

# VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM NEOSSOLO FLÚVICO NA BACIA DO RIO ALEGRE, ES

**Fábio Altoé Marinato**<sup>1</sup>, **Rone Batista de Oliveira**<sup>2</sup>, **Horácio Vicente Caetano Gonçalves**<sup>3</sup>, **Renato Ribeiro Passos**<sup>4</sup>, **Julião Soares Souza Lima**<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia, UFES, Alegre - ES, Cx Postal 16, CEP 29500-000, e-mail: altoemarinato@bol.com.br.

<sup>2</sup> Graduando em Agronomia, UFES, Alegre - ES, Cx Postal 16, CEP 29500-000, e-mail: ronebatista@bol.com.br.

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, UFES, Alegre - ES, Cx Postal 16, CEP 29500-000, e-mail: horaciocaetano@bol.com.br.

<sup>4</sup> Prof. Adjunto, Deptº Fitotecnia, UFES, Alegre – ES, Cx Postal 16, CEP 29500-000.

<sup>5</sup> Prof. Adjunto, Deptº Engº Rural, UFES, Alegre – ES, Cx Postal 16, CEP 29500-000, e-mail: juliaosslima@cca.ufes.br.

**Palavras-chave:** geoestatística, porosidade total, densidade de partículas, dependência espacial.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias.

**Resumo:** Esse trabalho teve como objetivo, através da aplicação da estatística clássica e da geoestatística, estudar a variabilidade espacial da densidade do solo, densidade das partículas e porosidade total de um neossolo flúvico na bacia do Rio Alegre, ES. Realizou-se uma amostragem sistemática ao longo de uma transeção de 45 m de comprimento, paralela ao curso d'água a uma distância de 15 m, com espaçamento entre pontos de 0,50 m, totalizando 90 pontos amostrais. A densidade do solo e a porosidade total apresentaram moderada dependência espacial com um alcance de 39m e 33,91m respectivamente. A densidade de partículas do solo apresentou ausência total de dependência espacial, portanto a única estatística aplicável no seu estudo é a clássica.

## Introdução

O processo de formação das planícies de aluvionamento é bem conhecido. Segundo [11] quando ocorrem grandes chuvas, as águas em elevação estão sempre carregadas de partículas em suspensão e quando extravasam, abandonando a calha, perdem a capacidade de transporte e passam a depositá-los. Esta sedimentação se faz, porém, de maneira bem regular, seguindo as leis de física de deposição em dois sentidos na vertical e na horizontal, formando os chamados “leques aluviais”.

Conforme [2], as partículas em suspensão estão sujeitas à ação de seu peso e, predominantemente, à ação da velocidade da corrente na direção horizontal, enquanto as partículas finas, como o silte e a argila, têm distribuição aproximadamente uniforme na vertical e as arenosas apresentam, maior concentração próximo ao leito dos rios, formando a planície aluvionar.

De acordo com [11], as planícies aluvionares deveriam ter, numa seqüência horizontal e a partir das margens dos rios, solos siltosos e solos argilosos e, em profundidade e numa seqüência vertical, os solos arenosos passariam a ter camadas, mais grosseiras e até cascalhentas ou pedregosas; os siltosos passariam a fino

arenosos e arenosos, mas não arenosos grosseiros.

Segundo [9], os princípios básicos de experimentação e a variabilidade do solo ocorrem de forma aleatória, no entanto vários estudos têm demonstrado que a variabilidade das propriedades físicas do solo apresenta dependência espacial. Para a caracterização de solos a densidade de partículas e, principalmente, a textura são considerados elementos de grande importância na tomada de decisão, na identificação e classificação do solo, pois se constituem em características físicas bastante estáveis. O presente estudo teve como objetivo a aplicação da estatística e da geoestatística no estudo da variabilidade espacial da densidade de partículas, densidade do solo e porosidade total de um solo aluvial, mostrando o seu comportamento ao longo de uma transeção paralela ao curso d'água.

## Material e Métodos

O estudo foi conduzido na estação experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), no município de Alegre - ES, situado a 20°45'48" de latitude Sul e 41°31'57" de longitude Oeste de Greenwich, altitude de aproximadamente 150 metros. O clima

predominante é quente e úmido no verão com inverno seco, com uma precipitação anual média de 1200 mm e temperatura média anual de 23°C, com máximas diárias de 29°C e mínimas de 20°C [6]. O solo objeto de estudo está classificado como neossolo flúvico.

