



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMI-ÁRIDO ISSN 1808-6845

Artigo Científico

## VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM UM LATOSSOLOAMARELO SUBMETIDO AO SISTEMA DE CULTIVO MÍNIMO

*Jorge Luiz Xavier Lins Cunha*

Eng<sup>o</sup> Agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia, Doutorando em Fitotecnia, UFERSA; Mossoró/RN

E-mail: jorge.cunha.xavier@gmail.com

*Cícero Alexandre Silva*

Eng<sup>o</sup> Agrônomo, M. Sc. em Recursos Hídricos, Doutorando em Biotecnologia, UFAL, Rio Largo/AL

E-mail: cunhajlx@gmail.com

*Maria Eliani Holanda Coelho*

Eng<sup>a</sup> Civil, M. Sc. em Irrigação e Drenagem, Doutoranda em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró/RN

E-mail: mehcoelho@yahoo.com.br

*Larissa de Oliveira Fontes*

Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Mestranda em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró/RN

E-mail: larissafontesjp@hotmail.com

*Marcio Gledson Oliveira da Silva*

Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Doutorando em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró/RN

E-mail: marcio\_gledson@yahoo.com.br

*Ítalo Nunes Silva*

Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Mestrando em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró/RN

E-mail: italonunessilva@gmail.com

**RESUMO** - A velocidade de infiltração da água no sistema solo é de fundamental importância para definir os métodos de conservação do solo, dimensionamento e o planejamento de sistemas de irrigação e drenagem. Com o objetivo de se estudar a velocidade de infiltração de água em um Latossolo Amarelo, submetido ao sistema de manejo aplicado e a diferentes modelos matemáticos, (Kv, Kv-Lw e Ht) o presente trabalho foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, para se avaliar o comportamento das equações de Kostiakov, Kostiakov-Lewis e Horton. Os testes de infiltração foram realizados em três sistemas de preparo de solo (sistema convencional, plantio direto e cultivo mínimo). O sistema de cultivo mínimo proporcionou, valores da taxa de infiltração básica de água no solo de  $167 \text{ mm h}^{-1}$ , e a equação que mais se ajustou ao modelo do infiltrômetro de anel foi o de Kostiakov.

**Palavras chave:** Infiltração, Infiltrômetro de simples anel, Irrigação.

### SPEED OF WATER INFILTRATION RATE, IN THE LATOSSOI UNDERGONE SUBMITTED THE SYSTEMS DIRECT PLANTING SOIL

**ABSTRACT** - The rate of water infiltration into the soil is of fundamental importance to define the methods of soil conservation, design and planning of irrigation and drainage. With the aim of studying the velocity of water flow in some soil, subjected to the management system applied and the different mathematical models, (Kv, Kv and Lw-Ht) this work was conducted at the Centre for Agrarian Sciences, Federal University Alagoas, to evaluate the behavior of equations Kostiakov, Kostiakov-Lewis and Horton. The infiltration tests were performed on three systems of tillage system (conventional tillage and minimum tillage). The minimum tillage system provided, the values of infiltration rate of soil water of  $167 \text{ mm h}^{-1}$ , and the equation that best fitted the model of the infiltrometer ring was to Kostiakov.

**Key words:** Infiltration, single ring infiltrometer, Irrigation.

## INTRODUÇÃO

A velocidade de infiltração é um processo pelo qual a água penetra no perfil do solo, a partir da sua superfície, em função do tempo. Inicialmente, seu valor é elevado, que vai diminuindo, até se tornar constante, onde pode-se denominar de velocidade de infiltração básica (VIB) do solo, parâmetro esse que é de fundamental

importância para definir os métodos de conservação do solo, planejamento e dimensionamento de sistemas de irrigação e drenagem (Cunha, 2008).

Para Reichardt (1987), o conhecimento da infiltração da água no solo é imprescindível para elaboração de um projeto de irrigação, voltado para proporcionar maior rendimento às culturas. 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. Dentre as conhecidas propriedades físicas existentes do solo, a infiltração é uma das mais importantes quando se estudam fenômenos que estão ligados ao seu movimento, entre estes se destacam a infiltração e redistribuição de água no perfil do solo (Carvalho, 2000).

A infiltração da água no solo deve ser mensurada por meio de técnicas capazes de re apresentar, adequadamente, as condições naturais em que se encontra o solo. Embora não exista padronização dos sistemas de medição da infiltração de água, uma maneira comumente adotada para medir a lâmina de água infiltrada é a utilização de infiltrômetros de duplo e de simples anel. Que de acordo com Merriam et al. (1983) pode-se utilizar um infiltrômetro de cilindro único na determinação de infiltração vertical, desde que ele tenha no mínimo 25 cm de diâmetro e que seja instalado a pelo menos, 15 cm abaixo da superfície do solo. Cilindros concêntricos podem ser utilizados, porém, raramente se conseguem melhor precisão.

Com o objetivo de avaliar a velocidade de infiltração da água no solo, por meio de modelos empíricos e dos modelos baseado na regressão não linear e compará-los com o método do anel infiltrômetro em condições de campo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), localizado no município de Rio Largo-AL, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude Sul 9º29'45", longitude Oeste 35º49'54", altitude de 165 metros, relevo plano com boa drenagem. Na ocasião da pesquisa, que se estendeu de novembro de 2007 a janeiro de 2008, a área, cujo clima foi classificado como A's de Koppen (tropical quente e úmido com estações seca de primavera-verão e chuvosa de outono-inverno), a área experimental anteriormente tinha sido cultivada com milho (*Zea mays*), o solo foi classificado como Latossolo Amarelo coeso, distrófico, texturas franca arenosa na profundidade de 0 a 20 cm e franco-argilo-arenosa (EMBRAPA, 1999) até a profundidade de 60 cm, conforme mostram as características físicas contidas na tabela 1.

