



## IDENTIFICAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS PARÂMETROS DE AJUSTES DA EQUAÇÃO DE VAN GENUCHTEN EM UM SOLO DE VÁRZEA NA REGIÃO SUL DO RS

**AQUINO, Leandro Sanzi<sup>1</sup>; NEBEL, Álvaro Luiz Carvalho<sup>2</sup>; MIOLA, Ezequiel Cesar Carvalho<sup>1</sup>; TIMM, Luís Carlos<sup>3</sup>; PAULETTO, Eloy Antonio<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mestrando PPGA – FAEM/UFPEL;

<sup>2</sup>Doutorando PPGA-FAEM/UFPEL e Prof. Deptº Ciências Agrárias - CAVG/UFPEL;

<sup>3</sup>Prof. do Deptº de Engenharia Rural – FAEM/UFPEL; <sup>4</sup>Prof. Deptº Solos - FAEM/UFPEL  
Campus Universitário – CP 354, CEP 96010-900, Pelotas – RS. leandroseq@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A relação entre o conteúdo de água no solo ( $\theta$ ) e o potencial matricial ( $\psi_m$ ) do solo descreve a curva característica de retenção de água no solo. Ela fornece importantes informações físico-hídricas do solo, fundamentais para o planejamento de uso e manejo, eficiência de projetos de irrigação e drenagem e conservação do solo. Através de sua determinação, os valores experimentais são obtidos e ajustados a um modelo teórico, sendo o proposto por van Genuchten (1980) o mais utilizado. Neste modelo são ajustados parâmetros  $\alpha$  e  $n$  que são correlacionados com a textura do solo (Martinez *et al.*, 1995).

Os solos de várzea apresentam como característica comum a formação em condições variadas de deficiência de drenagem (hidromorfismo), desenvolvidos a partir de materiais de origens muito distintas. Em função desta origem diversificada e da intensidade do fluxo de transporte, esses sedimentos são muito heterogêneos em relação a sua composição mineralógica e granulométrica, o que resulta na formação de solos com grandes variações em seus atributos físicos, químicos e mineralógicos e, conseqüentemente, na aptidão de uso (Pinto *et al.*, 2004).

A variabilidade espacial é uma característica da maioria dos fenômenos naturais, podendo-se incluir, entre eles, os parâmetros relacionados com o movimento de água no solo. A estatística clássica e a geoestatística são duas ferramentas poderosas e que se interagem na análise dos dados físico-hídricos do solo, mostrando a magnitude de variação espacial e a estrutura de variabilidade espacial, podendo auxiliar na compreensão e definição de estratégias de manejo do solo.

Esse trabalho teve como objetivo analisar a presença e o grau de dependência espacial dos parâmetros  $\alpha$  e  $n$  da equação proposta por Van Genuchten (1980) em um solo de várzea.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Em uma área pertencente à Estação Experimental de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, com o solo classificado como PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico gleissólico, nas partes mais altas e GLEISSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, nas partes mais baixas (Embrapa, 2006), foi instalado uma malha 10 X 10 distanciados de 10 m entre si, totalizando 100 pontos. Em cada ponto foram coletadas amostras indeformadas com anel volumétrico de 0,05 m de diâmetro onde foram determinadas as curvas de retenção de água no solo, nas tensões 10; 60; 102; 330; 1020 e 15000 cm.c.a. Essas curvas foram ajustadas ao modelo de van Genuchten (1980), utilizando o software SWRC (Dourado Neto *et al.*, 2000), o qual fornece os parâmetros de ajuste  $\alpha$  e  $n$  do modelo.

