incremento de argila, desde que não exclusivamente por descontinuidade litológica. Assim, o conteúdo de argila do horizonte B textural é maior que o do horizonte A e pode, ou não, ser maior que o do horizonte C. Critérios diagnósticos, como relação textural B/A (média do teor de argila dos subhorizontes B, dividido pela média do teor de argila dos subhorizontes A), presença ou ausência de cerosidade e estruturação do horizonte, analisados simultaneamente no perfil, são utilizados tanto para identificação do horizonte B textural como para sua separação dos demais horizontes diagnósticos. Em geral, ou apresentam elevado gradiente textural B/A (1,5; 1,7 ou 1,8 conforme textura do horizonte superficial), podendo ou não se apresentar bem estruturado, ou há pouco expressão do gradiente, desde que o horizonte B seja bem estruturado e manifeste forte cerosidade na superfície de seus agregados estruturais.

Critérios para distinção de fases de unidades de mapeamento

O critério de fases tem como objetivo fornecer informações adicionais sobre as condições ambientais, assim como chamar a atenção para características do solo ou do ambiente julgadas importantes, porém, não contempladas pelos critérios de ordenamento taxonômico, de forma a subsidiar as interpretações sobre o potencial de uso das terras. São as seguintes fases relevo, subdivididas segundo critérios de declividade:

- **Plano:** superfície de topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%;
- **Suave ondulado:** superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjuntos de colinas (elevações de altitudes relativas até 100 m), apresentando declives suaves, predominantemente variáveis entre 3 e 8%;

- **Ondulado:** superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%;
- **Forte ondulado:** superfície de topografia pouco movimentada, formada por morros (elevações de 100 a 200 m de altitudes relativas) e, raramente, colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%;
- **Montanhoso:** superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituída por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes (superiores a 200 metros) e declives fortes ou muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%;
- **Escarpado:** Superfícies muito íngremes, com vertentes de declives muito fortes, que ultrapassam 75%.

3. Resultados e discussão

Como resultados e discussão são apresentados os dados morfológicos e analíticos (granulométricos, químicos e mineralógicos) dos solos estudados, sua extensão e distribuição geográfica, bem como sua classificação segundo o sistema taxonômico vigente.

O mapa de solos (Anexo) é apresentado na escala 1:1.000 como resultado final, o qual possibilita visualizar a localização e a distribuição espacial das diferentes unidades de mapeamento e suas respectivas classes de solo na área de estudo.

3.1. Descrição geral das classes de solos

A fim de possibilitar a compreensão do leitor no que se refere às características e propriedades dos solos estudados, é apresentado a seguir os conceitos gerais das ordens e, eventualmente, subordem de solos encontradas na Janela 6, segundo Embrapa (1999), cujos tipos e variações de seus atributos na paisagem são detalhadamente descritos nos tópicos subseqüentes.

3.1.1. CAMBISSOLOS

Compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. Apresentam seqüência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem a presença da rocha próxima à superfície.

Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e condições climáticas em que são formados, as características destes solos variam muito de um local para outro. Assim, a classe dos Cambissolos comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-avermelhado até vermelho escuro, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal. No entanto, uma característica comum é o incipiente estágio de evolução do horizonte subsuperficial, apresentando, em geral, fragmentos de rochas permeado a massa do solo e/ou minerais primários facilmente alteráveis (reserva de nutrientes).

O horizonte B incipiente tem textura franco-arenosa ou mais argilosa, e o *solum* geralmente apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeira decréscimo ou um pequeno incremento de argila do horizonte A para o Bi.

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos diferenciam-se, no segundo nível categórico (subordem), em: Cambissolos Hísticos (apresentam horizonte hístico, de constituição predominantemente orgânica), Cambissolos Húmicos (solos com horizonte A húmico, com elevada espessura e teor de carbono orgânico, porém inferior ao horizonte Hístico) e Cambissolos Háplicos (outros solos que não se enquadram nas classes anteriores).

3.1.2. GLEISSOLOS

Em geral, são solos que ocupam as partes depressionais da paisagem e, como tal, estão permanente ou periodicamente encharcados, salvo se artificialmente drenados. Desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfismo, como as várzeas e baixadas. Assim, situam-se indiscriminadamente em todas as áreas úmidas da área estudada, onde o lençol freático fica elevado durante a maior parte do ano.

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), esta classe compreende solos minerais hidromórficos que apresentam horizonte glei dentro de 50 cm de profundidade subjacente a horizonte A de qualquer tipo ou a horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura, ou entre 50 e 125 cm de profundidade se imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou de horizonte B incipiente, B textural ou horizonte C que apresentem cores de redução e mosqueamento abundantes. São excluídos da classe os solos com textura essencialmente arenosa até 150 cm de profundidade ou mais, os quais se enquadram na subordem dos Neossolos Quartzarênicos.

Como se desenvolvem normalmente em sedimentos quaternários, são relativamente recentes, pouco evoluídos e, em geral, seus atributos apresentam grande variabilidade espacial. Apresentam seqüência de horizontes do tipo A, Cg, comumente marcados por forte descontinuidade entre subhorizontes. No Sistema Brasileiro de Classificação de solos, diferenciam-se no segundo nível categórico conforme manifestação no perfil de atributos marcantes em termos de gênese, uso e manejo de tais solos. Assim, os Gleissolos Tiomórficos apresentam horizontes com alto teor de enxofre na forma de ácidos; os Gleissolos Sálícos manifestam alto teor de sais; os Gleissolos Melânicos estão relacionados a horizontes enegrecidos com elevados teores de carbono orgânico em superfície (horizonte H hístico, A húmico, proeminente ou chernozêmico) e, finalmente, os Gleissolos Háplicos englobam aqueles solos mais comuns, que não se enquadram nas classes anteriores.

3.2. Aspectos gerais e distribuição dos solos na Janela 6

Os solos da Janela 6 caracterizam-se pelo incipiente estágio de desenvolvimento: são de pequena espessura e com elevados teores de silte. Essas características são bastante peculiares se considerarmos a grande maioria dos solos amazônicos de terra firme que, ao contrário, são muito profundos, podendo atingir algumas dezenas de metros, além de apresentarem baixos teores de silte, geralmente inferiores a 100 g/kg de solo. Portanto, os solos da Janela 6 e, por extensão e similaridade de material de origem, do Alto Solimões, são de idade relativa bem mais jovens em relação aqueles profundos e bem drenados de grande parte das terras firmes da região amazônica.

Ainda como conseqüência dessa jovialidade e material dos quais são formados, a fração argila desses solos contém apreciáveis conteúdos de filossilicatos 2:1, os quais influenciam sobremaneira suas propriedades morfológicas, físicas e químicas. Estas também são bastante peculiares para a região amazônica, as quais, analisadas em conjunto com outros atributos dos solos estudados, conforme preconizado pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), convergiram para as seguintes classificações dos solos da área em estudo: (1) Cambissolos Háplicos Alumínicos típicos; (2) Cambissolos Háplicos Alumínicos gleicos; (3) Gleissolos Háplicos Ta Distróficos típicos e (4) Gleissolos Háplicos Ta Alumínicos câmbicos. Essas classes ainda apresentam variações na paisagem local em relação às condições de drenagem interna do perfil, de relevo e classe textural, o que possibilitou separá-las em sete unidades de mapeamento (Tabela 3).

As unidades de mapeamento são áreas de solos definidas em função das unidades taxonômicas ou classes de solos que as compõem, o que possibilita tanto a representação cartográfica como a visualização da distribuição espacial dos solos

da área mapeada. No presente trabalho, as unidades de mapeamento são compostas ou por apenas uma classe de solo ou, no máximo, duas classes.

Os Cambissolos dominam a paisagem local. São os únicos componentes das unidades de mapeamento CXa1 a CXa5, ocupando aproximadamente 80% da área mapeada (Tabela 3). Outros solos da área, os Gleissolos, estão relacionados às superfícies depressionais ou planas localizadas nas proximidades dos igarapés. Quando permanentemente inundados e com o lençol aflorante, formam um complexo de solos em que o teor de alumínio permite separá-los em duas classes distintas. Estas ocupam apenas 4,79% de toda a área mapeada (Tabela 3). Quando periodicamente inundados e com o lençol geralmente a pouca profundidade, os Gleissolos estão associados aos Cambissolos gleicos nas proximidades dos igarapés. Esse grupo indiferenciado de Gleissolos e Cambissolos está distribuído por aproximadamente 14 ha, o que representa 15,3% da área estudada.

Além do elevado teor de silte e pequena profundidade, os solos estudados apresentam significativos teores de alumínio extraível, considerados bastante anormais em relação à maioria dos solos da região Amazônica ou mesmo, do Brasil. Em superfície (profundidade média de 0-10 cm) seus teores variam de 1,4 a 9,6 cmol_c/kg de solo (média de 4,0 cmol_c/kg de solo), contrastando com teores médios de 2,0 cmol_c/kg de solo, registrados para a grande maioria dos solos amazônicos (Marques et al., 2002). Em consequência do efeito complexante da matéria orgânica em superfície, que reduz o alumínio extraível, nas camadas subsuperficiais o teor do elemento é ainda maior, com valores mínimos, máximos e médios de, respectivamente, 0,6, 15,3 e 8,9 cmol_c/kg de solo.

É amplamente conhecido o efeito tóxico do alumínio no desenvolvimento das plantas cultivadas, sendo considerado o maior fator limitante para a agricultura na Amazônia. No entanto, em trabalho mais recente, Gama & Kiehl (1999) observaram que culturas crescendo em solos semelhantes aos aqui estudados na região amazônica, não manifestavam sérios sintomas de toxicidade por alumínio. Segundo os autores, isso ocorre devido à conjugação de, basicamente, dois fatores: os teores de cálcio na solução do solo podem estar mitigando a toxicidade do alumínio e o método padrão para extração de Al (KCl 1M) pode não ser adequado para tais solos. Marques et al. (2002) tentando explicar como a mineralogia poderia condicionar os elevados teores do elemento em solos semelhantes e próximos aos da presente área (Alto Javari), concluíram que a presença comum de minerais interestratificados com Al-hidróxi entrecamadas condicionava os elevados e anormais teores do elemento extraído com solução de KCl 1M. Os autores ainda sugerem que esses valores não necessariamente estariam correlacionados com a atividade do alumínio na solução do solo e, portanto, com a sua toxicidade.

Além da presença e provável toxicidade do alumínio, os solos mais bem drenados da área apresentam problemas de outra natureza: os elevados teores de silte e de argila associados à sua forte estruturação e retenção de umidade, baixa macroporosidade e a uma elevada e permanente umidade, torna-os bastante problemáticos, seja quanto à forma e época de preparo do solo para implantação de atividades agrícolas, seja quanto à sua sustentabilidade produtiva em sistemas agrícolas ou pastoris convencionais. Alguns desses atributos concorrem para a suscetibilidade à compactação e selamento superficial dos solos estudados, favorecendo o desenvolvimento de processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas), degradação e crescente perda de sua capacidade produtiva; outros se relacionam à disponibilidade de água para as culturas. Mesmo com chuvas de elevada intensidade, duração e frequência, comuns na região, a elevada tensão em que a água é retida nos microporos, que são predominantes nos solos estudados (Tabela 2), concorre para que significativo volume da água do solo esteja indisponível para a maioria das plantas cultivadas. Com isso, pequenos e eventuais períodos de estiagem podem comprometer a produtividade de algumas culturas, ou mesmo, inviabilizar aquelas mais sensíveis a déficits hídricos em determinados períodos do ano.

A tabela 2 mostra os valores mínimos, máximos e médios das constantes hídricas e da porosidade referentes aos horizontes superficiais e subsuperficiais dos Cambissolos e Gleissolos da área mapeada. Observa-se que a porosidade total é elevada, acima de $50 \text{ cm}^3/100 \text{ cm}^3$ em média. No entanto, os microporos que são responsáveis pela retenção da umidade do solo a elevadas tensões, ocupam mais que 75% da porosidade total. Em conseqüência, a água considerada como disponível para as plantas é baixa, tanto em superfície como em subsuperfície, com valores médios de $8,3 \text{ g}/100 \text{ g}$ de solo.

Tabela 2. Número de amostras (n), valores mínimos, máximos e médios, desvio-padrão (s) e coeficiente de variação (CV) relativos às constantes hídricas (capacidade de campo, ponto de murcha permanente e água disponível) e porosidade (total, macro e microporosidade) dos horizontes superficiais e subsuperficiais de seis perfis descritos e coletados na área de estudo.

Atributo	Camada ¹	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV (%)
Porosidade (cm ³ /100cm ³)							
Total	a	8	52,7	64,5	57,3	3,51	16,35
	b	8	45,4	58,0	53,6	4,38	12,25
Macro	a	8	6,4	23,5	14,0	5,10	2,74
	b	8	4,7	14,7	11,7	3,01	3,89
Micro	a	8	38,4	50,5	43,4	3,71	11,69
	b	8	37,3	45,4	41,9	2,58	13,26
Umidade (g/100g) ²							
0,033 MPa	a	8	35,6	47,6	39,9	3,67	10,88
	b	8	33,2	42,4	38,7	2,86	13,52
1,5 MPa	a	8	27,5	38,5	31,6	3,36	9,41
	b	8	25,3	33,9	30,4	2,85	10,68
Água disponível máxima – AD (g/100g) ³							
AD	a	8	6,7	10,6	8,3	1,26	6,57
	b	8	7,2	8,9	8,3	0,58	14,37

¹ Camada a refere-se aos horizontes superficiais A e eventualmente AB, quando presente; camada b refere-se ao horizonte BA e ao primeiro horizonte diagnóstico subsuperficial Bi.

² Água retida à tensão de 0,033 MPa refere-se à umidade na capacidade de campo; água retida à 1,5 MPa refere-se à umidade no ponto de murcha permanente.

³ AD é obtida pela diferença entre o valor da umidade na capacidade de campo e o daquela retida no ponto de murcha permanente.

A luz dos conhecimentos atuais sobre os Cambissolos e Gleissolos do Alto Solimões, ressalta-se que, devido à sua peculiaridade, mais estudos são requeridos para o melhor entendimento, tanto dos processos químicos envolvidos na dinâmica do alumínio e resposta das plantas à adubação e calagem, como daqueles físicos ou físico-químicos relativos à compactação, capacidade de retenção de umidade e disponibilidade de água para as culturas a fim de auxiliar na tomada de decisão de quais são os mais adequados usos e/ou práticas de manejo dos solos estudados em substituição ao tradicional sistema de cultivo (denominado regionalmente de broca), amplamente utilizado pelos agricultores regionais e em grande parte da região Amazônica.

