

DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO PELO MÉTODO DE INFILTRÔMETRO DE ANEL

W. F. L. Aragão¹, L.L. Pires², L. M. F. Amorim³, J. O. M. Rodrigues⁴, T. L. Bandeira⁵,
B. A. Silva⁶

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar a equação da velocidade de infiltração no solo da área experimental pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina. O método utilizado para a realização deste teste foi o do infiltrômetro de anel, que consiste na utilização de dois anéis, com valores de 25 cm e 50 cm de diâmetro, ambos com 30 cm de altura. Foram realizadas 17 leituras consecutivas intercaladas em diferentes momentos, tendo-se a duração total de 65 minutos. Os dados obtidos foram utilizados para se determinar de forma empírica a equação de infiltração pelo modelo proposto por Kostiakov. Assim, por meio da equação de Kostiakov derivada obteve-se uma velocidade de infiltração básica (VIB) de 11,85 cm h⁻¹, caracterizando-a como muito alta, justificada pela textura arenosa do solo encontrado na área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: infiltração, velocidade de infiltração, infiltrômetro de anel.

DETERMINATION OF WATER INFILTRATION SPEED ON SOIL THROUGH BY THE RING INFILTRMETER METHOD

SUMMARY: Objective of the work to determine an equation of Infiltration velocity in the soil of the experimental area belonging to the Agricultural and Soils Engineering Department of the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Piauí, Teresina. The method used to perform this test was that of the ring infiltrator, which consists in the use of two rings, with values of 25 cm and 50 cm in diameter, both with 30 cm height. Seventeen consecutive readings were performed at different times, with a total duration of 65 minutes. The data obtained were used to empirically determine the infiltration equation by the model proposed by Kostiakov. Thus, by means of the derived Kostiakov equation a basic infiltration rate (VIB) of 11.85 cm

¹ Acadêmico de Engenharia Agrônômica, UFPI – Teresina Piauí. Email: walterfrazao2@gmail.com

² Acadêmica de Engenharia Agrônômica, UFPI – Teresina Piauí. Email: lorennapires@hotmail.com

³ Mestrando PPGA/UFPI, Teresina – Piauí. Email: laydsonmoura@hotmail.com

⁴ Acadêmico de Engenharia Agrônômica, UFPI – Teresina Piauí. Email: juliano_otavio123@hotmail.com

⁵ Acadêmica de Engenharia Agrônômica, UFPI – Teresina Piauí. Email: taiis-16@hotmail.com

⁶ Acadêmico de Engenharia Agrônômica, UFPI – Teresina Piauí. Email: bruno.arc.anjo@hotmail.com

h-1 was obtained, characterizing it as very high, justified by the sandy texture of the soil found in the study area.

KEYWORDS: infiltration, infiltration rate, ring infiltrator.

INTRODUÇÃO

A infiltração da água no solo é um processo dinâmico de penetração vertical da água através da superfície do solo. É de extrema importância o conhecimento da taxa de infiltração da água no solo, para assim ser possível planejar e delinear sistemas de irrigação e drenagem, além de possibilitar um melhor conhecimento sobre a retenção da água no solo estudado (BERNARDO et al., 2008).

Um dos fatores mais importantes na irrigação é a velocidade de infiltração no solo, que pode determinar o tempo em que se deve manter a água na superfície do solo ou também a duração da aspersão, buscando sempre uma aplicação adequada da quantidade desejada de água (BERNARDO et al., 2008).

A determinação da infiltração de água no solo, deve ser feita por métodos simples e capazes de representar as condições em que se encontra o solo. Para isso, é necessário adotar métodos, cuja determinação baseia-se em condições semelhantes à aquelas observadas durante o processo ao qual o solo é submetido, uma vez que a taxa de infiltração é muito influenciada pelas condições de superfície e conteúdo de umidade do solo por isso a maneira mais comum adotada para medir a lâmina de água infiltrada é a utilização de infiltrômetros de anel. (PRUSKI et al., 1997).