A análise exploratória dos conjuntos de dados foi realizada por meio da estatística descritiva e a análise de dependência espacial pela Geoestatística (Vieira, 2000), utilizando o software GS+ versão 9 (Gamma Design Software, 2007).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

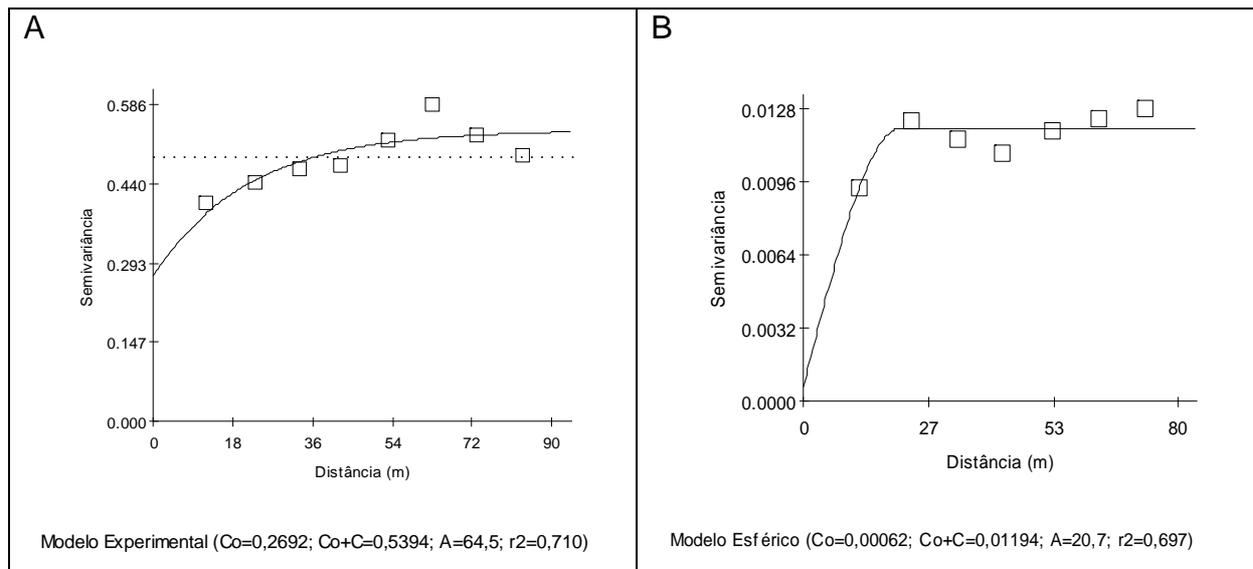
Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise descritiva do conjunto de dados dos parâmetros  $\alpha$  e  $n$ , indicando que os valores da média e da mediana, para as duas variáveis, são próximos entre si, i.e., boa centralidade da distribuição dos dados. Porém, com uma elevada assimetria positiva e as distribuições classificadas como leptocúrticas, há o indicativo de um tratamento dos dados para atender a pressuposição geoestatística de normalidade da distribuição. Para isso foi realizada uma transformação, aplicando-se o logaritmo neperiano ( $\ln$ ) às variáveis estudadas. Segundo Wilding & Drees (1983), o coeficiente de variação (CV) dos valores (não transformados) de  $n$  (CV=11,39%) são classificados como de baixa variabilidade (CV<15%), e os valores de  $\alpha$  (CV=64,54%) como alta variabilidade (CV>35%). Reckziegel *et al.* (2007), estudando os mesmo parâmetros num NEOSSOLO QUARTAZARÊNICO, também encontrou baixa variabilidade para os valores de  $\alpha$ ; porém, para  $n$ , encontrou media variabilidade (15%<CV<35%).