Os dados foram coletados e georeferenciados (GPS) na margem esquerda, do rio Alegre, afluente do Rio Itapemirim, onde a área foi roçada para definição da faixa de terra onde as amostras de solos foram retiradas pelo centro com espaçamento regular entre amostras de 0,50 m, com o comprimento da transeção definido após observação da área. As amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0,20 m, com auxílio de um trado de caneca, foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm para análise dos atributos físicos de: densidade de partículas (Dp), densidade do solo (Ds) e porosidade total (Pt). A densidade de partículas, que constitui uma característica intrínseca do solo e depende apenas dos constituintes da fração sólida, foi determinada pelo método do balão volumétrico e a densidade do solo pelo método da proveta [4], ambas determinadas no laboratório de física do solo do CCA-UFES. A porosidade total  $Pt$  (%) foi determinada pela expressão:  $Pt(\%) = [(Dp - Ds)/Dp]*100$ .

As análises da estatística clássica dos dados foram realizadas inicialmente com as medidas de posição como a média, mediana, moda e média geométrica e, em seguida, com as medidas de dispersão, onde foram calculados os momentos de ordem até quatro, com assimetria e curtose, que permitiu caracterizar a posição central e a dispersão dos dados.

Para a análise geoestatística realizaram-se os cálculos das semivariâncias e semivariogramas experimentais, cuja representação dos modelos foi mostrada por meio de gráficos da semivariância  $[\gamma^*(h)]$  como função da distância (h). O estimador do semivariograma utilizado foi o "clássico" ou do método dos momentos, apresentado pela equação:

$$\gamma^*(h) = \left( \frac{1}{2N(h)} \right) \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Em que N(h) é o número de pares de valores medidos  $Z(x_i)$ ,  $Z(x_i + h)$ , separados por um vetor h [10].

Para a análise e interpretação das variáveis estudadas utilizou-se o software  $GS^+$  (*Gamma Design Software*) versão 5.0.3 Beta, que adota o valor de curtose ( $C_k$ ) = 0, para a mesocúrtica. Utilizou-se o software SAEG, versão 5.0, para a determinação da mediana, moda, média geométrica, amplitude e teste de normalidade dos dados (LILLIEFORS).

## Resultados

Observa-se na Tabela 1 os dados estatísticos referentes aos atributos físicos do solo. Na Tabela 2 são apresentados os modelos de semivariogramas experimentais. Para Dp nenhum modelo se ajustou, enquanto para a Ds e Pt foram ajustados os modelos exponencial e linear, respectivamente. O semivariograma mostra uma dependência espacial para Pt, com alcance de 33,91 m (Figura 1A). No caso da utilização de métodos de análises estatísticas que consideram independência entre amostras, a distância de amostragem mínima deve ser igual ao alcance. Para este atributo o modelo ajustado foi o linear. Para a Ds, o modelo que melhor se ajustou, as semivariâncias experimentais, foi o exponencial que sugere uma autocorrelação entre os pontos amostrais até a distância de 39 m (Figura 1B). Pela Figura 1C, percebe-se que, apesar de não se encontrar um ajuste de modelo teórico para Dp existe forte tendência para se atingir o efeito pepita puro ou a ausência total de dependência espacial. Este comportamento indica que o alcance ( $A_0$ ) para os dados em questão, é menor que o menor espaçamento entre as amostras, conforme [10].

Tabela 1- Parâmetros estatísticos dos atributos do solo

Parâmetros Estatísticos	Atributos		
	Dp	Ds	Pt
Média	2,4737	1,1023	55,43
Mediana	2,4690	1,1000	55,4799
Média Geométrica	2,4729	1,0995	55,3473
Moda	2,4690	1,0900	58,6899
Variância	0,0037	0,0061	9,34
Desvio- Padrão	0,061	0,0781	3,056
C.V.(%)	2,46	7,08	5,51
Assimetria	-0,17	0,08	0,04
Curtose	0,53	-0,61	-0,17

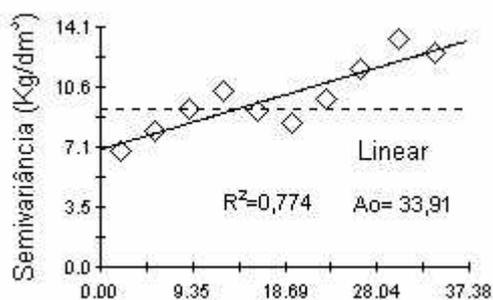
Dp = densidade de partículas; Ds = densidade do solo; Pt = porosidade total; CV = coeficiente de variação.

