



## Análise Exploratória da Fertilidade do Solo das Regiões Norte, Noroeste e Serrana do Estado do Rio de Janeiro.

**Sandra Fernandes de Andrade<sup>(1)</sup>; Maria de Lourdes Mendonça-Santos<sup>(2)</sup>;  
Cacilda Nascimento de Carvalho<sup>(3)</sup>**

(1) Doutoranda Bolsista FAPERJ, Depto Geoquímica, Universidade Federal Fluminense (UFF), Rua Outeiro São João Batista, s/n, Centro - Niterói, RJ, CEP24020-015, sfernandesdeandrade@yahoo.com.br; (2) Pesquisadora da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1.024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000, loumendonca@cnps.embrapa.br; (3) Professora – Pesquisadora, Depto Geoquímica, Universidade Federal Fluminense (UFF), Rua Outeiro São João Batista, s/n, Centro - Niterói, RJ, CEP24020-015, cacilda.carvalho@terra.com.br

Apoio: EMBRAPA, FAPERJ e UFF.

**RESUMO:** O conhecimento dos atributos químicos dos solos é um fator de grande relevância, visando a utilização racional de corretivos e fertilizante. Assim, neste trabalho estão sendo caracterizados ambientes da região Norte, Noroeste e Serrana do Estado do Rio de Janeiro, para fins de estimativas de carbono orgânico (Corg), capacidade de troca catiônica (CTC), pH em água, alumínio trocável ( $Al^{+3}$ ), nitrogênio, saturação por bases (V%) e fósforo. Tendo como objetivo específico à análise exploratória dos dados de fertilidade do solo das três regiões mais produtivas do Estado do Rio de Janeiro. Neste projeto foram usados os dados de solos sistematizados pela Embrapa Solos (Santos et al., 2005). Os solos analisados apresentam baixo pH em água e altos teores em  $Al^{+3}$ , bem como baixas concentrações de P, N e C orgânico. Os valores de CTC e V (%) foram considerados bons para a fertilidade do solo. A análise exploratória dos dados identificou *outliers* e valores extremos, pela análise do sumário estatístico e dos gráficos box-plot das variáveis. A retirada destes últimos melhorou muito a consistência do conjunto remanescente, o que permite antever uma melhor qualidade dos resultados de interpolações por *krigagem* a serem realizadas e o próprio mapeamento digital da fertilidade, de acordo com McBratney et al. (2003). A análise exploratória mostrou-se útil para as próximas fases de mapeamento digital de solo-paisagem e a recomendação de adubação a ser proposta.

**Palavras-chave:** nutrientes, mapeamento digital.

### INTRODUÇÃO

A fertilidade natural do solo, é considerada como o suprimento adequado de cada um dos nutrientes contidos naturalmente no solo (Brady, 1983).

O Brasil é caracterizado pela diversidade de solos, resultante da interação dos diferentes tipos de solo-paisagem. Esta diversidade é refletida nas diferenças regionais. Na região sudeste, por exemplo, predominam os Latossolos e Argissolos, que são

solos bem desenvolvidos, mas geralmente de baixa fertilidade natural (FAO, 2004, Carvalho, et al. 2003). No caso do Estado do Rio de Janeiro (ERJ), a região Norte concentra em torno de 76% da produção agrícola e 7,5% e 7% localizam-se nas regiões Noroeste (NW) e Serrana, respectivamente. Seis produtos agrícolas (cana-de-açúcar, tomate, banana, aipim, coco verde e chuchu) respondem por 88% da produção do estado e a cana-de-açúcar representa 78% do conjunto (CIDE, 2005). Este trabalho teve como objetivo a análise exploratória do banco de dados de fertilidade do solo das três regiões mais produtivas do ERJ, etapa preliminar preparatória do mapeamento digital de solo.

### MATERIAL E MÉTODOS

Esta proposta tem como área de estudo, as Regiões: Serrana, Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, que se localizam entre as coordenadas  $43^{\circ}22'35''$   $40^{\circ}57'27''$ WG, e  $20^{\circ}45'47''$  e  $22^{\circ}34'21''$ S, com cerca de 22.043 km<sup>2</sup>.

Este projeto usa os dados de solos sistematizados pela Embrapa Solos no Banco de Dados de Solos do Estado do Rio de Janeiro (projeto FAPERJ E-26/171.360/2001). Este banco de dados contém 731 perfis de solos, 48 propriedades do solo, descritos nos Levantamento de Solos realizados pela Embrapa. Esse banco foi construído em Microsoft® Access e linguagem Delphi. Informações sobre a coleta e métodos de análises físico-químicas são fornecidas em Métodos de Análises de Solos (Embrapa, 1997).

