

CARACTERIZAÇÃO DE CAULINITA E GIBBSITA DE UM LATOSSOLO SOB CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR.

Renata Alves Horvat, José Marques Júnior, Gener Tadeu Pereira, Livia Arantes Camargo. – Agronomia – Departamento de Solos e Adubos – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal.

Uma agricultura mais equilibrada depende da melhoria na qualidade dos solos, baseada na sustentabilidade dos recursos naturais. O conhecimento do comportamento físico do solo possibilita adequar as atividades agrícolas à sua capacidade de suporte, visando reduzir sua degradação.

Em cultivos altamente mecanizados, como é o caso da cana-de-açúcar, é fundamental ter conhecimento da variabilidade espacial de atributos físicos do solo; estes, por sua vez, possuem ligações diretas com a mineralogia da fração argila do solo. O entendimento destas ligações poderá contribuir para decisões de práticas de manejo propiciando a redução de custos nos sistemas de produção (SOUZA, 2004).

Os Latossolos constituem a classe de solos de maior expressão geográfica no território brasileiro. Estes solos apresentam-se em estágio avançado de intemperismo pela alteração quase completa dos minerais primários menos resistentes, seguidos de intensa dessilicatização, lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos, argilas do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo.

Caulinita, gibbsita, goethita e hematita, em diferentes proporções são os principais minerais da fração argila desses solos. (RESENDE et al., 1999). A presença e o teor, bem como a cristalografia da caulinita e gibbsita da fração argila interferem no comportamento dos atributos dos latossolos dentre eles a estrutura (KIHIL, 1979).

Neste sentido, a caracterização do grau de cristalinidade da caulinita e gibbsita, no contexto das relações solo-paisagem, constitui estudo básico para entendimento de relações de causa e efeito entre a presença destes minerais na fração argila e o comportamento dos atributos do solo em diferentes formas da paisagem, sendo possível a transferências desses conhecimentos para áreas semelhantes.

A visão espacial das propriedades do solo e das culturas associada à aplicação de tecnologia no campo permite o manejo preciso de áreas agrícolas, ou seja, aplicação do conceito de manejo localizado, conhecida como agricultura de precisão.

Em geral, as propriedades do solo não são aleatoriamente distribuídas no espaço; elas obedecem a um arranjo estrutural correspondendo a uma interdependência entre os valores medidos (RUSSO & BRESLER, 1981). Análises estatísticas tradicionais, baseadas na independência das observações, não são adequadas para estudos com este enfoque e devem ser complementadas por análises espaciais nas quais são consideradas as correlações entre observações vizinhas. Neste contexto, a geoestatística torna-se uma metodologia eficiente no estudo da variabilidade espacial do solo, pois permite detectar a distribuição espacial dos atributos estudados e constitui importante ferramenta na análise e descrição detalhada da variabilidade das propriedades do solo (VIEIRA et al., 2002). Dessa forma, o objeto do presente estudo é caracterizar a espacialização da caulinita e da gibbsita por meio de técnicas geoestatísticas.

A área de estudo localiza-se no nordeste do estado de São Paulo, no município de Guariba (SP). As coordenadas geográficas são 21° 19' de latitude sul e 48° 13' de longitude oeste, com altitude média de 640 m acima do nível do mar. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo mesotérmico com inverno seco (Cwa), com precipitação média de 1400 mm, com chuvas concentradas no período de novembro a fevereiro. A vegetação natural era constituída por floresta tropical subcaducifolia e mata ciliar. O local encontra-se na província geomorfológica Planalto Ocidental Paulista, próxima ao limite das Cuestas Basálticas no divisor litoestratigráfico arenito-basalto. A vertente estudada foi escolhida com base na origem basáltica. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho eutroférico, textura muito argilosa (LVef). Uma vertente foi escolhida em área sob cultivo de cana-de-açúcar, com a colheita em cana crua por um período de quatro anos consecutivos. Os solos foram amostrados nos pontos de cruzamento de uma malha, georeferenciados, com intervalos regulares de 10 m, na profundidade de 0,2 - 0,4 m, com dimensão de 100 x 100 m, totalizando 119 pontos, em uma área de um hectare.

A argila foi separada da amostra pelo método de centrifugação e posteriormente sujeita à eliminação dos óxidos de ferro através do método ditionito-citrato-bicarbonato (DCB).

