



Propriedades físico-hídricas de solos cultivados com feijão preto (*Phaseolus vulgaris L.*) na bacia hidrográfica do Arroio Palmeirinha, Reserva – PR

Adalberto Alves Pereira⁽¹⁾; Edivaldo Lopes Thomaz⁽²⁾

⁽¹⁾ Mestrando em Geografia; Bolsista Capes; Universidade Estadual do Centro-Oeste; Guarapuava; Paraná; adalbertoalvespereira@yahoo.com.br.

⁽²⁾ Professor Departamento de Geografia; Universidade Estadual do Centro-Oeste; edivaldo.thomaz@pq.cnpq.br

RESUMO: Neste estudo avaliam-se algumas propriedades físico-hídricas de solos em áreas cultivadas com feijão preto (*Phaseolus vulgaris L.*) na bacia do Arroio Palmeirinha, município de Reserva – Pr. Utilizou-se um infiltrômetro de tensão a disco para mensuração da infiltração, além de serem possíveis avaliações de outros atributos relacionados ao movimento da água no solo como, o fluxo de água em três dimensões (3-D), influência do tamanho dos poros na dinâmica da água no solo, condutividade hidráulica. Foram realizados ensaios em duas áreas distintas. Foram realizadas 9 repetições a tensão de zero centímetro de água e 9 a -5 cm de água. As áreas divergiram nos valores de infiltração nas diferentes tensões, tendo a área F1 apresentado valores maiores a 0 cm e a área F2 a -5 cm. A microporosidade na área estudada tem maior influência sobre o fluxo vertical, pois, o fluxo vertical reduziu em 73 e 46% e o fluxo 3-D sofreu reduções de 37 e 46% para F1 e F2 respectivamente.

Termos de indexação: Condutividade hidráulica; Agricultura tradicional; infiltrômetro de tensão.

INTRODUÇÃO

A água é de fundamental importância nos estudos dos solos, já que ela influencia desde a formação dos mesmos por meio do intemperismo químico até a garantia de desenvolvimento e sobrevivência de plantas e da fauna endopodônica.

A água presente nos solos auxilia também no controle do ar e da temperatura dos mesmos, além de influenciar nos processos hidroerosivos.

Ao atingir a superfície do solo a água inicia sua movimentação no interior deste através do processo de infiltração, que é definido por Libardi (2005, p.209) como “a entrada de água no solo através de sua superfície, isto é, através da interface solo-atmosfera”.

A capacidade de infiltração de água no solo determina o comportamento dos processos erosivos tanto em superfície quanto em subsuperfície, bem como o abastecimento dos

lençóis freáticos. Diante disto fica evidente a importância que os estudos de água no solo representam tanto para a ciência hidrológica quanto geomorfológica.

Para se estudar o processo de infiltração e a dinâmica da água no solo, muitos equipamentos foram desenvolvidos a fim de compreender e explicar de forma sistemática e clara a dinâmica hidrológica nos solos. Alguns equipamentos são de uso simples como os infiltrômetros de anéis, outros de uso mais elaborado e de maior custo como os simuladores de chuva.

Apesar de úteis nos estudos hidrológicos estes equipamentos demonstravam-se limitados nas mensurações de determinados atributos que interferem no movimento da água no solo. Desta forma, novos métodos e tecnologias foram sendo criados, entre estes está o Infiltrômetro de tensão descrito por Perroux & White (1988), que além das taxas de infiltração possibilita a mensuração do fluxo de água em três dimensões (Q 3-D), a microporosidade do solo, condutividade hidráulica (K) e condutividade hidráulica saturada (Ksat).

Deste modo o presente estudo teve como objetivo avaliar algumas propriedades físico-hídricas (K, Ksat, Q 3-D, infiltração) de solos cultivados com feijão na bacia hidrográfica do Arroio Palmeirinha, município de Reserva - Pr. Para ver se as diferentes formas de manejo desta cultura afetam as citadas propriedades físico-hídricas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em duas áreas (F1, F2) cultivadas com feijão preto (*Phaseolus vulgaris L.*) na bacia hidrográfica do Arroio Palmeirinha, município de Reserva – Pr. A bacia tem como coordenadas as latitudes 24°31'28"S e 24°33'21"S; e longitudes 50°53'50"W e 50°56'16"W (Folha SG.22-X-A-IV-1). Apresenta uma área total de 774 ha. Os canais da bacia hidrográfica do arroio Palmeirinha têm comprimento total de 7,36 km, o que resulta numa densidade de drenagem de 0,95 km/km². Seu canal principal tem 5,05 km de comprimento (escala 1:50000)



Escolheram-se áreas cultivadas com feijão, por ser esta uma das principais culturas praticadas no município, com produção de cerca de 28.200 toneladas, tornando-o o terceiro maior produtor do estado do Paraná e o décimo maior do país, com participação de 0,73% do total nacional (SALVADOR, 2011).

