

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS EM UM LATOSSOLO SOB CULTIVO DE CAFÉ

Samuel de Assis Silva¹, Gustavo Soares de Souza¹, Willian Bucker Moraes¹, Rone Batista de Oliveira² Julião Soares de Souza Lima³

¹Graduando em Agronomia, CCA-UFES, Deptº Engenharia Rural, Caixa Postal 16, CEP: 29500-000 Alegre-ES, e-mail: samuel-assis@hotmail.com

²Doutorando em Energia na Agricultura, UNESP, Botucatu – SP, e-mail: roneantiversus@yahoo.com.br

³Prof. Orientador, Deptº Engenharia Rural, CCA-UFES, Alegre-ES, e-mail: jsslima@yahoo.com.br

Resumo- Objetivou-se com esse estudo, avaliar a distribuição espacial das frações granulométricas em um latossolo sob cultivo de café. O experimento foi conduzido na fazenda experimental Bananal do Norte, no município de Cachoeiro de Itapemirim - ES. A amostragem de solo foi realizada na profundidade de 0,0 – 0,20 m em uma malha irregular de aproximadamente 10000 m² com 109 pontos amostrais, definidos como células. As frações granulométricas do solo (argila, silte e areia total) foram determinadas em laboratório e os dados oriundos das análises foram submetidos, inicialmente à análise estatística descritiva e exploratória, seguida da análise geoestatística para verificar a existência e quantificar o grau de dependência espacial das frações granulométricas. Às frações argila e areia total foi ajustado o modelo esférico, enquanto que o silte não apresentou dependência espacial. Argila e areia total têm comportamento espacial inverso, quando comparados entre si.

Palavras-chave: Variabilidade espacial, geoestatística, textura do solo, física do solo

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

O conhecimento sobre a distribuição granulométrica de partículas sólidas é essencial para várias aplicações. Assim, é por meio da análise granulométrica que se determina a textura dos solos, parâmetro fundamental na inferência do potencial de compactação, da disponibilidade de água, da aeração, da condutividade do solo ao ar, à água e ao calor, da infiltração e da redistribuição de água (PREVEDELLO, 1996).

No Brasil, são poucos os estudos que dimensionam a variabilidade espacial de atributos físicos em uma unidade de mapeamento de solo. Os poucos trabalhos brasileiros existentes nessa área têm utilizado escalas espaciais que representam pequenas distâncias no terreno. O conhecimento da distribuição das propriedades do solo no campo é importante para o refinamento das práticas de manejo e avaliação dos efeitos da agricultura sobre a qualidade ambiental (CAMBARDELLA et al., 1994).

A análise da variabilidade de atributos físicos do solo pode ser realizada por meio da estatística descritiva. Esta ferramenta, entretanto, não considera a distribuição dos dados no espaço, ao contrário da geoestatística, que considera a dependência espacial entre as amostras e a sua localização geográfica (Vieira, 2000).

O estudo da variabilidade espacial de atributos do solo tem grande importância não só na orientação de amostragens e interpretação dos

resultados, mas também no levantamento e na classificação de solos. Dessa forma, a utilização de ferramentas geoestatísticas possibilita avaliar a dependência espacial dos atributos estudados e a conseqüente estimação de valores em lugares não medidos (VIEIRA, 2000). Essa nova concepção em mapeamentos adiciona aos tradicionais fatores de formação do solo, o fator localização geográfica (McBRATNEY et al., 2003).

Visando contribuir para o mapeamento do solo, principalmente em locais não contemplados com levantamentos detalhados, objetivou-se com esse estudo, avaliar a distribuição espacial das frações granulométricas em um latossolo sob cultivo de café.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em área cultivada com café *Coffea canephora* Pierre (EMCAPER 8151 Robusta Tropical) na fazenda experimental Bananal do Norte, situada na latitude 20° 45' 17.31" S e Longitudes 41° 17' 8.86" W, pertencente ao Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER), no município de Cachoeiro de Itapemirim - ES.

As amostras de solo foram coletadas numa área, situada no terço superior e médio de uma elevação com topo arredondado e vertente com perfil convexo, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico com textura argilosa (EMBRAPA, 1999).

A amostragem de solo foi realizada na profundidade de 0,0 – 0,20 m em uma malha irregular de aproximadamente 10000 m² com 109 pontos amostrais, definidos como células. As coordenadas de cada ponto amostral foram definidas com auxílio de um GPS topográfico.

