

## AValiação DA TAXA DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA EM UM LATOSSOLO VERMELHO SUBMETIDO A DOIS SISTEMAS DE MANEJO\*

**Antonio Angelotti Netto<sup>1</sup>; Edemo João Fernandes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>SEA, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo e Embrapa Instrumentação Agropecuária,, São Carlos, SP, angeloti@cnpdia.embrapa.br

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP

### 1 RESUMO

A infiltração de água no solo é um dos processos mais importantes do ciclo hidrológico, uma vez que a partir desse parâmetro pode-se determinar o escoamento superficial e estimar o armazenamento de água no solo. O manejo do solo é um importante fator que influencia a infiltração de água. O solo manejado erroneamente pode ocasionar perdas de solo, lixiviação de pesticidas e fertilizantes, causando efeitos nefastos à produção agrícola e ao ambiente. Diante deste contexto, objetivou-se determinar a velocidade de infiltração em um Latossolo Vermelho eutroférico ocorrente na UNESP, Jaboticabal, SP, submetido aos sistemas de manejo convencional e pousio. As medidas foram realizadas com anéis concêntricos, nos intervalos de tempo: 5, 10, 20, 30 e 60 minutos. Verificou-se que o manejo em pousio a que foi submetido o solo, não foi o suficiente para lhe proporcionar velocidades de infiltração maiores do que no solo manejado convencionalmente.

**UNITERMOS:** infiltração acumulada, manejo de solo, pousio

### ANGELOTTI NETTO, A.; FERNANDES, E. J. EVALUATION OF WATER INFILTRATION RATE IN A RED LATOSSOL SUBMITTED TO TWO MANAGEMENT SYSTEMS

### 2 ABSTRACT

Water infiltration in the soil is one of the most important processes of the hydrological cycle, as this parameter may be used to determine water runoff and estimate water storage in the soil. Soil management is an important factor that influences water infiltration. Erroneous soil management may cause soil losses, pesticide and fertilizer leaching, and disastrous effects to the agricultural production and the environment. Considering this, it was decided to determine the infiltration rate of a Red Latosol (Rhodic Eutrudox) at UNESP, Jaboticabal, and SP, BRAZIL, submitted to a conventional management system and to a non-cultivated one. These measurements were made using concentric rings, at time intervals of 5, 10, 20, 30 and 60 minutes. It was verified that the non-cultivated period to which the soil was submitted was not sufficient to provide a greater infiltration rate than that one achieved by conventional soil management.

\*Trabalho desenvolvido durante o Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

**KEYWORDS:** accumulated infiltration, soil management, non-cultivated soil

### 3 INTRODUÇÃO

Com a Revolução Verde, intensificou-se o uso de agrotóxicos e fertilizantes na agricultura, causando um acúmulo considerável na quantidade de contaminantes no ambiente, sobretudo no solo e nas águas superficial e subterrânea (MILLER e GARDINER, 2001). O conhecimento do fluxo de água na região não saturada do solo tornou-se essencial, não só na preservação dos recursos naturais, mas também na manutenção e incremento da produtividade das lavouras, uma vez que a erosão hídrica e a lixiviação de nutrientes são extremamente perniciosas ao meio ambiente e à produção agrícola.

Considerando que qualquer substância química aplicada no ambiente, em geral, atinge o solo (LAVORENTI et al., 2003), a contaminação das águas superficiais, em razão do escoamento superficial, assim como das águas subsuperficiais, em virtude da lixiviação desses compostos químicos, tem merecido atenção especial dos pesquisadores.

Um importante parâmetro que possibilita estimar o escoamento superficial (SCOTT, 2000) e avaliar o armazenamento de água no perfil do solo é a infiltração de água, caracterizada pela entrada de água no solo através da interface solo-atmosfera (LIBARDI, 2000). Essa quantificação é dada pela relação inversa entre o volume de água infiltrado e a quantidade de material erodido (SIDIRAS e ROTH, 1987).