Os solos das áreas estudadas são classificados como Neossolos litólicos de textura argilosa, por serem solos recentes apresentam baixas profundidades, em torno de 70 cm. (MINEROPAR, 2007). As vertentes em questão têm declividade variando entre 12 e 30° e forma côncavo-convexa (PEREIRA & THOMAZ, 2013), o cultivo é realizado de forma tradicional sem a utilização de máquinas agrícolas na área F1. Na área F2 o manejo se dá com uma aração e duas gradagens e o plantio é mecanizado.

Os ensaios de infiltração foram realizados utilizando-se um infiltrômetro de tensão a disco com diâmetro de 20 cm. Escolheu-se este infiltrômetro por ser “um mecanismo capaz de realizar medições de infiltração de água sob potencial negativo, permitindo o estudo do movimento da água em solos não saturados” (POTT & DE MARIA, 2003).

O infiltrômetro de tensão é composto por uma disco medindo 20cm de diâmetro, uma torre de água com 80cm de altura e 4,45cm de diâmetro, uma torre de bolha com 50 cm de altura e diâmetro em cerca de 2cm, e uma vareta com 45cm de comprimento responsável pelo controle da tensão aplicada e um tecido de fibra de nylon para simular a microporosidade do solo fazendo com que a água movimente-se por capilaridade.

Foram realizados 18 ensaios em cada área, sendo 9 a 0 (zero) cm de água de tensão e 9 a tensão de -5 cm de água. Optou-se por estes níveis de pressão para avaliação da microporosidade do solo, pois segundo Aoki & Sereno (2005, p. 298) aplicando-se a equação de capilaridade (equação 01) pode-se calcular o raio (r) do poro correspondente a uma determinada tensão de água aplicada.

Equação 01.

$$r = \frac{-2\sigma \cos \alpha}{\rho g h}$$

Em que: σ é a tensão da água na superfície; $\cos \alpha$ é o ângulo de contato entre a água e a parede do poro (utiliza-se o valor de 1, que representa contato perfeito); ρ é a densidade da água, g a gravidade e h a tensão da água no infiltrômetro em mm.

Para se determinar a taxa de infiltração básica, utilizou-se a equação 02 descrita por Pott & De Maria (2003).

Equação 02.

$$VIB = q \times 60 \times \left(\frac{Dt^2}{Db^2} \right)$$

Em que: q é o fluxo constante de água do infiltrômetro de tensão, mm min^{-1} ; Dt o diâmetro do tubo do infiltrômetro de tensão, mm; e Db o diâmetro da base do infiltrômetro de tensão, mm.

O fluxo de água no solo em três dimensões está relacionado à condutividade hidráulica, e foi estimado através da equação 03, baseada em Wooding (1968).

Equação 03.

$$Q = \pi r^2 k \left(1 + \frac{4}{\pi r \alpha} \right)$$

Sendo: Q fluxo em 3-D (cm^3/h); r o raio do disco; K a condutividade hidráulica (cm/h); α é uma constante dependente da vazão e da tensão aplicada pelo infiltrômetro.

A condutividade hidráulica não saturada foi estimada aplicando-se a equação 04, descrita por Gardner (1958).

Equação 04.

$$K(h) = K_{sat} \exp(\alpha h)$$

Onde: $K(h)$ condutividade hidráulica não saturada (cm/h); K_{sat} condutividade hidráulica saturada (cm/h), h tensão aplicada pelo infiltrômetro.

Para obtenção da condutividade hidráulica saturada utilizou-se a equação 05 descrita também por Gardner (1958).

Equação 05.

$$Q(h_n) = \pi r^2 K_{sat} \exp(\alpha h_n) \left(1 + \frac{4}{\pi r \alpha} \right)$$

Sendo: $Q(h_n)$ volume do fluxo de água do infiltrômetro sob determinada tensão (cm^3/h); r o raio do disco; h_n tensão exercida pelo infiltrômetro; K_{sat} condutividade hidráulica saturada (cm/h).

A constante (α) é uma função logarítmica da razão do volume de água infiltrado em duas diferentes tensões exercidas pelo infiltrômetro dada em cm^{-1} , e pode ser determinada pela equação 06, citada por Gardner (1958).

Equação 06.

$$\alpha = \frac{\ln [Q(h_2)/Q(h_1)]}{h_2 - h_1}$$

Algumas características físicas do solo (densidade de partículas, densidade do solo e porosidade total) que podem interferir na dinâmica da água também foram avaliadas, os parâmetros foram determinados de acordo com Embrapa (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os parâmetros físicos do solo (D_p , D_s , P_t) não apresentaram diferenças significativas entre as áreas, não influenciando nos dados obtidos. A



área F1 apresenta valores relativamente menores que a área F2 para os referidos parâmetros, mas que não diferem significativamente a 5% no teste t de Tukey.