A extensão e distribuição das unidades de mapeamento (Tabela 3), bem como as características e propriedades dos solos que as contém são detalhadamente apresentadas e discutidas nos capítulos subseqüentes.

Tabela 3. Legenda e classificação dos solos, extensão e distribuição das unidades de mapeamento na Área-Piloto referente à Janela 6.

Classes de solos e símbolo da unidade de mapeamento		Área		
		Absoluta	Relativa à classe	Relativa ao total
Classe de solos/Unidade de mapeamento	Símbolo	m ²	-----%	
CAMBISSOLO				
CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico, textura argilosa, A moderado, moderadamente drenado, fase relevo suave ondulado e ondulado.	CXa1	8.371,70	11,27	9,01
CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico, textura argilosa, A moderado, bem drenado, fase relevo plano e suave ondulado.	CXa2	2.528,49	3,41	2,72
CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico, textura argilosa ou média/argilosa, A moderado, bem drenado, fase relevo ondulado e forte ondulado.	CXa3	28.313,68	38,13	30,49
CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico gleico, textura média/argilosa, A moderado, imperfeitamente drenado, fase relevo suave ondulado e plano.	CXa4	29.650,26	39,93	31,92
CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico gleico, textura média, A moderado, imperfeitamente drenado, fase relevo suave ondulado e plano.	CXa5	5.390,77	7,26	5,80
CAMBISSOLO e GLEISSOLO				
Grupo indiferenciado de CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico gleico e GLEISSOLO HÁPLICO Ta Alumínico câmbico, ambos textura argilosa, A moderado, mal drenado, fase relevo plano.	CXa6	14.17	100,00	15,27
GLEISSOLO				
Complexo de GLESSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico – GLEISSOLO HÁPLICO Ta Alumínico típico, ambos textura indiscriminada, A moderado, muito mal drenado, fase relevo plano.	GXa	4.444,20	100,00	4,79
TOTAL		92.877,08	-	100,00

3.2.1. UNIDADE CXa1

CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico, textura argilosa, A moderado, moderadamente drenado, fase relevo suave ondulado e ondulado.

Conceito da Unidade

Os Cambissolos desta unidade caracterizam-se pela cor predominantemente amarela devido à existência quase exclusiva de goethita dentre os óxidos de ferro existentes na sua fração argila.

Além das características comuns já assinaladas para os Cambissolos, os solos desta unidade apresentam:

- 1) coloração amarela centrada no matiz 7,5YR, com presença de mosqueados acinzentados e avermelhados nos horizontes subsuperficiais, herdados do seu material de origem;
- 2) horizonte A do tipo moderado;
- 3) textura argilosa por todo o perfil;
- 4) caráter alumínico;
- 5) são solos moderadamente drenados. A água é removida do solo lentamente, de modo que o perfil permanece molhado por uma pequena, porém significativa, parte do ano.

Atributos morfológicos

Horizonte A

O horizonte A é do tipo moderado, apresentando pequena espessura, normalmente inferior a 10 cm. Sua textura é predominantemente argilosa, com elevados teores de silte, e a cor mais comum está centrada no matiz 7,5YR, sendo a relação valor/croma de 4/4 e 4/2. A estrutura primária é do tipo blocos subangulares, de tamanho pequeno e muito pequeno, com forte grau de desenvolvimento e, comumente se desfaz em granular (estrutura secundária), de grau forte e tamanho muito pequeno. A consistência da amostra úmida é friável ou firme, enquanto da amostra molhada, plástica e ligeiramente pegajosa.

Horizonte B

Em geral, subdivide-se em subhorizontes Bi1, Bi2 e BC, podendo apresentar espessuras variáveis que geralmente não ultrapassam 120 cm de profundidade. Portanto, são solos de pequena espessura, com os horizontes subsuperficiais apresentando fragmentos de rocha parcialmente decompostos em abundância (horizonte Cr). Estes são de coloração acinzentada e amarelada, geralmente apresentando uma mistura de cores bem contrastante (coloração variegada), muitas vezes distribuídas em faixas paralelas à superfície do terreno e de pequena espessura (1 a 5 cm), descontínuas e bem próximas entre si.

A textura é muito argilosa e a cor mais comum corresponde à notação 7,5YR, com relação valor/croma predominantemente 4/4 e 5/4. A presença de mosqueados, que são manchas distribuídas na massa de solo, de coloração acinzentadas, amarelas ou vermelhas e tamanhos que geralmente não ultrapassam 2 cm no seu maior eixo, são comuns neste horizonte, aumentando em quantidade e tamanho a medida que se aprofunda no perfil de solo. Sua estrutura é do tipo blocos subangulares de tamanho grande, com forte grau de desenvolvimento.

Os elevados teores, o tipo e arranjo das frações argila e silte definem sua consistência seca como extremamente dura e a úmida, muito firme, sendo a consistência molhada, variando de ligeiramente plástica a plástica e pegajosa.

Atributos analíticos

Na tabela 4 são apresentados os valores de alguns atributos referentes às camadas superficial e subsuperficial de dois pontos de coleta dos solos da unidade CXa1. Em termos gerais, foram as seguintes variações encontradas para os Cambissolos Háplicos desta unidade:

- **Granulometria** – Os valores de argila na camada superficial desses solos, 369 e 435 g/kg, e subsuperficial, 474 e 564 g/kg, evidenciam o aumento gradual e pouco pronunciado do teor de argila em profundidade. Os teores de silte são bastante expressivos, variando de 277 a 505 g/kg, evidenciando o incipiente estágio de desenvolvimento de tais solos, uma vez que essa fração é extremamente instável em condições tropicais e, de maneira mais intensiva, sob condições equatoriais. Os teores de areia são bastante variáveis, desde 58 g/kg até 249 g/kg, predominando a fração areia fina.

- **pH** – Os baixos valores de pH em H₂O e KCl, geralmente inferiores a 5,0 e 3,8, respectivamente, indicam tratar-se de classe de reação fortemente ácida. Os menores valores de pH no perfil são encontrados nos horizontes superficiais, devido à contribuição ácida da matéria orgânica.
- **Carbono** – O teor de carbono em superfície varia de 14,6 a 31,1 g/kg, decrescendo para apenas 3,0 e 4,4 g/kg em profundidade.
- **Soma de bases** – Os valores de soma de bases em superfície, 4,8 e 2,5 cmol_c/kg de solo, geralmente são significativamente superiores aos horizontes intermediários BA e B incipientes imediatamente subjacentes, até a profundidade aproximada de 80 cm a partir da superfície do solo. Em geral, nos subhorizontes inferiores, mais próximos da rocha (BC e Cr), há um aumento expressivo da soma de bases, alcançando valores superiores a 12 cmol_c/kg de solo, bem como uma inversão da relação Ca/Mg.
- **Capacidade de troca de cátions da fração argila** – São solos de baixa e alta atividade da fração coloidal, como pode ser evidenciado pelos valores de 24 e 37 cmol_c/kg de argila, observado para as camadas subsuperficiais.
- **Saturação por bases** – O valor de saturação por bases é baixo por todo o perfil, com maiores valores em superfície devido à reciclagem dos nutrientes e maior conteúdo de matéria orgânica.
- **Alumínio extraível e saturação por alumínio** – A quantidade de alumínio extraível é muito alta, variando de 4,1 e 4,8 cmol_c/kg de solo em superfície a 9,0 e 14,4 cmol_c/kg de solo em subsuperfície, conferindo o termo aluminoso para a classe. Os menores teores em superfície são devido à complexação do elemento com a matéria orgânica do solo. É amplamente conhecido o efeito tóxico do alumínio no desenvolvimento das plantas cultivadas, sendo considerado o maior fator limitante para a agricultura na Amazônia. No entanto, em trabalho mais recente, Gama & Kiehl (1999) observaram que culturas crescendo em solos semelhantes aos aqui estudados na região amazônica, não manifestavam sérios sintomas de toxicidade por alumínio. Segundo os autores, isso ocorre devido à conjugação de, basicamente, dois fatores: os teores de cálcio na solução do solo podem estar mitigando a toxicidade do alumínio e o método padrão para extração de Al (KCl 1M) pode não ser adequado para tais solos. Marques et al. (2002), tentando explicar como a mineralogia poderia condicionar os elevados teores do elemento em solos semelhantes e próximos aos da presente área (Alto Javari), concluíram que a presença comum de minerais interestratificados com Al-hidróxi entrecamadas condicionava

os elevados e anormais teores do elemento extraído com solução de KCl 1M e que esses valores não necessariamente estavam correlacionados com a atividade do alumínio na solução do solo e, portanto, com a sua toxicidade. No entanto, a esmectita descrita nos solos estudados não apresenta conteúdos expressivos de hidróxi entrecamadas (Figuras 3 a 8), identificáveis por difratometria de raios-X conforme procedimentos analíticos utilizados. Talvez, o fracionamento da argila nas frações argila grossa e fina, tal como executado por Marques et al. (2002) para solos semelhantes, possibilitaria sua identificação.

Em decorrência do elevado teor de alumínio extraído com KCl 1M e presença de baixos teores de cátions trocáveis, principalmente na camada subsuperficial, a saturação por alumínio apresentou-se bastante elevada, variando de 46% até 94%.

Área ocupada e descrição da paisagem

Os Cambissolos Háplicos da unidade GXa1 ocorrem em relevo suave ondulado e ondulado, com declives da ordem de 4 a 15%. Ocupam 8.371,70 m² em área absoluta, o que corresponde a aproximadamente 9,0% de toda a área mapeada. São ocupados com pastagem de capim imperial, em condições moderadamente drenada devido à impermeabilidade dos horizontes subsuperficiais e em cotas que variam entre 92 a 99 metros de altitude.

A seguir, são apresentados a morfologia, os resultados analíticos e mineralógicos referentes ao perfil representativo dos Cambissolos Háplicos da unidade CXa1.

Tabela 4. Resultados analíticos de dois pontos de amostragem referentes aos solos da unidade de mapeamento CXa1.

Atributos	Camada ⁽¹⁾	Perfil 01	Tradagem 82
Argila ⁽²⁾	a	21	14
	b	31	10
Silte ⁽²⁾	a	505	386
	b	378	277
Areia fina ⁽²⁾	a	39	231
	b	27	239
Areia grossa ⁽²⁾	a	21	14
	b	31	10
pH H ₂ O	a	4,7	4,7
	b	5,0	4,9
pH KCl	a	3,7	3,8
	b	3,5	3,8
Carbono ⁽²⁾	a	31,1	14,6
	b	4,4	3,0
Cálcio ⁽³⁾	a	2,6	1,4
	b	0,2	0,3
Magnésio ⁽³⁾	a	1,8	0,9
	b	1,9	0,1
Potássio ⁽³⁾	a	0,38	0,13
	b	0,19	0,11
Alumínio ⁽³⁾	a	4,1	4,8
	b	14,4	9,0
Hidrogênio ⁽³⁾	a	9,7	4,3
	b	4,0	2,0
Soma de bases ⁽³⁾	a	4,8	2,5
	b	2,4	0,5
Capacidade troca cations ⁽³⁾	a	18,6	11,6
	b	20,8	11,5
Capacidade troca cations da fração argila ⁽⁴⁾	a	43	31
	b	37	24
Saturação por alumínio ⁽⁵⁾	a	46	66
	b	86	94
Saturação por bases ⁽⁵⁾	a	26	21
	b	12	5

⁽¹⁾ camadas a e b referem-se aos horizontes superficiais e subsuperficiais, respectivamente;

⁽²⁾ g/kg; ⁽³⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A.; ⁽⁴⁾ cmol_c/kg de argila; ⁽⁵⁾ %.

A. Descrição Geral

PERFIL 1

DATA – 21/01/2004

CLASSIFICAÇÃO:

- Segundo Embrapa (1999) – CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico, textura argilosa, A moderado, moderadamente drenado, fase relevo suave ondulado.
- Segundo Soil Survey Staff (2003) – Typic Dystrudepts.
- Segundo FAO (1998) – Dystric Cambisol.

UNIDADE DE MAPEAMENTO – CXa1

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Fazenda do Sr. Álvaro Caldas Magalhães, município de Benjamin Constant, Estado do Amazonas. Coordenadas: 04°23'38,0" S e 70°01'02,2" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Topo de morro curto, com 4% declive. Perfil descrito sob pasto.

ALTITUDE – 95 m.

LITOLOGIA – Siltito.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Solimões.

CRONOLOGIA – Terciário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração da rocha supracitada.

PEDREGOSIDADE – ausente.

ROCHOSIDADE – ausente.

RELEVO LOCAL – suave ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado.

EROSÃO – laminar ligeira.

DRENAGEM – moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Equatorial Perenifólia.

USO ATUAL – pastagem.

CLIMA – Af.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho e Fabiano de Oliveira Araújo.

B. Descrição Morfológica

- Ap** 0-6 cm, bruno (7,5YR 4/4, úmido; 7,5YR 5/4, seco); argilo-siltosa; forte, pequena e muito pequena, blocos subangulares e forte, muito pequena, granular; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- BA** 6-24 cm, bruno (7,5YR 4/4, úmido; 7,5YR 5/4, seco); argilo-siltosa; forte a moderada, grande e média, blocos subangulares; muito dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- Bi1** 24-46 cm, bruno-escuro (7,5YR 5/4, úmido; 7,5YR 5/4, seco); argilo-siltosa; forte, grande, blocos subangulares; extremamente dura, muito firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bi2** 46-72 cm, bruno (7,5YR 5/4, úmido; 7,5YR 4/4, seco), mosqueado abundante, pequeno e médio, distinto, cinzento-claro (10YR 7/1, úmido); argila; forte, grande, blocos subangulares; extremamente dura, muito firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- BC** 72-105 cm, coloração variegada, composta de cinzento-avermelhado (10YR 7/1, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5YR 7/6, úmido), mosqueado pouco, médio, proeminente, vermelho (2,5YR 4/6, úmido), concentrado em alguns volumes do horizonte; argila; maciça; muito dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Cr1** 105-149 cm, coloração variegada, composta de cinzento (N 7/, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5YR 7/6, úmido); argilo-siltosa; maciça; extremamente dura, muito firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Cr2** 149-160 cm + , coloração variegada, composta de cinzento (N 7/, úmido), amarelo-avermelhado (7,5YR 7/6, úmido) e 2,5Y N/ (preto, úmido); argilo-siltosa; maciça; extremamente dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.
- RAÍZES** – Fasciculares; abundantes finas no horizonte Ap, comuns finas no BA, poucas finas no horizonte Bi1, raras finas no Bi2 e ausente nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES

- Perfil descrito com pouca umidade;
- Nos horizontes Cr1 e Cr2, as colorações amarelo-avermelhadas (7,5YR 7/6, úmido) estão distribuídas em faixas muito próximas entre si, de espessura média de 1cm, descontínuas e paralelas à superfície do terreno;
- As colorações enegrecidas (2,5Y N/) no horizonte Cr2 referem-se à presença de manganês (mangans) na porosidade fissural, geralmente paralelas à superfície do terreno;
- Presença de nódulos plúnticos no horizonte Bi2 de diâmetro médio de 0,5cm e comprimento de 2 cm; alongados, amarelos e goethíticos. Ocupam menos que 1% do volume do horizonte;
- Porosidade: poros abundantes muito pequenos no horizonte Ap, comuns muito pequenos e pequenos no BA, comuns muito pequenos e poucos pequenos nos horizontes Bi1 e Bi2, poucos muito pequenos no BC e raros muito pequenos nos demais horizontes.

