



VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO PELO MÉTODO DO INFILTRÔMETRO DE ANÉIS CONCÊNTRICOS EM LATOSSOLO VERMELHO DE CERRADO

João Angelo Silva Nunes¹, Marcos Henrique Dias Silveira², Tonny José Araújo da Silva², Priscilla Cardoso Martins Nunes¹, Kassio dos Santos Carvalho³

1. Graduando do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso/*Campus* Universitário de Rondonópolis. Brasil.
(joaoangelo_jaciara@hotmail.com).
2. Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso/*Campus* Universitário de Rondonópolis.
3. Mestrando de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Mato Grosso/*Campus* Universitário de Rondonópolis.

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

A infiltração, processo pelo qual a água penetra verticalmente no solo a partir da superfície, é essencial para a engenharia de água e solo. Neste trabalho, foi utilizado o método do infiltrômetro de anéis concêntricos, com o objetivo de se determinar a Velocidade de Infiltração Básica (VIB), a equação de estimativa da Velocidade de Infiltração (VI) e a equação de estimativa da Infiltração Acumulada (I), utilizando o modelo de Kostiakov, em LATOSSOLO Vermelho de Cerrado, com e sem cobertura vegetal. A VIB encontrada foi de 11,63 cm h⁻¹ para solo com cobertura vegetal e 4,08 cm h⁻¹ para solo descoberto, ambas classificadas como “muito alta”. A equação de infiltração acumulada para o solo com cobertura vegetal e solo descoberto ficou, respectivamente: $I = 0,7935 T^{0,7876}$; e $I = 0,5702 T^{0,6558}$. Os resultados indicam que a cobertura vegetal possibilita maiores VIB e I.

PALAVRAS CHAVES: Infiltrômetro, Velocidade de infiltração, Infiltração acumulada.

INFILTRATION RATE METHOD OF CONCENTRIC RINGS INFILTRMETER OXISOL IN THE CERRADO

ABSTRACT

Soil water infiltration, process by which water penetrates the soil vertically from the surface, is essential for the water and soil engineering. In this paper, were used concentric rings infiltrometer, with the objective to determine the rate of infiltration Basic (VIB); estimate of Infiltration Rate (VI) and equation for estimating Cumulative Infiltration (Iac), using the model Kostiakov in Cerrado Oxisol, vegetation with and without. The VIB found was 11,63 cm h⁻¹ for soil with vegetation cover and 4,08 cm h⁻¹ for bare soil, which encompasses both the soil with VIB as too high. The equation for cumulative infiltration into the soil vegetation cover and bare was as

follows: the soil with vegetation cover and bare soil was as follows: $I = 0,7935.T^{0,7876}$; and $I = 0,5702.T^{0,6558}$ respectively.

KEYWORDS: infiltrometer, rate of infiltration, cumulative infiltration.

INTRODUÇÃO

A infiltração da água no solo é um processo dinâmico de penetração vertical da água através da superfície do solo e o conhecimento da taxa de infiltração da água no solo é de fundamental importância para definir técnicas de conservação do solo, planejar e delinear sistemas de irrigação e drenagem, bem como auxiliar na composição de uma imagem mais real da retenção da água e aeração no solo (GONDIM *et al.*, 2010).

Segundo BERNARDO *et al.* (2006), a velocidade de infiltração (VI) depende diretamente da textura e da estrutura dos solos; pode variar com a percentagem de umidade do solo, na época de irrigação; a temperatura do solo; a porosidade do solo; a existência de camada menos permeável ao longo do perfil; e cobertura vegetal; entre outros.

Partindo de solo seco, inicialmente a infiltração da água no solo é elevada, diminuindo com o tempo, até se tornar constante no momento em que o solo fica saturado. Assim sendo, sob chuva ou irrigação contínua, a taxa de infiltração se aproxima, gradualmente, de um valor mínimo e constante, conhecido por taxa de infiltração básica ou velocidade de infiltração básica (ALVES SOBRINHO *et al.*, 2003).

Em irrigação, a velocidade de infiltração básica (VIB) é que vai determinar se o solo suporta a intensidade de aplicação imposta por determinado tipo de emissor. Ela deve ser levada em conta na escolha do emissor, principalmente nas irrigações por aspersão (MANTOVANI *et al.*, 2009).

A determinação da infiltração de água no solo deve ser feita por métodos simples e capazes de representar, adequadamente, as condições em que se encontra o solo. Para tanto, torna-se necessário adotar métodos, cuja determinação baseia-se em condições semelhantes àquelas observadas durante o processo ao qual o solo é submetido (PRUSKI *et al.*, 1997).