A taxa de infiltração, definida como o volume de água que atravessa a unidade de área da superfície do solo por unidade de tempo, tende a decrescer com o tempo, atingindo um valor final constante, denominado de taxa de infiltração básica.

Segundo Cabeda (1984), a taxa de infiltração de água é, isoladamente, a propriedade que melhor reflete as condições físicas do solo, sua qualidade e estabilidade estrutural. Determinar a taxa de infiltração vertical de um solo é fundamental na engenharia de água e solo (FABIAN e OTTONI FILHO, 1997), na definição de práticas hidrológicas (BRITO et al., 1996), na escolha de métodos de irrigação a serem adotados no manejo agrícola de sistemas irrigados (BERNARDO, 1995; ARAÚJO FILHO e RIBEIRO, 1996), bem como em práticas agrônômicas, pelo seu papel na formação do escoamento superficial (CICHOTA et al., 2003).

Vários fatores condicionam a infiltração de água no solo, a saber: tempo de precipitação da chuva ou irrigação, conteúdo inicial de água, condutividade hidráulica, profundidade e camada de impedimento no perfil (HILLEL, 1998). Entretanto, esse é um processo dinâmico e complexo (SCOTT, 2000) governado pelas propriedades físicas do solo, da água e do manejo adotado (SALES et al., 1999; URCHEI e FIETZ, 2002).

No que tange ao manejo, autores como Barcelos et al. (1999) afirmam que o preparo de solo que consistir de aração, gradagem, incorporação de restos culturais, com intensa mobilização, estará expondo o solo à ação dos agentes erosivos. Contudo, esses mesmos autores argumentam que o preparo do solo promove irregularidades na sua superfície, as quais podem facilitar a retenção de água e a detenção superficial da enxurrada no interior dessas mini-depressões. Medidas como o aumento da infiltração de água e a manutenção dos solos cobertos, são de grande valia no controle da erosão. Assim, dentre os fatores que atuam no processo de infiltração, a continuidade dos poros e a presença de camadas compactadas são os de maior relevância. No sistema convencional de preparo do solo forma-se uma camada em que predominam os macroporos, que permitem maior velocidade de infiltração (CASTRO, 1995). Porém, a continuidade desse sistema poroso pode ser destruída pelo preparo (WU et al., 1992), especialmente na camada subsuperficial, quando esta se encontra compactada pelo uso contínuo de um mesmo sistema de preparo (CASTRO, 1995).

Citando vários autores Reichert et al. (1992) e Alves e Cabeda (1999) atestam que o selamento superficial reduz severamente a infiltração de água, em razão do menor volume de poros dessa camada e à dominância de poros de pequeno diâmetro. Da mesma maneira que Castro (1995) afirma que o preparo com arado escarificador aumenta a infiltração, Centurion e Demattê (1992) e Cassol et al. (1999) asseguram que a subsolagem proporciona maiores taxas de infiltração, tanto em área preparada convencionalmente como em sistema de semeadura direta.

A taxa de infiltração depende diretamente da textura e da estrutura dos solos. Em solos arenosos ou argilosos com partículas bem agregadas, graças a sua maior porcentagem de poros grandes, têm-se maiores velocidades de infiltração (BERNARDO, 1995). Ainda de acordo com esse autor, a variação verificada na velocidade de infiltração em um mesmo solo, por causa da diferença do teor de umidade, desaparece geralmente 60 minutos depois do início da aplicação de água.

Conhecer como o processo de infiltração é afetado pelas propriedades e condições transientes dos solos e pelo modo de aplicação de água, é, portanto, um pré-requisito para o entendimento do ambiente biofísico e para um eficiente manejo do solo e da água (HILLEL, 1998).