D. Mineralogia

A figura 3 apresenta os difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada referentes ao horizonte Bi1 do perfil 1. Esmectita, illita, caolinita e traços de pirofilita são os minerais silicatados presentes. O primeiro é definido pelo espaçamento interplanar de 1,4 nm no tratamento com magnésio, que se expande para 1,71 nm quando a amostra é solvatada com etileno glicol. A saturação com potássio promove o colapso do mineral para 1,2 nm e para 1,0 nm quando é aquecido a 550° C. O mineral Illita é identificado pelos reflexos de 1,0; 0,5 e 0,33 nm, os quais são intensificados no tratamento com potássio aquecido a 550° C. Os reflexos definidos a 0,72 e 0,36 nm, que desaparecem quando a amostra é aquecida a 550° C, referem-se a caolinita, mineral muito comum e abundante nos solos tropicais. Traços de pirofilita foram identificados pelos reflexos de 0,92; 0,46 e 0,31 nm, os quais não são afetados pelos tratamentos de saturação, solvatação e temperatura. Ao contrário da caolinita, esse mineral não é comum nos solos tropicais, embora já tenham sido identificados e descritos em solos e material de origem semelhantes aos estudados, tanto na Amazônia colombiana (Zelazny & White, 1989) como brasileira (Marques et al., 2002), próximos a área de estudo. Sua presença nessas condições equatoriais indicam que podem ser bastante resistentes ao intemperismo (Marques et al., 2002).

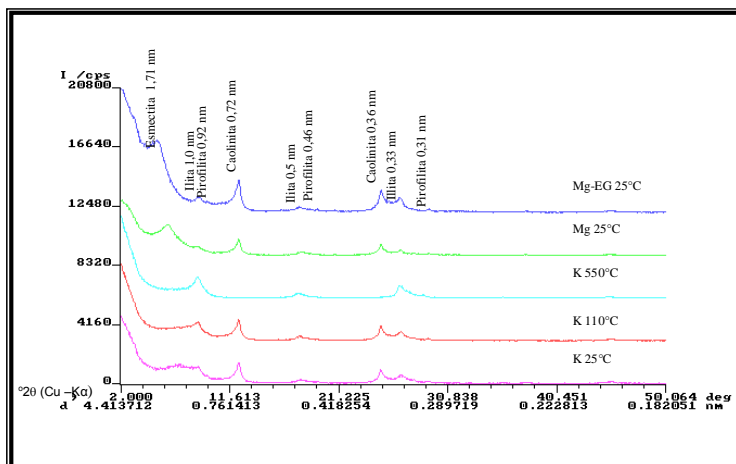


Fig. 3. Difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Bi1 do perfil 1. A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com potássio à temperatura ambiente (K 25°C), com potássio e aquecida às temperaturas de 110 (K 110°C) e 550° C (K 550°C), saturada com magnésio à temperatura ambiente (Mg 25° C) e, finalmente, com magnésio + etileno glicol à mesma temperatura (Mg-EG 25° C).

3.2.2. UNIDADE CXa2

CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico, textura argilosa, A moderado, bem drenado, fase relevo plano e suave ondulado.

Conceito da Unidade

Os Cambissolos desta unidade assemelham-se aos descritos na unidade CXa1, diferindo quer pela posição que ocupam na paisagem, quer pelas condições de drenagem superficial e relevo. Localizam-se em pequenos topos curtos e convexos de morrotes alongados, cujas cotas geralmente excedem 100 m de altitude.

Além das características comuns já assinaladas para os Cambissolos, os solos desta unidade apresentam:

- 1) coloração amarela centrada no matiz 7,5YR, podendo ocorrer 5YR nos horizontes superficiais. Abaixo de 140 cm de profundidade, o horizonte C manifesta colorações variegadas, compostas de bruno, branco e vermelho, herdadas do material de origem;
- 2) horizonte A do tipo moderado, com pequena espessura, em média de 10 cm;
- 3) textura argilosa por todo o perfil, com elevados teores de silte;
- 4) caráter alumínico;
- 5) são solos bem drenados. A água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente.

Atributos morfológicos

Horizonte A

Semelhante ao descrito para os solos da unidade CXa1, o horizonte A é do tipo moderado, apresentando pequena espessura, normalmente inferior a 10 cm. É comum a existência de horizonte transicional BA, também de pequena espessura e imediatamente subjacente ao A. Sua textura é predominantemente argilosa, com elevados teores de silte, e a cor mais comum está centrada nos matizes 5YR e 7,5YR, sendo a relação valor/croma de 4/3. A estrutura primária é do tipo blocos subangulares, de tamanho médio e grande, com moderado grau de desenvolvimento e, comumente se desfaz em granular (estrutura secundária), de grau moderado e tamanho muito pequeno e pequeno. A consistência da amostra úmida é firme, enquanto da amostra molhada, plástica e pegajosa.

Horizonte B

Em geral, subdivide-se em subhorizontes Bi1, Bi2 e Bi3, podendo apresentar horizonte transicional BA. O solum (horizontes A + B) não ultrapassa 150 cm de espessura e, comumente, assenta-se sobre horizonte C de coloração variegada e com poucos fragmentos de rocha intemperizada.

A textura é muito argilosa, com teores de argila que não ultrapassam 420 g/kg e elevados teores de silte (> 250 g/kg), sendo que a cor mais comum corresponde à notação 7,5YR, com valor 5 e matiz variando de 4 no horizonte BA a 6 naqueles mais profundos (Bi3). Sua estrutura é do tipo blocos subangulares de tamanho médio e grande, com moderado grau de desenvolvimento nos subhorizontes B mais superficiais, reduzindo o grau de estruturação à medida que se aprofunda no perfil. A consistência da amostra úmida varia de firme nos horizontes mais superficiais, a friável naqueles mais profundos.

Atributos analíticos

Os atributos referentes aos solos da unidade CXa2 são mostrados nos resultados analíticos do Perfil 4. Em termos gerais, foram os seguintes valores encontrados para os Cambissolos Háplicos desta unidade:

- **Granulometria** – Os valores de argila na camada superficial, 369 g/kg, e subsuperficial, 412 g/kg, evidenciam o aumento gradual e pouco pronunciado do teor de argila em profundidade. Os teores de silte são bastante expressivos, variando de 365 na camada superficial a um máximo de 299 g/kg na subsuperficial, corroborando seu incipiente estágio de desenvolvimento pedogenético. Quanto aos teores de areia, predomina a fração areia fina, com 248 e 300 g/kg de solo, respectivamente para os horizontes superficiais e subsuperficiais, sendo que a areia grossa mostra valores de 18 e um máximo de 35 g/kg de solo para aqueles mesmos horizontes.
- **pH** – Os baixos valores de pH em H₂O e KCl, inferiores a 5,0 e 4,0 respectivamente, indicam tratar-se de classe de reação fortemente ácida. Os menores valores de pH em H₂O no perfil são encontrados nos dois primeiros horizontes superficiais, devido à maior contribuição da matéria orgânica.
- **Carbono** – O teor de carbono em superfície é de 19,6 g/kg de solo, decrescendo gradativamente em profundidade para valores abaixo de 3,0 g/kg de solo.

- **Soma de bases** – Os valores de soma de bases são bastante baixos, 0,7 cmol_c/kg de solo em superfície e 0,2 cmol_c/kg de solo em subsuperfície, evidenciando a baixa fertilidade natural desses solos.
- **Capacidade de troca de cátions da fração argila** – São solos de alta atividade da fração coloidal, sendo que os elevados teores de alumínio e hidrogênio (acidez potencial) são os principais responsáveis por esses valores.
- **Saturação por bases** – O valor de saturação por bases é muito baixo por todo o perfil, sendo que o maior valor em superfície (5%) é devido tanto à reciclagem dos nutrientes como ao maior conteúdo de matéria orgânica.

Alumínio extraível e saturação por alumínio – A quantidade de alumínio extraível é muito alta, variando de 6,0 cmol_c/kg de solo em superfície até 9,0 cmol_c/kg de solo em subsuperfície, conferindo o termo alumínico para os solos desta unidade de mapeamento. Os menores teores em superfície são devido à complexação do elemento com a matéria orgânica do solo.

Em decorrência do elevado teor de alumínio extraído com KCl 1M e presença de baixos teores de cátions trocáveis por todo o perfil, a saturação por alumínio apresentou-se bastante elevada, variando de 90% até 98%.

Área ocupada e descrição da paisagem

Os Cambissolos Háplicos Alumínicos da unidade CXa2 distribuem-se por 2.528,49 m², o que corresponde a apenas 2,72% de toda a área de pesquisa. Estão relacionados aos topos de morrotes curtos e alongados, de relevo predominantemente plano e cultivados com pastagem de capim imperial. São os locais mais elevados da área, aparecendo em cotas superiores a 100 m de altitude; em consequência, são os mais profundos e de maior drenagem interna de toda a Janela 6.

Os dados morfológicos, bem como os resultados analíticos e mineralógicos referentes ao perfil representativo dos Cambissolos Háplicos da unidade CXa2 são apresentados a seguir.

A. Descrição Geral

PERFIL 4

DATA – 22/01/2004

CLASSIFICAÇÃO:

• Segundo Embrapa (1999) – CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico, textura argilosa, A moderado, bem drenado, fase relevo plano.

• Segundo Soil Survey Staff (2003) – Typic Dystrudepts.

• Segundo FAO (1998) – Dystric Cambisol

UNIDADE DE MAPEAMENTO – CXa2.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Fazenda do Sr. Álvaro Caldas Magalhães, município de Benjamin Constant, estado do Amazonas. Coordenadas: 04°23'43,9" e 70°01'02,4"

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Topo da vertente, com 1% declive. Perfil descrito sob pastagem.

ALTITUDE – 105 m

LITOLOGIA – Siltito.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Solimões.

CRONOLOGIA – Terciário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração da rocha supracitada.

PEDREGOSIDADE – ausente.

ROCHOSIDADE – ausente.

RELEVO LOCAL – plano.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

EROSÃO – laminar e em sulcos ligeira.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Equatorial Perenifólia.

USO ATUAL – pastagem.

CLIMA – Af.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho e Fabiano de Oliveira Araújo.

B. Descrição Morfológica

- Ap** 0-10 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmido); franco-argilosa; moderada, média e grande, blocos subangulares, que se desfaz em moderada muito pequena e pequena granular; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- BA** 10-24 cm, bruno (7,5YR 5/4, úmido); argila; moderada, média e grande, blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bi1** 24-62 cm, bruno (7,5YR 5/5, úmido); moderada, grande, blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bi2** 62-94 cm, bruno (7,5YR 5/5; úmido); argila; moderada a fraca, média e grande, blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bi3** 94-145 cm, bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido); argila; fraca a moderada, média, blocos subangulares; firme a friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- C** 145-175 cm + , coloração variegada, composta de bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido), branco (10YR 8/1, úmido) e vermelho (2,5YR 4/8, úmido), franco-argilosa; moderada, média e grande, blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e pegajosa.

RAÍZES – Fasciculares; abundantes finas no horizonte Ap, comuns finas no BA, poucas finas no horizonte Bi1, raras finas Bi2, e ausente nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES

- Atividade biológica intensa (cupins) até 1m de profundidade;
- presença de fragmentos de rocha nos horizontes Bi3 e C, os quais ocupam menos que 2% do volume dos horizontes;
- porosidade: poros abundantes muito pequenos, comuns pequenos e

D. Mineralogia

A figura 4 apresenta os difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada referentes ao horizonte Bi1 do perfil 4. Caolinita e esmectita são os minerais predominantes da fração argila desferrificada. O primeiro é definido pelos espaçamentos interplanares de 0,72 e 0,36 nm, os quais desaparecem quando a amostra é aquecida a 550° C. Esmectita é definida pelo reflexo de 1,4 nm no tratamento com magnésio, que se expande para 1,68 nm quando a amostra é solvatada com etileno glicol. A saturação com potássio promove o colapso do mineral para 1,2 nm e para 1,0 nm quando é aquecido a 550° C. O mineral Ilita é identificado pelos reflexos de 1,0; 0,5 e 0,33 nm, os quais são intensificados no tratamento com potássio aquecido a 550° C. Semelhante ao perfil 1, traços de pirofilita foram identificados pelos reflexos de 0,92; 0,46 e 0,31 nm, os quais não são afetados pelos tratamentos de saturação, solvatação e temperatura.

