

## Condutividade hidráulica em campo e laboratório sob diferentes sistemas de manejo em Latossolo Amarelo<sup>(1)</sup>

**Thiago Rodrigo Schossler<sup>(2)</sup>; Valdir Sousa de Alencar<sup>(3)</sup>; Isis Lima dos Santos<sup>(4)</sup>; Glenio Guimarães Santos<sup>(5)</sup>; Robélio Leandro Marchão<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Piauí e da concessão de bolsas de mestrado da CAPES.

<sup>(2)</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciências do Solo) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE; <sup>(3)</sup> Estudante de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Piauí; <sup>(4)</sup> Doutoranda do Programa Pós Graduação em Agronomia da Universidade de Brasília; <sup>(5)</sup> Professor Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Piauí; <sup>(6)</sup> Pesquisador da Embrapa Cerrados.

**RESUMO:** O presente trabalho objetivou avaliar a condutividade hidráulica em campo e em laboratório sob diferentes sistemas de manejo em Latossolo Amarelo, no Cerrado piauiense. O trabalho foi realizado no período de abril a maio de 2012 em propriedade rural, localizada no município de Uruçuí, região do Cerrado piauiense. As áreas avaliadas foram: Cerrado Nativo (CN), sistema plantio direto (SPD) com quatro anos de implantação com cultivo de soja. Sistema Plantio convencional (SPC) com três anos de implantação com cultivo de soja. Para avaliação da condutividade hidráulica em campo foi utilizado o permeâmetro de Guelph e em laboratório por meio de permeâmetro de carga constante em amostras coletadas em cilindros. Entre os sistemas de manejo a maior condutividade hidráulica foi verificada em sistema de plantio convencional. O sistema de plantio convencional, quando avaliado em laboratório, apresentou maior condutividade hidráulica que o sistema de plantio direto. Os sistemas de manejo do solo nas avaliações de campo e laboratório levam a uma redução da condutividade hidráulica quando comparado com o Cerrado nativo.

**Termos de indexação:** atributos físicos, plantio convencional, plantio direto.

### INTRODUÇÃO

As operações de preparo causam alterações nas propriedades físicas do solo, as quais são importantes fatores de desenvolvimento das plantas. Dentre as propriedades do solo que sofrem modificações estão a estrutura, a porosidade e a densidade do solo, as quais, conseqüentemente, alterarão a infiltração, a condutividade hidráulica e a armazenagem de água, bem como sua distribuição no perfil do solo (Silva, 2007).

O conhecimento da velocidade de infiltração da água no solo e da condutividade hidráulica é fundamental para a solução de problemas relativos às áreas de irrigação, drenagem, conservação da água e do solo e controle do deflúvio superficial

(Souza & Alves, 2003). Nesse sentido, o entendimento da redistribuição de água no perfil do solo, por meio da condutividade hidráulica tem grande relevância para o manejo de plantas cultiváveis. Nos meios porosos não saturados, a condutividade hidráulica varia com a quantidade de água presente nos seus vazios, ou seja, com seu grau de saturação. Assim, condutividade hidráulica tem seu valor máximo no solo saturado, e é altamente dependente da umidade volumétrica, ou seja, seu valor decresce acentuadamente com a diminuição da umidade. A relação entre o coeficiente de condutividade hidráulica e o grau de saturação é chamada de função de condutividade hidráulica (Marinho, 2005).

De uma forma geral, sabe-se que a condutividade hidráulica no solo varia em função da metodologia utilizada. Ao se analisar um conjunto de atributos físico-hídricos, nota-se que a condutividade hidráulica de campo, medida pelo permeâmetro de Guelph, em geral, é mais eficiente em quantificar alterações estruturais do solo, decorrentes dos sistemas de uso. Nesse sentido, um dos fatores que pode levar a esse resultado é que a condutividade hidráulica avaliada no laboratório é medida em amostras indeformadas de solo, que estão sujeitas a desestruturação no ato da coleta.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar a condutividade hidráulica em campo e em laboratório sob diferentes sistemas de manejo em Latossolo Amarelo, no Cerrado piauiense.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de abril a maio de 2012 em uma propriedade rural localizada no município de Uruçuí, região Sudoeste do Piauí. O clima da região é do tipo Aw segundo classificação de Köppen, com temperatura média de 26,5°C; precipitação média anual de 1200 mm; o solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média (Jacomine et al., 1986).

