

## Formas do Relevo e Variabilidade Espacial da Textura de um Argissolo Sob Floresta Nativa na Região Sul do Amazonas<sup>(1)</sup>

**Pérsio de Paula Neto<sup>(2)</sup>; Milton César Costa Campos<sup>(3)</sup>; Leandro Coutinho Alho<sup>(4)</sup>; André Fabiano De Marchi<sup>(5)</sup>; Uilson Franciscon<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup>Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM; <sup>(2)</sup>Acadêmico de Engenharia Ambiental do Instituto de Educação Agricultura e Ambiente – IEAA, Universidade Federal do Amazonas IEAA/UFAM-AM, e-mail: pv.apui@gmail.com. <sup>(3)</sup>Professor Adjunto II do IEAA/UFAM-AM, e-mail: mcesarsolos@gmail.com. <sup>(4)</sup>Mestre em Agronomia Tropical, UFAM, Manaus, e-mail: leandro\_alho@yahoo.com.br. <sup>(5)</sup>Acadêmico de Engenharia Ambiental do IEAA/UFAM, e-mail: andrefabiano\_vha@hotmail.com. <sup>(6)</sup>Acadêmico de Engenharia Ambiental do IEAA/UFAM, e-mail: uilsonfranciscon@gmail.com.

**RESUMO:** Estudos que propõe investigar o comportamento espacial de atributos do solo, de área sob vegetação sem a influência de ação antrópica, são fundamentais para subsidiar o manejo de práticas agrícolas e/ou ambiental. O presente trabalho teve como objetivo investigar a variabilidade espacial da textura de um Argissolo sob floresta nativa na região sul do Amazonas. Para tanto, foi demarcada uma malha amostral de 70 x 70 m, com espaçamento regular de 10, e nos pontos de cruzamento da malha foram coletadas amostras de solos nas profundidades de 0,0-0,2 e 0,4-0,6m. Cada ponto foi georreferenciado com aparelho de GPS. Das amostras coletadas foi realizada a análise granulométrica pelo método da pipeta. Com exceção da areia na profundidade de 0,40-0,60m, todas as demais variáveis granulométricas apresentaram dependência espacial. O silte e a argila apresentaram forte dependência espacial na camada de 0,0-0,20m e moderada dependência na camada de 0,40-0,60m. O relevo se mostrou determinante na variabilidade espacial da textura, principalmente sobre o silte que mais sofreu com os processos de arraste e deposição.

**Termos de indexação:** geoestatística, elementos do relevo, material de origem.

### INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila é a vegetação predominante na região sul do Amazonas, localiza-se geralmente nas planícies aluviais, nas margens dos igarapés e rios, onde geralmente ocorrem espécies endêmicas como algumas palmeiras, principalmente da espécie “buriti” (*Mauritia flexuosa*).

De acordo com Campos et al. (2010), os atributos do solo nessa região apresentam-se dependente do pedoambiente favorecido significativamente pela forma do relevo.

A textura é um dos atributos mais estáveis do solo, os constituintes desta variável são relativamente dependente do material de origem e dos agentes naturais da formação do solo e,

segundo Embrapa (1999) se mantém praticamente inalterada pelo uso e manejo. Por outro lado, é um atributo que influencia sobre quase todos os fatores indicadores da qualidade do solo e do crescimento e desenvolvimento das plantas.

Nesse contexto a geoestatística é uma ferramenta que permite visualizar a distribuição espacial dos atributos do solo e contribui sobremaneira na tomada de decisão para adoção de diferentes práticas de uso e manejo, além de outras aplicações como em mapeamento de ambientes homogêneos, entendimento dos processos pedogenéticos e estimativas de densidade amostral entre outros (SOUZA NETO et al., 2008).

Dessa forma, estudos que propõe investigar a dependência espacial dos constituintes da textura do solo em diferentes profundidades permitem vislumbrar possíveis variações desses atributos em decorrência da posição no relevo e formação geológica gerando subsídio para diferentes aplicações técnicas e/ou científicas.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo investigar as formas do relevo na variabilidade espacial da textura de um Argissolo utilizando-se métodos geoestatísticos em área de floresta nativa na região Sul do Amazonas.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está situada no município de Humaitá, sul do Estado do Amazonas, em uma área do 54º Batalhão de Infantaria de Selva do Exército localizado na Latitude de 7° 30' 24" S e Longitude de 63° 04' 56" W.