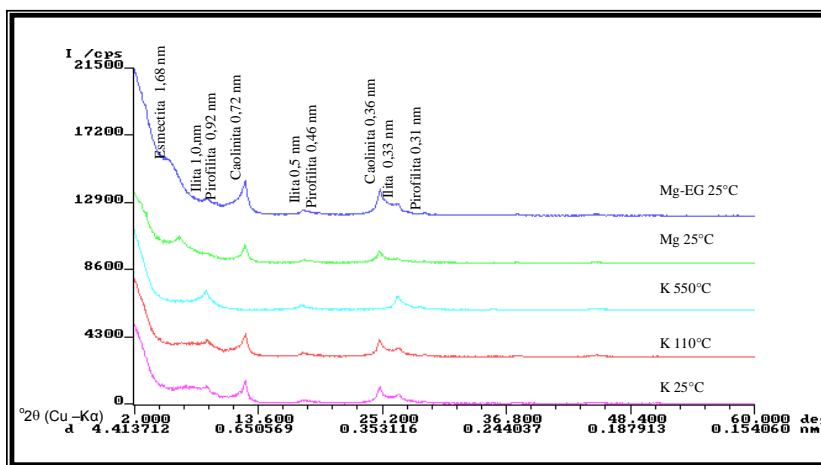


Fig. 4. Difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Bi1 do perfil 4. A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com potássio à temperatura ambiente (K 25°C), com potássio e aquecida às temperaturas de 110 (K 110°C) e 550° C (K 550°C), saturada com magnésio à temperatura ambiente (Mg 25° C) e, finalmente, com magnésio + etileno glicol à mesma temperatura (Mg-EG 25° C).

3.2.3. UNIDADE CXa3

CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico, textura argilosa ou média/argilosa, A moderado, bem drenado, fase relevo ondulado e forte ondulado.

Conceito da Unidade

Os Cambissolos da unidade CXa3 são semelhantes aos descritos para aqueles da unidade CXa2, diferindo, basicamente, pela posição que ocupam na paisagem, textura e condições de relevo. Em geral, sucedem os solos da unidade CXa1 na toposequência.

Além das características comuns já assinaladas para os Cambissolos, os solos desta unidade apresentam:

- 1) coloração amarela centrada nos matizes 7,5YR e 10YR, podendo ocorrer 5YR nos horizontes superficiais. Abaixo de 100 cm de profundidade, os horizontes BC ou C manifestam colorações variegadas, normalmente compostas de bruno, cinza e vermelho-amarela, herdadas do material de origem;
- 2) horizonte A do tipo moderado, com pequena espessura, geralmente inferior a 10 cm e sobrejacente a horizonte transicional BA;
- 3) textura argilosa por todo o perfil, ou binária média/argilosa, com elevados teores de silte;
- 4) caráter alumínico;
- 5) são solos bem drenados. A água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente.

Atributos morfológicos

Horizonte A

Semelhante a todos os solos da área, o horizonte A é do tipo moderado, apresentando pequena espessura, normalmente inferior a 10 cm. Sua textura é predominantemente argilosa, podendo ocorrer textura média, com elevados teores de silte. A cor mais comum está centrada nos matizes 7,5YR e 10YR, podendo ocorrer 5YR, sendo a relação valor/croma de 4/1, 4/2 e 4/4. A estrutura primária é do tipo blocos subangulares, de tamanho médio e grande, com moderado grau de desenvolvimento e, comumente, desfaz-se em granular (estrutura secundária), de grau moderado e

tamanho muito pequeno e pequeno. A consistência da amostra seca é dura, da úmida, firme, enquanto da amostra molhada, ligeiramente plástica a plástica e pegajosa.

Horizonte B

Em geral, subdivide-se em subhorizontes BA, Bi1, Bi2 e BC. O solum (horizontes A + B) não ultrapassa 100 cm de espessura e, comumente, assenta-se sobre horizonte BC, C ou Cr de coloração variegada. Os fragmentos de rocha intemperizada estão comumente presentes nos horizontes inferiores, aumentando em quantidade à medida que se aprofunda no perfil.

A textura é muito argilosa, com teores de argila que variam de 369 a 519 g/kg de solo. Os elevados teores de silte também são comuns nesses solos, evidenciando seu incipiente estágio de desenvolvimento pedogenético. Quanto a cor, esta é variegada, geralmente centrada nos matizes 7,5YR e 10YR, com valor 5 e matiz variando de 4 no horizonte BA a 7 naqueles mais profundos (Bi2). Sua estrutura é do tipo blocos subangulares de tamanho médio e grande, com moderado a forte grau de desenvolvimento. A consistência da amostra seca varia de dura a extremamente dura, da úmida é firme e da molhada, ligeiramente plástica e pegajosa.

Atributos analíticos

Na tabela 5 são apresentados alguns atributos referentes aos solos representativos da unidade CXa3. Em termos gerais, foram as seguintes variações encontradas para os Cambissolos Háplicos desta unidade:

- **Granulometria** – Os valores mínimos, 285 e 369 g/kg, e máximos, 433 e 519 g/kg, respectivamente para os horizontes superficiais e subsuperficiais, evidenciam a presença de solos de textura binária média/argilosa e apenas argilosa por todo o perfil. Os teores médios de silte naqueles mesmos horizontes são de 423 e 326 g/kg, sendo que os maiores valores são encontrados nos horizontes superficiais. A areia fina predomina sobre a grossa, com valores médios de 201 e 199 g/kg de solo, respectivamente para os horizontes superficiais e subsuperficiais.
- **pH** – Os valores de pH em H₂O e KCl não ultrapassam 4,9 e 3,9 respectivamente, evidenciando a reação fortemente ácida desses solos.

- **Carbono** – O teor médio de carbono em superfície é baixo, 15,9 g/kg de solo, decrescendo gradativamente em profundidade para valores iguais ou inferiores a 9,1 g/kg de solo.
- **Soma de bases** – Os maiores valores de soma de bases estão em superfície. Os valores mínimo e máximo em superfície, 1,0 e 5,4 cmol_c/kg de solo, e em subsuperfície, 0,3 e 2,3 cmol_c/kg de solo, evidenciam a influência da matéria orgânica na retenção dos cátions básicos e fertilidade desses solos.
- **Capacidade de troca de cátions da fração argila** – São solos predominantemente de alta atividade da fração coloidal. No entanto, os elevados teores de alumínio e hidrogênio são os responsáveis por esses resultados, uma vez que os cátions básicos estão em baixa proporção, principalmente nos horizontes subsuperficiais.
- **Saturação por bases** – O valor de saturação por bases é muito baixo por todo o perfil, sendo que os maiores valores estão em superfície (média de 23%).
- **Alumínio extraível e saturação por alumínio** – A quantidade de alumínio extraível é alta, variando de 2,9 cmol_c/kg de solo (valor mínimo) em superfície até 12,8 cmol_c/kg de solo (valor máximo) em subsuperfície, conferindo o termo aluminico para os solos desta unidade de mapeamento. Os menores teores em superfície são devido à complexação do elemento com a matéria orgânica do solo.

Em decorrência do elevado teor de alumínio extraído com KCl 1M e presença de baixos teores de cátions trocáveis por todo o perfil, a saturação por alumínio apresentou-se bastante elevada, com valores médios de 62 e 90% nos horizontes superficiais e subsuperficiais, respectivamente.

Área ocupada e descrição da paisagem

Os Cambissolos da unidade CXa3 abrangem 28.313,68 m^2 de extensão, o que corresponde a 30,5% de toda a área de estudo. Localizam-se em cotas inferiores aos solos da unidade CXa1, sucedendo-os na toposseqüência. São solos situados em relevo ondulado e forte ondulado, em declives que variam de 14 a 22%. Em geral, estão relacionados a cotas que variam entre 95 e 105 m de altitude.

Tabela 5. Número de amostras (n), valores mínimo, médio e máximo, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos do solo referentes às camadas superficial (a) e subsuperficial (b) do CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típico, textura argilosa ou média/argilosa, A moderado, bem drenado, fase relevo ondulado e forte ondulado (unidade CXa3).

Atributo	Camada	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
Argila ⁽¹⁾	a	7	285	433	364	57,98	6,27
	b	10	369	519	458	47,28	9,69
Silte ⁽¹⁾	a	7	358	473	423	45,56	9,28
	b	10	265	408	326	47,27	6,90
Areia fina ⁽¹⁾	a	7	103	351	201	81,29	2,47
	b	10	64	354	199	85,41	2,33
Areia grossa ⁽¹⁾	a	7	6	20	13	4,60	2,80
	b	10	8	31	17	7,38	2,30
pH H ₂ O	a	7	4,5	4,9	4,7	0,17	27,60
	b	10	4,5	4,9	4,8	0,11	42,10
pH KCl	a	7	3,7	3,9	3,8	0,08	49,89
	b	10	3,7	3,8	3,8	0,05	72,81
Carbono ⁽¹⁾	a	7	8,5	19,9	15,9	3,56	4,46
	b	10	3,6	9,1	5,3	1,65	3,23
Ca ²⁺ ⁽²⁾	a	7	0,6	3,2	1,8	0,87	2,03
	b	10	0,1	0,4	0,9	0,22	1,75
Mg ²⁺ ⁽²⁾	a	7	0,3	2,3	1,2	0,77	1,60
	b	10	0,1	1,6	0,6	0,60	0,92
K ⁺ ⁽²⁾	a	7	0,09	0,18	0,13	0,03	4,42
	b	10	0,01	0,19	0,13	0,05	2,55
Al ³⁺ ⁽²⁾	a	7	2,9	8,0	5,2	2,16	2,40
	b	10	7,2	12,8	9,7	1,82	5,31
H ⁺ ⁽²⁾	a	7	4,1	6,6	5,3	0,95	5,60
	b	10	1,2	5,4	3,4	1,15	2,95
Soma de bases ⁽²⁾	a	7	1,0	5,4	3,2	1,58	1,99
	b	10	0,3	2,3	1,1	0,77	1,43
CTC ⁽³⁾	a	7	9,1	15,8	13,7	2,64	5,17
	b	10	10,8	17,5	14,2	2,26	6,26
Saturação por alumínio ⁽⁴⁾	a	7	38	80	62	16,92	3,67
	b	10	78	97	90	5,97	15,10
Saturação por bases ⁽⁴⁾	a	7	10	35	23	9,27	2,43
	b	10	2	15	8	4,66	1,63

⁽¹⁾ g/kg de T.F.S.A.⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A.⁽³⁾ cmol_c/kg de argila⁽⁴⁾ %.

A. Descrição Geral

PERFIL 5

DATA – 23/01/2004

CLASSIFICAÇÃO:

- Segundo Embrapa (1999) - CAMBISSOLO HÁPLICO alumínico típico, textura argilosa, A moderado, bem drenado, fase relevo ondulado.
- Segundo Soil Survey Staff (2003) – Typic Dystrudepts.
- Segundo FAO (1998) – Dystric Cambisol.

UNIDADE DE MAPEAMENTO – CXa3.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Fazenda do Sr. Álvaro Caldas Magalhães, município de Benjamin Constant, estado do Amazonas. Coordenadas: 04°23'43,9" e 70°01'02,4".

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço média da vertente, com 20% declive. Perfil descrito sob pastagem de capim imperial.

ALTITUDE – 105 m.

LITOLOGIA – Siltito.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Solimões.

CRONOLOGIA – Terciário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração da rocha supracitada.

PEDREGOSIDADE – ausente.

ROCHOSIDADE – ausente.

RELEVO LOCAL – ondulado.

RELEVO REGIONAL – ondulado e forte ondulado.

EROSÃO – laminar e em sulcos ligeira.

DRENAGEM – bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Equatorial Perenifólia.

USO ATUAL – pastagem de capim imperial.

CLIMA – Af.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho e Fabiano de Oliveira Araújo.

B. Descrição Morfológica

- Ap** 0-8 cm, cinzento (10YR 4/1, úmido); franco-argilossiltosa; moderada, média e grande, blocos subangulares, que se desfaz em moderada muito pequena e pequena granular; dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- BA** 8-30 cm, coloração variegada, composta de bruno (7,5YR 5/4, úmido) e cinzento-claro (10YR, 6/1, úmido); argilo-siltosa; moderada a forte, grande e média, blocos subangulares; muito dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bi1** 30-63 cm, coloração variegada, composta de bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido) e cinzento-claro (10YR, 6/1, úmido); argila; forte, grande e média, blocos subangulares; extremamente dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bi2** 63-98 cm, coloração variegada, composta de bruno-forte (7,5YR 5/7, úmido) e cinzento-claro (10YR, 6/1, úmido); argila; moderada a forte, grande e média, blocos subangulares; dura, firme a friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- BC** 98-(109-121) cm, coloração variegada, composta de bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido), cinzento-claro (10YR, 6/1, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 4/8, úmido); argila; maciça que se desfaz em moderada, média e grande, blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição ondulada e gradual.
- C** (109-121)-170 cm+, coloração variegada, composta de cinzento-claro (5YR 6/1, úmido), amarelo-avermelhado (7,5YR, 7/6, úmido) e bruno-forte (7,5YR, 5/8, úmido); argila; maciça; firme, ligeiramente plástica e pegajosa.
- RAÍZES** – Fasciculares; abundantes finas no horizonte Ap, comuns finas no BA, poucas finas no horizonte Bi1, raras finas nos horizontes Bi2 e BC e ausente no C.

D. Mineralogia

A figura 5 apresenta os difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada referentes ao horizonte Bi2 do perfil 5. A composição mineralógica deste perfil é similar aos anteriores, com predominância de caolinita. Esmectita, illita e traços de pirofilita complementam a mineralogia da fração argila desferrificada do perfil 5.

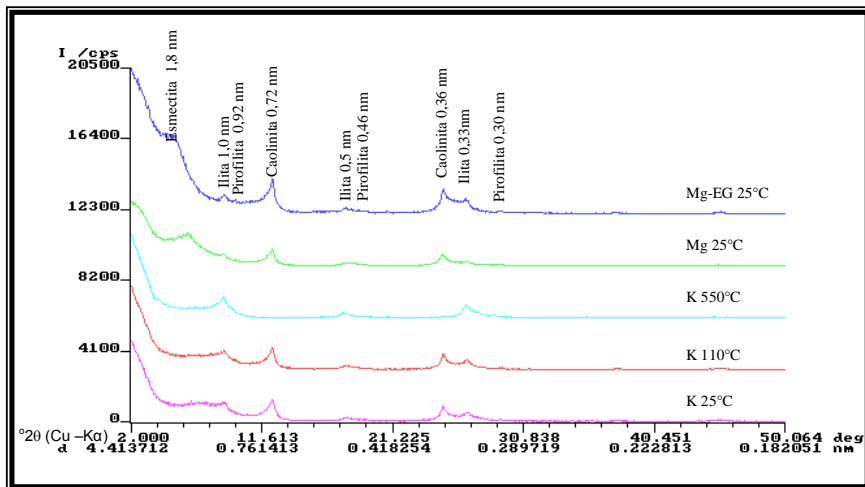


Fig. 5. Difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Bi2 do perfil 5. A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com potássio à temperatura ambiente (K 25°C), com potássio e aquecida às temperaturas de 110 (K 110°C) e 550° C (K 550°C), saturada com magnésio à temperatura ambiente (Mg 25° C) e, finalmente, com magnésio + etileno glicol à mesma temperatura (Mg-EG 25° C).

