



Variabilidade Espacial da Densidade de Partícula e Textura em um Campo Natural, Humaitá, AM ⁽¹⁾.

Milton César Costa Campos ⁽²⁾; Willian Barros do Nascimento ⁽³⁾; Leandro Coutinho Alho ⁽⁴⁾; Selma Ferreira Viana ⁽⁵⁾; Uilson Franciscon ⁽³⁾; Pedro Cardoso Mota Júnior ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM; ⁽²⁾ Professor Adjunto III do IEAA/UFAM-AM e Bolsista de Produtividade do CNPq; ⁽³⁾ Acadêmicos de Engenharia Ambiental do IEAA/UFAM-AM; ⁽⁴⁾ Professor do IFAM/AM; ⁽⁵⁾ Acadêmica em Agronomia do IEAA/UFAM-AM

RESUMO: O estudo da variabilidade espacial da densidade de partículas e textura do solo tem demonstrado através do uso da geoestatística que é possível a identificação do tamanho e da estrutura da variabilidade espacial da área. O trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade espacial da densidade de partícula e textura em um campo natural, Humaitá, AM. As amostras foram coletadas de forma sistemática com espaçamento regular, entre os pontos de 10 m, constituindo uma área de 70 x 70 m de comprimento e um total de 64 pontos amostrais coletado na malha. Os modelos de semivariogramas que melhor se ajustou aos dados, na maioria das variáveis, foram, o exponencial e esférico. De modo geral, os resultados mostram que em solo de campo natural os atributos, densidade de partícula e textura são espacialmente dependentes.

Termos de indexação: Geoestatística, krigagem, atributos físicos do solo.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da variabilidade espacial de parâmetros físicos do solo é importante por ser este um sistema heterogêneo. Segundo (Trangmar et al., 1985), a precisão das afirmativas que podem ser feitas a respeito das propriedades do solo em determinado local, depende amplamente do grau de variação dentro da área amostrada.

Considerando que os fatores e processos de formação do solo interagem de modo diferente, tanto no espaço como no tempo, a natureza da variabilidade identificada pelos estudos georreferenciados das propriedades do solo depende largamente da escala de observação, da propriedade em questão e da metodologia utilizada. Portanto, quando se estuda com mais detalhe um solo, a heterogeneidade previamente definida como aleatória, pode ser considerada como sistemática.

No que diz respeito a atributos físicos, (Eguchi et al., 2002) comentam que a textura e a densidade de partículas são consideradas elementos de grande importância na identificação e na classificação do solo, pois se constituem em características físicas de elevada estabilidade.

Segundo (Libardi et al., 1986) 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 textura e a densidade de partículas são consideradas elementos de grande importância na tomada de decisão, na identificação e na classificação do solo, pois se constituem numa das características físicas mais estáveis.

Segundo estudos realizados neste segmento, as propriedades físicas do solo quase sempre apresentam dependência espacial (Campos et al., 2007; Carvalho et al., 2003; Eguchi et al., 2002; Lima et al., 2006).

O trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade espacial da densidade de partícula e textura em um campo natural, Humaitá, AM.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está situada no município de Humaitá, sul do estado do Amazonas, sob as coordenadas geográficas de 7° 30' 24" S e 63° 04' 56" W, em área do 54º Batalhão de Infantaria de Selva do Exército Brasileiro, distante 06 km da sede do município.

A zona climática da região, segundo a classificação de Köppen pertence ao grupo A (Clima Tropical Chuvoso) e tipo climático Am (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração, com precipitação média anual variando entre 2.250 e 2.750 mm e com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho. As médias anuais de temperatura variam em torno de 25 e 27 °C e a umidade relativa do ar entre 85 e 90%.

As amostras foram coletadas de forma sistemática com espaçamento regular, entre os pontos de 10 m, constituindo uma área de 70 x 70 m de comprimento e um total de 64 pontos amostrais na malha. Em cada ponto amostral procedeu-se à coleta de amostras deformadas, com auxílio do trado holandês na profundidade de 0,0-0,20 m.