De acordo com Campos et al. (2012) o solo é um Argissolo Vermelho Alítico plintico sob a vegetação de Floresta Ombrófila Densa estabelecida.

Foi demarcada uma malha amostral de 70 x 70 m, com espaçamento regular de 10 m, onde nos pontos de cruzamento da malha foram coletadas amostras de solos nas profundidades de 0,0-0,2 e 0,4-0,6 m, totalizando 64 pontos de coleta e 128 amostras. Esses pontos foram georreferenciados com o auxílio de um equipamento de GPS. As

amostras foram secadas à sombra obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). As proporções em porcentagem, das frações areia, silte e argila foram determinadas pelo método da pipeta, utilizando uma solução de NaOH 0,1 N como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 15 minutos, conforme metodologia proposta pela Embrapa (1997). A fração areia foi separada via peneiramento, a fração argila foi separada por sedimentação e o silte por diferença.

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva realizada no *software* estatístico Minitab 14. A análise da dependência espacial foi realizada por meio da geoestatística, segundo Vieira et al. (1983) e Robertson (1998). Do ajuste de um modelo matemático aos valores estimados do semivariograma  $\gamma(h)$  foram definidos os coeficientes do modelo teórico para o semivariograma (o efeito pepita,  $C_0$ ; patamar,  $C_0+C_1$ , e o alcance,  $a$ ). Às variáveis que apresentaram dependência espacial foi interpolados valores para locais não medidos utilizando os métodos da krigagem e elaborados os mapas de isolinhas. A análise geoestatística foi realizada *software* GS+ e os mapas de isolinhas no *software* Surfer versão 8.00.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da estatística descritiva para os constituintes da textura do solo são apresentados na Tabela 1. Verifica-se que os valores média e mediana estão próximos para todas as variáveis, demonstrando assim uma distribuição simétrica dos dados, e corrobora com os valores coeficiente de assimetria e curtose próximos de zero, com exceção da argila e areia nas duas profundidades e silte na profundidade de 0,0-0,2 m apresentam valores de curtose entre 1,0 e 1,4 (Tabela 1).

Segundo Webster (2001) o fator a ser observado para a determinação da distribuição não normal é o valor de assimetria maior que 1, necessitando nesse caso de uma transformação logarítmica para apresentarem distribuição normal. Para DIGGLE e RIBEIRO (2007) os coeficientes de assimetria e curtose são mais sensíveis a valores extremos que a média, mediana e desvio padrão, pois um único valor influencia fortemente nos valores desses coeficientes, uma vez que os desvios entre cada valor e a média são elevados a terceira potência.

Com relação ao teste de normalidade dos dados avaliados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov o qual mede a distância máxima entre os resultados de uma distribuição a ser testada e os resultados associados à distribuição hipoteticamente verdadeira (GONÇALVES et al., 2001) apenas a

argila na profundidade de 0,4-0,6 m não apresentou normalidade, como demonstra a Tabela 1. Porém, mais importante que a normalidade dos dados é a ocorrência do chamado efeito proporcional, em que a média e variabilidade dos dados não sejam constantes na área de estudo, segundo ISAAKS e SRIVASTAVA (1989) é conveniente apenas que a distribuição não apresente faixas muito alongadas, o que poderia comprometer as análises, principalmente as estimativas da krigagem, as quais são baseadas em valores médios.

De modo geral, todos os atributos granulométricos apresentaram baixo coeficiente de variação, sendo que os maiores valores foram encontrados para a fração areia e argila nas diferentes profundidades com valores entre 12 e 14%. O silte apresentou o menor valor de CV, com valores em torno de 7,0% (Tabela 1). De acordo com o critério de classificação estabelecido por Warrick e Nielsen (1980) o silte apresentou baixa variabilidade ( $CV < 12\%$ ) e a areia e argila média variabilidade ( $CV$  entre 12 e 60%). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2009) para a fração areia e argila em um Argissolo Vermelho Amarelo de uma área sob pastagem, todavia, a média variabilidade do silte encontrado por esses autores não conferem com o resultado encontrado neste estudo.