As frações granulométricas do solo (argila, silte e areia total) foram determinadas em laboratório, de acordo com metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).

Inicialmente, os dados foram submetidos à análise estatística descritiva e exploratória, conforme proposto por Gonçalves et al. (2001), para verificação da presença de pontos discrepantes (*outliers*) e sua influência quanto às medidas de posição, dispersão e normalidade, antes de submetê-las à análise geoestatística.

A geoestatística foi utilizada para verificar a existência e quantificar o grau de dependência espacial das frações com auxílio do *software* GS⁺ (ROBERTSON, 2000). Também, foi realizada a validação cruzada para escolha do melhor ajuste, o escalonamento dos semivariogramas pela variância e, posteriormente, a interpolação por krigagem. O ajuste dos semivariogramas, com base nas pressuposições de estacionaridade da hipótese intrínseca, foi estimado, conforme descrito por Vieira (2000), utilizando-se do semivariograma clássico de Matheron, que é dado pela Equação 1.

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(X_i) - Z(X_i + h)]^2$$

em que: N(h) é o número de pares de valores medidos Z(x_i), Z(x_i + h), separados por um vetor h. Os modelos teóricos para ajuste foram: esférico, exponencial e gaussiano. A escolha do modelo seguiu os critérios adotados pelo *software* GS⁺ (ROBERTSON, 1998), que utiliza a menor soma dos quadrados dos resíduos (SQR) e o maior coeficiente de determinação (R²).

O ajuste dos dados a partir do semivariograma possibilitou definir os seguintes parâmetros: efeito pepita (C0), patamar (C0+C), alcance (a) e o índice de dependência espacial (IDE). O IDE é calculado pela relação [C/(C0+C)], conforme critérios estabelecidos por Zimback (2001), e assume os seguintes intervalos: fraco para valores de IDE ≤ 25%; moderado entre 25% < IDE < 75% e forte para IDE ≥ 75%.

Para as variáveis que apresentaram dependência espacial foram estimados valores para locais não amostrados pelo método da krigagem ordinária e construídos mapas temáticos pelo *software* SUFER.

Resultados

Na Tabela 1 encontra-se a análise descritiva das variáveis físicas do solo avaliadas na área de estudo, sem a presença dos *outliers*.

Tabela 1. Estatística descritiva e distribuição de frequência das frações granulométricas em latossolo sob cultivo de café.

Parâmetros Estatísticos	Variáveis		
	Argila	Silte	Areia
Média	410,64	188,97	395,16
Mediana	409,9	191,17	397,42
CV (%)	21,57	36,95	17,17
s	88,59	69,83	67,84
Mínimo	101	14,18	101
Máximo	602,8	508,55	567,83
C _s	-0,6	0,88	-0,63
C _k	1,38	3,35	2,41
W	*	*	*

Argila (g kg⁻¹); Silte (g kg⁻¹); Areia (g kg⁻¹); CV - coeficiente de variação; s - desvio-padrão; C_s - Coeficiente de assimetria; C_k - coeficiente de curtose; * distribuição não normal pelo teste Shapiro-Wilk's (W) a 5% de probabilidade.

Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentados os modelos e parâmetros dos semivariogramas médios das frações granulométricas (argila, silte e areia). É chamado de semivariograma médio porque todas as direções do vetor h são consideradas (0°, 45°, 90° e 135°) e, implicitamente, assume-se isotropia, ou seja, variabilidade idêntica em todas as direções.

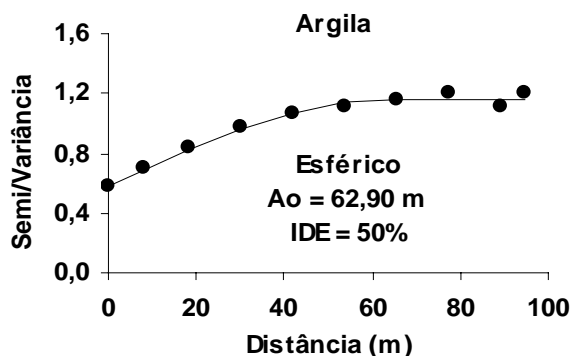


Figura 1. Modelo e parâmetros estimados pelo semivariograma para a fração argila.