As áreas avaliadas foram: Cerrado Nativo (CN), representado pela vegetação secundária, que no presente estudo será utilizada como área de

referência. O sistema de plantio direto (SPD) teve abertura da área em 1999/2000, e está com o uso de semeadura direta a quatro anos, com soja sendo a cultura principal e milho para fornecimento de palha. O sistema de plantio convencional (SPC) teve sua abertura no ano de 2009 e foi incorporado 5 megagrama de calcário dolomítico com duas gradagens (28" e 32") cultivando arroz na safra 2009/2010 e em 2010/2011 e 2011/2012 foram cultivados soja.

Em cada um dos sistemas foi demarcado um hectare no ponto central do "talhão" com auxílio de um GPS, gerando uma malha contendo 25 pontos equidistantes com 25 metros entre si. Após a demarcação da malha, foram sorteados, aleatoriamente, três dos 25 pontos, para compor as três repetições dentro dos sistemas. No Cerrado nativo as coletas foram realizadas há 25 metros dentro da vegetação em três pontos com 25 metros cada. Foram coletada amostra inderformadas em cada ponto sorteados sendo quatro cilindros de aço inoxidável com 5,1 cm de altura e 4,83 cm de diâmetro (94,3 cm<sup>3</sup>), na camada de 0-10 cm de profundidade.

A condutividade hidráulica de campo ( $K_{SG}$ ) foi avaliada com o uso do permeâmetro de Guelph, a partir de furos de 10 cm de profundidade no solo com um raio (R) de três cm, e carga hidráulica (H) de 3 cm, e as leituras foram realizadas de 2 em 2 minutos. Foram tomadas seis medições, em cada um dos três pontos de cada sistema, totalizando dezoito repetições por sistema. Os valores de  $K_{SG}$  foram calculados mediante na Eq. 1, (Reynolds & Elrick, 1987):

$$K_{SG} = CQ / (2\pi H^2 + \pi a^2 C + 2\pi (H/\alpha)) \quad (1)$$

em que:  $K_{SG}$  é a condutividade hidráulica de campo (mm h<sup>-1</sup>); Q = vazão média da água infiltrada no solo (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>); H = carga hidráulica (cm); R = raio do furo (cm); A = parâmetro associado à textura e à estrutura do solo (cm<sup>-1</sup>); C = fator adimensional, estabelecido em função da relação H/α.

Para determinação da condutividade hidráulica de laboratório ( $K_{SL}$ ), as amostras indeformadas foram saturadas em uma bandeja com água com 2/3 da altura do cilindro, durante 24 horas. Depois desse processo, foi avaliada a  $K_{SL}$ , com uso do permeâmetro de carga constante conforme Donagema (2011). A medida quantitativa da condutividade hidráulica em laboratório foi obtida pela seguinte Eq. 2, derivada da lei de Darcy:

$$K_{SL} = Q \times L / A \times T \times H \quad (2)$$

em que:  $K_{SL}$  é a condutividade hidráulica saturada

de laboratório (mm h<sup>-1</sup>); Q é o volume de água (cm<sup>3</sup>); L é a altura do cilindro (cm); A é a área do cilindro (cm<sup>2</sup>); T é o tempo (s); e H é a carga hidráulica (cm). Foram considerados por base os resultados de  $K_{SL}$  obtidos nos quatro cilindros coletados.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o software SISVAR e as médias foram analisadas por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, observa-se que em média, entre os sistemas de manejo que o SPD apresentou menor valor de condutividade hidráulica, seguido pelo SPC. No entanto, ambos os sistemas de manejo apresentaram melhores valores de condutividade hidráulica quando comparados com o CN. Entre os sistemas de manejo, não houve diferenças significativas para a  $K_{SG}$ , mesmo o SPC apresentado condutividade hidráulica de 47,15 mm h<sup>-1</sup> sendo o dobro de condutividade hidráulica do SPD com 20,60 mm h<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Valores médios da condutividade hidráulica de campo ( $K_{SG}$ ) e condutividade hidráulica de laboratório ( $K_{SL}$ ), de acordo com os sistemas de uso e manejo do solo.