A análise dos dados mostrou que a variável areia na profundidade 0,0-0,2 m apresenta tendência linear. Para tal atributo foi estimado o semivariograma para o resíduo da tendência linear.

A areia na profundidade de 0,4-0,6 m apresentou a condição de Efeito Pepita Puro (EPP), isto é, não foi encontrado dependência espacial para distâncias maiores que a menor distância entre os pontos da malha.

Os maiores valores de alcance foram encontrados para o silte e a argila na profundidade 0,4-0,6 m, alcançando 45 e 36 m, respectivamente. Na profundidade de 0,0-0,2 m apenas o silte apresentou alcance superior a 30 m, a areia e a argila apresentaram valores consecutivos de alcance de 20 e 26 m.

Quanto a análise do grau de dependência espacial (GDE) proposto por Cambardella et al. (1994), verifica-se que há forte dependência espacial da textura na camada de 0,0-0,2 m ( $GDE \leq 25\%$ ) com reserva apenas da areia que mostrou moderada dependência espacial ( $GDE$  entre 25 e 75%). Por outro lado, todas as variáveis granulométricas da profundidade de 0,4-0,6 m apresentaram moderada dependência espacial.

De acordo com os mapas do Modelo de Elevação Digital (MDE) da área de estudo, foi conferido um formato de relevo côncavo e perfil

linear com caimento voltado para o interior do terreno (Figura 2). Essa característica revela um canal que age nos processos de arraste e deposição de partículas do solo.

Observa-se na Figura 2 que os maiores teores de areia concentram-se nas regiões superiores do relevo, enquanto o silte é transportado pelo canal e depositado na porção mais rebaixado do terreno, tornando evidente a atuação do relevo na variabilidade espacial das partículas primárias do solo.

Nota-se que a forma de relevo é atuante nos processos de arraste e deposição mesmo em profundidade, pois as regiões onde ocorrem os maiores e menores valores desses atributos não mudam quando a profundidade estudada passou de 0,0-0,20 m para 0,40-0,60 m.

Ocorre uma forte correlação dos teores de silte e argila na profundidade de 0,4-0,6 m, na qual foi verificado que o aumento do teor de argila foi as expensas do teor de silte. As informações geradas pelos mapas corroboram com Mendes et al. (2008) que puderam visualizar as mudanças nos valores das frações textural no decorrer da área, avaliando a variabilidade espacial da textura de dois solos no deserto salino na Estado do Rio Grande do Norte.

### CONCLUSÕES

A forma do relevo foi o agente determinante da variação espacial da areia, silte e argila na área de estudo.

Com exceção da areia na profundidade de 0,4-0,60m as demais variáveis apresentaram dependência espacial e aos elementos do relevo.

Os mapas de krigagem e elevação em conjunto, foram fundamentais na avaliação da variabilidade espacial da textura em razão da forma do relevo.

### AGRADECIMENTOS

A FAPEAM pelo apoio financeiro que proporcionou a execução desse trabalho e a UFAM pela execução da pesquisa.

### REFERÊNCIAS

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F.; KONOPKA, A.E. Field-scae variability of soils properties in central Iowa soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* v.58, p.1501-1511,1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação do solo, Brasília, 1999. 412p.

RODRIGUES, L. A., CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; CURTI, N. Efeitos de solos e topográficas sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. *Rev. Árvore, Viçosa-MG*, v.31, n.1, p.25-35, 2007b.

RODRIGUES, W. S.; LACERDA, N. B.; OLIVEIRA, T. S. Análise granulométrica em solos de diferentes classes por agitação horizontal. *Rev. Ciênc. Agron. Fortaleza-CE*, v.40, n.4, p.474-485, 2009a.