**Tabela 1.** Análise exploratória dos parâmetros  $\alpha$  e  $n$  do modelo de van Genuchten.

Variável	Nº de amostras	Média	Mediana	CV (%)	Assimetria	Curtose
$\alpha$	100	0,749	0,681	64,54	1,556	3,854
$\ln(\alpha)$	100	-0,499	-0,384	139,96	-0,745	1,367
$n$	100	1,235	1,178	11,39	1,357	1,196
$\ln(n)$	100	0,205	0,164	52,20	1,160	0,560

Na Figura 1, são apresentados os semivariogramas experimentais e teóricos dos parâmetros  $\alpha$  e  $n$  (respectivamente, Fig. 1-A e 1-B) do modelo de van Genuchten. O melhor modelo matemático ajustado (semivariograma teórico) ao semivariograma experimental, para o parâmetro  $\alpha$  foi o exponencial e, para  $n$  foi o modelo esférico, que indicaram uma estrutura de dependência espacial (A) de 64,5 m e 20,7 m, respectivamente. Segundo a classificação sugerida por Cambardella *et al.* (1994), o ajuste do semivariograma teórico indicou uma moderada dependência espacial [ $25\% < C_o/(C_o+C) \leq 75\%$ ] para os valores de  $\alpha$  e forte dependência espacial [ $C_o/(C_o+C) \leq 25\%$ ] para os valores de  $n$ .

Vários pesquisadores (Wösten *et al.*, 2001; Budiman *et al.*, 2003; dentre outros) têm destacado a importância de estudar a estrutura de variabilidade espacial dos atributos físico-hídricos do solo e incorporar estas informações na construção das funções de pedotransferência (PTFs), que têm sido geradas, na maioria das vezes, utilizando modelos de regressão múltipla estáticos. Detectada a estrutura de dependência espacial de uma determinada variável dentro de certo alcance seria vantajoso incorporar esta informação, no sentido de melhorar o desempenho dos modelos (Reichardt & Timm, 2004).



**Figura 1.** Semivariogramas teóricos e experimentais dos parâmetros  $\ln(\alpha)$  (A) e  $\ln(n)$  (B), do modelo de van Genuchten.

#### 4. CONCLUSÕES

Pela análise geoestatística pode-se detectar a existência de uma pequena estrutura ou grau dependência espacial dos parâmetros estudados, o que é confirmado pelo alcance obtido através dos semivariogramas.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à CAPES e à EMBRAPA Clima Temperado pelo auxílio financeiro e pelas bolsas concedidas.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUDIMAN, M.; McBRATNEY, A.; MENDONÇA-SANTOS, M. L.; SANTOS, H. G. **Revisão sobre funções de pedotransferência (PTFs) e novos métodos de predição de classes e atributos do solo**, Rio de Janeiro, 2003. (Documentos, 45).
- 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 Science Society of America Journal**, 1994, v.58, p. 1501-1511.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2,00). **Scientia Agricola**, 2000, v. 57, n.1, p.191-2.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, Brasília: Embrapa Solos, 2006.

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

MARTINEZ, M. A.; TIMM, L. C.; MARTINS, J. H.; FERREIRA, P. A. Efeito da textura do solo sobre os parâmetros de alguns modelos matemáticos usados para estimar a curva de retenção de água no solo. **Engenharia na Agricultura**, 1995, Viçosa, v.4, n.48, p.1-9.

PINTO, L. F. S.; LAUS NETO, J. A.; PAULETTO, E. A. Solos de várzea do Sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: Arroz irrigado no Sul do Brasil, Ed. Gomes, A. S.; Magalhães Junior, A. M.; Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2004, p.75-95.

RECKZIEGEL, N. L.; AQUINO, L. S.; TIMM, L. C.; BASSOI, L. H.; VAZ, C. M. P.; MANIERI, J. M.; TAVARES, V. E. Q. Parâmetros de ajuste da equação de van Genuchten e sua variabilidade espacial em um Neossolo Quartzarênico, Petrolina – PE. **Congresso de Iniciação Científica – UFPEL**, Pelotas, 2007.

REICHARDT, K. & TIMM, L. C. **Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. São Paulo: Editora Manole, 2004

VAN GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, 1980, v.44, p.892-898.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, p.1-55.

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.

WÖSTEN, J. H. M.; PACHEPSKY, Y. A.; RAWLS, W. J. Pedotransfer functions: bridging the gap between available basic soil data and missing soil hydraulic characteristics. **Journal of Hydrology**, 2001, v.251, p.123-150.