Sistemas de manejo <sup>(1)</sup>	$K_{SG}$	$K_{SL}$
	mm h <sup>-1</sup>	
CN	253,4a	278,2a
SPC	47,1b	175,4b
SPD	20,6b	69,2c
CV (%) <sup>(1)</sup>	13,74	12,20

<sup>(1)</sup> CN: Cerrado nativo; SPC: Sistema plantio convencional; SPD: sistema plantio direto <sup>(2)</sup> CV: coeficiente de variação.

Os resultados encontrados no presente trabalho estão de acordo com os observados por Souza & Alves (2003) em Latossolo Vermelho-Escuro que também não encontraram diferenças significativas entre o SPC e o SPD, apenas entre esses e o CN. Uma possível explicação para a menor condutividade hidráulica para dos sistemas de manejo em comparação a mata é que os sistemas de manejo provocam modificações na distribuição de partículas do solo que promovem uma diminuição dos poros do solo, especialmente os de maior tamanho (macroporos), reduzindo a área de secção transversal para o fluxo de água, aumentando a tortuosidade do percurso do fluido e afetando assim a condutividade hidráulica conforme relatado por Souza & Alves (2003).

No CN, a taxa de infiltração foi de 253,42 mm h<sup>-1</sup>,

sendo cerca de 12 vezes superior ao SPD e cinco vezes maior que o sistema de SPD, diferindo estatisticamente de ambos. Esses dados refletem a melhor condição de estrutura e agregação do solo em CN. As substâncias orgânicas excretadas pelas raízes apresentam efeito cimentante, principalmente aquelas sintetizadas pelos microrganismos do solo no processo de decomposição, favorecendo a agregação e, conseqüentemente, a condutividade hidráulica (Sousa, 2000).

Ademais, que em condições naturais do solo, a cobertura vegetal exerce forte influência sobre a superfície do solo, protegendo contra o impacto direto com gota de água da chuva e evitando o selamento superficial. Silva & Kato (1997) em Latossolo demonstraram que em solo descoberto ou desestruturado pelo preparo, pode ocorrer redução da condutividade hidráulica, como consequência do selamento superficial do solo.

Ao avaliar a  $K_{SL}$  nos sistemas de manejo, verificou-se que a velocidade de infiltração do SPC foi significativamente superior ao SPD, diferente do que ocorreu na  $K_{SG}$ . Possivelmente, a menor  $K_{SL}$  no SPD está relacionada a uma maior compactação que estes sistemas de manejo tendem a apresentar nos primeiros anos de implantação em função do não revolvimento do solo que diminui a porosidade de aeração e aumenta a microporosidade. A compactação reduz o volume ocupado pelos sólidos, diminuindo o volume de poros, especialmente os de maiores tamanhos (macroporos). De acordo com Silva et al. (2010) a distribuição de poros por tamanho juntamente com a geometria porosa controlam a transmissão e o armazenamento da água no solo. Esses dados corroboram com os de Kamimura et al. (2009) que também observaram maior condutividade hidráulica em SPC quando comparado com SPD.

Os maiores valores de  $K_{SL}$  quando comparado com o  $K_{SG}$  estão de acordo com os esperados e podem ser explicados por essa avaliação ser realizada em amostras saturadas. A condutividade hidráulica é um atributo do solo dependente do teor de umidade, apresentando maiores valores em condição de saturação, explicando assim os maiores valores de condutividade hidráulica obtidos no  $K_{SL}$ . Além disso, essas medidas são realizadas com amostras indeformadas de solo, que estão, portanto, sujeitas a uma desestruturação no ato da coleta, conforme observaram Mesquita & Morais (2004).

