



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## QUÍMICA DO MATERIAL SUPERFICIAL DOS SOLOS DE ELEVAÇÕES DA ÁREA DO COMPERJ, ITABORAÍ, RJ

**João Bosco Vasconcellos Gomes<sup>(1)</sup>; Gustavo Ribas Curcio<sup>(1)</sup>; Renato Antonio Dedecek<sup>(2)</sup>; Michele Ribeiro Ramos<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisador; Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, km 111, Colombo, PR, CEP 82640-220, [jbv Gomes@gmail.com](mailto:jbv Gomes@gmail.com); <sup>(2)</sup> Pesquisador aposentado; Embrapa Florestas; <sup>(3)</sup> Doutoranda em Engenharia Florestal; Universidade Federal do Paraná, Campus III, Av. Pref. Lothário Meissner, 900, Curitiba, PR, CEP 80210-170

**Resumo** – Com o intuito de auxiliar nas ações de compensação ambiental do Comperj, o presente trabalho caracterizou a granulometria e a química dos horizontes superficiais dos solos de encosta da área do empreendimento. Os solos foram agrupados segundo a origem litotípica (Terciário e Proterozóico), a posição na paisagem (terços superior, médio e inferior) e fitofisionomia atual (floresta e pastagem). Amostras superficiais de 38 perfis de solo foram coletadas, secas ao ar e passadas em malha 2 mm. Foram determinados pH em CaCl<sub>2</sub>, granulometria, C orgânico (CO), P assimilável (Pas) e cátions do complexo sortivo. A soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V) e a saturação por Al (m) foram calculadas. Os dados foram submetidos à análise de variância multivariada, a testes univariados para comparação de médias e a correlação linear. Uma análise de componentes principais foi desenvolvida com parte dos atributos estudados. O modelo linear multivariado mostrou resultado significativo para origem litotípica e fitofisionomia atual, o que não ocorreu para a divisão por posição na paisagem. A análise de componentes principais permitiu separar os sítios dos dois grupos de fitofisionomia, com o primeiro eixo do ordenamento fortemente influenciado pelos auto-vetores negativos de Al, CTC e m e positivos de pH CaCl<sub>2</sub> e Ca. Em realidade, sítios sob floresta e sob pastagem foram diferenciados por vários atributos químicos (pH CaCl<sub>2</sub>, Al, Ca, SB, CTC, V, m e Pas), tornando-se a mais perceptível divisão dentro do conjunto de sítios estudados.

**Palavras-Chave:** Formação Barreiras, elevações do Proterozóico, solos florestais, pastagens

### INTRODUÇÃO

A implantação do Comperj, complexo petroquímico da Petrobras e de empresas parceiras no município de Itaboraí (RJ), envolve um grande impacto ao meio natural, sendo ao mesmo tempo uma oportunidade para ações de compensação ambiental de grande vulto. Para essas ações, os estudos de solos ajudam a definir estratégias de regeneração de áreas de floresta e, igualmente importante, alternativas agroflorestais para melhoria das condições de vida da população rural do entorno.

A área do Comperj está inserida em região sedimentar da Bacia da Guanabara, a qual faz parte do Rift da Guanabara (Almeida, 1976). As paisagens de encosta são formadas por pacotes estratigráficos metamórficos do Proterozóico (embasamento cristalino) e volumes correlativos sedimentares do Terciário da Formação Barreiras, com ampla predominância dos últimos (Curcio et al., 2009). Completam a área sedimentos aluviais do Holoceno pertencentes às bacias dos rios Macacu e Caceribu, formando as paisagens das planícies, onde prevalecem solos com regimes de umidade hidromórficos.

Dentro da área do projeto convivem encostas sob pastagem e sob florestas secundárias em estágios iniciais de regeneração.

O presente trabalho procurou caracterizar a granulometria e a química dos horizontes superficiais dos solos de encosta da área do Comperj, considerando os diferentes materiais de origem, as posições de paisagem e as diferentes coberturas vegetais atuais.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### *Desenho experimental*

Para o estudo os solos foram agrupados por origem litotípica, posição na paisagem e fitofisionomia atual (Tabela 1).