3.2.4. UNIDADE CXa4

CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico gleico, textura média/argilosa, A moderado, imperfeitamente drenado, fase relevo suave ondulado e plano.

Conceito da Unidade

Os Cambissolos da unidade CXa4 estão localizados em relevos suavizados e em cotas inferiores aos descritos anteriormente. Em consequência, apresentam maior restrição da drenagem interna, com o lençol freático elevado por uma grande parte do ano, mas que raramente alcança a superfície do solo.

Além das características comuns já assinaladas para os Cambissolos em geral, os solos desta unidade apresentam:

- 1) coloração amarela centrada nos matizes 7,5YR e 10YR. Em geral, com exceção do horizonte superficial A, os demais apresentam uma mistura de cores onde não há predominância perceptível de determinada cor como constituinte do fundo, o que é descrito como coloração variegada. A presença de manchas avermelhadas ou amarela-avermelhadas num fundo claro, característica denominada de mosqueamento, são abundantes nos horizontes que ocorrem abaixo de 70 cm de profundidade e estão relacionadas ao excesso de umidade no perfil;
- 2) horizonte A do tipo moderado, com pequena espessura, geralmente inferior a 15 cm, e sobrejacente a horizonte transicional BA;
- 3) textura binária média/argilosa, com elevados teores de silte;
- 4) caráter alumínico;
- 5) são solos imperfeitamente drenados. A água é removida do solo lentamente, de tal modo que este permanece saturado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano.

Atributos morfológicos

Horizonte A

O horizonte A é do tipo moderado, com espessura média de 14 cm. Sua cor mais comum está centrada no matiz 7,5YR, com valor 4 e croma variando de 2 a 4. A estrutura predominante é do tipo blocos subangulares, de tamanho médio e grande,

geralmente se desfazendo em granular, pequena e muito pequena, ambas com moderado grau de desenvolvimento. A textura é média, com os teores de silte comumente superiores aos da argila. A consistência da amostra seca é dura, da úmida, friável, e da molhada, plástica e pegajosa.

Horizonte B

Comumente se divide em BA, Bi1, Bi2 e BCg, com horizonte Cg iniciando a aproximadamente 120 cm de profundidade. A coloração é variegada desde o horizonte BA, com matizes centradas no 7,5YR e 10YR e relação valor/croma variando de 5/4, 5/6, 6/6, N 6/ e N/7, havendo manifestação de mosqueados avermelhados (matizes 2,5YR e 10R) que contrastam com o fundo acinzentado e amarelo-avermelhado. Os mosqueados aumentam em quantidade à medida que se aprofunda no perfil, tornando-se abundantes (ocupam mais que 20% do volume do solo) no horizonte BC. Sua estrutura é do tipo blocos subangulares, com os agregados individuais de tamanhos médios e grandes e grau de estruturação predominantemente forte. A consistência da amostra seca é extremamente dura, da úmida, firme, e da molhada, plástica e pegajosa.

Atributos analíticos

Os valores mínimos e máximos, a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação de alguns atributos selecionados dos solos da unidade CXa4 são mostrados na tabela 6. Em termos gerais, foram as seguintes variações encontradas para esses solos:

- **Granulometria** – Os teores de silte e, eventualmente areia, são superiores aos de argila nos horizontes superficiais. Os valores médios em superfície, 278, 419 e 295 g/kg respectivamente para as frações argila, silte e areia fina, corroboram essa assertiva. Tanto em superfície como em subsuperfície a areia fina domina na fração areia total, como pode ser observado pelos valores médios de areia fina e grossa em superfície, respectivamente de 295 e 9 g/kg, e em subsuperfície, 211 e 10 g/kg. Em subsuperfície os teores de silte permanecem elevados, mas inferiores aos de argila.
- **pH** – Os valores de pH em H₂O e KCl não ultrapassam 5,0 e 4,9 respectivamente, evidenciando a reação fortemente ácida desses solos.

- **Carbono** – Os teores de carbono são baixos. Em superfície, o máximo valor, 22,6 g/kg, está relacionado geralmente aos primeiros 15 cm superficiais, decrescendo abruptamente no horizonte imediatamente subjacente (BA), em geral para valores inferiores a 6,5 g/kg.
- **Soma de bases** – Embora baixos, os maiores valores de soma de bases (média de 3,0 cmol_c/kg de solo) estão em superfície devido à presença da matéria orgânica. Esses valores reduzem significativamente em profundidade, como se pode observar pelos valores mínimos, máximos e médios do elemento em subsuperfície, respectivamente de 0,2, 1,5 e 0,8 cmol_c/kg de solo.
- **Capacidade de troca de cátions da fração argila** – São solos predominantemente de alta atividade da fração argila. As menores atividades estão relacionadas às amostras com os menores teores de alumínio extraível.
- **Saturação por bases** – O valor de saturação por bases é muito baixo por todo o perfil, sendo que os maiores valores estão em superfície (média de 28%).
- **Alumínio extraível e saturação por alumínio** – Os teores de alumínio são bastante elevados, principalmente em subsuperfície. A média do elemento em superfície é de 2,3 cmol_c/kg de solo, enquanto em subsuperfície esse valor é de 9,0 cmol_c/kg de solo. A complexação do alumínio com a matéria orgânica na camada superficial é responsável pelo seu menor valor nessa porção do perfil. Devido à baixa soma de bases e altos teores de alumínio extraível, os valores de saturação por alumínio são elevados, principalmente em subsuperfície, passando de 44% nas camadas superiores do solo para 92% nas inferiores.

Área ocupada e descrição da paisagem

Os Cambissolos da unidade CXa4 são os mais representativos da Janela 6. Estão distribuídos por 29.650,26 m², o que corresponde a aproximadamente 32% da área estudada. Ocorrem em relevo plano e suave ondulado, em declives que não ultrapassam 8%. Localizam-se em cotas inferiores aos solos descritos anteriormente, geralmente abaixo de 95 m de altitude. Assim, na área são encontrados sucedendo os solos da unidade CXa1 na toposseqüência.

Tabela 6. Número de amostras (n), valores mínimo, médio e máximo, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos do solo referentes às camadas superficial (a) e subsuperficial (b) do CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico gleico, textura média/argilosa, A moderado, imperfeitamente drenado, fase relevo suave ondulado e plano (unidade CXa4).

Atributo	Camada	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
Argila ⁽¹⁾	a	8	203	327	278	38,24	7,26
	b	12	348	559	454	64,85	7,00
Silte ⁽¹⁾	a	8	278	545	419	83,40	5,02
	b	12	214	434	325	62,61	5,19
Areia fina ⁽¹⁾	a	8	118	505	295	116,67	2,53
	b	12	50	428	211	107,04	1,97
Areia grossa ⁽¹⁾	a	8	4	16	9	4,40	1,99
	b	12	2	14	10	3,09	3,07
pH H ₂ O	a	8	4,1	5,0	4,8	0,29	16,66
	b	12	4,8	5,1	5,0	0,11	46,28
pH KCl	a	8	3,8	4,0	3,9	0,07	54,80
	b	12	3,6	3,9	3,7	0,08	46,56
Carbono ⁽¹⁾	a	8	13,3	22,6	17,8	3,55	5,00
	b	12	2,8	6,0	3,8	0,94	4,06
Ca ²⁺ ⁽²⁾	a	8	1,2	3,0	2,1	0,69	3,02
	b	12	0,1	0,6	0,3	0,17	1,96
Mg ²⁺ ⁽²⁾	a	8	0,2	1,6	0,7	0,47	1,55
	b	12	0,0	1,0	0,3	0,34	0,87
K ⁺ ⁽²⁾	a	8	0,11	0,34	0,19	0,08	2,34
	b	12	0,08	0,21	0,13	0,04	3,34
Al ³⁺ ⁽²⁾	a	8	1,8	3,6	2,3	0,60	3,80
	b	12	5,4	11,7	9,0	1,82	4,95
H ⁺ ⁽²⁾	a	8	4,2	6,7	5,5	0,91	5,97
	b	12	1,2	5,6	3,2	1,19	2,69
Soma de bases ⁽²⁾	a	8	1,6	4,4	3,0	1,10	2,75
	b	12	0,2	1,5	0,8	0,43	1,83
CTC ⁽³⁾	a	8	8,0	13,1	10,7	1,58	6,80
	b	12	8,8	18,7	13,0	2,73	4,76
Saturação por alumínio ⁽⁴⁾	a	8	30	69	44	13,31	3,30
	b	12	85	97	92	3,57	25,79
Saturação por bases ₁₄₄	a	8	16	35	28	7,56	3,67
	b	12	2	13	6	3,10	1,94

⁽¹⁾ g/kg de T.F.S.A.

⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A.

⁽³⁾ cmol_c/kg de argila.

⁽⁴⁾ %.

A. Descrição Geral

PERFIL 2

DATA – 21/01/2004

CLASSIFICAÇÃO:

- Segundo Embrapa (1999) – CAMBISSOLO HÁPLICO aluminico gleico, textura média/argilosa, A moderado, imperfeitamente drenado, fase relevo plano.

- Segundo Soil Survey Staff (2003) – Typic Dystrudepts.

- Segundo FAO (1998) – Gleyic Cambisol.

UNIDADE DE MAPEAMENTO – CXa4.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Fazenda do Sr. Álvaro Caldas Magalhães, município de Benjamin Constant, estado do Amazonas. Coordenadas: 04°23'36,9" S e 70°01'07,5" W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Terço inferior de vertente convexa, com 2% declive. Perfil descrito sob pastagem.

ALTITUDE – 85 m.

LITOLOGIA – Siltito.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Solimões.

CRONOLOGIA – Terciário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto de alteração da rocha supracitada.

PEDREGOSIDADE – ausente.

ROCHOSIDADE – ausente.

RELEVO LOCAL – plano.

RELEVO REGIONAL – suave ondulado e plano.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Equatorial Perenifólia.

USO ATUAL – pastagem suja.

CLIMA – Af.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho e Fabiano de Oliveira Araújo.

B. Descrição Morfológica

- Ap** 0-14 cm, bruno (7,5YR 4/4, úmido; 7,5YR 5/4, seco); franca; moderada, média e grande blocos subangulares que se desfaz em moderada, pequena e muito pequena granular; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- BA** 14-30 cm, coloração variegada composta de bruno (7,5YR 5/4, úmido) e cinzento-claro (10YR 6/1, úmido); franco-argilosa; moderada a forte, grande e média, blocos subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bi1** 30-58 cm, coloração variegada composta de bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido) e cinzento-claro (10YR N 6/, úmido); franco-argilosa; moderada a forte, grande, blocos subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bi2** 58-75 cm, coloração variegada, composta de cinzento-claro (7,5YR N 7/, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/6, úmido), mosqueado comum, pequeno e médio, proeminente, vermelho (2,5YR 4/8, úmido); franco-argilosa; moderada a forte, média e grande, blocos subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- BCg** 75-122 cm, coloração variegada, composta de cinzento-claro (2,5Y N 7/, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/6, úmido), mosqueado abundante, pequeno e médio, proeminente, vermelho-acinzentado (10R 4/4, úmido); franco-argilosa; maciça que se desfaz forte, média e grande, blocos subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Cg** 122-180 cm+, cinzento-claro (2,5Y N 6/, úmido), mosqueado abundante, médio e grande, proeminente, vermelho-acinzentado (10R 4/4, úmido); franco-argilosa; maciça; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa.
- RAÍZES** – Fasciculares; abundantes finas no horizonte Ap, comuns finas no BA, poucas finas no horizonte Bi1, raras finas no Bi2 e ausente nos demais horizontes.

D. Mineralogia

A figura 6 apresenta os difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada referentes ao horizonte Bi2 do perfil 2. A composição mineralógica deste perfil não difere dos anteriores. Caolinita, esmectita, illita e traços de pirofilita compõem a fração argila desferrificada do horizonte Bi2 deste perfil.

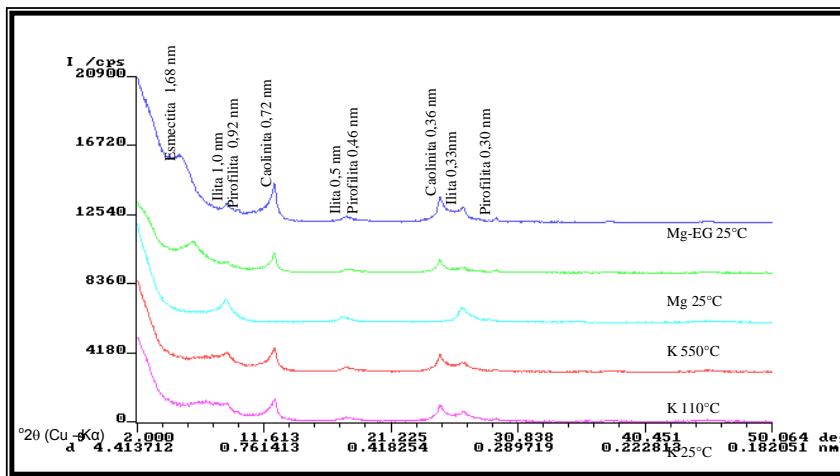


Fig. 6. Difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Bi2 do perfil 2. A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com potássio à temperatura ambiente (K 25°C), com potássio e aquecida às temperaturas de 110 (K 110°C) e 550° C (K 550°C), saturada com magnésio à temperatura ambiente (Mg 25° C) e, finalmente, com magnésio + etileno glicol à mesma temperatura (Mg-EG 25° C).

3.2.5. UNIDADE CXa5

CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico gleico, textura média, A moderado, imperfeitamente drenado, relevo suave ondulado e plano.

Conceito da unidade

A textura média e, eventualmente, a classe de drenagem, são os principais atributos que diferenciam os Cambissolos da unidade CXa5 dos demais.