Segundo Maheshwari (1997) as determinações de laboratório podem superestimar os valores de  $K$ , introduzindo erros, em relação a medidas de campo, devido a alterações nas amostras e ocorrência de fluxo preferencial durante o processo de medida. Além disso, a condutividade hidráulica é sabidamente um procedimento analítico que

apresenta elevado variabilidade em decorrência da instabilidade espacial (horizontal e vertical) inerente ao solo, bem como dos efeitos da coleta sobre a amostra obtida, que normalmente sofre alguma perturbação, em especial, algum selamento superficial (Aguiar, 2008).

Todavia, o SPC apresentou valores de condutividade hidráulica superiores ao SPD, ocorrendo diferenças estatísticas somente na  $K_{SL}$ , ao contrário do que ocorreu na  $K_{SG}$ , onde não se verificou essa diferença estatística, embora os valores médios de condutividade hidráulica no SPC tenham sido em ambas as avaliações superiores aos verificados no SPD. Assim, no presente estudo a  $K_{SL}$  foi mais sensível na avaliação da condutividade hidráulica do que a  $K_{SG}$ , pois foi capaz de captar diferença estatística entre o SPD e o SPC, e obter um menor coeficiente de variação.

### CONCLUSÕES

O sistema de plantio convencional, quando avaliado em laboratório, apresenta maior condutividade hidráulica que o sistema de plantio direto.

Os sistemas de manejo do solo nas avaliações de campo e laboratório levam a uma redução da condutividade hidráulica quando comparado com o Cerrado nativo.

### AGRADECIMENTOS

À UFPI e ao CNPq pela concessão de bolsas de iniciação científica e à CAPES pela concessão de bolsas de mestrado.

### REFERÊNCIAS

AGUIAR, M.I. Qualidade física do solo em sistema agroflorestais. Universidade Federal de Viçosa, 91p. 2008. (Dissertação de Mestrado).

ALVES, M.C. & CABEDA, M.S.V. Infiltração de água em um Podzólico Vermelho-Escuro sob dois métodos de preparo, usando chuva simulada com duas intensidades. Revista Brasileira de Ciência Solo, 23:753-761, 1999.

DONAGEMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B.; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W. G. & VIANA, J.H.M. (Org.). Manual de métodos de análise do solo. 2. ed. Rio de Janeiro. 2011. 225p.

JACOMINE, P.K.T. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Rio de Janeiro, EMBRAPA SNLCS/SUDENE-DER 782p. 1986.



KAMIMURA, K.M.; ALVES, M.C.; ARF, O.; BINOTTI, F.F.S; Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho sob cultivo do arroz de terras altas em diferentes manejos do solo e da água. *Bragantia*, 68:723-731, 2009.

MAHESHWARI, B. L. Interrelations among physical and hydraulic parameters of non-cracking soils. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 68:297-309, 1997.

MESQUITA, M.G.B.F. & MORAES, S.O.A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. *Ciência Rural*, 34:963-969, 2004.

REYNOLDS, W.D. & ELRICK, D.E. A laboratory and numerical assessment of the Guelph permeameter method. *Soil Science*, 144:282-299, 1987.

SILVA, M.M. Balanço de água no solo com milho sob sistema plantio direto e diferentes doses de nitrogênio. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 86p. 2007. (Tese Doutorado).

SILVA, C.L.; KATO, E. Efeito do selamento superficial na condutividade hidráulica saturada da superfície de um solo no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32:213-220, 1997.

SOUSA, Z.M. Propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro de Servíria (MS) sob diferentes usos e manejos. Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 127p. 2000. (Dissertação de Mestrado).

SOUZA, Z.M. & ALVES, M.C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7:18-23, 2003.