**Tabela 1.** Aspectos levados em consideração no agrupamento das amostras e respectivos códigos

Origem litotípica	Posição na paisagem	Fitofisionomia atual
Proterozóico (PR)	terço superior (S)	floresta (regeneração) (F)
Terciário (TE)	terço médio (M)	pastagem abandonada (P)
	terço inferior (I)	

#### *Amostragens e análises*

Foram abertas trincheiras para coleta das amostras de solo deformadas. Os materiais de solo superficiais correspondem ao horizonte genético, variando de 7 a 21 cm de espessura. Foram amostrados 38 perfis de solo.

As amostras deformadas foram secas ao ar e passadas em malha 2 mm para confecção da terra fina seca ao ar (TFSA).

Foram determinados pH em CaCl<sub>2</sub>, granulometria, C orgânico (CO), P assimilável (Pas) e cátions do complexo

sortivo (Ca, Mg, K, Al e H), todos conforme Embrapa (1997). A soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V) e a saturação por Al (m) foram calculados a partir das determinações do complexo sortivo.

#### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância multivariada, testando efeito dos grupos de origem litotípica, de posição de paisagem e de fitofisionomia. Testes univariados permitiram separar as médias significativamente diferentes na comparação de cada grupo. Correlação linear entre os diferentes atributos de solo foram determinadas. Uma análise de componentes principais foi desenvolvida, considerando aqueles atributos com bons índices de correlação (StatSoft, 2010).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Análises de correlação de 12 atributos de solos superficiais resultaram em correlações significativas ( $p < 0,05$ ) em 35 de 66 pares de atributos (Tabela 2). Vários atributos formaram 7 a 8 pares de correlação significativa. A grande surpresa foi a ausência de correlações tradicionais entre CO e alguns atributos, principalmente com teor de argila e CTC (Feller e Beare, 1997). A CTC foi mais dependente do teor de Al do que da SB. O Pas se correlacionou significativamente apenas com o teor de argila.

O modelo linear multivariado mostrou resultado significativo para origem litotípica ( $p < 0,05$ ) e fitofisionomia atual ( $p < 0,01$ ). Dessa forma, os atributos avaliados não mostraram diferenças significativas em função da posição de paisagem dos solos.

#### **Grupos de origem litotípica**

Os valores médios de argila, além de não apresentarem diferença significativa entre as litotípias (Tabela 3), variaram muito dentro de cada grupo (de 20 a 55 dag kg<sup>-1</sup> em Te e de 20 a 65 dag kg<sup>-1</sup> em Pr). Essa variação denota a importância dos processos morfogenéticos atuantes naquelas paisagens, em concomitância à presença de possíveis diferenças litoestratigráficas (neossomas e paleossomas), comuns em materiais gnáissicos, como os da Formação São Fidelis (Wernick, 2004). Ambos materiais deram origem a solos extremamente caulíníticos (resultados não mostrados), aspecto já esperado para os solos desenvolvidos nas elevações do Te (Gomes et al., 2008). Os solos das elevações do Pr nada diferiram em termos mineralógicos dos solos das elevações do T.

Todos os solos dos dois grupos são distróficos, sendo em média álicos. Os teores médios de Al e CTC foram mais altos em Te do que em Pr ( $p < 0,05$ ), uma consequência da maior proporção de solos sob floresta em Te (ver discussão dos grupos de fitofisionomia) (Tabela 3).

#### **Grupos de fitofisionomia atual**

Os valores médios de CO não diferiram entre os dois grupos de fitofisionomia, sendo que os resultados encontrados na literatura são contraditórios (Costa et al., 2009). Teores de CO iguais ou superiores nos solos sob pastagem são atribuídos, em grande parte, ao maior

aporte de matéria orgânica proporcionado pelo sistema radicular das gramíneas, em regra bem desenvolvido e bem distribuído e com elevada intensidade de renovação. Teores mais altos de CO em solos florestais são atribuídos, em geral, à degradação das pastagens e ao maior aporte global de matéria orgânica proporcionada pela floresta, proveniente da deposição contínua e variada de substratos orgânicos (Cardoso et al., 2010). É importante frisar que as pastagens da área do Comperj já estavam sem gado por aproximadamente três anos, quando da realização do estudo, condição que relativamente à uma área pastejada propicia aumento de biomassa vegetal e, consequentemente, maior aporte de CO, o que favorece o acúmulo de CO no solo (Souza et al., 2009).