Esta pesquisa foi realizada com o intuito de contribuir para a definição de sistemas de manejo que contemplem a conservação do solo e da água. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi determinar e comparar a velocidade de infiltração de água em um Latossolo Vermelho, submetido aos sistemas de manejo convencional e pousio.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho Eutroférico argiloso (Tabela 1) na Área Demonstrativa e Experimental de Irrigação da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, no município de Jaboticabal-SP, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. Pontuada geograficamente pelas coordenadas 21° 15' 22" S e 48° 18' 58" W, e altitude média 570 m. A declividade média da área é de 8%. O clima é do tipo Cwa (subtropical) de acordo com a classificação de Köppen.

No ensaio foram utilizados dois métodos de manejo de solo: pousio, denominado de tratamento 1 (T1) e convencional associado a escarificação, como tratamento 2 (T2). O solo do T1 estava em pousio há seis anos, recebendo apenas roçadas, efetuadas mecanicamente com trator, para o controle das plantas daninhas, ao passo que, no T2, o solo era manejado intensamente, por igual período do T1, com duas arações, gradagens e uma escarificação, além da irrigação que possibilitava a implantação de dois cultivos anuais, milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).

A taxa de infiltração vertical foi determinada utilizando-se o método dos anéis concêntricos (BOUWER, 1986; BERNARDO, 1995) em três repetições. A escolha por esse equipamento foi em razão de seu grande emprego, simplicidade, facilidade de manuseio e execução dos testes de infiltração no campo (FABIAN e OTTONI FILHO, 1997).

As medidas de infiltração foram realizadas, em cada tratamento, em áreas de 25 m<sup>2</sup> previamente delimitadas. Os tempos de infiltração foram de 0,08 (5 min), 0,16 (10 min), 0,33 (20 min), 0,50 (30 min) e 1 hora, com a duração total do teste de 8,34 (500 min) horas. O cilindro interno de 0,2 m de diâmetro e o externo de 0,4 m de diâmetro foram cravados no solo a 0,10 m de profundidade, considerando que o de fora tem a função de eliminar efeitos de bordadura. Em seguida efetuou-se o preenchimento de ambos os cilindros com água, dando início às medidas de infiltração no anel interno. Com o auxílio de uma régua graduada aferiu-se

**Tabela 1.** Análise textural, densidade ( $\rho$ ) e porosidade total para as profundidades do solo estudado, em ambos os sistemas de manejo.

z m	Trata- mento	Argila	Silte	Areia		Areia total	$\rho$ Mg m <sup>-3</sup>	Porosi- dade total m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>
				Fina	Grossa			
0,1	1	560	250	105	85	190	1,42	0,5375
	2	515	315	110	60	170	1,27	0,5825
0,2	1	560	265	105	70	175	1,36	0,5698
	2	490	340	105	65	170	1,29	0,6078
0,3	1	575	260	95	70	165	1,30	0,5616
	2	525	325	95	55	150	1,32	0,5717
0,4	1	590	250	95	65	160	1,11	0,5714
	2	550	305	95	50	145	1,14	0,6093

a altura de água (h) sobre o solo nos diversos tempos já mencionados. A infiltração acumulada e a taxa de infiltração de água no solo foram obtidas tomando-se por base o valor médio das três repetições, segundo a metodologia descrita em Reichardt (1990) e Bernardo (1995).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os valores da taxa de infiltração medida em ambos os sistemas de manejo nos diversos tempos e repetições. Verifica-se que houve grande amplitude entre as repetições de um mesmo tratamento. Esses resultados confirmam a variabilidade, já que as relações entre o material de origem, a topografia, o tempo, e as propriedades resultantes induzem uma variabilidade natural dos solos (COELHO, 2003), as quais podem inviabilizar a estimativa de fluxos de água em solos não saturados (REICHARDT et al., 1993).