A velocidade de infiltração (VI) da água no solo é uma determinação que tem sido amplamente estudada e ainda não existe um consenso geral e bem estabelecido sobre qual é a melhor técnica para a sua determinação. A infiltração da água no solo deve ser mensurada por meio de técnicas capazes de representar, adequadamente, as condições naturais em que se encontra o solo (CUNHA *et al.*, 2009).

Segundo (FAGUNDES *et al.*, 2012) vários métodos de campo têm sido utilizados para determinar a VI de um solo, dentre eles pode-se destacar o método do infiltrômetro de anel, por ser simples e de fácil execução.

Este estudo teve como objetivos determinar a Velocidade de Infiltração Básica (VIB); a equação de estimativa de Velocidade de Infiltração (VI); e a estimativa de Infiltração acumulada (I) pelo método de Kostiaikov para LATOSSOLO Vermelho, com e sem cobertura vegetal na área experimental do *Campus* Universitário de Rondonópolis, da Universidade Federal de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em janeiro de 2011, na área experimental do *Campus* Universitário de Rondonópolis, da Universidade Federal de Mato Grosso, no município de Rondonópolis, região Sul de Mato Grosso, em LATOSSOLO Vermelho, de textura média.

Inicialmente em área de solo nu, com três repetições aleatórias num raio máximo de 10 m das coordenadas 16° 27' 47" Sul e 54° 34' 46" Oeste, tendo sido realizadas em dois dias. Cinco dias após, iniciadas as determinações para solo sob pastagem de *Bachiaria decumbens* sem trânsito de animais, também com três repetições, próximo das coordenadas 16° 27' 45" Sul e 54° 34' 45" Oeste. Utilizou-se de média simples para obter os resultados de lâmina infiltrada em cada leitura.

Para caracterização da infiltração de água no solo, foi utilizado o método do infiltrômetro de anéis concêntricos, composto por um anel metálico maior, com 50 cm de diâmetro e 25 cm de altura e um anel menor, com 25 cm de diâmetro e 25 cm de altura, cravados ao solo de maneira concêntrica, conforme citado por BERNARDO *et al.* (2006).

Após limpeza superficial do solo, cravaram-se no solo os cilindros externo e interno, após o que foi ajustado um filme plástico para evitar a infiltração da água no solo antes da realização da leitura inicial. Colocou-se água nos cilindros externo e interno, com leituras realizadas somente no cilindro interno, pois o externo é utilizado apenas para que seja neutralizado o efeito da infiltração lateral.

A partir da leitura inicial da altura de água, com régua graduada, o filme plástico foi retirado e iniciou-se a contagem de tempo para a infiltração da água no solo, com reposição da água sempre que o nível de água nos anéis chegava próximo dos seis cm de altura. Foram realizadas leituras da altura de água no interior do cilindro interno aos instantes 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 210 minutos, salvo as vezes em que foram necessárias um menor período de tempo entre as leituras devido a rápida infiltração e/ou quando houve a necessidade de um maior período de tempo para a velocidade de infiltração se tornar constante. Foi considerada como infiltração constante quando o valor da leitura se repetiu por pelo menos três vezes.

Anotando-se os dados em uma planilha, foram obtidas depois as curvas de infiltração acumulada (I) e Velocidade de infiltração (VI), plotando-se os dados de I e VI *versus* o tempo acumulado, conforme citado por BERNARDO *et al.* (2006).

No cilindro externo também teve-se o cuidado de manter uma carga hidráulica semelhante à do cilindro interno.

A velocidade de infiltração é dada pela variação entre duas leituras consecutivas, de acordo com o intervalo de tempo entre as mesmas.

A equação de infiltração acumulada foi ajustada pela expressão potencial, do tipo:

$$I = a T^n \quad (1)$$

Onde:

I - infiltração acumulada, em cm;

a - constante dependente do solo;

T - tempo de infiltração, em minutos;
n - constante dependente do solo, variando de 0 a 1.

A equação de velocidade de infiltração foi determinada também por equação potencial, pela expressão:

$$VI = 60 a n T^{n-1} \quad (2)$$

Onde:

VI - velocidade de infiltração, em cm h⁻¹;
a - constante dependente do solo;
T - tempo de infiltração, em minutos;
n - constante dependente do solo, variando de 0 a 1.

