

**Estimativa da infiltração de água através de modelos empíricos em um Argissolo
Vermelho Amarelo sob cultivo de pessegueiro, cv Maciel, em Pelotas/RS**

Teixeira, C. F. A.¹; Damé, R. C. F.²; Terra, V. S. S.³; Reisser Júnior, C.⁴; Simonete, M. A.⁵; Brixner,
G. F.⁶

¹Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, e-mail: cfteixei@ig.com.br

²Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, e-mail: ritah2o@hotmail.com.br

³Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, CEP 96010-900, e-mail: vssterra@yahoo.com.br

⁴Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, e-mail: reisser@cpact.embrapa.br

⁵Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, e-mail: maapasi@ig.com.br

⁶Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, e-mail: brixner_gfb@yahoo.com.br

Introdução

A infiltração é o processo pelo qual a água atravessa a superfície do solo em um determinado tempo, estendendo-se enquanto perdura a disponibilidade hídrica. Inicialmente, seu valor é elevado, diminuindo com o tempo, até se tornar constante no momento em que ocorre a saturação do solo. Assim sendo, sob chuva ou irrigação contínuas, a taxa de infiltração se aproxima, gradualmente, de um valor mínimo e constante, conhecido por velocidade de infiltração básica (VIB).

Reichert et al. (1992) consideram que a infiltração de água no solo é um processo físico de extrema complexidade, visto que o solo é um meio heterogêneo, com ampla variabilidade espacial, apresentando características que sofrem alterações diferenciadas no tempo e no espaço. De acordo com Monegat (1991), a taxa de infiltração de água é a característica que melhor reflete a qualidade estrutural de um solo, possibilitando a partir de seu conhecimento estimar o grau de escoamento superficial de uma determinada área e, por consequência, permite um melhor controle da erosão na mesma.

A infiltração de água no solo deve ser quantificada através de métodos ou modelos capazes de representar, adequadamente, as condições naturais em que se encontra o solo, sendo alguns deles desenvolvidos a partir de considerações físicas, enquanto outros o são de forma empírica. Nesse sentido podem ser citados os modelos de Kostiakov (1932), Horton (1940) e Kostiakov-Lewis (1945).

Para Reichardt & Timm (2004), o modelo de Kostiakov é prático, pois, com dados de infiltração acumulada (I) em função de tempo (T), pode-se, mediante um gráfico log I versus log T, estimar os parâmetros (“K” e “n”) que definem a equação característica do modelo.

Um modelo empírico muito empregado, principalmente em manejo de irrigação, é a equação de Kostiakov-Lewis, normalmente utilizada para a estimativa da infiltração acumulada, a qual consiste em uma generalização da equação de Kostiakov, em que a infiltração de longa duração tende para a VIB.

Outro modelo utilizado é a equação de Horton, descrita na forma de uma função exponencial, em que a redução na taxa de infiltração com o tempo é fortemente controlada por fatores relacionados com a superfície do solo, tais como selamento superficial (impacto das gotas de chuva) e fenômenos de expansão e contração do solo (Prevedello, 1996). Esses modelos apresentam coeficientes que podem ser calculados a partir das equações teóricas ou serem estimados por meio de regressão linear, a partir de dados de infiltração medidos no campo.

Alves Sobrinho et al. (2003), estudando a adequação das equações de Horton e Kostiakov-Lewis, sob condição de chuva simulada de 60 mm h⁻¹ em áreas de plantio direto e plantio convencional, concluíram que a equação de Horton mostrou-se mais adequada para a estimativa da taxa de infiltração de água. Cunha et al. (2009), com o objetivo de determinar a velocidade de infiltração da água em um Latossolo Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo, concluiu que dos três modelos utilizados, o de Kostiakov foi o que melhor expressou matematicamente os resultados obtidos pelo infiltrômetro de anel.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar a adequação dos modelos empíricos Kostiakov (1932), Horton (1940) e Kostiakov-Lewis (1945), que descrevem o processo de infiltração de água no solo, e compará-los com o método dos anéis concêntricos em condições de campo, em um solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico abruptico plíntico, cultivado com pessegueiros em Pelotas/RS.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em uma área experimental de aproximadamente 1,5 ha, da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) de clima temperado, situada no município de Pelotas/RS (32°45'S e 52°30'O), com altitude média de 60 m. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico abruptico plíntico, com textura média argilosa, relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). A composição granulométrica (areia, silte e argila), os valores de densidade, porosidade total, macro e microporosidade do solo até a profundidade de 0,20 m encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização física do solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico abruptico plíntico.