As amostras de F apresentaram valor médio de V menor que em P ( $p < 0,05$ ), ocorrendo o inverso para o valor médio de m. Considerando que os teores de CO não diferiram entre os solos de F e P, as diferenças encontradas para estes e outros atributos (pH CaCl<sub>2</sub>, Al, Ca, SB, CTC, Pas), que dependem das cargas da matéria orgânica, parecem ser melhor explicadas pelas diferenças de qualidade do CO entre as duas fitofisionomias. A menor acidez da matéria orgânica das pastagens possibilita, por vezes, que essas se apresentem com melhores índices de fertilidade do que solos sob floresta (Rhoades et al., 2004). Ademais, o efeito residual de possíveis correções e adubações feitas nas áreas de pastagem podem ter influenciado os resultados encontrados.

A ACP da Figura 1 mostra como os dois grupos de fitofisionomia responderam à influência das variáveis acima discutidas, sendo que o primeiro eixo (59,2% da variação dos dados) apresenta forte influência dos auto-vetores negativos de Al, CTC e m e positivos de pH CaCl<sub>2</sub> e Ca. O segundo eixo, com 18,7% da variação dos dados, é dominado pela influência do Pas. Sítios sob F e sítios sob P formam, perceptivelmente, dois grupos distintos no plano de ordenamento.

### **CONCLUSÕES**

1. Ocorrem diferenças de comportamento das amostras superficiais de solo das áreas de elevação do Comperj para os atributos estudados em função da origem litotípica e da fitofisionomia atual.

2. Os sítios dos dois grupos fitofisionômicos (floresta e pastagem) apresentam comportamento diferenciado para vários atributos químicos (pH CaCl<sub>2</sub>, Al, Ca, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases, saturação por Al e P assimilável), sendo a mais perceptível separação dentro do conjunto de sítios estudados.

### **REFERÊNCIAS**

- ALMEIDA, F. F. M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais Academia Bras. Ciênc.*, 48: 15-26, 1976.
- CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; SILVA, C. A.; CURI, N. e FREITAS, D. A. F. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 45: 1028-1035, 2010.
- COSTA, O. V.; CANTARUTTI, R.T.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M.; NACIF, P. G. S. e FARIA, J. C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia. *R. Bras. Ci. Solo*, 33: 1137-1145, 2009.

- CURCIO, R. C.; DEDECEK, R. A. e BONNET, A. Geologia, geomorfologia e pedologia. In: Bonnet, A.; Resende, A. S. e Curcio, G. R. (orgs) Manual de plantio de espécies nativas para o "Corredor ecológico COMPERJ". Seropédica: Embrapa Agrobiologia; Colombo: Embrapa Florestas; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2009. p.1-26.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2ª ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPq, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 1).
- FELLER, C.; BEARE, M.H. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. *Geoderma*, 79: 69-116, 1997.
- GOMES, J.B.V.; BOLFE, E. L.; CURI, N.; FONTES, H.R.; BARRETO, A.C.; VIANA, R.D. Variabilidade espacial de atributos de solos em unidades de manejo em área piloto de produção integrada de coco. *R. Bras. Ci. Solo*, 30: 1021-1030, 2008.
- RHOADES, C. C.; MILLER, S. P. e SHEA, M. M. Soil properties and soil nitrogen dynamics of prairie-like forest openings and surrounding forests in Kentucky's Knobs region. *The American Midland Naturalist*, 152: 1-11, 2004.
- SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. de A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F.; ANDRIGUETI, M. e CAO, E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavourapecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 33: 1829-1836, 2009.
- STATSOFT, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 9.1. 2010.
- WERNICK, E. Rochas magmáticas: conceitos fundamentais e classificação modal, química, termodinâmica e tectônica. São Paulo, UNESP, 2004. 655p.