Tabela 2- Modelos de semivariogramas ajustados aos modelos experimentais

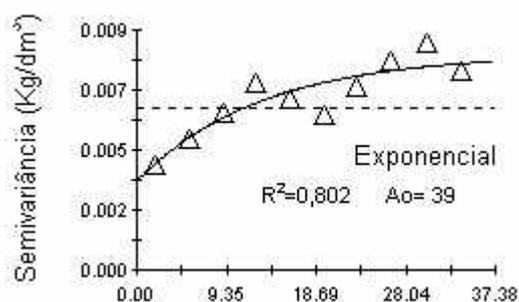
Atributos	Geoestatística		
	Modelo	Co/Co+C	R <sup>2</sup>
Dp	Sem ajuste	-	-
Ds	Exponencial	0,587	0,802
Pt	Linear	0,457	0,774

Ao = alcance; B = coeficiente angular; Co = efeito pepita; Co+C = patamar;  $R^2$  = coeficiente de determinação.

A.



B.



C.

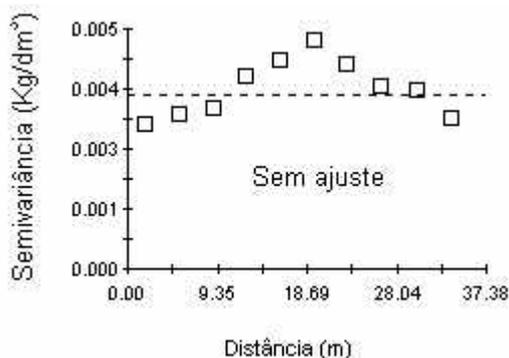


Figura1- Semivariogramas experimentais para: A - Porosidade total (Pt), B - Densidade do solo (Ds) e C - Densidade de partículas (Dp).

## Discussão

Pode-se verificar que os valores de densidade do solo (Ds) e de porosidade total (Pt) seguem uma distribuição normal, também constatado por [3]. Para densidade de partículas (Dp) os resultados demonstraram ausência de normalidade em sua distribuição, diferindo dos resultados obtidos por [5]. Pelos limites de coeficiente de variação (CV) proposto

por [7], para a classificação de variáveis do solo para baixa ( $CV < 12\%$ ), média ( $12\% < CV < 60\%$ ) e alta ( $CV > 60\%$ ) variabilidade, os atributos estudados apresentaram baixa variabilidade, semelhantemente ao observado por [9] e [8], o qual também ajustou, o modelo exponencial para a densidade do solo.

Quanto ao grau de dependência espacial das variáveis em estudo, segundo a classificação de [1] o semivariograma mostrou-se moderado para Ds e Pt, com relação ao efeito pepita/patamar ( $Co/(Co + C)$ ).

## Conclusões

Um transecto paralelo a um curso d'água, não define por si só o comportamento da densidade do solo e da porosidade total, mostrando existir variação destes atributos ao longo da transeção estudada na região, apesar da homogeneidade na sedimentação.

Para densidade de partículas, houve ausência total de dependência espacial, o que indica que a estatística clássica seria mais apropriada para a avaliação deste atributo.

## Referência

- [1] CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVARK, J. L.; 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 America Journal**, Madison, v.58, n. 5, p.1501- 1511, 1994.
- [2] CARVALHO, N. O. **Hidrosedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372p.
- [3] CARVALHO, M. P.; TAKEDA, E. Y.; FREDDI, O. S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 27, p. 695 - 703, 2003.
- [4] EMBRAPA. **Manual de métodos de Análise de solo**. 2 ed. Ver. Atual. – Rio de Janeiro, p. 16 - 17, 19 - 20, 1997.
- [5] EGUCHI, E. S.; SILVA, E. L.; OLIVEIRA, M. S. Variabilidade espacial da textura e da densidade de partículas em um solo Aluvial no Município de Lavras – MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.6, n.2, p.242-246, 2002.
- [6] ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Estado de Ações Estratégicas e Planejamento. Departamento Estadual de Estatística. **Informações municipais do Estado do Espírito Santo 1994**. Vitória, 1994. v.1. 803p.

[7] GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba. 4 ed. Nobel. p.15. 1970.

[8] GUIMARÃES, E. C. **Variabilidade espacial de atributos de um Latossolo Vermelho Amarelo-escuro, textura argilosa da região do cerrado, submetido ao plantio direto e ao plantio convencional**. Campinas: UNICAMP, 2000, 85p. Tese de Doutorado.

[9] LIBARDI, P. L.; PREVEDELLO, C. L.; PAULETTO, E. A.; MORAES, S. O. Variabilidade espacial da umidade, textura e densidade de partículas ao longo de uma transeção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v.10, n.2, p85-90, 1986.

[10] VIEIRA, S.R. **Geoestatística em estudos da variabilidade espacial do solo**. In. Tópicos em Ciências do Solo I. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2000.

[11] TELLES, D. D. Drenagem. In: Modulo: 2.3, **Curso de Elaboração de Projeto de Irrigação**. Brasília: ABEAS, 1988. 61p.