



## Variabilidade espacial de poros em um Argissolo Amarelo típico, de textura arenosa no semiárido da Bahia

**Raquel Almeida Cardoso da Hora<sup>(1)</sup>; Fagner Taiano dos Santos Silva<sup>(2)</sup>; José Fernandes de Melo Filho<sup>(3)</sup>; Patrícia Santos Pereira<sup>(4)</sup>; Wilma Bispo de Souza<sup>(4)</sup>; Luciano da Silva Souza<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante de graduação em agronomia; Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas, Bahia; rakeldahora@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Mestrando em Solos e Qualidade de Ecossistemas; Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; <sup>(3)</sup> Professor Associado; Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; <sup>(4)</sup> Graduando em agronomia; Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; <sup>(5)</sup> Professor Adjunto; Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

**RESUMO:** A variabilidade espacial de atributos do solo está relacionada à sua dependência espacial, e pode variar da ordem de moléculas a alguns quilômetros. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a variabilidade espacial de poros de um Argissolo Amarelo típico, de textura arenosa no semiárido da Bahia. O estudo foi realizado no município de Santa Teresinha – Bahia, onde segundo a classificação de Koppen, predomina o clima tropical com estação seca. O solo estudado foi classificado como Argissolo Amarelo Típico de textura arenosa em uso com vegetação natural de caatinga, no qual foram coletadas amostras de solo para quantificação da porosidade do solo em um grid com 50 pontos espaçados de 1,5 metros. Os resultados foram submetidos à análise estatística exploratória e teste de normalidade de Shapiro-Wilk, posteriormente, verificou-se a dependência espacial via análise geoestatística. Os resultados revelaram que as variáveis analisadas apresentaram distribuição normal e baixo coeficiente de variação. A variável microporosidade apresentou índice de dependência espacial fraca, semivariograma do tipo exponencial e alcance de 66 metros, enquanto que a macroporosidade e porosidade total, não apresentaram estrutura de dependência espacial.

**Termos de indexação:** Dependência espacial, geoestatística, krigagem.

### INTRODUÇÃO

O solo apresenta ampla variabilidade dos seus atributos, tanto no sentido vertical como horizontal, resultante da interação dos processos que comandam os fatores de sua formação (Carvalho et al., 2003). Como resultado sua heterogeneidade, que não ocorre de modo aleatório, pode ter uma escala de dependência espacial, que varia da ordem de moléculas a alguns quilômetros. Da mesma forma pode ser casual ou resultante da variação das

propriedades em relação à direção estudada, o que caracteriza o solo como anisotrópico (Journel, 1988; Yang et al., 2001). Diversos estudos sobre o tema foram realizados. Todos comprovam que apesar da aparência homogênea, os diversos tipos de solo apresentam considerável variabilidade das suas propriedades físicas e hídricas (Sharma & Luxmoore, 1979; Grego & Vieira, 2005), tanto de origem natural quanto decorrente do uso e manejo (Corá et al., 2004; Reichardt & Timm, 2004; Campos et al., 2007; Amaro filho et al., 2007). Diante desta realidade o objetivo deste trabalho foi caracterizar a variabilidade espacial de poros de um Argissolo Amarelo típico, de textura arenosa no semiárido da Bahia.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Santa Teresinha – Bahia, situado a latitude 12°46'19" sul e a longitude 39°31'24" oeste, estando a uma altitude de 227 metros, onde, segundo a classificação de Koppen, predomina o clima tropical com estação seca. O solo estudado foi classificado como Argissolo Amarelo Típico de textura arenosa. A vegetação foi classificada segundo o IBGE (1992), como caatinga. As amostras de solo foram retiradas na camada de 0-0,10m em uma malha amostral de 112,5 m<sup>2</sup> com pontos distribuídos em distância de 1,5 m.