**Tabela 1.** Coeficiente de correlação linear entre variáveis de amostras superficiais dos solos estudados (n = 38)

	pH	Al	Ca	Mg	K	SB <sup>1</sup>	CTC <sup>1</sup>	P	CO	V <sup>1</sup>	m <sup>1</sup>
pH	1,00										
Al	-0,74**	1,00									
Ca	0,80**	-0,69**	1,00								
Mg	0,73**	-0,64**	0,78**	1,00							
K	0,12	-0,05	0,07	0,21	1,00						
SB	0,81**	-0,70**	0,97**	0,89**	0,15	1,00					
CTC	-0,53**	0,78**	-0,38*	-0,26	-0,01	-0,34*	1,00				
P	0,01	0,11	0,02	0,27	0,26	0,10	0,26	1,00			
CO	0,00	0,16	-0,05	0,00	0,41*	0,03	0,17	0,07	1,00		
V	0,86**	-0,78**	0,94**	0,85**	0,10	0,96**	-0,52**	0,06	-0,01	1,00	
m	-0,84**	0,87**	-0,91**	-0,83**	-0,20	-0,93**	0,54**	-0,08	0,00	-0,95**	1,00
Argila	-0,25	0,43**	-0,37*	-0,42**	0,09	-0,39*	0,35*	-0,35*	0,15	-0,47**	0,46**

Significativo à: \* p<0,05, \*\* p<0,01.

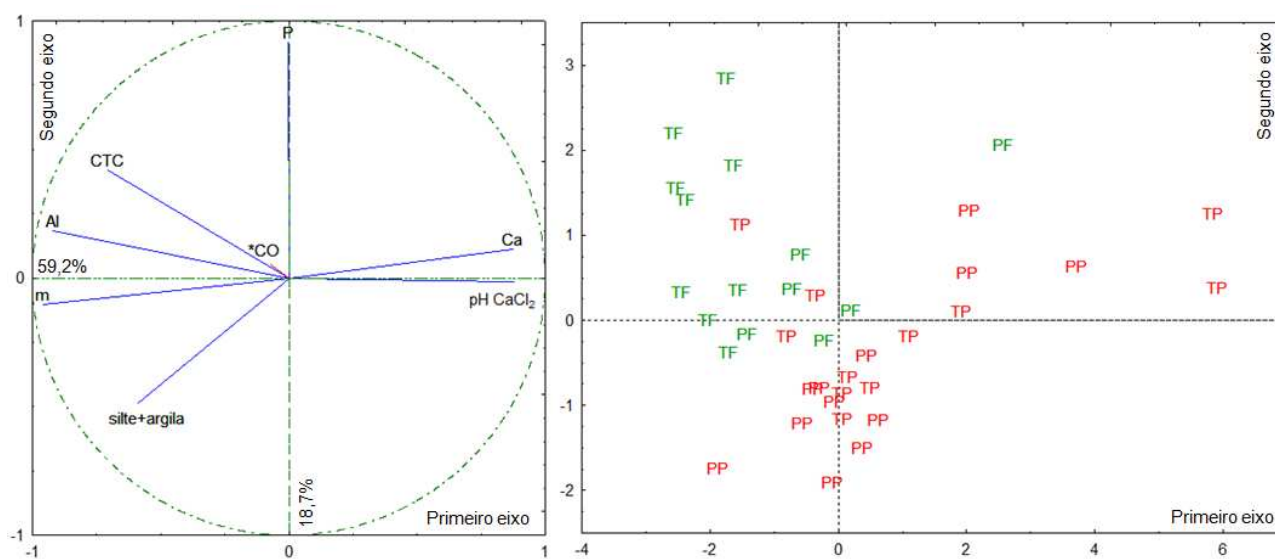
<sup>1</sup>SB = soma de bases, CTC = capacidade de troca catiônica, V = saturação por bases, m = saturação por Al.