Prof. (m)	Areia	Silte	Argila	Ds (g cm ⁻³)	Pt	Mi (%)	Ma
	(g kg ⁻¹)						
0,00-0,10	679	171	150	1,74	35,38	28,14	7,24
0,10-0,20	671	189	141	1,53	37,65	26,53	11,12

Ds: densidade do solo, Pt: porosidade total, Mi: microporosidade, Ma: macroporosidade

A determinação das curvas de infiltração de água no solo foi realizada mediante o método dos anéis concêntricos (Cauduro & Dorfman, 1988), sendo o diâmetro do anel menor de 0,20 m e do maior de 0,40 m. As medições foram realizadas em três pontos equidistantes de 5,0 m, sendo realizadas leituras da lâmina infiltrada aos 1, 5, 10, 15, 30 e 40 min do início da infiltração em cada ponto. Quando a velocidade de infiltração se tornou constante ao longo do tempo, foram obtidos os valores da velocidade de infiltração básica (VIB) em cada ponto.

Foram utilizados para o ajuste dos dados de infiltração, 18 observações, considerando os tempos de leitura de 1, 5, 10, 15, 30 e 40 min x 3 pontos, obtidos a partir dos anéis concêntricos e pelos modelos empíricos desenvolvidos por Kostiakov (1932), Horton (1940) e Kostiakov-Lewis (1945), que descrevem o volume de água que penetra no solo em função do tempo.

Resultados e discussão

Na Figura 1 são apresentadas as curvas de velocidade de infiltração (VI) obtidas com o uso do infiltrômetro de anel, bem como as equações de ajuste dos três modelos analisados, para o solo cultivado com pessegueiro, para a região de Pelotas/RS. Os resultados apresentaram valores médios das velocidades de infiltração decrescentes ao longo do tempo, mostrando que ao se aproximar do valor correspondente a velocidade de infiltração básica do solo (VIB), os resultados obtidos nos testes de infiltração se tornaram cada vez mais constantes.

Com relação a variação da taxa de infiltração obtida em condições de campo, verifica-se que o valor inicial de VI foi em torno de $0,67 \text{ cm min}^{-1}$, atingindo a VIB em torno de $0,08 \text{ cm min}^{-1}$, a partir de 160 minutos. A partir do valor de VIB encontrado, o solo foi classificado, segundo Bernardo et al. (2006), como de VIB muito alta ($> 0,05 \text{ cm min}^{-1}$). Vários autores destacam a relação existente entre a infiltração e alguns atributos do solo. Os valores elevados da VIB podem estar relacionados aos valores de porosidade do solo (35,38 e 37,65% nas camadas 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m, respectivamente), em específico os macroporos (7,24 e 11,12%), já que estes são responsáveis pela maior condução da água no solo (Tabela 1). POTT (2001) com o objetivo de comparar quatro métodos de avaliação da VIB em diferentes tipos de solo sob plantio direto, e verificar relações entre os métodos de determinação da VIB e os atributos do solo, concluíram que os métodos que utilizam uma carga hidráulica sobre a superfície do solo, tiveram o movimento de água governado pelo arranjo das partículas do solo, os quais são mensuráveis através de propriedades como a densidade do solo, a porosidade total, a matéria orgânica e a estabilidade dos agregados em água.