Os resultados da infiltração acumulada e das taxas de infiltração de água no solo para o sistema de manejo convencional foram maiores do que no solo mantido em pousio (Figura 1 e Tabela 3), a exemplo do que constataram Sidiras e Roth (1987). A expressiva diferença verificada deve-se provavelmente ao sistema de preparo de solo que contemplava seu revolvimento na camada arável associado ao rompimento de possíveis camadas compactadas na subsuperfície. Esses resultados corroboram os encontrados por Abrão et al. (1979) e Cassol et al. (1999), que atribuíram as maiores taxas de infiltração à ruptura de camadas compactadas na subsuperfície, em detrimento dos tratamentos que não a efetuaram.

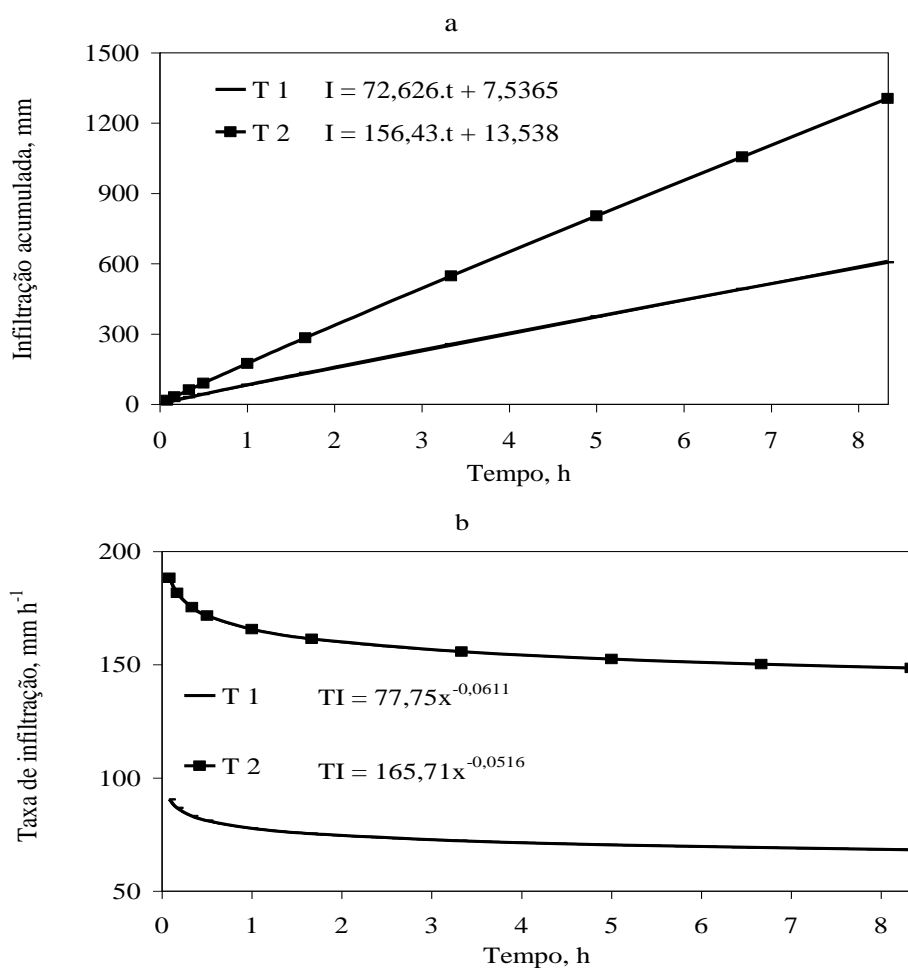
O maior volume de poros (Tabela 1) verificado no solo preparado convencionalmente pode ter sido um dos responsáveis pela alta taxa de infiltração de água nesse tratamento. Tal superioridade também se deve ao sistema de preparo, que primou pela mobilização tradicionalmente empregada, combinada à escarificação, que de acordo com Burwell et al. (1966) aumenta a porosidade total, o diâmetro médio dos poros e a rugosidade do solo. Atributos que segundo Cogo et al. (1984) favorecem a infiltração de água no solo. Esses resultados estão em conformidade com os encontrados por Wu et al. (1992). O menor volume de poros do solo em pousio reflete os maiores valores de densidade verificados no mesmo, já que o valor de densidade obtido na camada superficial está pouco acima do limite superior da amplitude média (1,40 Mg/m<sup>3</sup>) para essa classe de solo (REICHARDT, 1990). Apesar dos seis

anos em que o solo permaneceu em pousio, recebendo somente roçadas para controle de plantas daninhas, a área em pousio não propiciou taxas de infiltração equivalentes a do solo trabalhado intensamente. As equações de infiltração acumulada e taxa de infiltração obtidas para ambos sistemas de manejo de solo encontram-se na Figura 1.

