



## **ESTRUTURA DE VARIABILIDADE ESPACIAL DA POROSIDADE DE AERAÇÃO EM UM SOLO DE VÁRZEA NO MUNICÍPIO DE CAPÃO DO LEÃO – RS**

**MIOLA, Ezequiel Cesar Carvalho<sup>1</sup>; NEBEL, Álvaro Luiz Carvalho<sup>2</sup>; SANZI, Leandro Aquino<sup>1</sup>; TIMM, Luis Carlos<sup>3</sup>; PAULETTO, Eloy Antonio<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>Mestrandos do PPGA-UFPel; <sup>2</sup>Doutorando do PPGA, Prof. CAVG; <sup>3</sup>Professores da FAEM/UFPel  
Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900. ezequielmiolal@yahoo.com.br

### **1. INTRODUÇÃO**

O cultivo sucessivo em solos de várzea provoca alterações em sua estrutura, densidade, porosidade total e de aeração, resultando mudanças na dinâmica da água na superfície e ao longo do perfil do solo. Uma das conseqüências do aumento da densidade do solo, especificamente em regiões úmidas, é a redução na porosidade de aeração. O efeito negativo desta sobre o desenvolvimento das plantas ocorre por deficiência na difusão de gases junto ao sistema radicular das plantas (Stepniewski et al., 1994). No cultivo de arroz irrigado aspectos relacionados à porosidade de aeração não exercem influência sobre a cultura, uma vez que a oxidação da rizosfera é feita pelo O<sub>2</sub> do ar atmosférico, transportado das folhas para as raízes via aerênquima e espaços intercelulares (Vahl, 1999), entretanto, o uso mais expressivo dos solos de várzea com culturas de sequeiro visando rotação com o arroz irrigado, ou a utilização destas áreas para florestamento evidencia a importância de estudos da porosidade de aeração. Comumente é referido o valor mínimo de 0,1m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> de porosidade de aeração para que não ocorram limitações ao pleno desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Erickson, 1982; Grinski & Lipiec, 1990). Afora estas considerações, há a influência da variabilidade espacial e temporal atuando sobre este atributo, podendo, em curtos intervalos de tempo, restringir o desenvolvimento radicular em camadas específicas (Van Lier, 2001).

A utilização de ferramentas geoestatísticas, além de possibilitar a identificação da estrutura de variabilidade espacial da variável em estudo, pode ser aplicada em mapeamento para fins de modelagem e estratégias de intervenção. Detectada a estrutura de dependência espacial, o uso de ferramentas mais sofisticadas de interpolação e estimação de valores em lugares não medidos, a exemplo do processo de krigagem, pode fornecer uma representação mais realista da área estudada (Vieira, 1995).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo determinar a porosidade de aeração e a sua estrutura de variabilidade espacial utilizando técnicas de geoestatística em um solo de várzea no município de Capão do Leão – RS.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Em uma área pertencente à Estação Experimental de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, situada no município do Capão do Leão – RS foi estabelecida uma malha retangular de 100 pontos distanciados de 10 m entre si em ambas as direções, no qual foram coletadas amostras indeformadas com anel de 5,0 cm de diâmetro e 3,0 cm de altura para determinação da curva de retenção de água no solo. As amostras foram coletadas na profundidade de 10 cm de forma a representar a faixa de 0-20 cm de profundidade, acondicionadas e levadas ao laboratório onde foram aplicados potenciais mátricos de -10, -60, e -102 cm em mesa de tensão e de -330, -1020 e -15000 cm em Câmara de Pressão de Richards para determinação dos respectivos conteúdos de água. Nas mesmas amostras foram determinadas ainda, a densidade e a porosidade total do solo. Também foram coletadas amostras deformadas nos mesmos pontos para determinar as frações granulométricas.

O solo da área é classificado, segundo EMBRAPA (2006), em duas classes taxonômicas, nas partes relativamente altas PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico gleissólico e nas partes relativamente baixas GLEISSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico.

A porosidade de aeração (PA) em cada ponto foi determinada pela equação ( $PA = \theta_s - \theta_{cc}$ ) em que: PA é a porosidade de aeração ( $m^3.m^{-3}$ );  $\theta_s$  é a umidade de saturação e  $\theta_{cc}$  é o conteúdo de água ( $m^3.m^{-3}$ ) correspondente a capacidade de campo (potencial de -60  $m^3.m^{-3}$ ). A determinação da porosidade de aeração neste potencial foi definida em função da prévia análise da curva de retenção de água nos diversos potenciais, a partir da constatação da mínima variação no conteúdo de água entre os potenciais de -60 e -102 cm de  $H_2O$ , evidenciando o limite da drenagem da água gravitacional nesta faixa de profundidade.