Para a interpretação dos dados de campo é necessário que a infiltração seja representada por meio de uma equação matemática. Diversas equações têm sido usadas, sendo que a mais comum é a de Kostiakov (WALKER, 1989). Portanto, o objetivo do presente trabalho foi observar o comportamento da equação relacionada a velocidade de infiltração básica de água no solo da área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI, utilizando o método do infiltrômetro de anel.

MATERIAL E MÉTODOS

O teste de infiltração foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI, com as seguintes coordenadas: latitude 05°02'39,95" S, longitude 42°47'03,70" O e altitude de 77 m.

O clima do município de Teresina é do tipo Aw' (tropical subúmido quente) conforme a classificação climática de Köppen, possui duas estações definidas, seca, de junho a novembro e chuvosa, de dezembro a maio. (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004). A região apresenta precipitação média anual de 1.377mm, sendo mais elevadas nos meses de março e abril. Apresenta evapotranspiração potencial média anual de 2.973mm, umidade relativa do ar média anual de 69,9%, insolação total anual de 2.625 horas, temperatura média anual de 28°C, amplitude térmica de 11,5°C, fotoperíodo médio anual de 12 horas e 19 minutos/dia, com mínimo de 11 horas e 46 minutos/dia e máximo de 12 horas e 29 min/dia (MEDEIROS, 2006).

A infiltração acumulada e a velocidade de infiltração foram determinadas através do método de infiltrômetro de anel e pelo modelo de Kostiakov. O método do infiltrômetro de anel consiste em dois anéis, sendo o menor com 25 cm e o maior com 50 cm de diâmetro, ambos com 30 cm de altura. Foram Instalados concentricamente, na vertical, e enterrados 15 cm do solo, com o auxílio de uma marreta. A importância do anel externo é evitar que a água do anel interno infiltre lateralmente (BERNARDO et al., 2008). Após a instalação, o anel central foi impermeabilizado e foi colocada água no anel externo e assim iniciado o teste.

A água foi colocada, ao mesmo tempo nos dois anéis e, com uma régua graduada, fez-se a leitura da lâmina d'água no cilindro interno, com intervalos de tempo pré-determinados. A diferença de leitura entre dois intervalos de tempo, representou a infiltração vertical neste período. Os tempos em minutos de cada leitura foram: 0, 2, 2, 2, 2, 2, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5 e 10 minutos a contar do instante zero e, com o tempo total de duração do teste de 65 minutos. O teste foi realizado até que a taxa de infiltração, fosse aproximadamente constante com o tempo.

A infiltração da água no solo foi determinada no local através do método do infiltrômetro de anel e empiricamente por meio do modelo proposto por Kostiakov (1932), este modelo é representado pela seguinte equação 1, quando derivada dá origem à equação 4, que posteriormente foi utilizada para medir a velocidade de infiltração básica do solo.

$$I = K . T^a \quad (1)$$

Em que:

I= Infiltração Acumulada;

K= Constante;

T= Tempo de infiltração;

a= Coeficiente do solo.

No método da regressão linear, os valores de A (eq. 2) e B (eq. 3) são determinados pelas seguintes expressões equações propostas Carvalho e Silva (2006):

$$A = \frac{\sum x \cdot \sum xy - \sum x^2 \cdot \sum y}{(\sum x)^2 - m \cdot \sum x^2} \quad (2)$$

Em que:

A= Utilizado para se obter a constante da equação de infiltração acumulada;

m= Número de leituras.

$$B = \frac{\sum x \cdot \sum y - m \cdot \sum xy}{(\sum x)^2 - m \cdot \sum x^2} \quad (3)$$

Em que:

B= Utilizado como coeficiente na equação de infiltração acumulada “a”;

m= Número de leituras.

$$VIB = K \cdot T^a \quad (4)$$

Em que:

VIB= Velocidade de Infiltração Básica do solo;

K= Constante;

T= Tempo de infiltração;

a= Coeficiente.

$$K = 10^A \quad (5)$$

Em que:

K= constante utilizada na equação de infiltração acumulada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os dados obtidos no teste de infiltração (infiltrômetro de anel), foi possível obter as equações para área estudada, estando às mesmas discriminadas na metodologia deste trabalho. De posse destes coeficientes, teremos a equação de infiltração acumulada, a partir da Equação 1. Utilizando as equações 2, 3 e 5, foi possível obter a Tabela 1.