A organização desses dados teve como primeira etapa a seleção de perfis da área de estudo, totalizando 230 perfis, sendo 46 perfis na região Noroeste, 134 na região Norte e 50 perfis na região Serrana do ERJ. Esses dados de perfis foram transformados em camadas, com profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. Neste trabalho serão apresentados os resultados da camada 0-10cm, das seguintes variáveis: pH em água, P, Corg, N, CTC, V% e  $Al^{+3}$ . A análise estatística foi realizada com auxílio do programa STATISTICA 6.0. Além do



sumário estatístico do banco de dados, foi feita a identificação e análise de *outliers* e valores extremos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sumário estatístico das variáveis P, N, Corg, CTC, V% e Al+3, considerando todos os itens do banco de dados com valores extremos, estão apresentados na tabela 1. Nas três regiões, somente a V% tem distribuição aproximadamente simétrica, enquanto as demais são fortemente desviadas, com valores de assimetria muito maiores que 0,5. Esta característica, e a grande diferença entre médias aritméticas e medianas, permitem suspeitar a presença de valores aberrantes (*outliers*) e extremos, que precisam ser identificados espacialmente e analisados. Assim, as Figs. 1, 2, e 3 apresentam os gráficos box-plot das variáveis, após a retirada dos valores considerados extremos, ou fora do intervalo igual a 3 vezes a faixa de *quartis* centrais. Para facilitar a comparação entre variáveis, suas concentrações no eixo das ordenadas foram normalizadas. Após a identificação, dos pontos considerados extremos, as Figs. 4, 5 e 6 apresentam os diagramas de dispersão entre variáveis, onde se vê que a retirada dos valores extremos trouxe consistência ao conjunto remanescente.

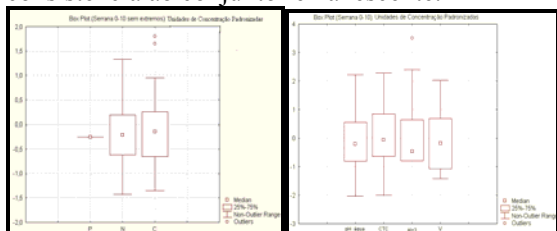


Figura 1: Box-Plot região Serra

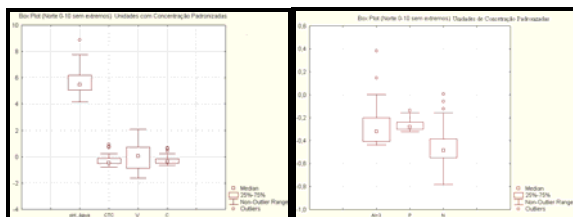


Figura 2: Box-Plot região Norte

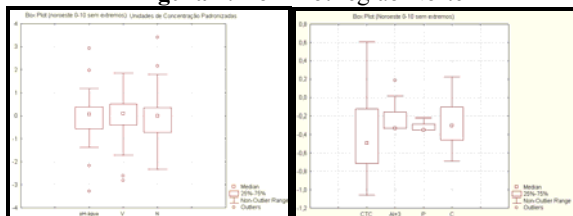


Figura 3: Box-Plot região Noroeste

As Figs 4, 5 e 6 mostram as correlações das variáveis em cada região. A região Serra apresenta uma boa correlação de pH em água com V(%), CTC com N e com C e N com C. A região Norte apresenta uma boa correlação com pH em água e V(%) e CTC com C. Em todas as regiões pH em água também apresentou boa correlação com V(%)

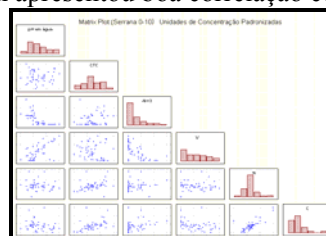


Figura 4: Diagrama de dispersão sem valores extremos (região Serra).

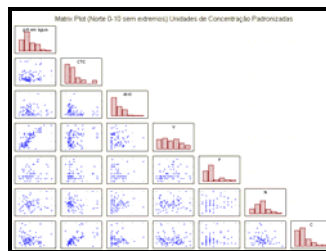


Figura 5: Diagrama de dispersão sem valores extremos (região Norte).

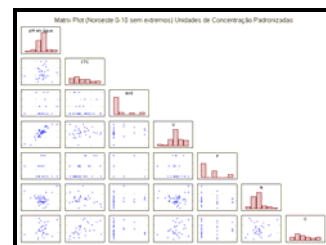


Figura 6: Diagrama de dispersão sem valores extremos (região Noroeste).

