

CONTRASTES ESPACIAIS DE VARIÁVEIS DA ÁGUA NO SOLO OBTIDAS POR MEDIÇÃO E MODELAGEM¹

Antonio Odair SANTOS², Wander PALLONE³ & Antonio Carlos CAVALLI⁴

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre a distribuição espacial de propriedades relacionadas ao fluxo da água no solo é importante, particularmente para a área de modelagem, tanto ligada à pesquisa como a manejo. Discute-se atualmente sobre manejo localizado como estratégia de abordagem de sistemas agrícolas. Este tipo de abordagem requer o detalhamento da informação em escala contínua, entre elas, as propriedades do complexo solo-planta-atmosfera.

Métodos de laboratório ou de campo para medição direta de propriedades hidráulicas e caracterização da variabilidade inerente, podem se tornar impraticáveis quanto se trata de amostragem intensiva, tanto pelo custo como por dificuldades de implementação. Desse modo, a modelagem de fenômenos dessa natureza são uma alternativa promissora para se obter dados em grandes áreas, com vistas a se adequar esquemas de amostragem e manejar melhor a variabilidade dos fenômenos relacionados, em escala de lavoura.

Funções de pedotransferência têm sido usadas para descrever características físico-hídricas dos solos, a partir de parâmetros de fácil obtenção a campo. Com isto, pode se implementar estudos de média a grandes escalas utilizando-se simulação de fenômenos de difícil medição.

Neste sentido, este trabalho tem por objetivo simular a variação espacial de propriedades do complexo solo-água em nível de lavoura, utilizando-se amostragem intensiva de parâmetros de solo de fácil obtenção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em Angatuba (SP) [23°33'S; 48°18'W; 670m]. Utilizou-se uma área de 40 ha cultivada sob plantio direto, com a rotação milho/feijão e trigo/aveia. O solo predominante na área é o Latossolo vermelho escuro. Os dados foram coletados na estação de crescimento de 1999/2000. Demarcou-se um malha quadrada de 50 metros e procedeu-se a amostragem de propriedades físicas do solo de 0 a 20 e 20 a 40 cm. 388 amostras de solos foram retiradas utilizando-se amostrador dinâmico de acionamento hidráulico, com ponteiros adaptadas para retirada de amostras indeformadas. Foi constituída uma grade amostral (grid) com 161 parcelas, obtendo-se em cada uma os níveis de argila, areia, silte, densidade, matéria orgânica (MO) e propriedades físico-hídricas como água na saturação e água retida a 33 e 1500 kPa. Os dados foram utilizados para se modelar a curva de retenção da água em cada grid, assim como a atividade da condutividade hidráulica. Assumindo-se a não ocorrência de histerese, o modelo de Van Genuchten (1980), relacionando água volumétrica a potencial matricial, foi aplicado para cada uma das 161 parcelas:

$$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) / \left[(1 + \alpha |h|)^n \right]^m \quad (1)$$

onde θ é o conteúdo de água volumétrica (cm^3/cm^3), h o potencial matricial (cm), θ_r a água residual (cm^3/cm^3), θ_s conteúdo de água na saturação (cm^3/cm^3). Os parâmetros α ($1/\text{cm}$) e n são constantes, m foi considerado = 1. θ_r , α e n foram obtidos através de funções de pedotransferência descritos na literatura, relacionando-se funcionalmente as variáveis físico-hídricas medidas no campo.

O modelo exponencial de Gardner (1958) foi utilizado para o estudo da condutividade hidráulica (K , cm/dia), computando-se para as 161 parcelas do seguinte modo:

$$K(h) = K_s * \text{EXP}(\alpha h) \quad (2)$$

onde K_s é a condutividade saturada (cm/dia), obtida por pedotransferência.

A verificação de estrutura espacial de parâmetros e modelagem de interpolação teve por base a função semivariograma, descrita por Issaks & Srivastava (1989):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^N [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (3)$$

onde γ é a semivariância, $N(h)$ é o número de pares de valores $Z(x_i)$, $Z(x_i + h)$ separados por um vetor h .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento da curva de retenção e da condutividade hidráulica, para a profundidade de 0 a 20 cm, para 161 parcelas está mostrado nas figuras 2 a, b, c. A figura 2 c refere-se à condutividade hidráulica para 33 parcelas, na profundidade de 20 a 40 cm. Observa-se que ao longo da área ocorrem diferenças na maneira como a água é retida, sendo que os valores de capacidade de campo e ponto de murcha estão de acordo com aqueles descritos para um solo argiloso. Verifica-se que existem diferenças marcantes ao longo da área nos valores de condutividade a baixos potenciais; no entanto, a velocidade do fluxo é reduzida, em toda a área, a valores abaixo da capacidade de campo. Os valores observados de 0 a 40 cm para

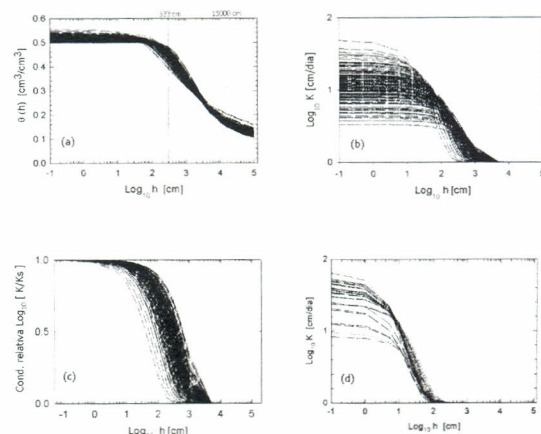


Figura 1 - Curva de retenção (a), condutividade hidráulica (b), condutividade relativa (c), obtidos de 0-20 cm, em 161 pontos e condutividade hidráulica para 33 pontos, na profundidade de 20 - 40 cm, em de área de 40 ha, em Angatuba (SP)