Utilizou-se o modelo de Kostiakov ou potencial, por ser prático, pois à partir dos dados observados de infiltração (I) em função do tempo (T), obteve-se, mediante um gráfico log I versus log T, a estimativa dos parâmetros a e n, conforme recomendado por REICHARDT & TIMM (2004) e, por meio destes, chegou-se à velocidade de infiltração básica (VIB), por meio da equação 3:

$$VIB = 60 a n \left[\frac{-0,01}{60 a n(n-1)} \right]^{\frac{(n-1)}{(n-2)}} \quad (3)$$

Onde:

VIB - velocidade de infiltração básica em cm h⁻¹;
a - constante dependente do solo;
n - constante dependente do solo, variando de 0 a 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A representação dos resultados obtidos de velocidade de infiltração de água no solo (cm h⁻¹) para solo descoberto, com a respectiva equação potencial de ajuste dos dados, encontram-se na figura 1.

A análise da figura 1, juntamente com a figura 2, que representa a infiltração acumulada, demonstra a relação inversa entre a velocidade de infiltração e a infiltração acumulada, ficando evidente que a velocidade de infiltração tende a diminuir e se estabilizar com o passar do tempo enquanto o valor da infiltração acumulada tende a aumentar, conforme citado por BERNARDO *et al.* (2006).

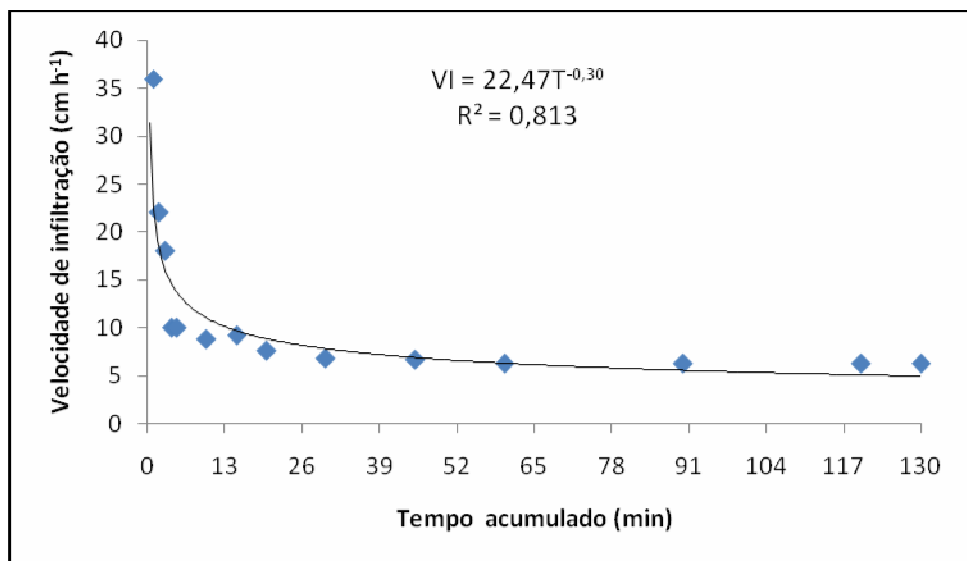


FIGURA 1 - Velocidade de infiltração de água no solo (cm h⁻¹) para o solo descoberto.

Fonte: dados dos autores.

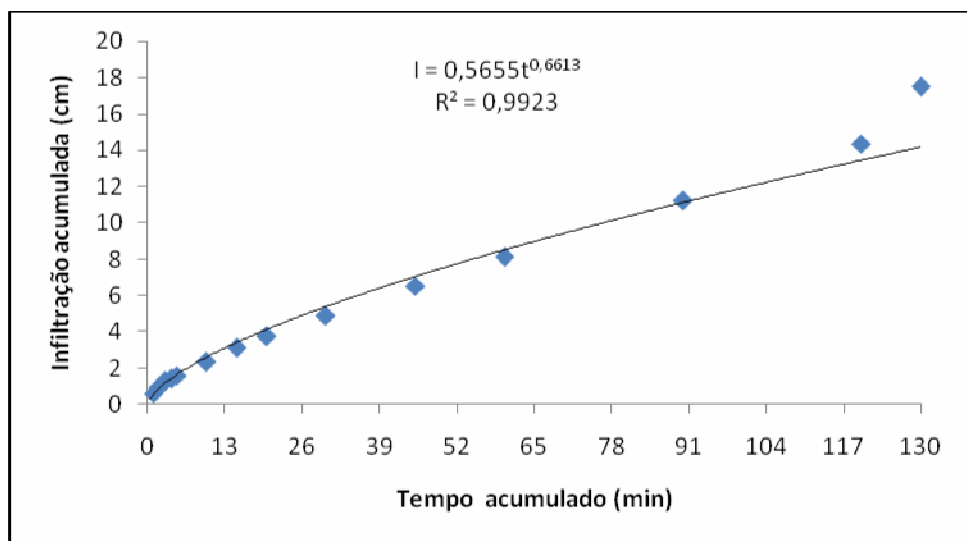


FIGURA 2 - Infiltração acumulada (cm) em solo descoberto

Fonte: dados dos autores.