A Tabela 2 mostra o resumo estatístico dos dados sem os valores extremos. Comparando as tabelas 1 e 2, vê-se redução das concentrações de P assimilável nas regiões Serra e NW, indicando que os valores extremos devem ser resultados de adição de fertilizantes. O nível deste elemento considerado bom para o desenvolvimento da planta é  $>9\text{mg/kg-l}$  (Fageria, 1989). O mesmo acontece com o N da região Norte, onde a retirada de 7 pontos reduz as concentrações de valores ótimos para insuficientes. Uma das principais causas da perda de nitrogênio é a remoção pelas plantas, o que também pode ocorrer por erosão e por lixiviação (FAO, 2004). Corg, e V% mantiveram-se estáveis após a retirada dos extremos, nas três regiões, mas a CTC da região



Norte aumenta em 50% quando se retiram nove pontos, passando de 8,76 para 12,13 cmol/kg-1. Os valores médios de CTC de todas as regiões podem ser considerados bons para a fertilidade do solo, onde valores maiores ou iguais a 8 cmol/kg-1 são recomendados (Camargos, 2005). Enquanto o pH também se mantém estável, em níveis adequados para a fertilidade, o  $Al^{+3}$  baixa nas regiões NW e Serrana.

### CONCLUSÕES

A inspeção estatística preliminar foi de grande importância para uma análise mais apurada dos dados, identificando valores extremos que pudessem estar mascarando a fertilidade natural dos solos. Na maioria deles, a retirada de extremos mostra níveis baixos de atributos de fertilidade. Mas os valores de CTC são excelentes aliados para que os solos das três regiões possam ter uma boa fertilidade. Outro dado importante é que, em todas as regiões, a acidez pode ser considerada baixa. Assim, esta análise exploratória mostrou-se útil para as próximas fases de mapeamento digital de solo-paisagem.

### REFERÊNCIAS

- BRADY, N. C. *Natureza e Propriedades do Solo*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1983 6a.
- CAMARGOS, S.L., Universidade Federal de Mato Grosso. Departamento de Solos e Engenharia Rural. *Interpretação de Análise de Solo*. 2005.11p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO. *Fertilizer use by crop in Brazil*. Rome, 2004. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/oldocsp.jsp>.
- CARVALHO FILHO, A. DE; LUMBRERAS, J. F.; WITTERN, K. P.; LEMOS, A. L.; SANTOS, R. D. DOS; CALDERANO FILHO, B.; CALDERANO, S. B.; OLIVEIRA, R. P.; AGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. DE; CHAFFIN, C. E. 2003. Mapa de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2003. 1 mapa, color. Escala 1:250.000. Homepage:<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/sigweb.html>. Acesso em 15/12/2007.
- DADALTO, G.G.; FULLIN, E.A. *Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo*. 4ª aproximação. Vitória, ES: SEEA/INCAPER, 2001. 266p
- EMBRAPA\_DPU. 1989. 425p.
- EMBRAPA. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. Ministério da Agricultura e Abastecimento, 1997. 212 p. 2 ed.
- EPSTEIN, E. *Mineral nutrition of plants: principles and perspectives*. New York: J. Wiley, 1972. 412p
- FAGERIA, N.K. *Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas*. Brasília: HARTEMINK, A. E. "Soil Fertility Decline in the Tropics: With Case Studies on Plantations." ISRIC.CABI Publishing, Wallingford.2003.
- Fundação CIDE, 2005. site: <http://www.cide.rj.gov.br/> Acesso em: 10/09/2006.
- HARTEMINK, A.E. Soil fertility decline: definitions and assessment. In: *Encyclopedia of Soil Science*. R. Lal (Editor). Dekker, 2006. pp 1618-1621.
- MCBRATNEY, A.B., Mendonça-Santos, M.L. and Minasny, B., 2003. On digital soil mapping. *Geoderma*, 117:3-52.
- TOMÉ JR. J.B. 1997. *Manual para interpretação de análise do solo*. Guaíba, RS, – Agropecuária.247P.
- RAIJ, B. V. *Avaliação da Fertilidade do Solo*. Piracicaba: FRANCISCANA CERES. 1983. p.343.
- SANTOS, HUMBERTO GONÇALVES dos; MENDONÇA SANTOS, M. L.; OLIVEIRA, RONALDO PEREIRA; LUMBRERAS, JOSÉ FRANCISCO; SILVA, ENIO FRAGA. Banco de Dados de Solos do Estado do Rio de Janeiro, com Vistas à Modelagem Quantitativa de Estoque de Carbono nos Solos. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2005, Recife-PE. Anais de XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo - CD, 2005.