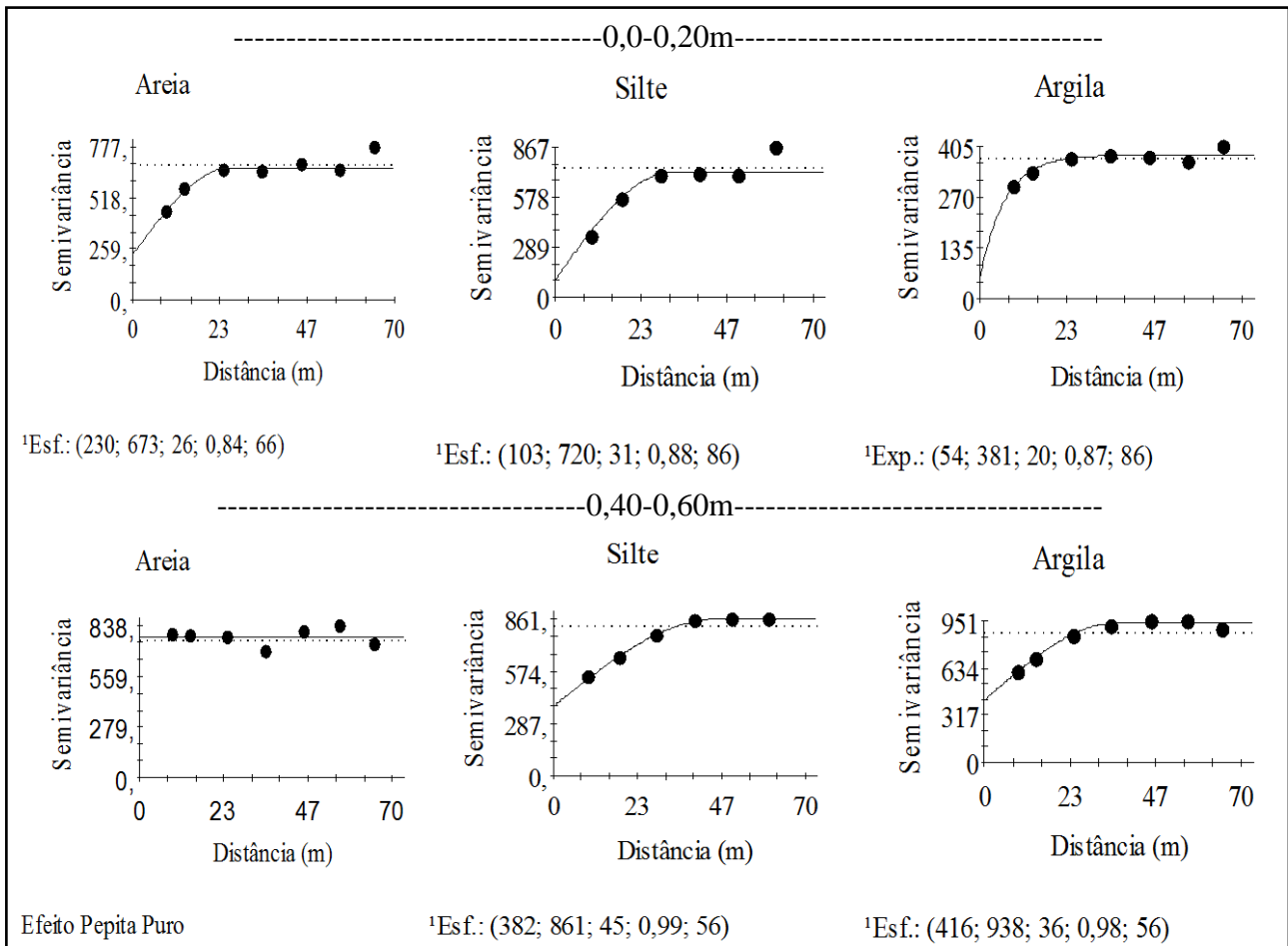
VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Soc. Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p. 1-53.

VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, v.51, n.3, p.1-75, 1983.