O sistema caulinita-gibbsita foi avaliado na fração argila desferificada, submetida à difração de raios X (DRX) pelo método do pó. O difratômetro utilizado foi o HZG – 4/B, empregando-se cátodo de cobre com filtro de níquel e radiação α (20mA, 30 Kv). A velocidade de varredura empregada foi de $1^\circ 2\theta$ / minuto. A razão Caulinita/(Caulinita+Gibbsita) [Ct/(Ct+Gb)] foi calculada empregando-se as áreas dos reflexos da caulinita - Ct (001) e da gibbsita - Gb (002). O diâmetro médio do cristal (DMC) dos dois minerais foi calculado a partir da largura à meia altura (LMA) e da posição de reflexos dos minerais Ct (001) e Gb (002), usando a equação de Scherrer (SCHULZE, 1984).

Inicialmente, os dados foram analisados mediante a aplicação da estatística descritiva, obtendo-se os valores: média, mínimo e máximo, variância, assimetria, curtose, desvio padrão e coeficiente de variação de todos os atributos estudados [área do pico, LMA, DMC e relação Ct/(Ct+Gb)] conforme Tabela 1.

Tabela 1. Análise estatística dos atributos mineralógicos da Ct e Gb.

| | Área do Pico | | LMA ¹ | | DMC ² | | Relação |
|--------------------------|----------------------------|----------|------------------|----------------------|------------------|----------|----------------------|
| | Ct (001) | Gb (002) | Ct (001) | Gb (002) | Ct (001) | Gb (002) | |
| | -----cm ² ----- | | -----°2θ----- | | -----nm----- | | |
| Média | 0,83 | 1,31 | 0,45 | 0,26 | 32,14 | 129,05 | 0,38 |
| Mediana | 0,84 | 1,31 | 0,45 | 0,27 | 31,10 | 101,82 | 0,38 |
| Mínimo | 0,38 | 0,70 | 0,32 | 0,23 | 19,69 | 73,84 | 0,22 |
| Máximo | 1,49 | 1,86 | 0,57 | 0,30 | 43,72 | 232,66 | 0,59 |
| Variância | 0,044 | 0,06 | 0,002 | $3,8 \times 10^{-4}$ | 39,12 | 1278,39 | $3,5 \times 10^{-3}$ |
| Assimetria | 0,1 | -0,07 | 0,28 | 0,34 | 0,47 | 0,36 | 0,39 |
| Curtose | 0,17 | -0,06 | 0,99 | -1,13 | 0,15 | -0,86 | 0,72 |
| Desvio Padrão | 0,21 | 0,25 | 0,05 | 0,02 | 6,25 | 35,75 | 0,06 |
| CV³(%) | 25,22 | 18,86 | 10,5 | 7,61 | 19,46 | 27,71 | 15,60 |

¹ Largura a Meia Altura ² Diâmetro Médio do Cristal ³ Coeficiente de Variação

Para o cálculo das áreas dos picos dos minerais nos difratogramas foram utilizados os reflexos dos minerais Ct (001) e Gb (002). Os valores para este atributo na caulinita variaram de 0,38 a 1,49 cm², valores estes menores que os encontrados por CUNHA (2000) em Latossolos Vermelhos distróficos e eutroférricos de uma vertente em Jaboticabal. Já para a gibbsita as áreas dos picos oscilaram de 0,70 a 1,86 cm², concordando com os valores apresentados por CUNHA (2000).

A LMA apresentou valores variando de 0,32 a 0,57 °2θ para a Ct (001) e de 0,23 a 0,30 °2θ para Gb (002). MELO et al. (2001) obteve valores de LMA da Gb (002) entre 0,040 e 0,274 °2θ. SOUZA (2004), estudando o mesmo solo, encontrou valores médios de LMA para gibbsita de 0,21 °2θ.

Para Ct os valores do DMC oscilaram de 19,69 a 43,72 nm e na Gb esse intervalo foi de 73,84 a 232,66 nm. Para a Gb, MELO et al. (2001) encontraram valores entre 29,1 e 199,7 nm. Outros autores, utilizando a mesma técnica de determinação do DMC, encontraram valores semelhantes (NETTO, 1996).