Além das características comuns já assinaladas para os Cambissolos em geral, os solos desta unidade apresentam:

- 1) coloração amarela centrada nos matizes 7,5YR e 10YR. Em geral, com exceção dos horizontes mais superficiais A, BA e B₁, os demais apresentam coloração variegada, com mosqueados avermelhados abundantes abaixo de 100 cm de profundidade, relacionadas ao excesso de umidade no perfil;
- 2) horizonte A do tipo moderado, com pequena espessura, geralmente inferior a 12 cm, e sobrejacente a horizonte transicional BA;
- 3) textura média, com teores de silte e areia fina geralmente superiores ao de argila;
- 4) caráter alumínico;
- 5) são solos imperfeitamente drenados. A água é removida do solo lentamente, de tal modo que este permanece saturado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano.

Atributos morfológicos

Horizonte A

O horizonte A é do tipo moderado, com espessura média de 10 cm. Sua cor mais comum está centrada no matiz 7,5YR, com relação valor/croma de 4/2. A estrutura predominante é do tipo blocos subangulares, de tamanho médio e grande, geralmente se desfazendo em granular, pequena e muito pequena, ambas com moderado grau de desenvolvimento. A textura é média, com os teores de silte e areia fina comumente superiores aos da argila. A consistência da amostra seca é dura, da úmida, friável, e da molhada, plástica e pegajosa.

Horizonte B

Comumente se divide em BA, Bi1, Bi2, Bi3 e BCg, com horizonte Cg iniciando a aproximadamente 140 cm de profundidade. A coloração é variegada desde o horizonte Bi2, que ocorre a aproximadamente 60 cm de profundidade, com matizes centradas no 7,5YR e 10YR e relação valor/croma variando de 5/4 a 6/6, havendo manifestação de mosqueados avermelhados (matizes 2,5YR e 10R) que contrastam com o fundo amarelo-avermelhado e, eventualmente, acinzentado. Os mosqueados aumentam em quantidade à medida que se aprofunda no perfil. Sua estrutura é do tipo blocos subangulares, com os agregados individuais de tamanhos médios e grandes e grau de estruturação predominantemente forte. A consistência da amostra seca é extremamente dura, da úmida, firme, e da molhada, plástica e pegajosa.

Atributos analíticos

Na tabela 7 são mostrados os valores mínimos e máximos, a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação de alguns atributos selecionados dos solos da unidade CXa5. Em termos gerais, foram as seguintes variações encontradas para esses solos:

- **Granulometria** – a textura é média por todo o perfil, com teores de argila geralmente inferiores aos de silte e areia fina. Esta última chega a ser a fração dominante em alguns solos da classe, tanto em superfície como em subsuperfície, com teores máximos de 527 e 453 g/kg respectivamente para aquelas profundidades.
- **pH** – Os valores de pH em H₂O e KCl não ultrapassam 5,0 e 4,0 respectivamente, evidenciando a reação fortemente ácida desses solos.
- **Carbono** – Os teores de carbono são baixos, com média de 16,1 g/kg em superfície e de apenas 3,6 g/kg em subsuperfície.
- **Soma de bases** – Embora baixos, os maiores valores de soma de bases (média de 3,0 cmol_c/kg de solo) estão em superfície devido à presença da matéria orgânica. Esses valores reduzem significativamente em profundidade, como se pode observar pelos valores mínimos, máximos e médios do elemento em subsuperfície, respectivamente de 0,4, 1,0 e 0,7 cmol_c/kg de solo.

- **Capacidade de troca de cátions da fração argila** – São solos predominantemente de alta atividade da fração argila, sugerindo a presença de minerais 2:1 nessa fração granulométrica.
- **Saturação por bases** – O valor de saturação por bases é muito baixo por todo o perfil, sendo que os maiores valores estão em superfície (média de 29%) devido à presença de maior conteúdo de matéria orgânica, aumentando a capacidade de troca de cátions nessa porção do perfil.
- **Alumínio extraível e saturação por alumínio** – Os teores de alumínio são muito elevados em subsuperfície, com valores mínimos, máximos e médios respectivamente de 4,7, 8,3 e 6,0 cmol_c/kg de solo. No entanto, esses valores são expressivamente inferiores em superfície, devido à complexação do elemento com a matéria orgânica do solo. Nessa camada, seus valores mínimos, máximos e médios são, respectivamente, 1,4, 2,7 e 2,2 cmol_c/kg de solo. Em consequência dos elevados teores de alumínio e baixa soma de bases, a saturação por alumínio é alta em subsuperfície, com média de 89%, reduzindo para apenas 45%, em média, nas camadas superficiais.

Área ocupada e descrição da paisagem

Os Cambissolos da unidade CXa5 distribuem-se por 5.390,77 m^2 , o que corresponde a apenas 5,8% da área estudada. Estão relacionados aos relevos suave ondulado e plano, em cotas que geralmente não ultrapassam 93 m de altitude. Na paisagem são encontrados tanto próximos aos Gleissolos como podem suceder os Cambissolos das unidades CXa1 e CXa3 à medida que se caminha para o talvegue na toposeqüência.

As observações morfológicas dos solos da unidade CXa5 foram realizadas em minitrincheiras. Portanto, não foi descrito o perfil representativo desta unidade de mapeamento.

Tabela 7. Número de amostras (n), valores mínimo, médio e máximo, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos do solo referentes às camadas superficial (a) e subsuperficial (b) do CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico gleico, textura média, A moderado, imperfeitamente drenado, relevo suave ondulado e plano (unidade CXa5).

Atributo	Camada	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
Argila ⁽¹⁾	a	4	224	306	260	35,08	7,40
	b	4	286	346	317	25,83	12,25
Silte ⁽¹⁾	a	4	243	549	393	133,22	2,95
	b	4	249	538	394	130,01	3,03
Areia fina ⁽¹⁾	a	4	139	527	337	165,87	2,03
	b	4	104	453	279	156,23	1,79
Areia grossa ⁽¹⁾	a	4	6	22	11	7,7	1,36
	b	4	2	22	11	8,7	1,21
pH H ₂ O	a	4	4,7	5,0	4,8	0,13	38,35
	b	4	4,8	5,0	4,9	0,10	51,44
pH KCl	a	4	3,9	4,0	3,9	0,05	78,50
	b	4	3,7	3,9	3,8	0,10	39,95
Carbono ⁽¹⁾	a	4	11,2	21,7	16,1	5,17	3,12
	b	4	3,0	4,5	3,6	0,69	5,18
Ca ²⁺ ⁽²⁾	a	4	0,8	2,5	2,0	0,79	2,49
	b	4	0,2	0,6	0,5	0,19	0,35
Mg ²⁺ ⁽²⁾	a	4	0,2	1,7	0,9	0,66	1,30
	b	4	0,1	0,1	0,2	0,05	3,50
K ⁺ ⁽²⁾	a	4	0,07	0,27	0,14	0,09	1,52
	b	4	0,05	0,14	0,1	0,04	2,09
Al ³⁺ ⁽²⁾	a	4	1,4	2,7	2,2	0,57	3,88
	b	4	4,7	8,3	6,0	1,65	3,62
H ⁺ ⁽²⁾	a	4	4,1	5,8	4,9	0,74	6,58
	b	4	2,2	3,3	2,8	0,46	6,07
Soma de bases ⁽²⁾	a	4	1,1	4,4	3,0	1,39	2,16
	b	4	0,4	1,0	0,7	0,28	2,71
CTC ⁽³⁾	a	4	8,3	11,7	10,1	1,50	6,72
	b	4	8,2	12,0	9,5	1,71	5,57
Saturação por alumínio ⁽⁴⁾	a	4	24	71	45	19,46	2,32
	b	4	84	93	89	3,66	24,60
Saturação por bases ⁽⁴⁾	a	4	13	40	29	11,45	2,51
	b	4	5	10	8	2,30	3,36

⁽¹⁾ g/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila. ⁽⁴⁾ %.

3.2.6. UNIDADE CXa6

Grupo indiferenciado de CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico gleico e GLEISSOLO HÁPLICO Ta Alumínico câmbico, ambos textura argilosa, A moderado, mal drenado, fase relevo plano.

Conceito da unidade

Os Cambissolos gleicos e Gleissolos câmbicos desta unidade são semelhantes morfogeneticamente. Portanto, a unidade de mapeamento CXa6 é constituída por solos afins, com morfologia e propriedades muito semelhantes entre si e com respostas idênticas às práticas de uso e manejo. Devido à semelhança, a variação de seus atributos será descrita conjuntamente para ambas as classes de solos.

Os solos desta unidade apresentam as seguintes características adicionais em relação àquelas já enunciadas para as ordens dos Cambissolos e Gleissolos:

- 1) presença de horizonte B incipiente com sinais de redução (coloração variegada e mosqueamento abundante) nos Gleissolos, conferindo o termo "câmbico" aos solos da classe;
- 2) coloração amarela, geralmente variegada, centrada nos matizes 7,5YR e 10YR. São solos que apresentam mosqueados em abundância (acima de 20% por volume do horizonte) de coloração vermelha, amarela ou preta. Enquanto os tons vermelhos e amarelos estão relacionados ao acúmulo de óxidos de ferro, os de cor enegrecida relacionam-se à segregação de óxidos de manganês. Nos Cambissolos gleicos, o mosqueamento manifesta-se a maiores profundidades, normalmente abaixo de 60 cm de profundidade, enquanto nos Gleissolos câmbicos, esse atributo ocorre bem mais próximo à superfície (aproximadamente a 20 cm de profundidade);
- 3) o horizonte A para ambas as classes de solo é do tipo moderado, com pequena espessura, geralmente inferior a 10 cm e, em geral, encontram-se sobrejacente a horizonte transicional AB;
- 4) textura argilosa por todo o perfil, com elevados teores de silte e baixos de areia total;
- 5) caráter alumínico;
- 6) são solos mal drenados. A água é removida do solo tão lentamente que este permanece molhado durante grande parte do ano.

Atributos morfológicos

Horizonte A

O horizonte A é do tipo moderado, com espessura média de 10 cm. No entanto, somado ao horizonte transicional AB geralmente presente, sua espessura pode alcançar 25 cm. A cor mais comum está centrada no matiz 7,5YR, podendo ocorrer 5YR, com relação valor/croma de 4/2, 5/2, 5/4 ou 6/1. A estrutura primária predominante pode ser do tipo granular ou em blocos subangulares. A primeira é de tamanho pequeno e médio, enquanto os blocos subangulares, médios e grandes, geralmente se desfazem em muito pequeno granular (estrutura secundária), todas com moderado grau de desenvolvimento. A textura é argilosa, com os teores de silte comumente superiores aos da argila. A consistência da amostra seca é muito dura, da úmida, firme, e da molhada, plástica e pegajosa.

Horizonte B

Até 200 cm de profundidade o horizonte B comumente se divide em Bi1, BC e BCg ou, ainda, Big e BCg, com os horizontes Cg1 e Cg2 imediatamente abaixo. A primeira seqüência de horizontes está relacionada aos Cambissolos gleicos, enquanto a segunda, aos Gleissolos câmbicos. A coloração é variegada desde o primeiro horizonte B, com matizes centradas no 7,5YR e 10YR e relação valor/croma mais comuns de 4/4, 5/4, 5/8, 6/1 e 6/2, havendo manifestação de mosqueados avermelhados (matizes 2,5YR e 10R), acinzentados (10YR 6/2) e enegrecidos (2,5Y N 2/) que contrastam com o fundo acinzentado e, eventualmente, brunado. Os mosqueados aumentam em quantidade à medida que se aprofunda no perfil e estão relacionados ao excesso de umidade. Aqueles vermelhos e amarelos são de constituição ferruginosa, enquanto os enegrecidos relacionam-se ao manganês (efervesce quando em contato com H_2O_2). A estrutura do horizonte Bi é do tipo blocos subangulares, com os agregados individuais de tamanhos médios e grandes e grau de estruturação forte. A consistência da amostra seca é extremamente dura, da úmida, firme, e da molhada, plástica e pegajosa.

Atributos analíticos

Na tabela 8 são mostrados os valores mínimos e máximos, a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação de alguns atributos selecionados dos solos da unidade CXa6. Em termos gerais, foram as seguintes variações encontradas para esses solos:

- **Granulometria** – São solos argilosos em que os teores médios de silte em superfície (477 g/kg) são superiores aos de argila (435 g/kg). Em subsuperfície, os

teores de silte são também elevados, mas geralmente inferiores aos de argila. Diferente dos solos descritos anteriormente, as frações areia total e fina são baixas, com o máximo valor de areia fina, 119 g/kg, encontrada no horizonte subsuperficial. Em algumas camadas o teor de areia grossa é superior ao de areia fina.

- **pH** – Os valores de pH em H₂O e KCl não ultrapassam 5,0 e 3,9 respectivamente, evidenciando a reação fortemente ácida desses solos.
- **Carbono** – Os teores de carbono são baixos, com média de 17,4 g/kg em superfície e de apenas 2,9 g/kg em subsuperfície.
- **Soma de bases** – O maior valor de soma de bases, 5,4 cmol_c/kg de solo, é observado em superfície devido à reciclagem e maior capacidade da matéria orgânica em reter nutrientes. No entanto, a soma de bases é baixa, mesmo em superfície, com média de 2,2 cmol_c/kg de solo, decrescendo para apenas 0,5 cmol_c/kg de solo em média nas camadas subsuperficiais.
- **Capacidade de troca de cátions da fração argila** – São solos essencialmente de alta atividade da fração argila, evidenciando a presença de minerais 2:1 e, possivelmente, interestratificados nessa fração granulométrica.
- **Saturação por bases** – Os valores de saturação por base são baixos, mesmo em superfície. Nessa camada, variam de 4 a 34%, enquanto em subsuperfície, esses valores reduzem para 2 a 5%.
- **Alumínio extraível e saturação por alumínio** – Os teores de alumínio são muito elevados tanto em superfície (média de 6,3 cmol_c/kg de solo) como em subsuperfície (média de 11,3 cmol_c/kg de solo). Os menores teores na camada superficial estão relacionados à complexação do elemento com a matéria orgânica do solo. Em consequência dos elevados teores de alumínio e baixa soma de bases, a saturação do elemento no complexo sortivo do solo é bastante elevada, em média de 74% em superfície e 96% em subsuperfície.

Área ocupada e descrição da paisagem

Os Cambissolos e Gleissolos da unidade CXa6 distribuem-se por 14.177,98 m², o que corresponde a 15,3% da área estudada. Ocorrem em relevo plano, próximo aos igarapés, correspondendo às áreas que permanecem com o lençol aflorante em algum período do ano. Na topossequência, localizam-se abaixo dos Cambissolos gleicos imperfeitamente drenados da unidade de mapeamento CXa4 e em cotas que não ultrapassam 87 m de altitude.