Observou-se que a velocidade de infiltração inicial foi de 36 cm h⁻¹, diminuindo com o passar do tempo, até estabilizar. Com uma infiltração acumulada (I) de uma lâmina de 17,5 cm, evidenciando que o ensaio iniciou com solo bastante seco.

Utilizando a eq. 3 chegou-se ao valor de VIB igual a 4,08 cm h⁻¹, o que a enquadra como muito alta, segundo classificação divulgada por MANTOVANI *et al.* (2009).

Para solo descoberto, foram obtidas as equações de infiltração acumulada: $I = 0,5655 T^{0,6613}$; e de velocidade de infiltração: $VI = 22,47 T^{-0,30}$.

A VIB obtida em condição de solo descoberto ficou muito próxima daquela

encontrada por FAGUNDES *et al.* (2012), que em solo de Cerrado encontraram uma VIB de 4,0 cm h⁻¹, o que corrobora assim com os resultados aqui observados.

As figuras 3 e 4 representam os resultados obtidos para a condição de solo sob pastagem, onde também a velocidade de infiltração inicial (52 cm h⁻¹) foi bem superior à velocidade final, reduzindo de acordo com o passar do tempo, chegando à leitura final com uma velocidade de 12 cm h⁻¹. Com uma diferença de 40 cm h⁻¹ entre a primeira e a última leitura realizada e uma infiltração acumulada de 57,86 cm. Como as leituras foram feitas cinco dias após aquelas do solo descoberto, as velocidades iniciais foram maiores, pois variam, principalmente em função da umidade do solo, que se apresentava mais seco.

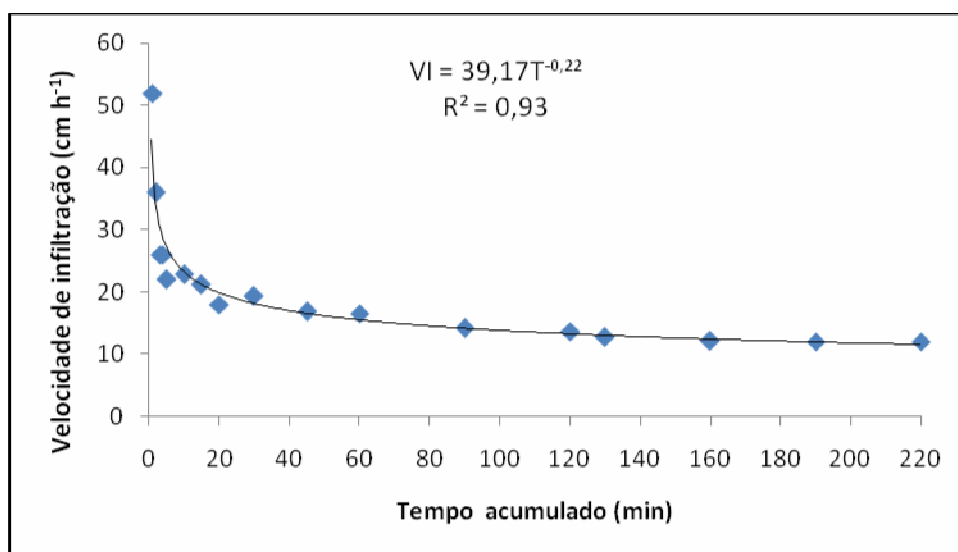


FIGURA 3 – Velocidade de infiltração de água no solo (cm.h⁻¹) para solo sob pastagem

Fonte: dados dos autores.