Quanto aos valores de LMA (0,23 a 0,30 °2θ) e DMC (73,84 a 232,66 nm) da Gb, estes mostram uma tendência inversa a da Ct. Isto indica um melhor grau de cristalização da Gb, refletindo um ambiente preferencial para sua formação.

Os valores de relação Ct/(Ct+Gb) oscilaram entre 0,22 a 0,59. Esses valores estão próximos aos apresentados por SOUZA (2004). Segundo o mesmo autor, os minerais mais bem cristalizados são aqueles que apresentam menor LMA e maior DMC. No presente estudo, o mineral que melhor representa esta afirmação é a gibbsita em comparação com a caulinita.

Através da análise geoestatística foi possível a elaboração de mapas de krigagem que expressam a espacialização dos atributos estudados, mostrando sua distribuição na área estudada, conforme Figura 1.

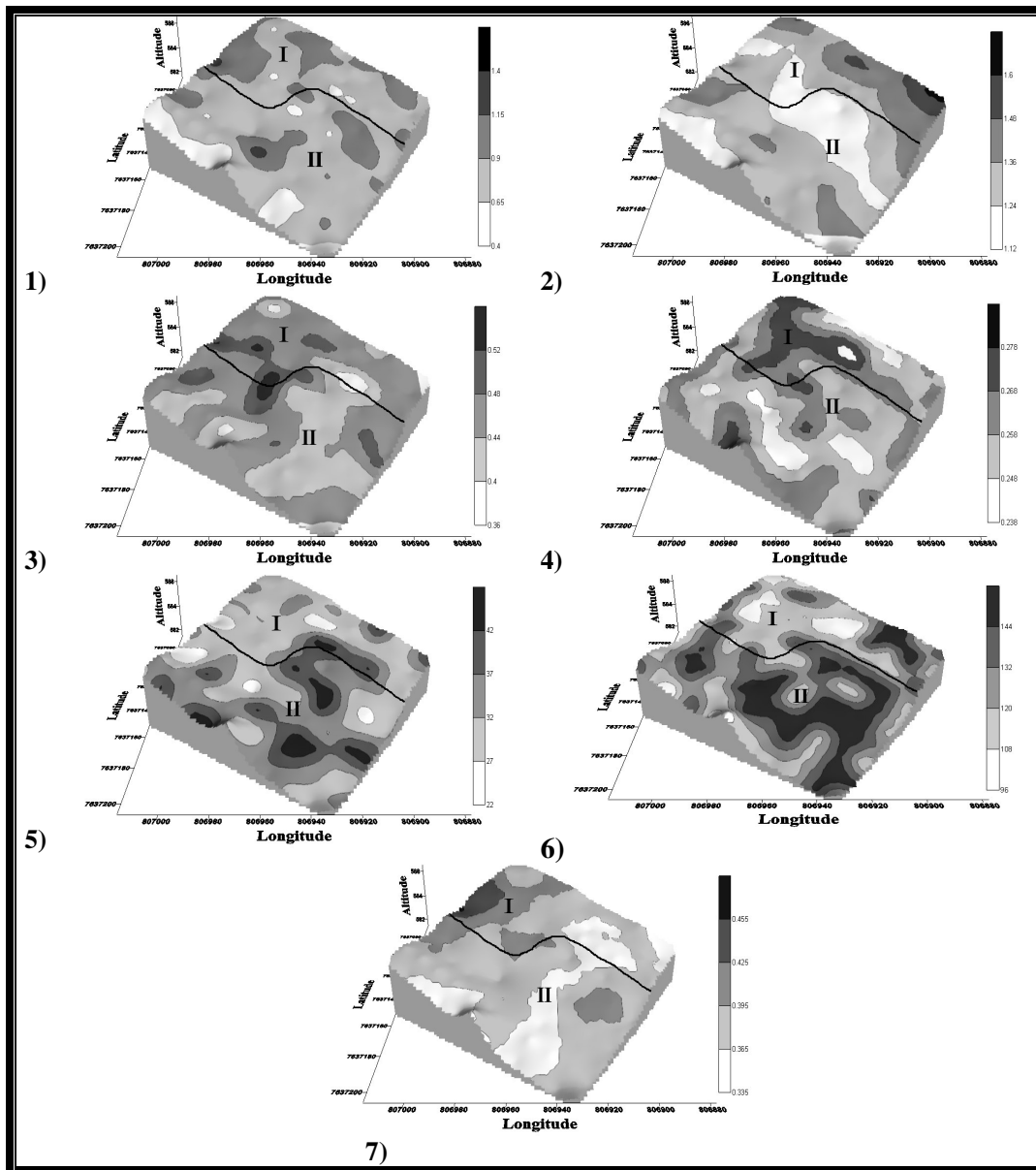


Figura 1. Mapas de krigagem: 1-Área do Pico (Ct); 2-Área do Pico (Gb); 3-Largura a Meia Altura (Ct); 4-Largura a Meia Altura (Gb); 5-Diâmetro Médio do Cristal (Ct); 6-Diâmetro Médio do Cristal (Gb); 7-Relação Ct/(Ct+Gb)

Os resultados da análise geoestatística mostraram que todas as variáveis analisadas apresentaram dependência espacial que varia de moderada a forte. Os atributos Área do Pico e DMC da Ct apresentaram dependência espacial forte, enquanto os demais atributos expressaram uma dependência espacial moderada. Mediante essa dependência, os parâmetros dos modelos de semivariogramas ajustados foram utilizados para construir mapas através da krigagem. Os mapas foram confeccionados agrupando os valores dos atributos em cinco classes, em ordem crescente, para melhor visualização.

Observou-se que, no compartimento I – linear, a variabilidade é maior para os atributos: área do pico e DMC da Gb, LMA da Ct, e relação Ct/(Ct+Gb), enquanto a maior continuidade espacial desses mesmos atributos pode ser observada no compartimento II – côncavo-convexo. Os demais atributos apresentam relação inversa: maior variabilidade no compartimento II e maior continuidade espacial no compartimento I. A maior variabilidade pode ser explicada pelo maior número de manchas de tamanho menor abrangendo o maior número de classes, enquanto a continuidade é representada pela maior homogeneidade das manchas de tamanho maior.