A seguir, são apresentados os dados morfológicos e analíticos dos perfis representativos da unidade de mapeamento CXa6.

Tabela 8. Número de amostras (n), valores mínimo, médio e máximo, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos do solo referentes às camadas superficial (a) e subsuperficial (b) do Grupo indiferenciado de CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico gleico e GLEISSOLO HÁPLICO Ta Alumínico câmbico, ambos textura argilosa, A moderado, mal drenado, fase relevo plano (unidade CXa6).

Atributo	Camada	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
							--%--
Argila ⁽¹⁾	a	6	389	492	435	38,16	11,41
	b	8	431	581	524	48,03	10,92
Silte ⁽¹⁾	a	6	450	514	477	29,12	16,38
	b	8	351	464	404	41,60	9,71
Areia fina ⁽¹⁾	a	6	33	107	68	29,76	2,27
	b	8	23	119	50	37,26	1,35
Areia grossa ⁽¹⁾	a	6	6	47	20	14,80	1,36
	b	8	4	50	21	16,02	1,32
pH H ₂ O	a	6	3,8	4,8	4,3	0,41	10,33
	b	8	4,5	5,0	4,8	0,18	27,25
pH KCl	a	6	3,5	3,9	3,6	0,16	22,37
	b	8	3,5	3,7	3,6	0,06	55,98
Carbono ⁽¹⁾	a	6	9,5	26,8	17,4	6,71	2,59
	b	8	2,1	3,5	2,9	0,59	4,84
Ca ²⁺ ⁽²⁾	a	6	0,4	4,9	1,7	1,69	1,00
	b	8	0,1	0,6	0,2	0,18	1,13
Mg ²⁺ ⁽²⁾	a	6	0,1	0,7	0,3	0,23	1,22
	b	8	0	0,1	0,1	0,05	1,62
K ⁺ ⁽²⁾	a	6	0,09	0,24	0,14	0,05	2,77
	b	8	0,12	0,19	0,15	0,02	6,37
Al ³⁺ ⁽²⁾	a	6	2,8	9,6	6,3	2,34	2,67
	b	8	9,6	15,3	11,3	1,76	6,42
H ⁺ ⁽²⁾	a	6	4,9	8,1	6,7	1,22	5,46
	b	8	2,9	5,2	4,1	0,86	4,73
Soma de bases ⁽²⁾	a	6	0,7	5,4	2,2	1,82	1,18
	b	8	0,3	0,9	0,5	0,21	2,22
CTC ⁽³⁾	a	6	12,3	17,5	15,1	1,71	8,83
	b	8	12,9	19,6	15,8	1,87	8,45
Saturação por alumínio ⁽⁴⁾	a	6	34	94	74	21,80	3,38
	b	8	92	97	96	1,71	56,27
Saturação por bases ⁽⁴⁾	a	6	4	34	14	11,05	1,27
	b	8	2	5	3	1,19	2,44

⁽¹⁾ g/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila. ⁽⁴⁾ %.

A. Descrição Geral

PERFIL 3

DATA – 22/01/2004

CLASSIFICAÇÃO:

- Segundo Embrapa (1999) – CAMBISSOLO HÁPLICO alumínico gleico, textura argilosa, A moderado, mal drenado, fase relevo plano.
- Segundo Soil Survey Staff (2003) – Typic Dystrudepts.
- Segundo FAO (1998) – Gleyic Cambisol.

UNIDADE DE MAPEAMENTO – CXa6.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Fazenda do Sr. Álvaro Caldas Magalhães, município de Benjamin Constant, Estado do Amazonas. Coordenadas: 04°23'36,3" S e 70°01'10,0" W.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Sopé da vertente, com 1% declive. Perfil descrito sob capoeira antiga (aproximadamente 15 anos).

ALTITUDE – 84 m.

LITOLOGIA – Siltito.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Solimões.

CRONOLOGIA – Terciário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto de alteração da rocha supracitada.

PEDREGOSIDADE – ausente.

ROCHOSIDADE – ausente.

RELEVO LOCAL – plano.

RELEVO REGIONAL – plano.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Equatorial Perenifólia.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Af.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho e Fabiano de Oliveira Araújo.

B. Descrição Morfológica

- A** **0-8 cm**, bruno (7,5YR 5/2, úmido; 10YR 5/3, seco); argilo-siltosa; moderada, média e grande, blocos subangulares, que se desfaz em moderada, muito pequena granular; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- AB** **8-21 cm**, bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmido e seco); argilo-siltosa; moderada a forte, média e grande, blocos subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bi** **21-39 cm**, bruno (7,5YR 5/4, úmido), com películas de cor cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido) relacionadas à porosidade fissural; argilo-siltosa; forte, grande e média, blocos subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- BC** **39-65 cm**, coloração variegada, composta de bruno (7,5YR 4/4; úmido) e bruno-escuro (7,5YR 5/6, úmido), com presença de películas de cor cinzento-claro (7,5YR N 7/) relacionadas à porosidade fissural; argilo-siltosa; forte a moderada, grande e média, blocos subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- BCg** **65-88 cm**, coloração variegada, composta de bruno (7,5YR 5/4, úmido), bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido) e cinzento-rosado (7,5YR 6/2, úmido), com presença de películas de cor cinzento-brunado-claro (10YR 6/2) relacionadas à porosidade fissural; mosqueado manganífero comum, pequeno, proeminente, preto (2,5Y N 2/, úmido); argilo-siltosa; forte a moderada, grande e média, blocos subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Cg1** **88-113 cm**, coloração variegada, composta de cinzento-claro (10YR 6/1, úmido) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, úmido), mosqueado abundante, pequeno e grande, proeminente, preto (2,5Y N 2/, úmido); argilo-siltosa; maciça que se desfaz em forte a moderada, grande, blocos subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa, transição plana e clara.

Cg2 113-170 cm+, coloração variegada, composta de cinzento-claro (10YR 6/1, úmido) e amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido), mosqueado abundante, pequeno e médio, proeminente, vermelho (2,5Y 4/6, úmido); argilo-siltosa; maciça que se desfaz em moderada, grande, blocos subangulares; extremamente dura, firme a friável, plástica e pegajosa.

RAÍZES – Fasciculares; abundantes finas, comuns médias e raras grandes no horizonte A, comuns finas no AB, poucas finas e médias e raras grossas no horizonte Bi, raras finas e médias no BC, raras finas no BC2 e ausente nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES

- Perfil descrito úmido;
- água aflorando a 1,60 m de profundidade;
- porosidade: poros abundantes muito pequenos, comuns pequenos e médios no horizonte A, abundantes muito pequenos e comuns médios no AB, comuns muito pequenos e pequenos no Bi, comuns muito pequenos nos horizontes BC e BCg e poucos muito pequenos nos demais horizontes.

D. Mineralogia

A figura 7 apresenta os difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada referentes ao horizonte Cg1 do perfil 3. Observa-se que esse horizonte, mais próximo da rocha, apresenta composição mineralógica idêntica ao dos horizontes B dos perfis anteriores. Assim, caolinita, esmectita, illita e traços de pirofilita compõem a fração argila desferrificada do horizonte Cg1 deste perfil.

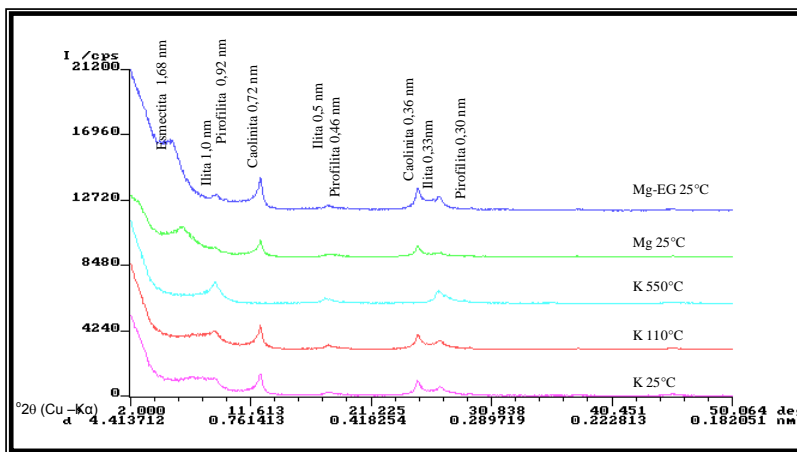


Fig. 7. Difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte Cg1 do perfil 3. A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com potássio à temperatura ambiente (K 25°C), com potássio e aquecida às temperaturas de 110 (K 110°C) e 550° C (K 550°C), saturada com magnésio à temperatura ambiente (Mg 25° C) e, finalmente, com magnésio + etileno glicol à mesma temperatura (Mg-EG 25° C).

A. Descrição Geral

PERFIL 6

DATA – 23/01/2004

CLASSIFICAÇÃO:

- Segundo Embrapa (1999) – GLEISSOLO HÁPLICO Ta Alumínico câmbico, textura argilosa, A moderado, mal drenado, fase relevo plano.
- Segundo Soil Survey Staff (2003) – Gleyic Dystrudepts.
- Segundo FAO (1998) – Dystric Cambisol

UNIDADE DE MAPEAMENTO – CXa6.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Fazenda do Sr. Álvaro Caldas Magalhães, município de Benjamin Constant, Estado do Amazonas.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Sopé da vertente, com 1% declive. Perfil descrito sob capoeira antiga (aproximadamente 15 anos).

ALTITUDE – 84 m.

LITOLOGIA – Siltito.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Solimões.

CRONOLOGIA – Terciário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto de alteração da rocha supracitada.

PEDREGOSIDADE – ausente.

ROCHOSIDADE – ausente.

RELEVO LOCAL – plano.

RELEVO REGIONAL – plano.

EROSÃO – não aparente.

DRENAGEM – mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta Equatorial Perenifólia.

USO ATUAL – sem uso.

CLIMA – Af.

DESCRITO E COLETADO POR – Maurício Rizzato Coelho e Fabiano de Oliveira Araújo.

B. Descrição Morfológica

- A** **0-7 cm**, bruno-avermelhado-escuro (5YR 4/2, úmido); argilo-siltosa; moderada pequena e média, granular; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- AB** **7-18 cm**, cinzento (5YR 5/1, úmido); argilo-siltosa; moderada, média, blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Big** **18-48 cm**, coloração variegada, composta de cinzento-claro (7,5YR N 6/ úmido) e bruno-claro (7,5YR 6/4, úmido), mosqueado abundante, pequeno, distinto, bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); argilo-siltosa; forte, grande e média, blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- BCg** **48-79 cm**, cinzento-claro (10YR 6/1, úmido), mosqueado abundante, pequeno e médio, proeminente, vermelho (2,5YR 4/6, úmido); argila; maciça que se desfaz em a forte, grande e média, blocos subangulares; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Cg1** **79-140 cm**, cinzento-claro (7,5YR N 6/, úmido), mosqueado abundante, pequeno e médio, proeminente, vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); argilo-siltosa; maciça; firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Cg2** **140-170 cm+**, coloração variegada, composta de cinzento-claro (7,5YR N 7/, úmido) e bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido), mosqueado abundante, médio, proeminente, vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); argilo-siltosa; maciça; firme, ligeiramente plástica e pegajosa.
- RAÍZES** – Fasciculares; abundantes finas, comuns médias e raras grossas no horizonte A, comuns finas e poucas médias no AB, poucas finas e médias no horizonte Big, poucas finas no BCg, raras finas no horizonte Cg1 e ausente no Cg2.

OBSERVAÇÕES

- Presença de mosqueados manganíferos, abundantes, pequenos e médios, proeminentes, pretos 7,5YR N 2/ e restritos à porção central do horizonte BCg;

D. Mineralogia

A figura 8 apresenta os difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada referentes ao horizonte BCg do perfil 6. Observa-se que esse horizonte, intermediário entre B e C, apresenta a mesma composição mineralógica dos horizontes B acima e C abaixo, tal como relatado nos perfis já descritos. Além disso, o hidromorfismo permanente de tal solo não condicionou uma mineralogia diferenciada em relação aos solos bem drenados e mais profundos (Perfil 4) situados nas cotas mais elevadas da paisagem estudada.

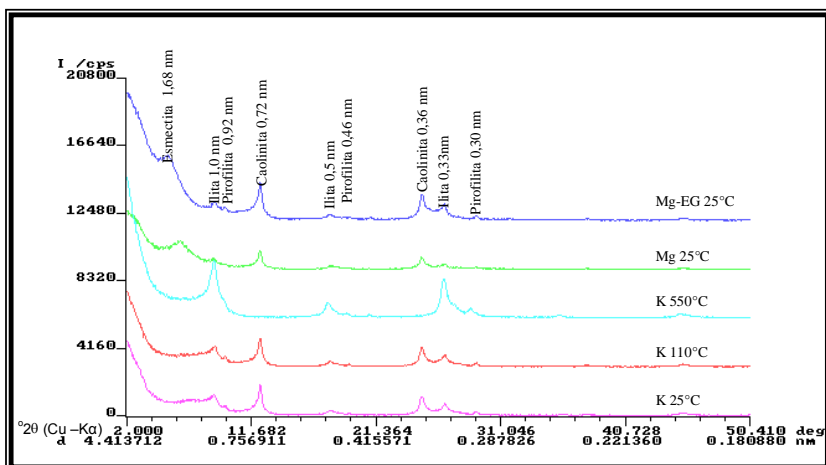


Fig. 8. Difratogramas de raios-X da fração argila desferrificada do horizonte BCg do perfil 6. A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com potássio à temperatura ambiente (K 25°C), com potássio e aquecida às temperaturas de 110 (K 110°C) e 550° C (K 550°C), saturada com magnésio à temperatura ambiente (Mg 25° C) e, finalmente, com magnésio + etileno glicol à mesma temperatura (Mg-EG 25° C).

3.2.7. UNIDADE GXa

Complexo de GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico – GLEISSOLO HÁPLICO Ta Alumínico típico, ambos textura indiscriminada, A moderado, muito mal drenado, fase relevo plano.