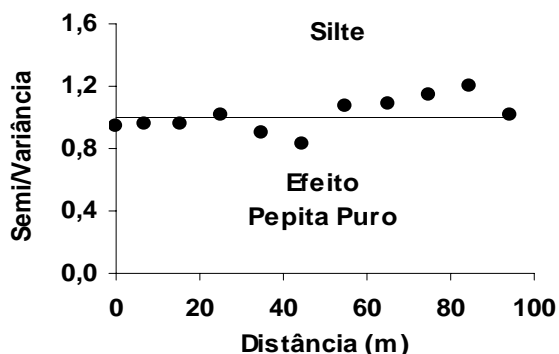


Figura 2. Modelo e parâmetros estimados pelo semivariograma para a fração silte.

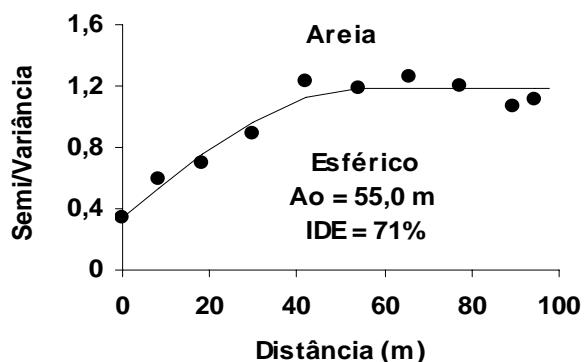


Figura 3. Modelo e parâmetros estimados pelo semivariograma para a fração areia total.

Conhecido o semivariograma teórico para as variáveis, foram interpolados os valores pelo método de krigagem ordinária, expressando os resultados em forma de mapas (Figura 4 e 5).

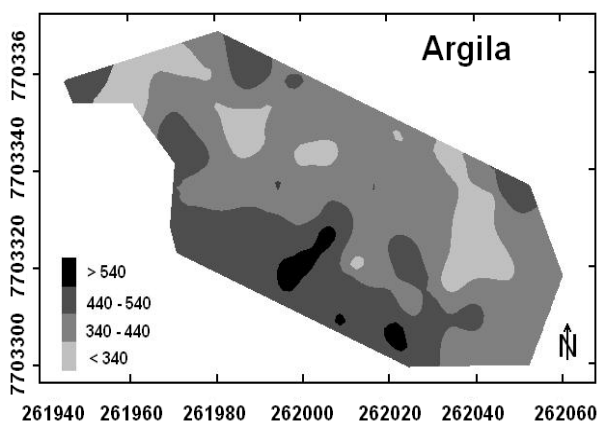


Figura 4. Distribuição espacial da fração argila (g kg^{-1}) em latossolo sob cultivo de café.

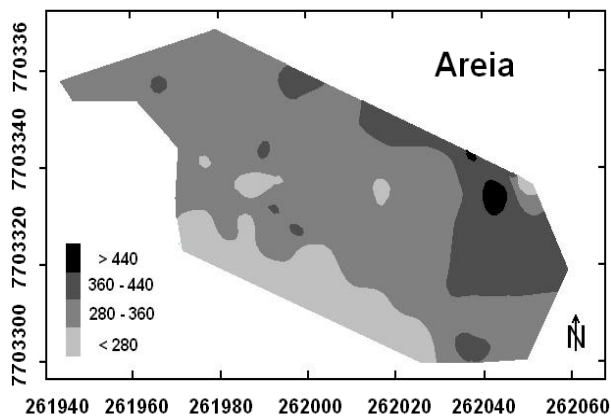


Figura 5. Distribuição espacial da fração areia (g kg^{-1}) em latossolo sob cultivo de café.

Discussão

Os valores de CV (Tabela 1) das frações granulométricas (argila, silte e areia), segundo a classificação proposta por Warrick & Nielsen (1980), de baixa para $\text{CV} < 12\%$; média de $12\% < \text{CV} < 60\%$ e alta para $\text{CV} > 60\%$, apresentou-se médio corroborando com os observados por Gonçalves et al. (2001). Argila e areia dos latossolos são atributos estáveis, ou seja, modificam-se pouco ao longo do tempo por ação do intemperismo, portanto apresentam médios valores de CV.

Todas as variáveis apresentam distribuição de frequência não normal, a 5% de probabilidade, pelo teste Shapiro Wilk's (w). Esta afirmação é confirmada pela proximidade entre os valores da média e mediana. Com exceção da fração areia, as demais frações apresentam assimetria negativa. Segundo Libardi et al. (1996), na assimetria negativa a mediana é maior que a média dos dados, mostrando assim, a tendência para concentração de valores acima da média.

