

VARIABILIDADE ESPACIAL DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO E PLANTIO CONVENCIONAL IRRIGADOS POR ASPERSÃO NA CULTURA DO FEIJÃO

MÁRCIO W. ROQUE¹, EDSON E. MATSURA², DOUGLAS R. BIZARI³, ANDERSON L. SOUZA⁴,
ROGER MESTAS³.

¹ Engº Agrícola Msc., aluno do curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola/Água e Solo - Faculdade de Engenharia Agrícola/ UNICAMP, Campinas - SP, Brasil, nível doutorado, Bolsista da FAPESP, Fone: (0XX19) 3788.1029, marcio.roque@agr.unicamp.br

² Engº Agrônomo, Prof. Doutor, Departamento de Água e Solo, FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP.

³ Engº Agrônomo, Mestrando, Departamento de Água e Solo, FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP.

⁴ Estatístico, Doutorando, Departamento de Água e Solo, FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: Avaliou-se a variabilidade espacial da condutividade hidráulica saturada (K_o) medida em campo no sistema plantio direto e plantio convencional. As medições foram realizadas com permeâmetro de carga constante, em uma malha regular de amostragem de 3 x 3m em duas parcelas experimentais, totalizando 60 pontos amostrais por parcela. A análise da dependência espacial foi avaliada pela geoestatística, e os parâmetros do semivariograma utilizados para construir mapas de isolinhas através do interpolador de krigagem do software Surfer 8.0. Os resultados obtidos mostraram que apesar do valor de coeficiente de variação ser maior para o sistema plantio direto, este teve uma menor variabilidade espacial dos dados, com maior homogeneidade na área, demonstrando que os valores de K_o foram diferentemente influenciados pelo sistema de manejo do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Permeâmetro, Geoestatística, Manejo de solos.

SPATIAL VARIABILITY OF SOIL HYDRAULIC CONDUCTIVITY IN THE NON-TILLAGE SYSTEM AND CONVENTIONAL TILLAGE SYSTEM UNDER SPRINKLER IRRIGATION ON BEAN CROP FIELD

ABSTRACT: The spatial variability of saturated hydraulic conductivity (K_o) was measured on field for non tillage and conventional tillage systems. The measurements had been carried out by means of a constant charge permeameter, on a two experimental plots of sampling with regular mesh of 3mx3m, totalizing 60 points per plot. Spatial dependence was evaluated by geostatistics, also employing the semivariogram parameters to generate the maps by the kriging interpolation Surfer 8.0 software. Results show that despite variation coefficient value being larger for the non tillage system, its data spatial variability was observed to be lower and associated to larger area homogeneity, which demonstrate that values K_o were differently affected systems.

KEYWORDS: Permeameter, Geostatistics, Soil Management

INTRODUÇÃO: O conhecimento da condutividade hidráulica é essencial para qualquer estudo de água no solo. É imprescindível no estudo relacionado ao transporte da água, nutrientes e defensivos agrícolas no solo e seus impactos no meio ambiente. Para que a preservação do ambiente seja garantida é necessário conhecer as características e as técnicas de manejo do solo a fim de manter a sua capacidade produtiva. Como técnica de manejo conservacionista podemos citar o sistema plantio