¹ Com suporte financeiro FAPESP

² Centro de Ecofisiologia & Biofísica/CMAA, Instituto Agrônomo (IAC). Cx. P. 26, CEP 13201-970, Jundiaí, SP. E-mail: odairsan@iac.br

³ Universidade Estadual de Campinas, SP

⁴ Centro de Solos e Recursos Agroambientais, IAC

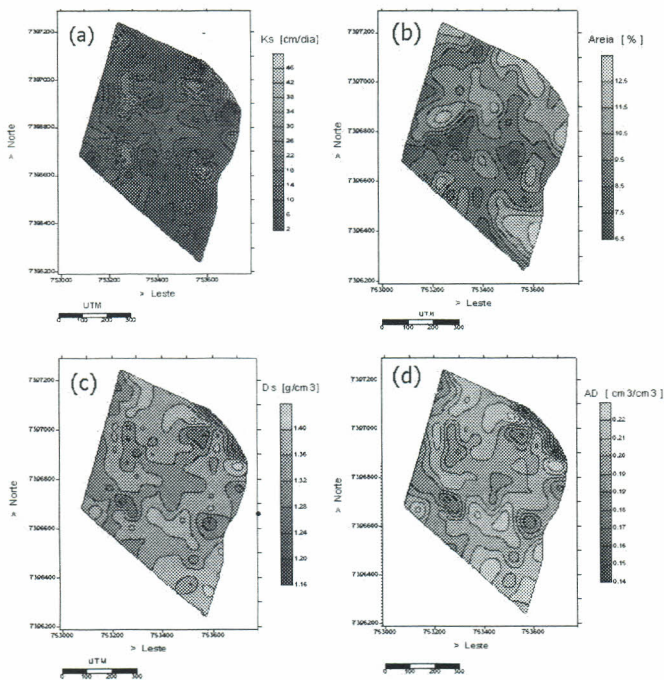


Figura 2 - Condutividade saturada (a), areia (b), densidade do solo (c) e capacidade de água disponível (d) em área de 40 ha, em Angatuba (SP)

condutividade hidráulica são semelhantes àqueles de 0 a 20, resultado de um perfil homogêneo, característico do tipo de solo estudado.

Na figura 2 (a,b,c,d) observa-se o mapeamento de alguns elementos envolvidos na retenção e movimento da água no solo, medidos na malha amostral, além da condutividade saturada e a capacidade de disponibilidade hídrica empírica, obtida da subtração entre água retida a 33 kPa e 1500 kPa. No centro da área experimental e no sentido norte da área os valores mais elevados da condutividade saturada acompanham valores mais elevados nos teores de areia, no entanto na região sudeste a condutividade saturada tem relação inversa com os teores de areia. Muito embora os teores de matéria orgânica se elevem nesta parte, conforme se observa nas medições efetuadas, os valores de densidade do solo também crescem nesta região, mostrando a influência do manejo nas propriedades do fluxo d'água no solo. Os valores de capacidade de água disponível (AD) apresentam uma amplitude de variação

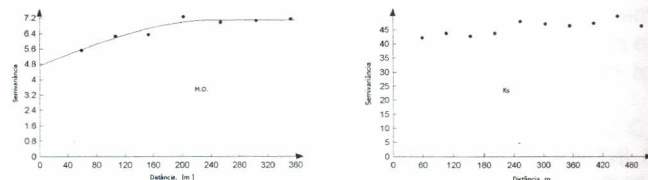


Figura 3 - Função semivariograma para M.O. e semivariograma amostral para Ks

relevante ao longo da área e, corroboram as observações feitas a partir da figura 1, evidenciando-se diferenças espaciais na maneira como o solo armazena e distribui água às plantas.

A figura 3 apresenta os semivariogramas para a matéria orgânica e condutividade saturada. A matéria orgânica apresenta estrutura moderadamente definida, com grau de dependência moderado e baixo coeficiente de variação de 8,5%. Outros elementos, envolvidos na descrição da água no solo, como areia, argila apresentaram dependência espacial fraca com baixos coeficientes de variação. Quanto à Ks, tal como a densidade (Ds), não apresentaram estrutura espacial definida, ocorrendo efeito pepita puro, ou seja nenhuma dependência espacial é observada na distância de amostragem utilizada. Apesar disto o coeficiente de variação para esta propriedade (Ks) foi de 59,5%. Portanto tem-se alto grau de variação e aleatoriedade, o que está de acordo com resultados verificados em outros experimentos.

4. CONCLUSÕES

A estrutura espacial de variáveis da água no solo, observadas na área estudada, caracteriza-se por fraca dependência espacial e grau de variação de moderado a fraco.

A condutividade saturada apresentou alta variação e comportamento errático.

5. BIBLIOGRAFIA

- VAN GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 44, p. 892-898, 1980.
- GARDNER, W. R. Some steady-state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. *Soil Science*, v. 85, p. 228 - 232, 1958.
- ISAAKS, E. H., Srivastava, R. M. An Introduction to applied geostatistics. Oxford: Oxford University press, 1989, 561p.