Lisboa et al. (2007) com o objetivo de determinar as curvas de velocidade de infiltração da água em três solos: Cambissolo Húmico Eutrófico, Luvisolo Háptico Órtico e Argissolo Acinzentado Eutrófico cambisólico, encontraram para o solo classificado como Argissolo que a VI inicial foi de 57 cm min^{-1} , alcançando a VIB com um valor de $0,67 \text{ cm min}^{-1}$. Alves & Cabeda (1999), trabalhando com os sistemas cultivo mínimo e plantio direto, concluíram que a VIB foi maior no plantio direto, enquanto Sales et al. (1999) encontraram valores de $0,02 \text{ cm min}^{-1}$ para VIB em um Podzólico

Vermelho Amarelo, que continha 422 g kg^{-1} de argila total, já que em Latossolo Roxo, com 653 g kg^{-1} , atingiu o valor de $0,09 \text{ cm min}^{-1}$. Lisboa et al. (2007) encontraram uma VIB de $0,68 \text{ cm min}^{-1}$, em um Argissolo Acinzentado, enquanto que em Luvisolo Háptico e Cambissolo Húmico os valores foram de $0,31$ e $0,27 \text{ cm min}^{-1}$, respectivamente.

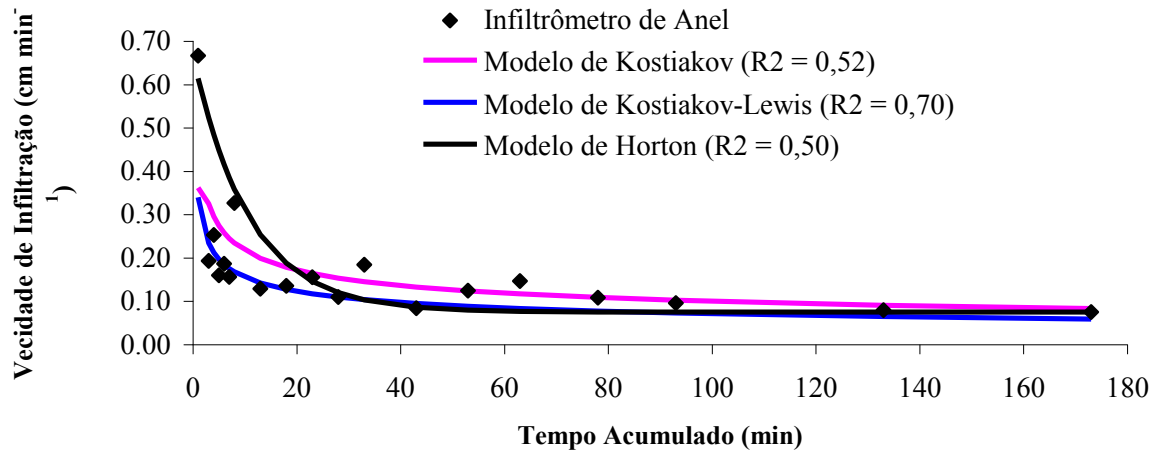


Figura 1. Velocidade de Infiltração de água obtida com infiltrômetro de anel pelos modelos de Kostiakov (1932), Horton (1940) e Kostiakov-Lewis (1945), a partir dos modelos empíricos testados em um Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico abrupto plântico, cultivado com pessegueiro em Pelotas/RS.

Analisando-se as curvas das velocidades de infiltração ajustadas verifica-se que a qualidade do ajuste dos modelos não foi satisfatória. Tal afirmação se baseia na análise dos coeficientes de determinação (R^2) das regressões não lineares, cujos valores encontrados foram 0,50; 0,52 e 0,70 para os modelos Kostiakov-Lewis, Kostiakov e Horton, respectivamente. Apesar dos baixos valores de R^2 , observa-se que o modelo que melhor ajustou os dados de infiltração foi o de Kostiakov-Lewis, seguido de Kostiakov e Horton.

Cunha et al. (2009) com o propósito de determinar a velocidade de infiltração da água em um Latossolo Amarelo submetido ao sistema de manejo plantio direto, concluíram que a equação que melhor se ajustou aos dados obtidos com infiltrômetro de simples anel foi a de Kostiakov, seguida do modelo de Horton, cujos coeficientes de determinação foram 1,00 e 0,86, respectivamente.