A quantificação da porosidade do solo foi realizada de acordo com EMBRAPA (2011). Para tanto as amostras saturadas foram colocadas sob a mesa de tensão onde foram submetidas a uma tensão correspondente a 0,6 metros de coluna de água. O estudo da variabilidade foi realizado em duas etapas. Na primeira realizou-se a análise descritiva dos dados, calculando-se a média, mediana, moda, coeficiente de variação, coeficientes de assimetria e curtose, e verificação da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. O



enquadramento nas classes de variação (CV) foi realizada conforme proposto por Warrick & Nielsen (1980). Na segunda etapa realizou-se a dependência espacial, seguindo os princípios da análise geoestatística e gerou-se mapas de variabilidade por krigagem (Vieira, 2000), segundo o qual:

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

em que  $N(h)$  é o número de pares experimentais de observações  $Z(x_i)$  e  $Z(x_i + h)$  separados por uma distância  $h$ .

Para a determinação do índice de dependência espacial (IDE), que é a proporção em porcentagem do efeito pepita ( $C_0$ ) em relação ao patamar ( $C_0 + C$ ), foi utilizada a equação ( $C_0 / C_0 + C$ ) proposta por Cambardella et al. (1994). As análises geoestatísticas e a interpolação dos dados pelo método de krigagem foram realizadas utilizando-se o programa GS+ (Gamma Design Software, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados da estatística descritiva. Os valores de média, moda e mediana, foram próximos, indicando que os dados possuem distribuição normal, o que foi confirmado pelos valores de assimetria e curtose, próximos de zero e pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Apesar de a normalidade dos dados não ser exigência da geoestatística, a mesma permite observar maior precisão das estimativas da krigagem (Gonçalves; Folegatti & Mata, 2001).

Pelos limites de coeficiente de variação (CV) propostos por Warrick & Nielsen (1980), os valores de CV para as variáveis micro, macro e porosidade total, foram baixos ( $CV < 12\%$ ), indicando baixa variação destes atributos, resultados que concordam com os encontrados por Vieira et al., (2010).

A tabela 2 apresenta os modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais ajustados. A microporosidade ajustou-se ao modelo exponencial de semivariograma e apresentou índice de dependência espacial fraca (Cambardella et al., 1994) e alcance de 66 metros. A macroporosidade e porosidade total apresentaram efeito pepita puro (EPP), indicando que a distribuição espacial para os mesmos é aleatória e sem estrutura de dependência (Figura 1). Observa-se na figura 2, o mapa de krigagem para microporosidade.

## CONCLUSÕES

Os atributos micro, macro e porosidade total apresentaram distribuição normal e baixo coeficiente de variação.

A variável microporosidade apresentou índice de dependência espacial fraca, semivariograma do tipo exponencial e alcance de 66 metros, enquanto que a macroporosidade e porosidade total, não apresentaram estrutura de dependência espacial.

## REFERÊNCIAS

AMARO FILHO, J.; NEGREIROS, R.F.D.; ASSIS JUNIOR, R.N. & MOTA, J.C.A. Amostragem e variabilidade espacial de atributos físicos de um latossolo vermelho em Mossoró, RN. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 31:415-422, 2007.

CAMPOS, M.C.C.; FERRAZ, F.B.; FREITAS, E.V. & SOUZA, Z.M. Dependência espacial de atributos físicos e hídricos de um espodossolo da zona da mata de Pernambuco. Revista de Biologia e Ciências da Terra, 7:84-91, 2007.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B; NOVACK, J.M; PARKIN, T.B; KARLEN, D.L; TURCO R.F. & KNOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Science Society America Journal, 58:1240-1248, 1994.

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 Ciências do Solo, 27:695-703, 2003.

CORÁ, J.E.; ARAUJO, A.V.; PEREIRA, G.T. & BERALDO, J.M.G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28:1013-1021, 2004.

GAMMA DESIGN SOFTWARE. GS+ for windows. Demonstration version. Michigan: Gamma Design Software, 2000.

GONÇALVES, A. C. A.; FOLEGATTI, M. V. & MATA, J. D. V. Análise exploratória e geoestatística da variabilidade de propriedades físicas de um Argissolo Vermelho. Acta Scientiarum, 23:1149-1157, 2001.

GREGO, C.R. & VIEIRA, S.R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 29:169- 177, 2005.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).

JOURNEL, A. G. Fundamentals of geostatistics in five lessons. California: Stanford Center for Reservoir Forecasting Applied Earth Sciences Department, 1988.