Nas análise laboratoriais determinou-se a densidade de partículas (Dp) através do método do



picnômetro, descrita por (Blake, 1965) e a análise textural do solo através do método da pipeta descrita por (Day, 1965).

Todos os dados das variáveis em estudo foram armazenados em planilhas eletrônicas com o seu respectivo posicionamento geográfico. Usaram-se os recursos da estatística descritiva das inferências clássicas, através do software Sisvar e da geoestatística, por meio do software Variowin (Pantier, 1996) para o estudo da dependência espacial.

Seguindo-se critérios descritos por (Libardi et al., 1996) a análise da estatística clássica dos dados foram realizadas, inicialmente, com as medidas de posição como a média, mediana, em seguida, com as medidas de dispersão, onde foram calculados os momentos de ordem até quatro, com a assimetria e curtose, que permitiu caracterizar a posição central e a dispersão dos dados. Foi determinado, o teste de normalidade das variáveis, verificadas pelo teste de (Shapiro & Wilk, 1965).

A partir da hipótese de que cada valor medido é a realização de um processo estocástico no mínimo intrinsecamente estacionário, a geoestatística foi utilizada com o objetivo de se definir a estrutura de variabilidade espacial. Realizaram-se os cálculos das semivariâncias e os 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 Eq. (1).

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

Em que γ é a semivariância experimental, obtida pelos valores amostrados $[Z(x_n) - Z(x_n + h)]$; h é a distância entre pontos amostrais e N(h) é o número total de pares de pontos possíveis, dentro da área de amostragem, com a distância h (Vieira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da estatística descritiva para densidade de partícula do solo e os constituintes texturais da área de campo natural estão apresentados na (Tabela 1). Os valores das medidas de tendência central (média e mediana) são semelhantes apenas para densidade de partículas, o que prova que a distribuição é simétrica para esse atributo do solo, confirmando (Costa Neto, 1990) e (Libardi et al., 1996).

Pelos limites de coeficiente de variação propostos por (Warrick & Nielsen, 1980) para a

classificação de variáveis do solo (CV < 12 %), (12 % < CV > 60 %) e (CV > 60 %) para baixa, média e alta variabilidade, e pelos resultados apresentados, diz se que a densidade de partículas, apresenta variabilidade baixa por ser inferior a 12% de acordo com a classificação. Enquanto que os constituintes texturais de areia e argila tiveram variabilidade média, dos quais o silte apresentou os menores valores de CV de 8,1% considerado baixo.

Tabela 1 – Estatística descritiva Dos dados de densidade de partículas (Dp) (g/cm³), de Areia, Silte e Argila (g Kg⁻¹).

Parâmetros estatísticos	Dp	Areia	Silte	Argila
	g.cm ³	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹
Media	2,66	240,7	579,3	180,0
Mediana	2,67	241,1	572,7	183,5
Variância	0,06	1933,7	2223,8	474,6
¹ DP	0,75	44,0	47,2	21,8
² CV%	28,19	18,3	8,1	12,1
Assimetria	-0,47	-0,12	0,36	-0,88
Curtose	-0,56	-0,67	-0,39	1,09
Mínimo	2,50	126,6	496,3	119,7
Máximo	2,82	319,5	698,8	222,9
³ d	0,07*	0,10*	0,09*	0,13*

¹DP: desvio padrão; ²CV: coeficiente de variação; ³d Teste de Normalidade Shapiro-Wilk; *significativo a 5 % de probabilidade.

Na (Tabela 2), os semivariogramas experimentais foram ajustados aos modelos esférico, e exponencial. Para densidade de partículas, silte e argila, o modelo exponencial foi o que melhor se ajustou. Enquanto que para a fração areia o esférico foi o modelo que melhor ajustou-se a profundidade coletada.

Tabela 2 – Modelos e parâmetros estimados aos semivariogramas experimentais da densidade de partícula, Areia, Silte e Argila.