Os baixos valores de R^2 encontrados no presente trabalho podem estar relacionados ao pequeno número de determinações a campo (18: 1, 5, 10, 15, 30 e 40 min x 3 pontos) na área de estudo (1,5 ha), o que, por sua vez, pode ter levado a imprecisões na qualidade de ajuste dos modelos analisados. Segundo Fabian & Ottoni Filho (1993), na determinação da taxa de infiltração da água no solo com uso de infiltrômetro de anéis, em função da grande variabilidade dos resultados, há necessidade de um elevado número de determinações para que estes sejam confiáveis. Isto ocorre devido à pequena profundidade de penetração dos anéis quando da introdução dos mesmos no solo, possibilitando maior

efeito de bordadura, e à pequena área amostrada, além da natural variabilidade espacial das características de solo.

Conclusões

O valor inicial de velocidade de infiltração obtido no campo foi em torno de $0,67 \text{ cm min}^{-1}$, atingindo o valor de $0,08 \text{ cm min}^{-1}$ a partir de 160 minutos, correspondente a infiltração básica (VIB). O modelo que melhor ajustou os dados de velocidade de infiltração de água no solo estudado foi o de Kostiakov-Lewis seguido dos modelos de Kostiakov e de Horton.

Agradecimento

À EMBRAPA Clima Temperado pela disponibilidade de uso da área experimental.

Literatura Citada

- 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, p. 753-761, 1999.
- ALVES SOBRINHO, T.; et al. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, n. 2, Campina Grande, 2003.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. Manual de irrigação. 8ª edição. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
- CAUDURO, F.A. & DORFMAN, R. Manual de ensaios de laboratório e de campo para irrigação e drenagem. Porto Alegre, PRONI, IPH-UFRGS, 1988. 216p.
- CUNHA, J.L.X.L.; ALBUQUERQUE, A.W.; SILVA, C.A.; ARAÚJO, E.; SANTOS JUNIOR, R.B. Velocidade de infiltração da água em um Latossolo Amarelo submetido ao sistema de manejo plantio direto. *Revista Caatinga*, v.22, n.1, p.199-205, 2009.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.
- FABIAN, A.J.; OTTONI FILHO, T.B. Projeto de uma câmara de infiltração. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24. 1993, Goiânia - GO. Resumos... Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, p.107-108, 1993.
- HORTON, L.D. An approach toward a physical interpretation of infiltration capacity. *Soil Science Society American Proceedings*, Madison, v.5, 399-417, 1940.
- KOSTIAKOV, A.N. On the dynamics of the coefficient of water - percolation in soils and on the necessity for studying it from a dynamic point of view for purposes of ameliation. *Trans. 6th h comm. Intern. Society Soil Science*, Moscou, Part A., 17-21, 1932.
- LISBOA, H.; TIMM, L.C.; REISSER JUNIOR, C.; TAVARES, V.E.Q.; MANKE, G.; TAVARES, L.C.; LEMOS, F.D.; PRESTES, R.B. Determinação das curvas de velocidade de infiltração da água de três solos representativos da persicultura irrigada na região de Pelotas-RS. In: XVI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA e IX ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO. Anais... Pelotas: UFPel, 2007.
- MONEGAT, C. Plantas de cobertura do solo. Chapecó, 1991. 336p.
- POTT, C.A. Determinação da velocidade de infiltração básica de água no solo por meio de infiltrômetros de aspersão, de pressão e de tensão, em três solos do estado de São Paulo. Dissertação (mestrado). Instituto Agrônomico, Campinas: São Paulo: 65p.
- PREVEDELLO, C.L. Física do Solo com problemas resolvidos. Curitiba: C.L. Prevedello, 1996. 446p.
- REICHARDT, K. & TIMM, L.C. Solo, planta e atmosfera: processos de aplicações. Barueri: Manole, 2004. 478 p.

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, p.289-298, 1992.

SALES, L.E.O.; FERREIRA, M.M.; OLIVEIRA, M.S.; CURI, N. Estimativa da Velocidade de Infiltração Básica de Solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2091-2095, 1999.