Tabela 1. Transformação logarítmica no tempo acumulado do Teste de Infiltração com infiltrômetro de anel realizado na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI

Tempo Acumulado (T)	X = log T	Y = log I	X . Y	X ²
0	0	0	0	0
2	0,30103	-0,30103	-0,09062	0,09062
4	0,60206	0,20412	0,12289	0,36248
6	0,77815	0,47712	0,37127	0,60552
8	0,90309	0,53148	0,47997	0,81557
10	1	0,61278	0,61278	1
14	1,14613	0,67209	0,77031	1,31361
18	1,25527	0,77815	0,97679	1,57571
22	1,34242	0,84509	1,13448	1,80209
26	1,41497	0,86923	1,22994	2,00215
30	1,47712	0,94448	1,39512	2,18188
35	1,54407	0,99564	1,53733	2,38415
40	1,60206	1,05308	1,68709	2,56659
45	1,65321	1,07918	1,78412	2,73311
50	1,69897	1,12385	1,90939	2,88649
55	1,74036	1,15229	2,0054	3,02886
65	1,81291	1,22272	2,21668	3,28665
Σ	20,27184	12,26029	18,14295	28,63551

Após a obtenção dos valores de infiltração acumulada em relação ao tempo acumulado da primeira etapa do teste, foi elaborado o gráfico presente na Figura 1 e com base na derivação da equação 1, foram gerados os dados referentes à velocidade de infiltração básica através da equação 4, estes são apresentados na Figura 2.

A análise da Figura 1, juntamente com as Figuras 2 e 3 representam a relação inversa entre a infiltração acumulada e as velocidade de infiltração básicas e velocidade de infiltração básica média, ficando evidente que as velocidades de infiltração tendem a diminuir e se estabilizarem com o passar do tempo enquanto o valor da infiltração acumulada tende a aumentar, conforme citado por Bernardo et al. (2008).

Verificou-se que a velocidade de infiltração do solo diminuiu com uma intensidade relativamente elevada nos primeiros 8 minutos, decaindo de 24,65 cm h⁻¹ para 18,41 cm h⁻¹ (houve correção da unidade do tempo de minutos para hora na figura 2, dada pela multiplicação da constante na equação 4 por 60), após esse intervalo de tempo a queda da velocidade foi bem reduzida até que as medidas subsequentes ficassem constantes, neste momento o último valor foi considerado como a velocidade de infiltração básica do solo da área amostrada, que foi de 11,85 cm h⁻¹.

Segundo Bernardo et al. (2008), os solos podem ser classificados quanto a VIB em: > 3 cm h⁻¹ (VIB muito alta), de 1,5 a 3 cm h⁻¹ (VIB alta), 0,5 a 1,5 cm h⁻¹ (VIB média) e < 0,5 cm h⁻¹ (VIB baixa). O resultado obtido caracterizou a VIB do solo como muito alta segundo

Bernardo et al. (2008), já que a velocidade de infiltração do mesmo ultrapassou os 3 cm h⁻¹, resultado semelhante ao obtido por Riquelme et al. (2012).