Em relação à dependência espacial (Figura 1, 2 e 3), observa-se que o modelo esférico ajusta-se para as frações argila e areia com alcance de 62,9 e 55m, respectivamente, enquanto que à fração silte ajusta-se o modelo efeito pepita puro indicando uma distribuição aleatória, onde a média dos dados é representativa.

As frações granulométricas apresentaram coeficientes de determinação (R^2) superior a 0,81 no ajuste dos modelos teóricos ao semivariograma experimental, corroborando com valores observados por Souza et al. (2005).

O índice de dependência espacial (IDE) para argila e areia total apresentam moderada dependência, com valores entre 25% a 75%, conforme classificação de Zimback (2001).

A presença de dependência espacial observada para as frações granulométricas, indica que práticas de manejo e/ou conservacionistas baseadas na média dos valores são falhas, uma

vez que, não considera a variabilidade espacial da textura do solo.

A partir dos semivariogramas ajustados, realizou-se a interpolação pelo método da krigagem ordinária construindo-se os mapas temáticos para argila e areia (Figura 4 e 5).

Os mapas da distribuição espacial das variáveis argila e areia total têm comportamento inverso, quando comparados entre si. O maior teor de argila (Figura 4) está na parte superior da área, onde a declividade é menos acentuada, enquanto que os maiores teores de areia total (Figura 5) encontram-se concentrados na parte inferior.

A presença de maiores teores de areia na porção inferior da área, pode estar relacionada à pedoforma convexa do terreno, onde ocorre divergência de águas, na qual há remoção do sistema, dos materiais carreados pela água das chuvas através da erosão laminar.

O comportamento espacial das frações granulométricas enfoca que, numa mesma classe de solos, conceitualmente considerada altamente intemperizada (Latossolo Vermelho amarelo), se observa a ocorrência de variabilidade espacial dos atributos granulométricos. De acordo com Souza et al. (2004) e considerando que os teores de argila estão relacionados a regiões com declive diferenciado e que esse atributo é estável no solo, sugere-se que essas variações de declive possam contribuir para a identificação de limites de precisão entre locais específicos da paisagem.

Conclusão

As frações argila e areia total apresentam dependência espacial com ajuste do modelo esférico.

A fração argila apresenta maior concentração na parte superior, enquanto que a areia total na parte inferior da área em função do processo erosivo.

Referências

- CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F.; KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.58, n.5, p.1501-11, 1994.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro, 1999. 412p

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

- GONÇALVES, A. C. A; FOLEGATTI, M. V.; da MATA, J. D. V. Análises exploratórias e geoestatística da variabilidade de propriedades físicas de um Argissolo Vermelho. *Maringá*, v. 23, p. 1149-1157, 2001.

- LIBARDI, P. L.; MANFRON, P. A.; MORAES, S. O. TUON, R. L. Variabilidade da umidade gravimétrica de um solo hidromórfico. *R. Bras. Ci. Solo*. v. 20, n.1, p. 1-12, 1996.

- McBRATNEY, A.B.; SANTOS, M.L.M.; MINASNY, B. **On digital soil mapping**. *Geoderma*, 117:3-52, 2003.

- ROBERTSON, G. P. **GS+: Geostatistics for the environmental sciences – GS+ User's Guide**. Plainwell, Gamma Desing Software, 1998. 152p.

- SILVA, E. M.; LIMA, J. E. F. W.; RODRIGUES, L. N.; AZEVEDO, J. A. Comparação de modelos matemáticos para o traçado de curvas granulométricas. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 39, n. 4, 2004.

- SOUZA, Z. M. de; MARTINS FILHO, M. V.; MARQUES JÚNIOR, J., PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de fatores de erosão em latossolo vermelho eutroférico sob cultivo de cana-de-açúcar. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v25, n.1, p.105-114, 2005

- SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; BARBIERI, D M. Variabilidade espacial da textura de um latossolo vermelho eutroférico sob cultivo de cana-de-açúcar. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v. 24, n. 2, 2004.

- VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p.1-54.

- WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Applications of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. p.319-44.

- ZIMBACK, C.R.L. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo. 2001. 114 f. **Tese** (Livro-Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2001.