

## AJUSTE DOS MODELOS DE KOSTIAKOV E KOSTIAKOV-LEWIS PARA DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA EM UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

RAFAEL ALVARENGA ALMEIDA<sup>1</sup>, DAVID RAFAEL QUINTÃO ROSA<sup>2</sup>, FÁBIO TEIXEIRA DELAZARI<sup>3</sup>, RENAN GON FERREIRA<sup>4</sup>, ISABELA ALVARENGA ALMEIDA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, DEA-UFV, (35) 3899 1898, rafalmeida\_2005@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrícola e Ambiental, Doutorando em Engenharia Agrícola, DEA-UFV

<sup>3</sup> Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola, DEA-UFV

<sup>4</sup> Técnico em Saneamento Ambiental

<sup>5</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, DEG-UFLA

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** A infiltração é o processo pelo qual a água passa da superfície para o interior do solo; o aumento deste processo pode acarretar em redução da erosão e maior recarga dos aquíferos, ampliando o escoamento de base e reduzindo as vazões máximas de cursos d'água. Desta forma o objetivo deste trabalho foi o ajuste dos Modelos de Kostiakov e Kostiakov-Lewis para um Argissolo Vermelho-Amarelo, situado em uma área experimental da Universidade Federal de Viçosa. A taxa de infiltração de água no solo é um parâmetro a qual sofre influência das condições de superfície e do conteúdo de umidade do solo, é de fundamental importância que se tenha o conhecimento dos teores de umidade inicial e de seu comportamento enquanto este é umedecido. Sendo assim, a determinação da umidade inicial do solo foi feita pelo método padrão de estufa, retirando três amostras de solo em pontos, e para a determinação de seu comportamento foi realizado um teste de infiltrômetro de anel. De acordo com o teste de campo, a taxa de infiltração estável obtida para o Argissolo Vermelho Amarelo obtido foi de 24 mm h<sup>-1</sup>. O modelo de Kostiakov apresentou as melhores estimativas da taxa de infiltração ao longo tempo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Teste de Infiltração, Solos, Erosão

## ADJUSTMENT OF THE MODELS KOSTIAKOV E KOSTIAKOV-LEWIS FOR RED-YELLOW ARGISOL

**ABSTRACT:** Infiltration is the process by which water moves from the surface into the soil, increasing this procedure may result in reduced erosion and increased groundwater recharge, increasing the base flow and reducing peak flows to watercourses. Therefore, this study aimed to adjust the models Kostiakov and Kostiakov-Lewis for Red-Yellow Podzolic, situated in an experimental area of the Federal University of Viçosa. The rate of water infiltration into the soil is a parameter which suffers influence of surface conditions and moisture content of the soil is of critical importance to have knowledge of the levels of initial moisture content and its behavior while it's moistened. Thus, the determination of the initial moisture content was made by the standard method oven, removing three points in soil samples and for determining their behavior in a test ring infiltrimeter was performed. According to the field test, the stable infiltration rate for Argisol obtained was 24 mm h<sup>-1</sup>. The model presented Kostiakov the best estimates of the infiltration rate over time.

**KEYWORDS:** infiltration test, soils, erosion

**INTRODUÇÃO:** A infiltração é o processo pelo qual a água passa da superfície para o interior do solo; o aumento deste processo pode acarretar em redução da erosão e maior recarga dos aquíferos, ampliando o escoamento de base e reduzindo as vazões máximas de cursos d'água (CECÍLIO et al. 2013). Além do favorecimento à disponibilidade hídrica, Cecílio et al., (2003) explicam que este processo de interação entre a água e o solo é considerado um dos mais importantes entre aqueles que

compõem o ciclo hidrológico, visto ser determinante à disponibilização de água para as culturas, nas recargas dos lençóis freáticos, no escoamento superficial e no manejo do solo e água.

A dinâmica da água no solo está diretamente relacionada à produção vegetal e o seu conhecimento é de interesse fundamental para a tomada de decisões sobre a exploração agrícola (CALHEIROS et al., 2009). O conhecimento sobre tal processo é um grande aliado daqueles cujo interesse é a conservação e a manutenção do equilíbrio entre os componentes naturais – solo, água, vegetação, fauna – de uma bacia ou microbacia hidrográfica.

Brandão et al., (2006) complementam que o conhecimento do processo de infiltração também é de fundamental importância para o manejo e conservação do solo e da água, por ser determinante da ocorrência do escoamento superficial, responsável por processos indesejáveis, como a erosão e as inundações. Desse modo, o conhecimento do processo de infiltração fornece subsídios não apenas para o dimensionamento de estruturas de controle de erosão e de inundação, mas também para a definição de práticas de uso e manejo do solo que sejam capazes de reduzir a erosão do solo a níveis considerados como toleráveis.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O teste de infiltração foi realizado na área experimental de Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa – MG. Essa área se caracteriza por apresentar intenso preparo convencional do solo, devido às inúmeras atividades experimentais desenvolvidas. Segundo Rosa (2012) o solo da área é classificado como sendo Argissolo Vermelho Amarelo.