QUADRO 01. Parâmetros físicos dos solos.

Área	Dp (g/cm ³)	Ds (g/cm ³)	Pt (%)
F1	2.28±0.10	1.17±0.23	48.5±8.5
F2	2.33±0.03	1.19±0.12	48.7±5.34

n= 36. média±desvio padrão. Dp, Densidade de partículas; Ds, Densidade do solo; Pt, porosidade total.

A infiltração na área F1 apresentou maior variação durante os ensaios ocorrendo desvios nas mensurações. Apesar disto a tensão de 0 cm de água foi a que apresentou o maior volume acumulado de água ao final de uma hora, cerca de 200,58 mm, 17% maior que a infiltração da área F2 em igual tensão, já que na área F2 a infiltração acumulada em uma hora foi de 165,54 mm.

Na tensão de menos cinco centímetros de tensão (-5 cm) a área F1 apresentou baixa variação durante o ensaio, com infiltração acumulada de 55,03 mm, 31% menor que a infiltração acumulada da área F2 que registrou média de 89,79 mm.

Observando a variação de infiltração entre as diferentes tensões numa mesma área nota-se que a área F1 tem maior dependência do fluxo em microporos, já que com a aplicação de tensão houve uma redução de 73% nos fluxos de água, reduzindo de 200,58 para 55,03 mm de água.

Já na área F2 esta redução representou cerca de 46%, demonstrando que apesar de representativo o fluxo se dá em maior proporção entre os meso e macroporos. O que pode ser resposta à forma de manejo, já que o solo acaba tendo sua estrutura rompida com a mecanização ampliando a macroporosidade em um primeiro momento.

O fluxo em 3-D que considera não somente o movimento vertical da água, mas também horizontal (lateral) dentro do solo, mostrou menor dependência da microporosidade do que a infiltração, já que a variação entre o fluxo a zero centímetro de tensão e a menos cinco centímetros foi de cerca de 40%, sendo 37% para F1 e 46% para F2.

Aoki e Sereno (2005) estudando as relações entre condutividade hidráulica e porosidade do solo, verificaram que existem modificações na condutividade hidráulica e na porosidade dos solos atreladas ao uso e as condições topográficas da área, que pode ser atribuído também a maior variabilidade na área F1, já que esta apresenta maior declividade e menor tempo de uso em relação à área F2.

No quadro 02 podem-se observar os parâmetros avaliados nas duas áreas, nota-se que a variação da umidade volumétrica do solo

não apresentou diferenças significativas entre as diferentes tensões e diferentes áreas, apesar das diferenças em condutividade hidráulica e infiltração, demonstrando ser um parâmetro atrelado a outras características dos solos.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir com a realização deste trabalho que o infiltrômetro de tensão apresenta-se como um equipamento útil nos estudos sobre a dinâmica da água no solo, pois possibilita a mensuração de diversos parâmetros responsáveis por esta dinâmica.

Apesar das variações em números absolutos, observa-se que ambas as áreas apresentaram dinâmica semelhante em relação ao movimento da água tanto em 0 (zero) cm quanto em -5 cm de tensão.

A condutividade hidráulica a tensão de zero centímetro assume o valor da condutividade hidráulica saturada, por se considerar este o valor máximo de movimento de água no solo.

A microporosidade na área estudada tem maior influência sobre o fluxo vertical, pois com a redução da tensão o fluxo vertical foi reduzido em 73 e 46% e o fluxo 3-D sofreu redução de 37 e 46% para F1 e F2 respectivamente.

Por não apresentar diferenças significativas entre as áreas e as tensões aplicadas a umidade volumétrica do solo demonstrou sofrer maior influência de outras propriedades do solo, que não hidráulicas, deixando assim lacunas a serem estudadas para melhor conhecimento da dinâmica da água no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOKI, A. M.; SERENO, R.. Modificaciones de la conductividad hidráulica y porosidade del suelo estimadas mediante infiltrômetro de disco a tensión. **Agricultura técnica**. Vol 65, n 3. p.295-305. 2005.
- EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa do solo. **Manual de métodos de análise do solo**. 2ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.212p.
- GARDNER, W. R.. Some steady state solutions of unsaturated moisture flow equations with application to evaporation from a water table. **Soil Science**, 85. p.228-232, 1958.
- MINEROPAR, Minerais do Paraná. **Mapa de Vulnerabilidade Geoambiental do Estado do Paraná**. Escala 1:650000. 2007. Disponível em <http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=133>. Acesso em 04 de outubro de 2012
- MINISTÉRIO DO EXÉRCITO – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E COMUNICAÇÕES. **Carta topográfica Reserva - PR Folha SG.22-X-A-IV-1**. Escala 1: 50000.