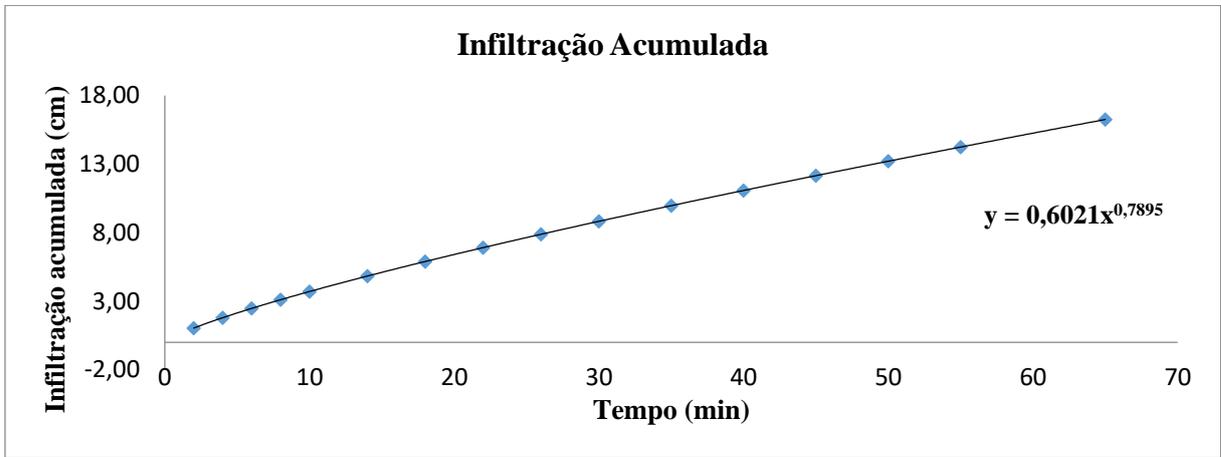


Figura 1. Infiltração acumulada em função do tempo

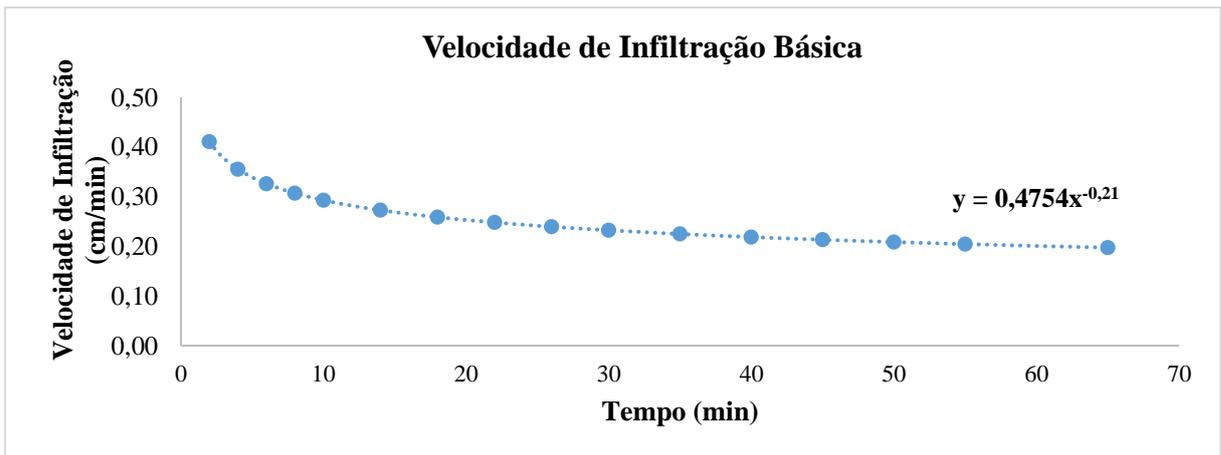


Figura 2. Velocidade de infiltração em função do tempo

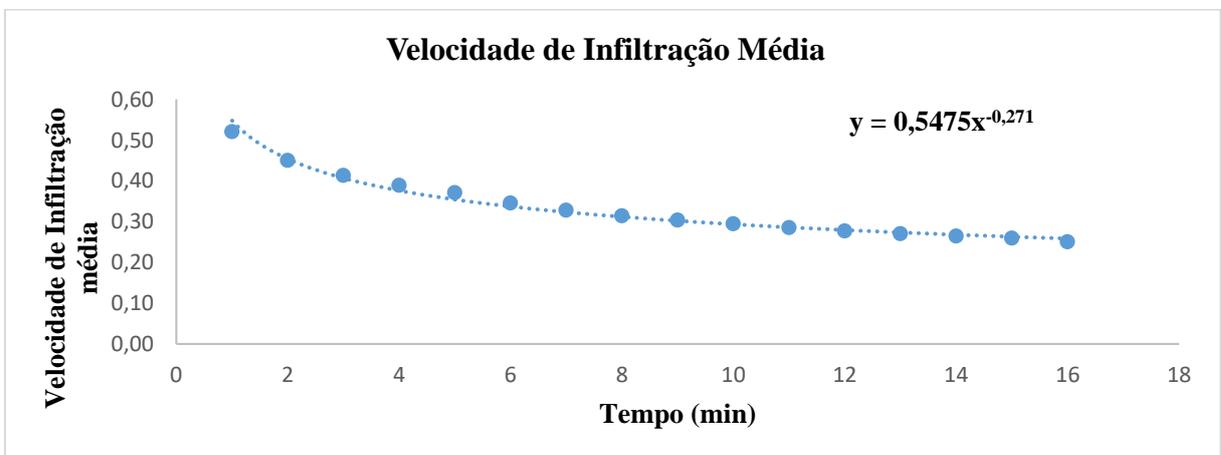


Figura 3. Velocidade média de infiltração em função do tempo

Provavelmente as causas do resultado citado anteriormente vão de encontro ao deste trabalho, já que a facilidade de percolação da água deu-se pela predominância de macroporos do solo tipicamente arenoso existente na área experimental aliado à falta de estruturação do mesmo, no entanto em Riquelme et al. (2012), a falta de estrutura do solo se deu também pela implementação da cultura do café que contribuiu significativamente no processo de desestruturação já que o manejo da cultura otimiza a destruição dos agregados formados no solo.

Assim como Gonçalves et al. (2015), o solo amostrado por ser arenoso tendeu a saturação em um período inferior à uma hora (figura 2), dando mais consistência a afirmação de que os solos arenosos saturam rapidamente na profundidade amostrada.

As velocidades médias de infiltração básica encontradas no presente trabalho assemelham-se aos resultados obtidos em Alves et al. (2012). A velocidade de infiltração básica encontra-se no intervalo de 11 cm h^{-1} a 15 cm h^{-1} , partindo do pré suposto que os valores relacionados ao tempo da figura 3 foram corrigidos de forma similar a figura 2.

CONCLUSÃO

- A velocidade de infiltração é atingida rapidamente, portanto as irrigações devem ser fracionadas ao longo do dia.
- O solo da área experimental apresentou um elevado potencial de drenagem.
- As equações de Kostiakov e da velocidade média de infiltração básica apresentaram excelente ajustamento para os dados experimentais obtidos na área.