**Tabela 1.** Resumo Estatístico das variáveis indicadas, na camada superficial até 10cm, das Regiões Noroeste, Norte e Serrana do Estado do Rio de Janeiro. (N=número total de amostras)

Resumo Estatístico	Região Serrana (0-10cm)							Região Noroeste (0-10cm)							Região Norte (0-10cm)						
	pH água (%)	P (mg. kg <sup>-1</sup> )	N (gk/g)	C (org)	CTC (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )	Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> . kg <sup>-1</sup> )	V	pH água (%)	P (mg. kg <sup>-1</sup> )	N (gk/g)	C (org)	CTC (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )	Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> . kg <sup>-1</sup> )	V	pH água (%)	P (mg. kg <sup>-1</sup> )	N (gk/g)	C (org)	CTC (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )	Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> . kg <sup>-1</sup> )	V (%)
<b>Média</b>	5,53	6,39	1,30	13,96	8,98	0,19	41,06	5,86	15,70	2,34	23,19	16,03	1,50	61,43	5,06	1,54	15,79	15,79	8,76	0,72	43,20
<b>Mediana</b>	5,4	2	1,3	11,45	7,6	0	38	5,9	3	1,3	15,6	9,4	0,4	63,5	4,9	1	14,8	14,8	8,6	0,3	41
<b>Moda</b>	5,8	1	1,4	9,8	5	0	78	6,1	2	0,9	6,5	6,2	0	39	5	1	17,1	17,1	12,6	0	25
<b>Erro Padrão</b>	0,09	2,28	0,08	2,04	0,80	0,08	4,15	0,09	4,34	0,26	2,80	1,76	0,30	3,06	0,08	0,32	1,17	1,17	0,44	0,13	2,33
<b>Assimetria</b>	0,38	4,40	1,02	5,04	2,32	4,99	0,24	-0,30	6,97	3,36	6,34	4,04	4,39	-0,60	6,35	5,61	1,73	1,73	0,06	1,48	0,41
<b>N</b>	50	50	50	50	50	50	50	46	46	46	46	46	46	46	134	134	134	134	134	134	134

**Tabela2.** Resumo Estatístico das variáveis indicadas, na camada superficial até 10cm, das Regiões Noroeste, Norte e Serrana do Estado do Rio de Janeiro. (N=número de amostras remanescente após retirada de valores extremos)

Resumo Estatístico	Região Serrana (0-10cm)							Região Noroeste (0-10cm)							Região Norte (0-10cm)						
	pH água (%)	P* (mg. kg <sup>-1</sup> )	N* (gk/g)	C* (org)	CTC (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )	Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> . kg <sup>-1</sup> )	V	pH água (%)	P* (mg. kg <sup>-1</sup> )	N (gk/g)	C (org)	CTC* (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )	Al <sup>+3</sup> * (cmol <sub>c</sub> . kg <sup>-1</sup> )	V	pH* água (%)	P* (mg. kg <sup>-1</sup> )	N* (gk/g)	C* (org)	CTC* (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )	Al <sup>+3</sup> * (cmol <sub>c</sub> . kg <sup>-1</sup> )	V (%)
<b>Média</b>	5,53	0,99	1,46	13,96	8,98	0,19	41,06	5,86	2,05	2,34	23,19	8,1	0,05	61,43	5,10	3,42	1,94	16,62	12,13	0,65	43,20
<b>Mediana</b>	5,4	1	1,45	11,45	7,6	0	38	5,9	1	1,3	15,6	7,45	0	63,5	5	2	1,3	14,8	8,9	0,3	41
<b>Moda</b>	5,8	1	1,4	9,8	5	0	78	6,1	1	0,9	6,5	5	0	39	5	2	0,9	6,5	6,2	0	25
<b>Erro Padrão</b>	0,09	0,01	1,01	2,04	0,80	0,08	4,15	0,09	0,33	0,26	2,80	0,53	0,01	3,06	0,08	0,26	0,16	0,94	0,82	0,08	2,33
<b>Assimetria</b>	0,38	-6,24	0,13	5,04	2,32	4,99	0,24	-0,30	3,28	3,36	6,34	1,91	1,91	-0,60	0,72	1,93	20,2	1,10	1,42	2,14	0,41
<b>N</b>	50	39	46	46	50	50	50	46	39	46	46	44	41	46	127	105	127	123	125	119	134