Sabendo-se que o mineral melhor cristalizado é aquele que apresenta menor LMA e maior DMC, pode-se observar, através dos mapas de krigagem, que esta relação pode ser mais bem visualizada para a Gb, tendo em vista que os menores valores de LMA e os maiores valores de DMC para este mineral estão concentrados no compartimento II, indicando sua melhor cristalização, portanto, ambiente preferencial para sua formação.

Conclui-se que a caulinita e gibbsita destes latossolos possuem dependência espacial, e as pequenas variações do gradiente do relevo influenciam o comportamento destes minerais. Portanto, o relevo pode ser utilizado como indicador de ambientes específicos de formação de minerais da fração argila dos latossolos.

Referências Bibliográficas

CUNHA, P. **Superfícies geomórficas e variabilidade de Latossolos em uma vertente sobre arenito-basalto em Jaboticabal (SP)**, 149 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

KIHEL, E. J., **Manual de edafologia**: relação solo-água-planta, São Paulo, 1979, 262 p.

MELO, V. F. et al A. Características dos óxidos de ferro e de alumínio de diferentes classes de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 19-32, 2001.

NETO, A. R. **Influência da mineralogia da fração argila sobre propriedades físico-químicas de solos brasileiros**. 1996. 144 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RESENDE, M.; CURI, N.; LANI, J. L. Tropical soils: implications on sustainable development. In: SCIENCE for Sustainable Development in Latin America and the Caribbean. Rio de Janeiro, **Academia Brasileira de Ciências**, 1999, não paginado.

RUSSO, D; BRESLER, E. Soil hydraulic properties as stochastic processes: I. An analysis of field spatial variability. **Soil Science Society of America Journal**, v. 45, n. 4, p. 682-687, 1981

SOUZA, Z. M., MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA G. T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 937-944, 2004.

SCHULZE, D.G. The influence of aluminium on iron oxides VIII. Unit-cell dimension of Al-substituted goethites and estimation of Al from them. **Clays and Clay Minerals**, v. 32, p. 36-44, 1984.

VIEIRA, S. R.; MILLETE, J.; TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ V.; V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Ed). **Tópicos em ciência do solo**, Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002, v. 2, p. 1-45.

Agradecimentos:

Usina São Martinho

Bolsa: FAPESP