O infiltrômetro consiste em dois anéis concêntricos dispostos no solo, sendo o diâmetro do anel interno de 30 cm e do externo 60 cm, ambos com 30 cm de altura. A instalação consistiu em instalar verticalmente os dois anéis no solo a uma profundidade de aproximadamente 15 cm com auxílio de uma marreta. A operação foi realizada inicialmente com o anel menor e em seguida o maior, de modo a não abalar a estrutura do solo. No interior do anel interno afixou-se verticalmente uma régua de modo a facilitar as leituras da lâmina de água.

O ensaio iniciou-se com uma carga hidráulica de aproximadamente 5 cm nos dois anéis. Manteve-se, no cilindro interno, uma lâmina d'água de 3 a 5 cm promovendo sempre o reabastecimento do nível de água toda vez que a carga hidráulica se aproximava de 3 cm. As primeiras leituras foram feitas à medida que a lâmina se aproximava do limite inferior e em seguida em intervalos de tempo de 5 minutos, com o passar do tempo essas leituras foram feitas a cada 10 minutos e mais ao final do teste a cada 20 minutos. Foi mantida uma carga hidráulica no anel externo compatível com a do anel interno com a finalidade de reduzir o movimento lateral de água em função da diferença de potencial entre os anéis interior e exterior. A Figura 1 apresenta um esquema simplificado do infiltrômetro de anel.

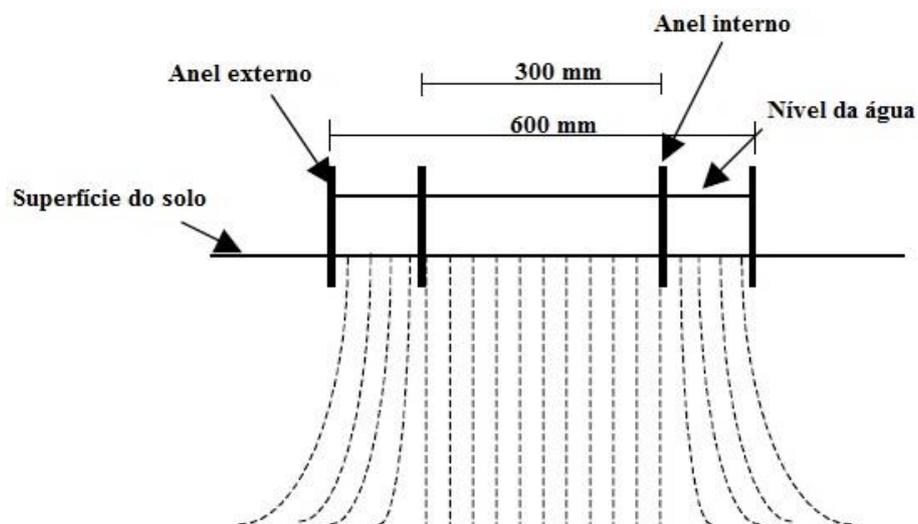


Figura 1. Representação esquemática do infiltrômetro de anel e da infiltração da água no solo oriunda do mesmo.

O ensaio foi conduzido até a obtenção da taxa de infiltração estável ( $T_{ie}$ ), ou seja, quando o valor das leituras das lâminas infiltradas no anel interno repetiu-se pelo menos três vezes para o mesmo intervalo de tempo. A partir da obtenção do teste de infiltração, foram modelados os parâmetros referentes aos modelos de Kostiakov e Kostiakov-Lewis.

A equação de infiltração das mais simples é a de Kostiakov, que consiste em ajustar um modelo potencial aos dados do teste de infiltração para se estimar a infiltração ou a taxa de infiltração em função do tempo. O modelo é bem eficiente quando a infiltração de água no solo está em períodos pequenos, entretanto, possui limitações em períodos longos, na qual considera a taxa de infiltração tendendo a zero à medida que o tempo de infiltração se torna muito grande. O emprego do modelo de Kostiakov é limitado a situações em que não há disponibilidade de dados de infiltração observados para a determinação dos parâmetros da equação; assim, ela não pode ser aplicada a outros tipos de solo e condições de umidade inicial diferentes das condições em que os parâmetros foram determinados.

Para eliminar a deficiência relacionada a equação de Kostiakov, na qual a taxa de infiltração tende a zero quando o tempo tende a infinito, foi proposto um novo modelo, Kostiakov-Lewis descreve uma equação que introduz um termo de infiltração constante na expressão de Kostiakov visando a descrição de forma adequada da infiltração, quando os tempos forem muito longos. Também os coeficientes da equação de Kostiakov-Lewis, assim como os de Kostiakov, dependem, além da textura e da estrutura do solo, de sua condição física e do conteúdo de umidade inicial.