direto (PD), que tem seu fundamento na mínima mobilização do solo, na manutenção de cobertura morta, que protege o solo contra a erosão e na rotação de culturas, envolvendo todas as técnicas recomendadas para aumentar a produtividade, conservando ou melhorando continuamente o ambiente (CURY, 2000). O estudo da variabilidade espacial do solo é particularmente importante em áreas onde o solo pode estar submetido a diferentes manejos, na qual a análise geoestatística pode indicar alternativas de manejo não somente para reduzir os efeitos da variabilidade do solo na produção das culturas, mas também para aumentar a possibilidade de se estimarem respostas dos atributos do solo em função de determinadas práticas de manejo (OVALLES e REY, 1994). De acordo com VIEIRA et al. (2003), a condutividade hidráulica fornece informações que permitem caracterizar com segurança o estado atual da qualidade do solo, com relação à sua estrutura e facilidade da movimentação da água, sendo um parâmetro indicador do efeito do manejo e das alterações na estrutura do solo. Neste trabalho utilizou-se procedimentos da geoestatística para analisar dados de condutividade hidráulica saturada entre dois manejos diferentes, com objetivo de avaliar a variabilidade espacial através de mapas de isolinhas.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP (FEAGRI/UNICAMP), no município de Campinas, SP. No presente trabalho foram utilizados os tratamentos sistema plantio direto (PD) e plantio convencional (PC), ambos irrigados, onde foi semeado o feijão como cultura de inverno (cultivar IAC carioca precoce) no dia 14 de julho de 2005. As parcelas experimentais vêm sendo cultivadas com grãos em sistema de plantio direto desde 2003. As medições de condutividade hidráulica foram realizadas nos dias 25 e 26 de outubro de 2005, em uma malha regular de amostragem de 3 x 3m em duas parcelas experimentais, que se situam em vertente com 9% de declividade, possuindo uma área útil de 600m² (20m de largura e 30m de comprimento) onde totalizaram 60 pontos amostrais por parcela. As medições de condutividade hidráulica saturada (K_o) foram feitas com permeâmetro de carga constante desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a 20 cm de profundidade. O permeâmetro de carga constante é baseado no princípio de Mariotte, sendo sua descrição e funcionamento obtidos em VIEIRA (1998). Com as medições no campo foram obtidas taxas constantes de infiltração (mm.min⁻¹), correspondente à carga hidráulica de 5cm. A partir dos dados de infiltração obtidos no campo, foi usado o programa “Onehead”, escrito em linguagem “Fortran”, segundo REYNOLDS et al. (1992) para cálculo da K_o . A análise da dependência espacial foi avaliada pela geoestatística, e os procedimentos para ajuste do modelo do semivariograma foram feitos conforme VIEIRA et al. (1983), utilizando o software Variowin. Os parâmetros do semivariograma foram utilizados para construir mapas de isolinhas através da krigagem, utilizando o software Surfer versão 8.0. Os mapas gerados neste programa foram exportados para o software Idrisi Kilimanjaro. Neste, os mapas de isolinhas foram divididos em dez classes, e então, determinadas a área em percentagem, que cada uma destas classes tinha em relação a área total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Inicialmente, o comportamento das variáveis do solo foi avaliado por estatística descritiva (Tabela 1): média, valores máximo e mínimo, coeficiente de curtose e coeficiente de variação (CV). De acordo com os valores de CV, a variabilidade das propriedades do solo são classificadas, segundo WARRICK e NIELSEN (1980) em baixa (CV<12%), média (12<CV<62%) e alta (CV>62%). Segundo a classificação proposta por estes autores, os dados indicaram alta variação, com o CV todos acima de 60%, sendo que o manejo em plantio direto apresentou maior variação. Para verificar a normalidade, aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk a nível de 95% de probabilidade, sendo que os dados não apresentaram distribuição normal. A grande variação nos dados de K_o , também foi observada em trabalhos de VIEIRA et al. (1988), GUIMARÃES (2000). Desta forma com os altos valores do CV, as médias não representaram com precisão a variável em estudo, portanto, fez um estudo geoestatístico, em que modelos matemáticos (esféricos e exponencial) foram ajustados aos semivariogramas, os quais permitiram visualizar a natureza da variação espacial da K_o , dentro de cada parcela estudada.

Tabela 1. Estatística descritiva para K_o , para os pontos localizados na malha de amostragem.

Parâmetros Estatísticos	Ko (m/dia)	
	P.D	P.C
Média	1,16	1,68
Mínimo	0,08	0,17
Máximo	4,28	7,63
Variância	1,18	1,33
Assimetria	1,32	2,43
Curtose	1,06	10,90
⁽¹⁾ C.V. (%)	93,54	68,45
⁽²⁾ S.W	0,000	0,001

⁽¹⁾C.V - coeficiente de variação; ⁽²⁾S.W – valores de probabilidade de Shapiro-Wilk.

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros dos semivariogramas ajustados e o grau de dependência espacial (GD). Segundo CAMBARDELLA et al. (1994), valores de GD menor que 25%, apresentam forte dependência espacial. Quando GD for de 25% a 75%, a dependência será moderada, sendo fraca quando a relação for superior a 75%. Assim os valores de GD para os manejos PD e PC são 19% e 33%, respectivamente.

Tabela 2. Parâmetros dos semivariogramas ajustados aos dados experimentais de condutividade hidráulica saturada (K_o) em m/dia.

Ko	Geoestatística				
	Modelo	C_o	C_o+C_1	a	GD (%)
PD	Esférico	0,24	1,27	6,30	19
PC	Exponencial	0,42	1,26	2,70	33

C_o – efeito pepita; $C_o + C_1$ – patamar; a – alcance (m); $GD = C_o / (C_o + C_1)$ – grau de dependência (%).

Tabela 3. Porcentagem de área de cada classe para os dois sistemas de manejo do solo.