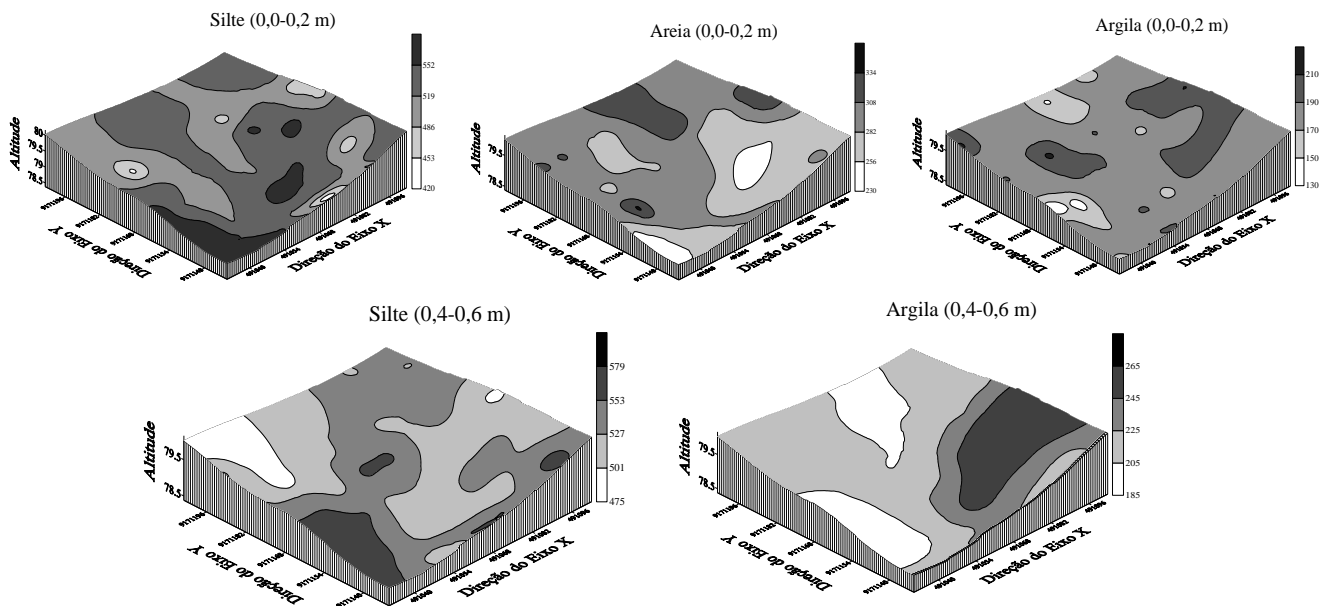
**Tabela 1.** Estatística descritiva das variáveis da textura nas diferentes profundidades.

Parâmetros Estatísticos	AREIA	SILTE	ARGILA
0,0-0,2m			
<b>Média</b>	290,8	527,6	181,1
<b>Mediana</b>	286,1	530,0	184,1
<b>Máximo</b>	385,4	615,2	223,2
<b>Mínimo</b>	223,8	406,2	121,4
<b><sup>1</sup>DP</b>	34,9	38,8	21,7
<b><sup>2</sup>CV (%)</b>	12,0	7,4	12,0
<b>Assimetria</b>	0,72	-0,64	-0,86
<b>Curtose</b>	0,61	1,32	1,04
<b><sup>3</sup>d</b>	0,09*	0,10*	0,13
0,4-0,6m			
<b>Média</b>	252,9	528,7	218,4
<b>Mediana</b>	250,9	527,6	217,3
<b>Máximo</b>	362,2	601,7	290,6
<b>Mínimo</b>	200,5	421,5	163,2
<b><sup>1</sup>DP</b>	34,6	35,8	29,4
<b><sup>2</sup>CV (%)</b>	13,7	6,8	13,4
<b>Assimetria</b>	0,99	-0,55	0,63
<b>Curtose</b>	1,27	0,51	0,17
<b><sup>3</sup>d</b>	0,08*	0,08*	0,09*

<sup>1</sup>DP: desvio padrão; <sup>2</sup>CV: coeficiente de variação; <sup>3</sup>d: teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov; (\*)significativo a 5% de significância.



**Figura 1.** Semivariogramas da granulometria do solo nas diferentes profundidades da área de floresta. Esférico/Exponencial (efeito pepita; patamar; alcance; R<sup>2</sup>; GDE).



**Figura 2.** Mapas de krigagem e elevação digital das variáveis da textura das profundidades de 0,0-0,2m e 0,4-0,6m.