O conjunto de dados foi submetido à estatística clássica e a hipótese de normalidade foi testada pelo teste de aderência não-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov (K-S) (Landim, 2003). A estrutura de variabilidade espacial foi analisada via geoestatística por meio do software GS+ (Gamma Design Software, 2007).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise descritiva dos dados de porosidade de total (Pt), porosidade de aeração (PA) e densidade do solo (Ds). Segundo Wilding & Drees (1983), os valores de Pt e Ds são classificados como baixa variabilidade ( $CV < 15\%$ ), já a PA é classificada como moderada variabilidade ( $15\% < CV < 35\%$ ). O teste de K-S confirma a suposição da normalidade dos dados, já que o valor calculado de K-S foi inferior ao valor tabelado ao nível de confiança de 5%.

Na Figura 1 são apresentados o semivariograma experimental e teórico (Figura 1A), o mapa de contorno obtido por krigagem (Figura 1B) e o mapa de contorno obtido pelo inverso quadrado da distância (Figura 1C) da PA. O modelo que melhor se ajustou ao semivariograma experimental foi o exponencial apresentando os seguintes parâmetros: efeito pepita ( $Co$ ) = 0,00007; patamar ( $Co + C1$ ) = 0,00047 e alcance de dependência espacial ( $Ao$ ) = 9,70 m, que corresponde a um alcance real de 29,10 m ou seja, pontos separados por distâncias superiores a essa são considerados independentes entre si.

O efeito pepita expresso como uma porcentagem do patamar (valor igual a 14,89%) indica baixa influência da componente aleatória na variabilidade espacial dos dados. De acordo com a classificação proposta por Cambardella et al. (1994) o efeito pepita igual a 14,89% demonstra uma forte dependência espacial da variável avaliada.

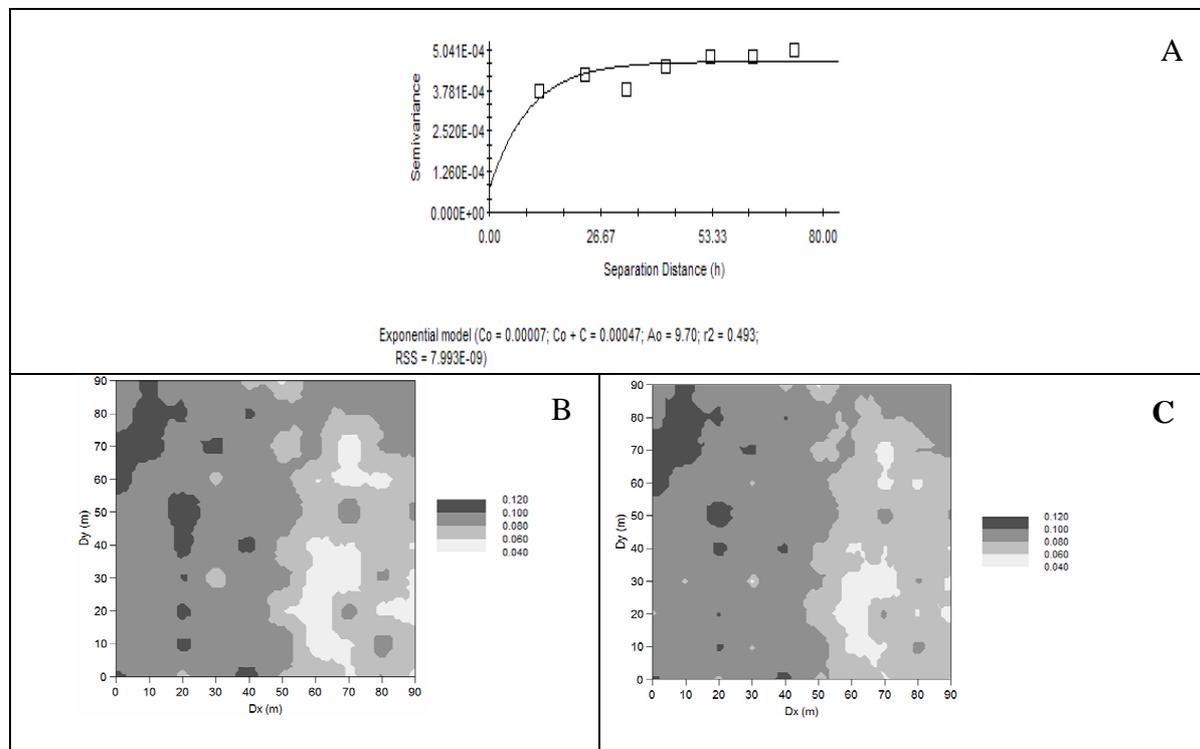
Com o ajuste do semivariograma teórico foi construído o mapa de contorno da variável porosidade de aeração utilizando a krigagem. Para efeito de comparação dos dados utilizou-se o inverso quadrado da distância que é outro método de interpolação.