Parâmetros estatísticos	Dp	Areia	Silte	Argila
	g.cm ³	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹
Modelo	Exp	Esf	Exp	Exp
Efeito Pepita	0,00	132	91	91
Patamar	0,00	864	790	729
Alcance (m)	22	25	22	23
¹ R ²	0,83	0,90	0,92	0,79
² GDE%	13	15	12	21
³ VC	0,91	0,75	0,50	0,44

Exp: Exponencial; Esf: Esférico; ¹R²: Coeficiente de determinação; ²GDE%: grau de dependência espacial e; ³VC: validação cruzada; Dp: Densidade de Partícula.

A análise do grau de dependência espacial (GDE) proposto por (Cambardella et al., 1994), que



avalia em termos proporcionais o efeito pepita sobre o patamar ($C_0/(C_0+C_1) \cdot 100$), em que são considerados de dependência espacial forte os semivariogramas que apresentam um GDE < 25% do patamar; dependência espacial moderada, quando o GDE esta entre 25 e 75%, e dependência fraca, quando o GDE e > 75% do patamar. Verificou-se que há forte dependência espacial dos atributos em análise com exceção da areia que mostrou moderada dependência espacial.

Deste modo nota-se diversidade nos modelos de semivariogramas ajustados para as variáveis relacionadas selecionadas, indicando que possíveis contribuições presentes na formação do solo, tenham influenciado na estrutura do semivariograma.

CONCLUSÕES

A dependência espacial da densidade de partículas e textura, determina que a estatística clássica não é a única estatística aplicável para avaliação destes atributos.

Deste modo os alcances ajustados aos semivariogramas experimentais correspondem às distâncias mínimas sugeridas para o referido trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEAM e o SECT-AM pelo financiamento do projeto e ao CNPq pela Bolsa.

REFERÊNCIAS

Blake, G.R. Bulk density. In: Black, C.A. (ed.) *Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison: American Society of Agronomy, Pt.1, 1965. p.374-390.

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 Sci. Scs. Am. J.*, v. 58, p.1501-1511, 1994.

CAMPOS, M. C., *et al.* Variabilidade espacial da textura de solos de diferentes materiais de origem em Pereira Barreto, SP. *Revista Ciência Agronômica*, v. 38, n. 02, p. 149-157, 2007.

CARVALHO, M. P.; TAKEDA, E. Y.; FREDDI, O. S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP) *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, n. 04, p. 695-703, 2003.

COSTA Neto, P.L.O. *Estatística*. 10. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1990. 264p.

Day, P.R. Particle fractionation and particle size analysis. In: Black, C.A. (ed.) *Methods of soil analysis: Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison: American Society of Agronomy, Pt.1, 1965. p.545-567.

Eguchi, E. S.; Silva, E. L. da; Oliveira, M. S. de. 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*, Campina Grande, v.6, n.2, p.242-246, 2002.

Libardi, P.L.; Manfron P.A.; Moraes, S.O.; Tuon, R.L. Variabilidade da umidade gravimétrica de um solo hidromórfico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Campinas, v.20, p.1-12, 1996.

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, p.85-90, 1986.

LIMA, J. A. G., *et al.* Variabilidade espacial de características físico-hídricas de um Cambissolo cultivado com mamão no semiárido do RN. *Revista Caatinga*, v. 19, n. 02, p. 192-199, 2006.

Panati, Y. *Variowin: Software for spatial data analysis*. 2. ed. New York: SpringerVerlag, 1996, 93p.

Scott, D.W. On optimal and data based histograms. *Biometrika*, London, v.66, n.3, p.605-610, 1979.

Shapiro, S.S.; Wilk, M.B. An analysis of variance test for normality (complete sample). *Biometrika*, London, v.52, n.3/4, p.591-611, 1965.

TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S.; UEHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies os soil properties. *Advances in Agronomy*, v.38, p.45-93. 1985.

Vieira, S.R. Geoestatística em estudo de variabilidade espacial do solo. *Tópicos em Ciência do Solo*, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo. v.1, p.155, 2000.

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.