**Tabela 2.** Taxas de infiltração medida em um Latossolo Vermelho submetido a pousio (T1) e cultivo convencional (T2) nos diversos tempos (t, horas) e repetições.

t	T 1				T 2			
	----- Repetições -----			Média	----- Repetições -----			Média
h	1	2	3		1	2	3	
	----- mm h <sup>-1</sup> -----							
0,08	9,0	5,0	9,0	7,7	14,0	20,0	21,0	18,3
0,17	9,0	6,0	9,0	8,0	14,0	20,0	12,0	15,3
0,25	9,0	5,0	9,0	7,7	14,0	18,0	10,0	14,0
0,33	8,0	4,0	8,0	6,7	11,0	18,0	9,0	12,7
0,42	8,0	4,0	8,0	6,7	11,0	18,0	9,0	12,7
0,50	8,0	4,0	8,0	6,7	11,0	18,0	9,0	12,7
0,67	9,0	13,0	19,0	13,7	25,0	34,0	23,0	27,3
0,83	9,0	12,0	18,0	13,0	25,0	34,0	22,0	27,0
1,00	8,0	12,0	18,0	12,7	25,0	34,0	22,0	27,0
1,17	7,0	12,0	18,0	12,3	25,0	34,0	22,0	27,0
1,33	7,0	12,0	18,0	12,3	25,0	34,0	22,0	27,0
1,67	16,0	25,0	36,0	25,7	53,0	68,0	57,0	59,3
2,00	16,0	25,0	34,0	25,0	47,0	65,0	57,0	56,3
2,33	14,0	27,0	33,0	24,7	50,0	65,0	55,0	56,7
2,67	14,0	27,0	31,0	24,0	45,0	65,0	55,0	55,0
3,00	14,0	27,0	31,0	24,0	46,0	65,0	55,0	55,3
3,33	14,0	27,0	31,0	24,0	45,0	65,0	55,0	55,0
3,83	20,0	41,0	48,0	36,3	68,0	93,0	84,0	81,7
4,33	22,0	40,0	47,0	36,3	68,0	89,0	84,0	80,3
4,83	21,0	41,0	46,0	36,0	65,0	89,0	84,0	79,3
5,33	21,0	41,0	45,0	35,7	65,0	87,0	84,0	78,7
6,33	43,0	83,0	87,0	71,0	123,0	152,0	156,0	143,7
7,33	43,0	82,0	91,0	72,0	120,0	150,0	156,0	142,0
8,33	42,0	75,0	91,0	69,3	120,0	145,0	160,0	141,7
<b>Média</b>	<b>16,3</b>	<b>27,1</b>	<b>33,0</b>	<b>25,5</b>	<b>46,5</b>	<b>61,7</b>	<b>55,1</b>	<b>54,4</b>

A representação do maior grau de compactação, especialmente na camada superficial (0,10 m), pode ser verificado pelas menores taxas de infiltração de água, constatação também realizada por Centurion e Demattê (1985). Os maiores valores de densidade obtidos na camada superficial do solo em pousio indicam a formação de um selamento superficial, que pode ter sido causado pela compactação provocada pelo tráfego de máquinas utilizadas para controlar as plantas daninhas, visto que a passagem do rodado desses equipamentos eleva a densidade do solo (SILVA et al., 2003). Provavelmente tal impedimento determinou as discrepantes taxas de infiltração de água verificadas entre os tratamentos, uma vez que a formação do selo superficial pode reduzir acentuadamente a infiltração de água no solo.