Classes	Ko (m/dia)	Área (%)	
		PD	PC
1	0,0 – 0,8	45.66	7.69
2	0,8 – 1,2	23.92	35.83
3	1,2 – 2,4	16.99	37.22
4	2,4 – 3,2	10.00	13.78
5	3,2 – 4,0	3.29	2.24
6	4,0 – 4,8	0.14	1.16
7	4,8 – 5,6	***	1.05
8	5,6 – 6,4	***	0.62
9	6,4 – 7,2	***	0.36
10	7,2 – 8,0	***	0.06
Total		100 %	100 %

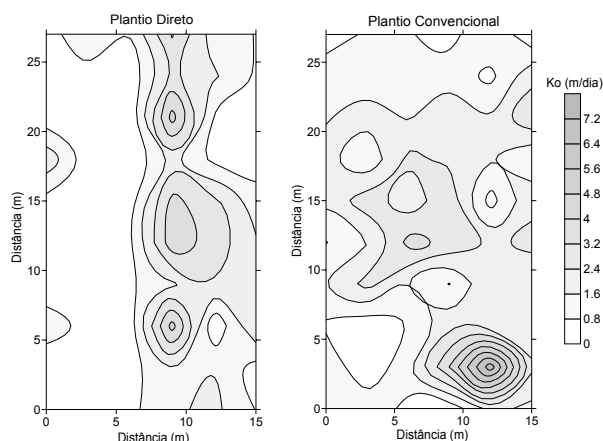


Figura 1. Mapa da distribuição espacial da condutividade hidráulica saturada K_o ($m.dia^{-1}$).

Apesar de o manejo PD ter valores maiores de CV para variável em estudo, este apresentou distribuição mais uniforme dentro da área (Figura 1). Também é visível que metade da área no mapa de PD (Figura 1 e Tabela 3) tem K_o menor que 0,8 (mm.dia^{-1}), inferior ao manejo PC que apresenta mais de 70% da área do mapa com K_o entre 0,8 a 2,4 (mm.dia^{-1}), valores semelhantes também foram observados em GUIMARÃES (2000). É possível que valores menores de K_o para PD deve-se, ao não revolvimento do solo, e devido ao pouco tempo de implantação deste manejo (2003), este ainda não se encontra totalmente estabelecido. A disparidade entre os dois mapas de K_o demonstra as diferenças entre os manejos adotados, e que o conhecimento da variabilidade espacial dos solos, é imprescindível para uso racional dos recursos naturais, gerando condições para melhores interpretações dos resultados.

CONCLUSÕES: Considerando que o manejo sobre plantio convencional (PC) teve os maiores valores de condutividade hidráulica saturada, onde valor de coeficiente de variação foi maior para o sistema plantio direto (PD), com menor variabilidade espacial dos dados e maior homogeneidade na área, conclui-se que os valores de (K_o) foram diferentemente influenciados pelo sistema de manejo do solo nas parcelas estudadas.

AGRADECIMENTOS: A FAPESP pela concessão da bolsa de doutorado e financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS:

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, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, Sept./oct. 1994.

CURY, B. **Porque fazer Plantio Direto.** Guia para Plantio Direto. 109 p., 2000.

GUIMARÃES, E. C. **Variabilidade espacial de atributos de um latossolo vermelho escuro textura argilosa da região do cerrado, submetido ao plantio direto e ao plantio convencional.** 2000. 85 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

OVALLES, F. & REY, J. **Variabilidad interna de unidades de fertilidad en suelos de la depresión del Lago de Valencia.** Agron. Trop., 44:41-65, 1994.

REYNOLDS, W. D; VIEIRA, S. R.; TOPP, G. C. **An assessment of the siglehead analysis for the constant head well permeameter.** Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, 72: 489-501, 1992.

VIEIRA, S. R.; REYNOLDS, W. D.; TOPP, G. C. Spatial variability of hidraulic properties in a highly structured clay soil. In: WIERENGA, P. J and BACHELET, D. Eds. **Validation of Flow and Transport Models for the Unsaturated Zone: Conference Proceedings.** Las Cruces. NM, Department of Agronomy and Horticulture, New México State University, p. 471-483, 1988.

VIEIRA S. R.; HATFIEL, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. **Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties.** Hilgardia, 51, 75 p., 1983.

VIEIRA, S. R. **Permeâmetro: novo aliado na avaliação de manejo do solo.** O agrônomo, v. 47-50, 125p.,1998.

VIEIRA, S. R. TOPP, G. C. GRECO, C. R. Variabilidade espacial e temporal de umidade do solo. In: **Congresso brasileiro de Ciência do Solo**, 29, Ribeirão Preto, CD-Room, 2003.

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.