**Tabela 2.** Valores médios, mínimos e máximos (n = 38) de propriedades de amostras superficiais dos solos estudados agrupados pelo tipo de paisagem e pelo uso

Atributo	Unidade	Tipo de paisagem						Tipo de uso					
		Terciário (n = 20)			Proterozóico (n = 18)			Floresta			Pastagem		
		$\bar{X}^{1,2}$	Mín <sup>1</sup>	Máx <sup>1</sup>	$\bar{X}^{1,2}$	Mín	Máx	$\bar{X}^{1,2}$	Mín	Máx	$\bar{X}^{1,2}$	Mín	Máx
Areia	dag kg <sup>-1</sup>	56 a	43	73	50 a	31	74	51 a	42	57	55 a	31	74
Silte	dag kg <sup>-1</sup>	10 a	2	18	10 a	1	19	11 a	2	18	9 a	1	19
Argila	dag kg <sup>-1</sup>	34 a	20	55	39 a	20	65	38 a	30	55	36 a	20	65
pH CaCl <sub>2</sub>		3,7 a	3,3	4,5	3,7 a	3,4	4,0	3,55 A	3,3	4,0	3,77 B	3,5	4,5
Al	cmolc dm <sup>-3</sup>	1,99 b	0,20	3,40	1,46 a	0,40	2,20	2,17 B	0,60	3,40	1,46 A	0,20	2,40
Ca	cmolc dm <sup>-3</sup>	0,53 a	0,10	2,00	0,48 a	0,10	0,90	0,31 A	0,10	0,70	0,64 B	0,10	2,00
Mg	cmolc dm <sup>-3</sup>	0,23 a	0,10	1,10	0,25 a	0,10	0,70	0,21 a	0,10	0,70	0,26 a	0,10	1,10
K	cmolc dm <sup>-3</sup>	0,05 a	0,01	0,08	0,06 a	0,04	0,12	0,06 a	0,02	0,12	0,06 a	0,01	0,10
SB <sup>1</sup>	cmolc dm <sup>-3</sup>	0,82 a	0,22	3,14	0,81 a	0,24	1,59	0,59 a	0,22	1,42	0,96 b	0,24	3,14
CTC <sup>1</sup>	cmolc dm <sup>-3</sup>	9,26 b	5,55	12,97	7,83 a	5,14	10,76	9,87 B	7,37	12,97	7,74 A	5,14	10,76
P	mg dm <sup>-3</sup>	1,98 a	1,00	3,70	1,86 a	1,00	3,80	2,43 B	1,40	3,80	1,58 A	1,00	2,60
CO <sup>1</sup>	dag kg <sup>-1</sup>	1,33 a	0,42	2,22	1,45 a	0,42	3,40	1,36 a	0,42	1,92	1,40 a	0,42	3,40
V <sup>1</sup>	%	10 a	2	42	11 a	3	26	6 a	2	19	13 b	3	42
m <sup>1</sup>	%	70 a	6	92	64 a	20	90	77 b	30	92	60 a	6	90

<sup>1</sup>  $\bar{X}$  = média, Mín = mínimo, Máx = máximo, SB = soma de bases, CTC = capacidade de troca catiônica, CO = C orgânico, V = saturação por bases, m = saturação por Al.

<sup>2</sup> Diferentes letras dentro de cada agrupamento (tipo de paisagem e tipo de uso) indicam diferenças entre médias. Letras diferentes e minúsculas p<0,05 e letras diferentes e maiúsculas p<0,01.



**Figura 1:** Análise de componentes principais de atributos do solo de amostras de horizontes superficiais (n = 38) de grupos de tipo de paisagem e uso. (A) Círculo de autovetores das variáveis (CTC = capacidade de troca catiônica, V = saturação por bases, m = saturação por Al, P = P assimilável), \*CO = C orgânico como variável acessória; (B) Plano de dispersão de pontos. Códigos de cada grupo: PF = Proterozóico – floresta, PP = Proterozóico – pastagem, TF = Terciário – floresta, TP = Terciário - pastagem.