**Figura 1.** Valores de infiltração acumulada (a) e taxa de infiltração de água no solo (b) nos sistemas de manejo sob pousio (T1) e convencional (T2), com suas respectivas equações.

**Tabela 3.** Valores de infiltração acumulada (I, mm) e taxa de infiltração básica (TIB, mm h<sup>-1</sup>) ao final do experimento (t = 8,33 horas) em ambos sistemas de manejo do solo e seus respectivos coeficientes de variação (CV). Valores individuais e médios de três repetições

Atributo	Repetição			Média	CV (%)	
	1	2	3			
T1						
T2						
T1	I	375	647	822	615 b	23,4
T2	I	1150	1560	1200	1305 a	
T1	TIB	34	83	96	71 b	26,1
T2	TIB	132	176	138	148 a	
T2/T1	em I	3,07	2,41	1,46	2,12	-
	em TIB	3,88	2,12	1,44	2,08	-

\* Médias, seguidas por letras diferentes, no mesmo atributo, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

As taxas de infiltração básicas de água no solo obtidas nos dois tratamentos, acima de 30 mm h<sup>-1</sup>, independentemente do sistema de manejo, classifica-o como solo de infiltração

básica muito alta (REICHARDT, 1990), apesar do solo ser muito argiloso. De acordo com esse mesmo autor, tal característica deve-se ao tipo de argila que constitui o solo, o qual não possui boas propriedades de retenção de água, tornando-o muito permeável. Constatação corroborada com os resultados obtidos por Angelotti Netto (2001) que ao estudar as propriedades físicas desse solo constatou maiores valores de condutividade hidráulica do solo manejado convencionalmente em detrimento ao mantido em pousio. Essas características credenciam particularmente o solo da área manejada convencionalmente a receber maiores quantidades de água na irrigação, com pouca possibilidade de provocar erosão.

Tal constatação tem especial importância, já que as áreas de ambos os tratamentos destinam-se a realização de experimentos com culturas irrigadas.

Apesar de ser muito empregado no campo, o método utilizado requer uma expressiva demanda de tempo para sua realização, além de admitir possíveis fontes de erro originários no momento de encrave dos cilindros no solo.

## 6 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados apresentados nesse trabalho, pode-se inferir que:

1. O sistema de manejo convencional do solo proporcionou maiores taxas de infiltração de água e infiltração acumulada, em relação ao sistema em pousio.
2. Seis anos em pousio não foram suficientes para que a capacidade de infiltração desse solo pudesse acompanhar a do manejado convencionalmente.
3. O solo da área em pousio mostrou-se mais suscetível à formação do escoamento superficial e, conseqüentemente, ao processo erosivo.

## 7 AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor, ao programa de pós-graduação em Ciência do Solo pela oportunidade, ao professor José Frederico Centurion pelas contribuições e aos técnicos do Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP pelo apoio.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, P.U.R. et al. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre características de um Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 3, n. 3, p.169-172, 1979.
- 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 do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p.753-761, 1999.
- ANGELOTTI NETTO, A. **Determinação da condutividade hidráulica por diferentes técnicas de medidas de umidade do solo**. 2001. 101f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