- A determinação da velocidade média de infiltração básica realizada foi ligeiramente superior à velocidade de infiltração básica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, K. F. O.; CARVALHO, M. A. R.; CARVALHO, L.C.C.; SALES, M. L. M. Equações de infiltração pelo método do infiltrômetro de anel, determinadas por regressão linear e regressão potencial. In: IV WINOTEC WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DE IRRIGAÇÃO, Ceará. 5 p.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N. Classificação climática do Estado do Piauí. Embrapa Meio-Norte. Teresina, 2004, (Série Documentos, 86). 86 p.

BERNARDO, S.; SOARES A. A.; MANTOVANI. Manual de irrigação. 8. Ed. Viçosa: UFV – Imprensa Universitária, 2008. 625 p.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. Hidrologia: Capítulo 5 Infiltração. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2006. 21 p. Apostila.

GONÇALVES, A. A.; SOUSA, E. F.; LIMA, I. S.; SALAZAR, R. C.; GOMES FILHO, R. R. Determinação da velocidade de infiltração básica da água no neossolo por meio de anéis de concêntricos na área experimental da UFS. In: XXV CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2015, São Cristovão. 6 p.

MEDEIROS, R.M. Climatologia do município de Teresina. Teresina: Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Piauí, 2006, 28p.

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, 1997, p.77-84.

RIQUELME, A. M.; LUZ, L. H. B. P.; SILVA FILHO, L. P. Velocidade de infiltração de água em latossolo vermelho-amarelo distrófico sob diferentes cultivos. In: CONGRESSO SOBRE RECURSOS NATURAIS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL: SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL, 2012, Rolim de Moura. 5 p.

WALKER, W.R. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems, FAO. Irrigation and Drainage, N. 45. Rome: FAO, 1989, 138p.