REICHARDT, K. & TIMM, L.C. Solo, planta e atmosfera: Conceitos, processos e aplicações. São Paulo, Manole, 2004. 478p.

SHARMA, M.L. & LUXMOORE, R.J. Soil spatial variability and its consequences on simulated water balance. Water Resources Research, 15:1567-1573, 1979.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: Novais, R. F.; Alvares, V. V. H.; Schaeffer, C. E. G. R. (Ed.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 1-54.

VIEIRA, S.R.; BRANCALIÃO, S.R.; GREGO, C.R. & MARTINS, A.L.M. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com leguminosas consorciadas com seringueira. Bragantia, 69:423-432, 2010.

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, 1980. p. 319-344.

YANG, J. I.; MOSBY, D. E.; CASTEEL, S. W. & BLANCHARD, R. W. Microscale pH variability for assessing of phosphoric acid treatment in lead-contaminated soil. Soil Science, 66:374-381, 2001.

**Tabela 1.** Análise descritiva dos atributos do solo: microporosidade (micro), macroporosidade (macro) e porosidade Total (PT).

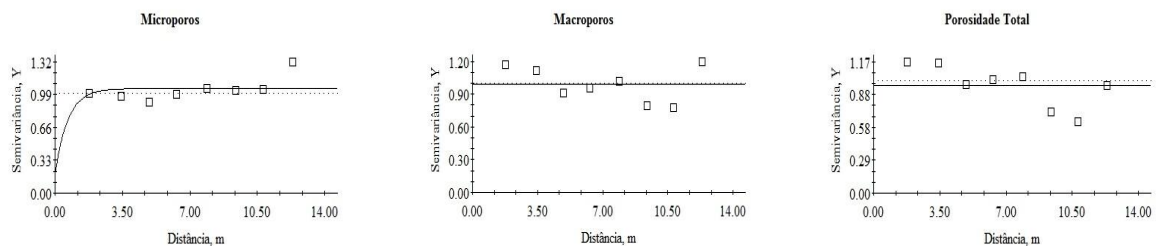
Porosidade	Nº	Média	Mediana	Moda	Coeficiente			Máximo	Mínimo	P<W
					Varição	Assimetria	Curtose			
		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	%					
<b>Micro</b>	50	0,175	0,173	0,173	1,93	-0,204	0,253	0,208	0,139	N 0,821
<b>Macro</b>	50	0,189	0,190	0,189	4,06	-0,010	0,088	0,287	0,107	N 0,823
<b>PT</b>	50	0,364	0,365	0,363	3,23	0,008	-0,076	0,502	0,299	N 0,680

N: distribuição normal.

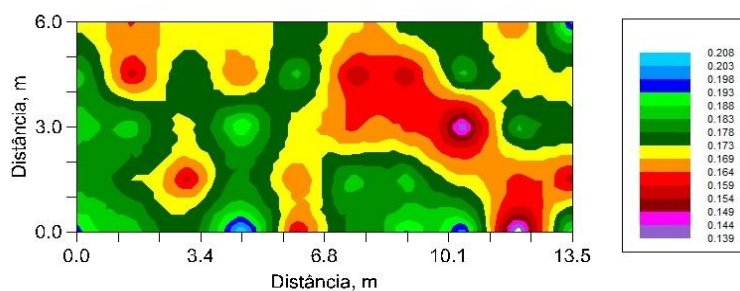
**Tabela 2.** Modelos e parâmetros estimados aos semivariogramas experimentais: microporosidade (micro), macroporosidade (macro) e porosidade total do solo (PT)

Porosidade	Modelo	Co	Co+C	A	IDE	R <sup>2</sup>
<b>Micro</b>	Exponencial	0,1753	1,0495	66	83	0,021
<b>Macro</b>	EPP	-	-	-	-	-
<b>PT</b>	EPP	-	-	-	-	-

EPP: efeito pepita puro; Co: efeito pepita; C0+C1: patamar; A: alcance da dependência espacial (m); IDE: índice de dependência espacial e R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação múltipla do ajuste.



**Figura 1.** Semivariogramas para microporosidade, macroporosidade e porosidade total do solo.



**Figura 2.** Mapa de krigagem para microporosidade.