Conceito da unidade

Os solos desta unidade ocupam as depressões, onde há, freqüentemente, estagnação de água durante grande parte do ano. Apresentam as seguintes características adicionais em relação àquelas já enunciadas para a ordem dos Gleissolos:

- 1) coloração variegada, geralmente com tons acinzentados de baixo croma. São solos que apresentam mosqueados em abundância nos horizontes superficiais, sendo que, em profundidade, são essencialmente acinzentados;
- 2) o horizonte A é do tipo moderado, com pequena espessura, geralmente inferior a 15 cm;
- 3) textura bastante variável, tanto ao longo do perfil como na paisagem, o que confere o termo “textura indiscriminada” aos solos da classe;
- 4) caráter alumínico ou distrófico, ambos com alta atividade da argila;
- 5) são solos muito mal drenados. A água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano.

Atributos morfológicos

Devido às dificuldades na observação de solos permanentemente inundados, esta se limitou às amostras coletadas com trado. Assim, apenas os atributos morfológicos que não requerem amostras indeformadas foram registrados. Dentre eles, a cor do horizonte superficial está centrada nos matizes 7,5YR e 10YR, com relação valor/croma normalmente de 4/2 e 5/2. À medida que se aprofunda no perfil, aparecem os mosqueamentos avermelhados, restritos aos primeiros 50 cm superficiais, abaixo da qual prevalecem tons acinzentados (7,5YR 7/0) em todo o horizonte. A consistência da amostra molhada é plástica e pegajosa tanto para os horizontes superficiais como para os subsuperficiais.

Atributos analíticos

Na tabela 9 são mostrados os valores mínimos e máximos, a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação de alguns atributos selecionados dos solos da unidade GXa. Em termos gerais, foram as seguintes variações encontradas:

- **Granulometria** – a granulometria é bastante variável, tanto ao longo do perfil, como na paisagem. Assim, são encontrados desde solos em que predomina a fração areia fina no perfil, com maiores teores de silte em relação à argila, até solos argilosos em que a argila e o silte são bastante elevados, com baixos teores de areia total.
- **pH** – Semelhante aos demais solos descrito na área, os valores de pH em H₂O e KCl não ultrapassam 5,3 e 4,0 respectivamente, evidenciando a reação fortemente ácida desses solos.
- **Carbono** – Os teores de carbono são os mais elevados da área, uma vez que as condições de anaerobiose favorecem a manutenção da matéria orgânica no sistema. O máximo valor encontrado, 89,5 g/kg de solo, foi em superfície, enquanto nas camadas subsuperficiais esse valor decresceu para apenas 33,3 g/kg de solo.
- **Soma de bases** – Assim como o teor de carbono, os valores de soma de bases também são os maiores registrados na área. Em média foi de 4,4 e 3,4 cmol_c/kg de solo para as camadas superficial e subsuperficial, respectivamente. A posição que ocupam na paisagem, recebendo constantemente sedimentos e cátions básicos das porções mais elevadas paisagem, associado ao maior conteúdo de matéria orgânica no perfil, são os principais responsáveis pelos valores mais elevados de soma de bases de toda a área de estudo.
- **Capacidade de troca de cátions da fração argila** – São solos essencialmente de alta atividade da fração argila, como pode ser evidenciado pelos valores mínimo, 37 cmol_c/kg de argila, e máximo, 87 cmol_c/kg de argila, observados na camada subsuperficial.
- **Saturação por bases** – Os maiores valores médios de saturação por bases são verificados nesta unidade de mapeamento em função, basicamente, dos menores teores de alumínio extraível e maior valor de soma de bases. O valor médio em superfície é de 21%, enquanto em subsuperfície esse valor eleva-se para 37%.

• **Alumínio extraível e saturação por alumínio** – Os menores teores de alumínio extraível são registrados para os solos desta unidade. O mínimo teor do elemento, 0,6 cmol_c/kg de solo, foi verificado para uma camada subsuperficial que também apresentou o menor teor de argila (101 g/kg) de toda a área. Como apresentam os maiores valores de soma de bases e menores teores de alumínio extraível, os valores de saturação por alumínio são os mais baixos da área, variando de um mínimo de 15%, observado em subsuperfície, até o valor máximo de 61%, registrado na camada superficial.

Área ocupada e descrição da paisagem

Os Gleissolos da unidade GXa distribuem-se por 4.444,20 m², o que corresponde a apenas 4,8% da área estudada. Estão relacionados às áreas planas e depressionais da paisagem local, que permanecem inundadas durante grande parte do ano. Em função de sua posição topográfica, que possibilita o aporte freqüente e acúmulo sedimentos e cátions básicos provindos das cotas mais elevadas, correspondem às áreas quimicamente mais férteis de todo local mapeado, embora apresentem problemas de outra natureza, como o excesso de umidade, que dificulta o eventual estabelecimento de pastagem ou demais plantas cultivadas.

Devido à dificuldade de se trabalhar em solos permanentemente inundados, não foram descritos os perfis representativos desta unidade de mapeamento.

Tabela 9. Número de amostras (n), valores mínimo, médio e máximo, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos do solo referentes às camadas superficial (a) e subsuperficial (b) do Complexo de GLEISSOLO HÁPLICO Ta Alumínico típico, textura argilosa – GLESSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico, textura indiscriminada, ambos A moderado, muito mal drenado, fase relevo plano (unidade GXa).

Atributo	Camada	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
							--%--
Argila ⁽¹⁾	a	3	162	543	331	194,00	1,71
	b	3	101	369	204	144,57	1,41
Silte ⁽¹⁾	a	3	265	496	396	118,71	3,34
	b	3	231	516	353	147,00	2,40
Areia fina ⁽¹⁾	a	3	19	553	260	270,68	0,96
	b	3	111	622	438	284,18	1,54
Areia grossa ⁽¹⁾	a	3	6	20	12	7,21	1,66
	b	3	4	6	5	1,15	4,62
pH H ₂ O	a	3	4,2	5,0	4,6	0,40	11,46
	b	3	4,4	5,3	4,9	0,45	10,79
pH KCl	a	3	3,6	4,0	3,8	0,21	18,09
	b	3	3,6	4,0	3,8	0,20	0,19
Carbono ⁽¹⁾	a	3	8,0	89,5	57,0	43,20	1,32
	b	3	3,6	33,3	18,9	14,87	1,27
Ca ²⁺ ⁽²⁾	a	3	0,6	4,3	3,0	2,06	1,44
	b	3	0,9	3,3	2,2	1,22	1,83
Mg ²⁺ ⁽²⁾	a	3	0,4	1,5	1,1	0,59	1,82
	b	3	0,8	1,4	1,0	0,32	3,21
K ⁺ ⁽²⁾	a	3	0,04	0,40	0,17	0,20	0,88
	b	3	0,03	0,09	0,03	0,06	2,00
Al ³⁺ ⁽²⁾	a	3	1,8	5,2	3,2	1,80	1,76
	b	3	0,6	4,2	2,2	1,84	1,17
H ⁺ ⁽²⁾	a	3	3,0	19,7	13,1	8,88	1,47
	b	3	1,1	8,8	4,9	3,85	1,26
Soma de bases ⁽²⁾	a	3	1,2	6,6	4,4	2,87	1,53
	b	3	2,5	4,3	3,4	0,92	3,70
CTC ⁽³⁾	a	3	6,0	31,5	20,7	13,21	1,56
	b	3	5,3	17,3	10,5	6,18	1,69
Saturação por alumínio ⁽⁴⁾	a	3	32	61	46	14,76	3,06
	b	3	15	49	35	18,20	1,92
Saturação por bases	a	3	19	22	21	1,38	15,05
	b	3	25	47	37	11,19	3,32

⁽¹⁾ g/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila. ⁽⁴⁾ %.

4. Conclusões

- Os Cambissolos Háplicos Alumínicos típicos e os Cambissolos Háplicos Alumínicos gleicos são os mais representativos da área. Ocupam aproximadamente 90% da Janela 6 e apresentam estreita relação solo-paisagem: os típicos estão relacionados a relevos que variam desde plano até forte ondulado, situados nas cotas mais elevadas da paisagem local em relação aos gleicos. Estes são encontrados nas áreas de relevo plano e suave ondulado, sucedendo os Cambissolos típicos na toposeqüência;
- Os Gleissolos complementam as ordens de solos descritas e mapeadas, ocupando os restantes 10% da área. São encontrados em basicamente duas situações na paisagem local: ou estão relacionados às superfícies aplainadas e próximas aos igarapés, as quais apresentam o lençol aflorante ou próximo à superfície nos períodos de maior intensidade de chuvas; ou as áreas depressionais, permanentemente inundadas e com o lençol aflorante durante grande parte do ano. No primeiro caso estão intimamente relacionados aos Cambissolos gleicos na paisagem e manifestam características analíticas semelhantes. Aqueles relacionados às áreas permanentemente inundadas, formam complexos de solos de mesma ordem taxonômica em que o teor de alumínio e a saturação do elemento no complexo sortivo (caráter alumínico) foram os critérios distintivos para composição dos Gleissolos na mesma unidade de mapeamento. Assim, os Gleissolos Háplicos Ta Distróficos apresentam tanto baixos teores de alumínio extraível, como os menores registrados na área, enquanto os Gleissolos Háplicos Ta Alumínicos diferenciam-se pelo elevado teor do elemento;
- As variações de relevo, drenagem interna do perfil e classe textural, bem como a associação com solos da ordem dos Gleissolos, permitiu separar os Cambissolos da área em seis unidades de mapeamento;
- Em comum, os Cambissolos da área apresentam elevados e anormais teores de alumínio extraível, tanto em superfície como em profundidade. No entanto, trabalhos recentes têm argumentado sobre a ineficiência do método de extração do elemento para solos semelhantes. Em conseqüência, os teores de alumínio extraível não necessariamente estão correlacionados com o teor do elemento ativo na solução do solo sob condições naturais e, portanto, com a sua toxicidade;

- A presença de quantidades apreciáveis de filossilicatos 2:1 (esmectita, illita e traços de pirofilita), além dos elevados conteúdos de silte e a pequena profundidade dos solos estudados são características que divergem amplamente da grande maioria dos solos da bacia Amazônica (fração argila composta predominantemente de caulinita e gibbsita, teores baixos de silte e grande profundidade dos solos) e evidenciam sua menor idade relativa;
- Morfologicamente, os Cambissolos da área são bem estruturados (estrutura de grau forte), com os horizontes Bi geralmente de coloração variegada ou com mosqueados, manifestando colorações acinzentadas, os quais são herdados do material de origem nos solos não sujeitos a hidromorfismo temporário ou permanente;
- Devido à peculiaridade de tais solos, estudos são necessários para melhor entendimento tanto dos processos que neles ocorrem como do seu comportamento frente aos diversos usos e práticas de manejo, a fim averiguar quais devem ser os procedimentos adequados para o melhor uso e manejo sustentáveis dessas terras. Tais procedimentos requerem um conhecimento preciso das propriedades e distribuição dos solos na paisagem.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**: Folha SB. 19 – Juruá; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1977. 436 p. (Levantamento de Recursos Minerais, 15).

EIRAS, J. F.; BECKER, C. R.; SOUZA, E. M.; GONZAGA, F. G.; SILVA, J. G. F.; DANIEL, L. M. F.; MATSUDA, N. S.; FEIJÓ, F. J. Bacia do Solimões. In: FIGUEIREDO, A. M. F. (coord.). **Boletim de Geociências da Petrobrás**, janeiro/março, n. 1, vol. 8, 1994. p. 17-46.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1995. 101 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA: SNLCS, 1979. 271 p.

FAO. **World reference base for soil resources**. Rome: FAO: ISSS: ISRIC, 1998. 88 p. (FAO. World Soil Resources Reports, 84).

FASOLO, P. J. Importância e uso dos levantamentos de solos e suas relações com o planejamento do uso da terra. In: CASTRO FILHO, C. de; MUZZILI, O. (Eds.). **Manejo Integrado de Solos em Microbacias Hidrográficas**. Londrina: IAPAR, 1996. p. 61-76.

GAMA, J. R. N. F.; KIEHL, J. C. Influência do alumínio de um Podzólico Vermelho-Amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 475-482. 1999.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: SBCS:CNPS, 1996. 83 p.

MARQUES, J. J.; TEIXEIRA, W. G.; SCHULZE, D. G.; CURTI, N. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. **Clay Minerals**, v. 37, p. 651-661. 2002.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 9. ed. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture: Natural Resources Conservation Service, 2003. 332p.

TEIXEIRA, W. G.; BUENO, N. Caracterização química e granulométrica de solos do Alto Solimões-AM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, Minas Gerais. **Resumos expandidos...** Universidade Federal de Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995, vol. IV, p. 2.076-2.078.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Publications in climatology, v. 8, n. 1).

VETTORI, L. **Métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: EPE: Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim técnico, n. 7).

ZELAZNY, L.W.; WHITE, G.N. The Pyrophyllite-Talc Group. In: DIXON, J.B.; WEED, S.B. (Eds.). **Minerals in Soil Environments**. 2 ed. SSSA Book Series 1. Madison, Wisconsin: Soil Science of America, 1989. p. 527-550.

ANEXO

O projeto "Conservation and Sustainable Management of Below-Ground Biodiversity" é coordenado pelo "Tropical Soil Biology and Fertility Institute" (TSBF) do CIAT, financiado pelo "Global Environment Facility" (GEF), implementado pelo "United Nations Environment Programme (UNEP)" e executado em sete países: Brasil, Costa do Marfim, Índia, Indonésia, Kênia, México e Uganda. No Brasil o projeto é denominado BIOSBRASIL e está sendo desenvolvido no município de Benjamin Constant, AM, envolvendo cerca de 100 participantes, entre pesquisadores, estudantes de graduação e pós-graduação, técnicos e outros bolsistas. Sua coordenação está a cargo da UFLA - Universidade Federal de Lavras e, as seguintes instituições são co-executoras: EMBRAPA-Solos, INPA (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia), UFAM (Universidade Federal do Amazonas), FURB (Universidade Regional de Blumenau), UnB (Universidade de Brasília), CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura) e CEULM/ULBRA.

O objetivo do projeto é promover a conscientização, o conhecimento e a compreensão da biodiversidade do solo, importante para a produção agrícola sustentável em paisagens tropicais, pela demonstração de métodos para a conservação e manejo sustentável.

Este Boletim de Pesquisa contém resultados expressivos para o conhecimento dos solos da região, sob os pontos de vista físico, químico e que servirão como suporte importante para elucidar os diversos aspectos do componente biológico.