A partir dos mapas de contorno foi possível identificar a variabilidade da porosidade de aeração na área, com valores abaixo do mínimo recomendado de  $0,100\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ , levando-se em conta a variabilidade espacial deste parâmetro. A baixa aeração induz à ramificação de raízes superficiais, tornando a planta dependente da água localizada apenas nos primeiros centímetros do solo, potencializando problemas de deficiência hídrica em períodos de estiagem (Agnew & Carrow, 1985).

**Tabela 1.** Análise descritiva da porosidade total (Pt), porosidade de aeração (PA) e densidade do solo (Ds).

Variável	N	Media	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Min.	Max.	CV	Assim.	Curtose	Teste K-S
Pt	100	0.406	0.406	0.027	0.0008	0.335	0.477	0.068	0.014	0.000	0.062*
PA	100	0.080	0.081	0.021	0.0004	0.032	0.132	0.257	0.006	-0.193	0.055*
Ds	100	1.601	1.605	0.073	0.0053	1.361	1.749	0.046	-0.49	0.525	0.058*

N= número de amostras; Min. = valor mínimo da variável; Max. = valor máximo da variável; CV= coeficiente de variação; Assim.= Assimetria  
 Teste K-S= teste de Kolmogorov-Smirnov \*Valor referentes ao teste K-S ao nível de confiança de 5% (K-S crítico = 0,134).



**Figura 1.** Semivariograma experimental e teórico (A); mapa de contorno obtido por krigagem (B) e mapa de contorno obtido pelo inverso quadrado da distância (C).

#### 4. CONCLUSÕES

A porosidade de aeração apresentou distribuição normal, moderada variabilidade (CV = 25,7%) e forte estrutura de dependência espacial, com alcance médio da ordem de 29,1 m.

O mapeamento da área pelo processo de krigagem e pelo inverso quadrado da distância permitiu a identificação de zonas com valores de porosidade de aeração abaixo do nível recomendado para o desenvolvimento de culturas de sequeiro, demonstrando a necessidade de práticas de manejo diferenciadas nessa área.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e a EMBRAPA – Clima Temperado pelo auxílio financeiro e concessão de bolsas.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNEW, M.L. & CARROW, R.N. Soil compaction and moisture stress preconditioning in Kentucky blue-grass. I - **Soil aeration, water use, and root responses**. *Agronomy Journal*, Madison, 77(6):872-878, 1985.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L.R.F. **Efeitos da compactação em atributos do solo**. 2006. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/CompSolo/C4/Comp4.htm>>. Acesso em: 6/8/2008

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KERLEN, D.L.; TURCO, R.F.; KONOPKA, A.E. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v.47, p.1501-1511, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, Brasília, Sistema de Produção de Informação, 2006. 306p.

ERICKSON, A.E. Tillage effects on soil aeration. Predicting tillage effects on infiltration. In: VAN DOREN, D.M. et al. (Ed.). **Predicting tillage effects on soil physical properties and processes**. Madison: ASA, 1982. cap.6, p.91-104. (ASA. Special Publication, 44).

GAMMA DESIGN SOFTWARE. GS+: Geostatistics for the Environmental Sciences. Plainwell: **Gamma Design Software**, 2007.

GRINSKI, J.; LIPIEC, J. **Soil physical conditions and plant growth**. New York: CRC Press, 1990. 250p.

JONG VAN LIER, Q. Oxigenação do sistema radicular: uma abordagem física. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.233-238, 2001.

LANDIM, P.M.B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 253p.

STEPNIEWSKI, W. Effects of compaction on soil aeration properties. In: SOANE, B.D.; OUWERKERK, C. (Ed.). **Soil compaction in crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1994. p.167-189.

VAHL, L.C. Fertilidade de solos de várzea. In GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A.,ed. **Manejo de solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. Cap.5, p128. 201p.

VIEIRA, S.R. **Curso de atualização em geoestatística**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1995. p.1, 76p.

WILDING, L.P. & DREES, L.R. Spatial variability and pedology. In: WILDING, L.P., SMECK, N.E., HALL, G.F., eds. **Pedogenesis and soil taxonomy**: 1. concepts and interactions. Amsterdam: Elsevier, 1983. p.83-116.