As equações referentes aos modelos de Kostiakov e Kostiakov-Lewis são apresentadas pelas equações 1 e 2.

$$I = kt^\alpha \tag{1}$$

$$I = kt^\alpha + T_{ie} t \tag{2}$$

em que,

- I = infiltração (mm);
- k = constante que depende do solo;
- $\alpha$  = constantes dependente do solo e de suas condições iniciais;
- t = tempo de infiltração (h); e
- $T_{ie}$  = taxa de infiltração estável (mm/h).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Foram ajustados os parâmetros dos modelos de Kostiakov e Kostiakov-Lewis. As curvas de ajuste e os valores dos parâmetros dos modelos estão apresentados nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

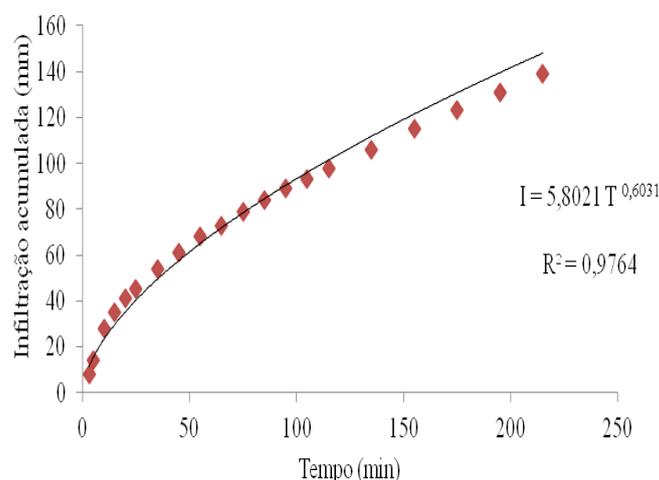


Figura 2. Equação de Kostiakov ajustada aos dados do teste de infiltração para obtenção da infiltração acumulada em função do tempo.

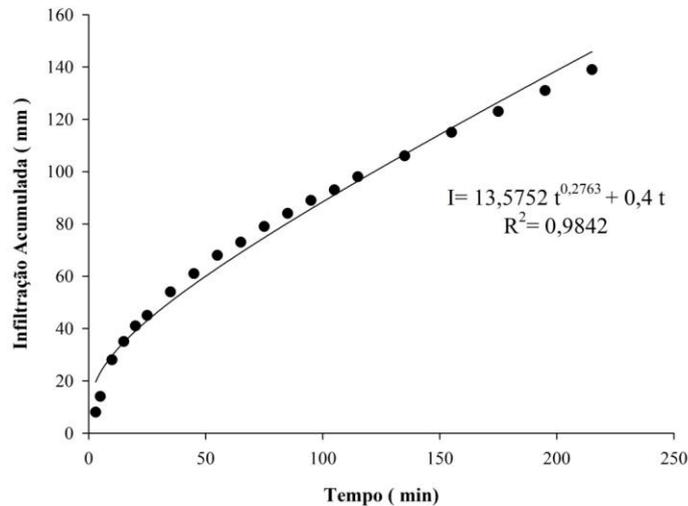


Figura 3. Equação de Kostiakov-Lewis ajustada aos dados do teste de infiltração para obtenção da infiltração acumulada em função do tempo.

As equações 3 e 4 apresentadas abaixo, foram derivadas em função do tempo para a obtenção de modelos que descrevem a taxa de infiltração, as equações 5 e 6, representam a taxa de infiltração de acordo com o modelo de Kostiakov e Kostiakov-Lewis, respectivamente.

$$I = 5,8021T^{0,6031} \quad (3)$$

$$I = 13,575T^{0,2763} + 0,4T \quad (4)$$

$$i = 3,499T^{-0,3969} \quad (5)$$

$$i = 3,750T^{-0,7237} + 0,4 \quad (6)$$

em que:

T = tempo(min);

**CONCLUSÕES:** De acordo com o teste de campo, a taxa de infiltração estável para o Argissolo Vermelho Amarelo obtido foi de 24 mm h<sup>-1</sup>. Os valores dos parâmetros da equação de Kostiakov determinados foram k igual a 5,8021 e α igual a 0,6031. Para a equação de Kostiakov-Lewis o valor de k foi de 13,575, α igual a 0,2763 e Tie de 0,4 mm min<sup>-1</sup> o que equivale a 24 mm h<sup>-1</sup>. O modelo de Kostiakov apresentou as melhores estimativas da taxa de infiltração ao longo tempo.

**AGRADECIMENTOS:** Ao apoio financeiro dado pelo CNPq e FAPEMIG.

## REFERÊNCIAS

- BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. P.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2006. 120p.
- CALHEIROS, C. B. M.; TENÓRIO, F. J. C.; CUNHA, J. L. X. L.; SILVA, E. T.; SILVA, D. F.; SILVA, J. A. C. Definição da taxa de infiltração para dimensionamento de sistemas de irrigação por aspersão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.665-670, 2009.
- CECÍLIO, R. A.; MARTINEZ, M. A.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. Modelo para estimativa da infiltração de água e perfil de umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.37, n.2, p. 411-421, 2013.
- CECÍLIO, R. A.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; MARTINEZ, M. A. Modelagem da infiltração de água no solo sob condições de estratificação utilizando-se a equação de Green-Ampt. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.415-422, 2003.
- ROSA, D. R. Q. **Resposta da cultura da cenoura à irrigação conduzida com diferentes métodos de manejo**. 2012. 74p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.