PEREIRA, A. A.; THOMAZ, E. L.. **Hipsometria e Declividade da Bacia Hidrográfica do Arroio Palmeirinha, município de Reserva – PR, utilizando o Software Spring.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR), 2013. Foz do Iguaçu, PR. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. p. 3494-3501. 1 DVD.

PERROUX, K. M.; WHITE, I.. Designs for disc permeameters. **Soil Sci. American Journal.** 52:1205-1215. 1988.

POTT, C. A.; DE MARIA, I. C.. Comparação de métodos de campo para determinação da velocidade

de infiltração básica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** V.27. p. 19-27, 2003.

SALVADOR, C. A.. Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/2012. **Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB-PR).** Relatório técnico, 2011. Disponível em www.seab.pr.gov.br. Acesso em março de 2012.

WOODING, R. A.. Steady infiltration from a shallow circular pond. 1968. **Water Resour. Res.** 4: p.1259-1273

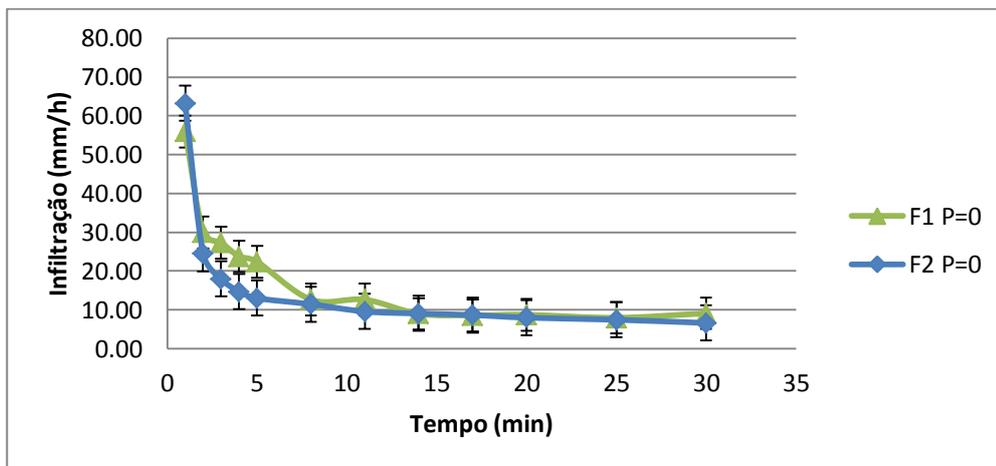


FIGURA 01. Taxa de infiltração nas áreas F1 e F2, a tensões de 0 cm de água.

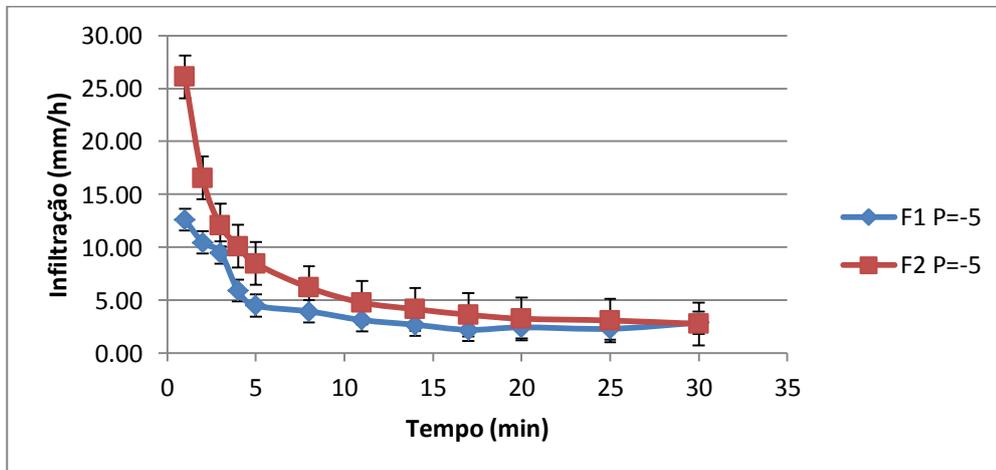


FIGURA 02. Taxa de infiltração nas áreas F1 e F2, a tensões de -5 cm de água.

QUADRO 02. Parâmetros físico-hídricos de áreas cultivadas com feijão.

Área	Tensão	Q (cm ³)	Ksat (cm/h)	K (cm/h)	Q 3-D (cm ³ /h)	θ _i (m ³ /m ³)	θ _f (m ³ /m ³)
F1	0	311.79	0.99	0.99	463.76	18.3	34.3
	-5	85.49		0.271	127.13	16.6	27.8
F2	0	257.24	0.742	0.742	476.27	13.8	26.6
	-5	139.58		0.403	258.67	12.4	22.7