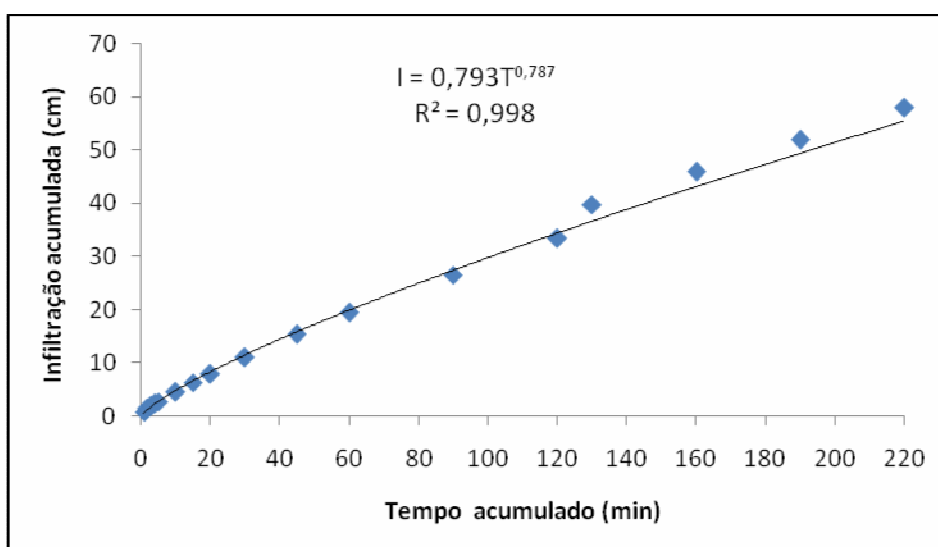


FIGURA 4 - Infiltração acumulada (cm) em solo sob pastagem.

Fonte: dados dos autores.

Utilizando a eq. 3 chegou-se ao valor de VIB igual a $11,63 \text{ cm h}^{-1}$, bastante próxima da observada. As equações encontradas para solos cobertos com pastagem foram as seguintes: $I = 0,7935 T^{0,7876}$; e $VI = 39,17 T^{-0,22}$.

Comparando-se as figuras 1 e 2 com as figuras 3 e 4, observa-se que a velocidade de infiltração em solo descoberto foi menor em relação àquela em solo com cobertura de pastagem.

Provavelmente a presença da cobertura vegetal fez com que houvesse uma maior facilidade de infiltração da água no solo, nos caminhos preferenciais formados pelas raízes, possibilitando uma maior velocidade de infiltração.

A diferença de estrutura física pode ocorrer além da presença de raízes, também pela presença de matéria orgânica, que serve como estabilizador dos agregados, formando assim agregados maiores e mais estáveis (PANACHUKI, 2003, SALTON *et al.*, 2008).

A equação potencial é utilizada para descrever a infiltração no solo por curtos períodos de tempo, pois a mesma no decorrer do tempo tende a zero, ficando assim sua aplicação limitada em sistemas de irrigação pelo fato da VI tender a uma velocidade de infiltração constante, a VIB.

Os valores de VIB encontrados foram de $11,63 \text{ cm h}^{-1}$ para solo com cobertura vegetal e $4,08 \text{ cm h}^{-1}$ para solo descoberto, o que enquadra ambos como solo com VIB muito alta, segundo tabela divulgada por MANTOVANI *et al.* (2009).

CONCLUSÕES

Solos com cobertura vegetal tendem a ter maior velocidade de infiltração, devido a fatores como presença de canais formados por raízes, presença de matéria orgânica e atividade microbológica.

A diferença de velocidade de infiltração entre latossolos vermelho com cobertura vegetal e sem cobertura no campo experimental da UFMT-CUR é muito alta chegando a ser $7,55 \text{ cm h}^{-1}$ tendo assim 64,92% de diferença entre ambas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES SOBRINHO, T.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; CARVALHO, D. F. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.2, p.191-196, 2003.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

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. **Caatinga** (Mossoró,Brasil), v.22, n.1, p.199-205, janeiro/março de 2009.

FAGUNDES, E. A. A.; KOETZ, M.; RUDEL, N.; SANTOS, T. S.; PORTO, R. Determinação da infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método de infiltrômetro de anel em solo de cerrado no município de Rondonópolis-MT.

ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. **1691** 2012

Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p. 369-378, 2012.

GONDIM, T. M. S.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUZA, J. M.; FEITOSA FILHO, J. C.; SOUSA, J. S.; Infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método do infiltrômetro de anel em solo areno-argiloso. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, (Pombal – PB – Brasil) v.4, n.1, p. 64-73 janeiro/dezembro de 2010.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2009. 355 p.

PANCHUKI, ELÓI. Infiltração de Água no Solo e Erosão Hídrica, sob Chuva Simulada, em Sistema de Integração Agricultura-Pecuária. Dourados – MS, UFMS, 2003. 67p. **Dissertação de Mestrado**.

PRUSKI, F.F.; VENDRAME, V.; OLIVEIRA E.F.; BALBINO, L.C.; FERREIRA, P.A.; WERLANG, L.; CARVALHO, L.T. Infiltração de água no Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 1, p.77-84, 1997.

REICHARDT, K., TIMM, L.C. **Solo, Planta e atmosfera. Conceitos, Processos e Aplicações**. Barueri: Manole, 2004, 478p.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 11-21, 2008.