- ARAÚJO FILHO, J.C; RIBEIRO, M.R. Infiltração de água em cambissolos do Baixo Irecê (BA). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n.3, p.363-370, 1996.
- BARCELOS, A.A.; CASSOL, E.A.; DENARDIN, J.E. Infiltração de água em um Latossolo Vermelho-Escuro sob condições de chuva intensa em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 3, n. 1, p.35-43, 1999.
- BERNARDO, S. Infiltração d' água no solo. In: \_\_\_\_\_. **Manual de irrigação**. Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.19-45.
- BOUWER, H. Intake rate: cylinder infiltrometer. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis I, physical and mineralogical methods**. 2.ed. Madison: ASA/SSSA, 1986. p.825-844.
- BRITO, L.T.L. et al. Influência do método na determinação da velocidade de infiltração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 3, p.503-507, 1996.
- BURWELL, R.E.; ALLMARAS, R.R.; SLONEKER, L.L. Structural alteration of soil surfaces by tillage and rainfall. **Journal Soil Water Conservation**, Ankeny, v. 21, n. 1, p.61-63, 1966.
- CABEDA, M.S.V. Degradação física e erosão do solo. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, 1., SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO DO PLANALTO, 3., 1984, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo/Projeto Integrado de Conservação do Solo, 1984. p.28-33.
- CASSOL, E.A. et al. Infiltração de água e perdas de água e solo por erosão influenciadas por diferentes métodos de melhoramento da pastagem nativa gaúcha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p.923-931, 1999.
- CASTRO, O.M. **Comportamento físico e químico de um Latossolo Roxo em função do seu preparo na cultura do miho (*Zea mays* L.)**. 1995. 174f. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 3, p.263-266, 1985.
- CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I. Sistemas de preparo de solos de cerrado; efeitos nas propriedades físicas e na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p.315-324, 1992.
- CICHOTA, R.; JONG van LIER, Q.; LEGUIZAMÓN ROJAS, C.A. Variabilidade espacial da taxa de infiltração em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p.789-798, 2003.
- COELHO, A.M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. In: CURI, N. et al. (Ed.) **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v. 3, p.249-290.



COGO, N.P.; MOLDENHAUER, W.C.; FOSTER, G.R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v. 48, n. 2, p.368-373, 1984.

FABIAN, A.J.; OTTONI FILHO, T.B. Determinação de curvas de infiltração usando uma câmara de fluxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 2, p.325-333, 1997.

HILLEL, D. Entry of water into soil. In: \_\_\_\_\_. **Environmental soil physics**. New York: Academic Press, 1998. p.385-426.

LAVORENTI, A.; PRATA, F.; REGITANO, J.B. Comportamento de pesticidas em solos – fundamentos. In: CURTI, N. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v. 3, p. 335-400.

LIBARDI, P.L. Infiltração de água no solo. In: \_\_\_\_\_. **Dinâmica da água no solo**. 2.ed. Piracicaba: Ed. do Autor, 2000. p. 343-378.

MILLER, R.W.; GARDINER, D.T. Pollution of soil, water, and air. In: \_\_\_\_\_. **Soils in our environment**. 9. ed. London: Prentice Hall, 2001. p. 499-529.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1990. 171 p.

REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S.; VILLAGRA, M.M. Estimativa de fluxos de água em solos não saturados. **Bragantia**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 83-87, 1993.

REICHERT, J.M.; VEIGA, M. da; CABEDA, M.S.V. Selamento superficial e infiltração de água em solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 3, p.289-298, 1992.

SALES, L.E.O. et al. Estimativa da velocidade de infiltração básica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p.2091-2095, 1999.

SCOTT, H.D. Soil water flow processes in the field. In: \_\_\_\_\_. **Soil physics: agricultural and environmental applications**. Iowa: State University Press, 2000. p.244-281.

SIDIRAS, N.; ROTH, C.H. Infiltration measurements with double-ring infiltrometers and a rainfall simulator under different surface conditions on an Oxisol. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 9, n. 2, p.161-168, 1987.

SILVA, R.B.; DIAS JÚNIOR, M.S.; SILVA, F.A.M.; FOLE, S.M. O tráfego de máquinas agrícolas e as propriedades físicas, hídricas e mecânicas de um Latossolo dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 973-983, 2003.

URCHEI, M.A.; FIETZ, C.R. Infiltração de água em um Latossolo Roxo muito argiloso em dois sistemas de manejo. **Irriga**, Botucatu, v. 7, n. 1, p.1-9, 2002.

WU, L. et al. Tillage effects on measured soil hydraulic properties. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p.17-33, 1992.