O método adotado para medir a velocidade de infiltração, da água no solo, foi adaptado do modelo clássico do infiltrômetro de anéis concêntricos, utilizando-se apenas um cilindro de maior diâmetro (50 cm de diâmetro e 40 cm de altura). O cilindro foi introduzido no solo a uma profundidade de 15 cm, em seguida se colocou uma régua fixada a um suporte de madeira colocado na borda superior e no centro do cilindro, que se projetou até tocar a superfície do solo, para medir a lâmina de água que foi padronizada para uma altura máxima de 5 cm e mínima de 2cm.

Foram utilizados para a determinação da *VIB* os modelos empíricos desenvolvidos por Kostiakov (1932), Kostiakov-Lewis (1945) e Horton (1940), que descrevem o volume de água que penetra no solo em função do tempo:

Modelo de Kostiakov (1932):

$$I = a \times T^n \quad (\text{eq.1})$$

$$\frac{dI}{dT} = VI = a \times n \times T^{n-1} \quad (\text{eq.2})$$

Onde: I - infiltração acumulada (L); a e n - constantes que dependem do solo (AD); VI - velocidade de infiltração (L T<sup>-1</sup>); T - tempo (T).

Modelo de Kostiakov - Lewis (1945):

$$I = a \times T^n + k \times T \quad (\text{eq.3})$$

$$\frac{dI}{dT} = VI = a \times n \times T^{n-1} + k \quad (\text{eq.4})$$

Onde: I - infiltração acumulada (L); a e n - constantes que dependem do solo (AD); VI - velocidade de infiltração (L T<sup>-1</sup>); T - tempo (T); K - velocidade de infiltração básica (L T<sup>-1</sup>).

Modelo de Horton (1940):

$$I = i_f T + (i_i - i_f) e^{-\beta t} \quad (\text{eq.5})$$

$$\frac{dI}{dT} = VI = i_f + (i_i - i_f) \beta \times (1 - e^{-\beta t}) \quad (\text{eq.6})$$

Onde: I - infiltração acumulada (L); VI - velocidade de infiltração (L T<sup>-1</sup>); a e n - constantes que dependem do solo (AD) e i<sub>f</sub> - infiltração final (L T<sup>-1</sup>); i<sub>i</sub> - infiltração inicial (L T<sup>-1</sup>); β - fator de proporcionalidade (AD); e - logaritmo neperiano; T - tempo (T).

As equações (1), (3) e (5) representam a infiltração acumulada, enquanto (2), (4) e (6) se referem à velocidade de infiltração da água, respectivamente para os modelos empíricos de Kostiakov, Kostiakov-Lewis e Horton. Para Reichardt & Timm (2004), o modelo de Kostiakov é pratico, pois, com dados de *I* em função de *T* pode-se, mediante um gráfico *log I* versus *log T*, estimar os parâmetros *a* e *n*. O modelo de Kostiakov-Lewis é uma equação empírica, entretanto sua aplicação é limitada para um tempo muito longo de infiltração (Philip, 1957).

O modelo de Horton (1940) é um modelo que não se baseia em nenhuma teoria física, que de acordo com Philip (1957) é relativamente inadequado para representar um decréscimo muito rápido da taxa de infiltração, no entanto para tempo longo, ela representa melhor a infiltração se comparada com o modelo de Kostiakov.

Este modelo determina empiricamente os parâmetros *i<sub>i</sub>*, *i<sub>f</sub>*, e β a partir de pares de valores simultâneos da infiltração acumulada ou da velocidade de infiltração, seja acumulada (equação 5) ou instantânea (equação 6), respectivamente (Brandão, et al 2006). O delineamento estatístico adotado foi um fatorial 3

(Tratamentos) x 4 (Equações), constituído por cinco repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do solo onde foram estudados os testes de infiltração é um Latossolo Amarelo Coeso

Distrófico, com densidade do solo variando em profundidade, de 1,28 e 1,20 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente entre 0-20 e 40-60 cm, (tabela 1). Os teores de areia total e silte decrescem em profundidade no solo, acontecendo o contrário com a argila e a porosidade total, que aumentaram na camada mais profunda.

**Tabela 1** - Atributos físicos do solo na área experimental submetida aos sistemas de cultivo mínimo, nas profundidades de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm.

	Determinações						
	Profundidade (cm)	Areia total (g kg <sup>-1</sup> )	Areia fina (g kg <sup>-1</sup> )	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	Argila (g kg <sup>-1</sup> )	Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )	Porosidade total (%)
Cultivo Mínimo	0-20	577,80	166,00	167,84	254,36	1,28	518,65
	20-40	549,80	159,60	115,84	334,36	1,28	518,72
	40-60	486,40	140,40	99,24	414,36	1,22	542,73

Os resultados expressos na Tabela 2 apresentam os valores médios de desvio padrões e coeficiente de correlação do resultado do teste de infiltração de água no solo, onde observa-se que o coeficiente de variações das velocidades de infiltração diminui na proporção que o tempo aumentava, mostrando que ao se aproximar da *VIB* (Velocidade de Infiltração Básica), os resultados obtidos nos testes de infiltração se tornavam cada vez mais

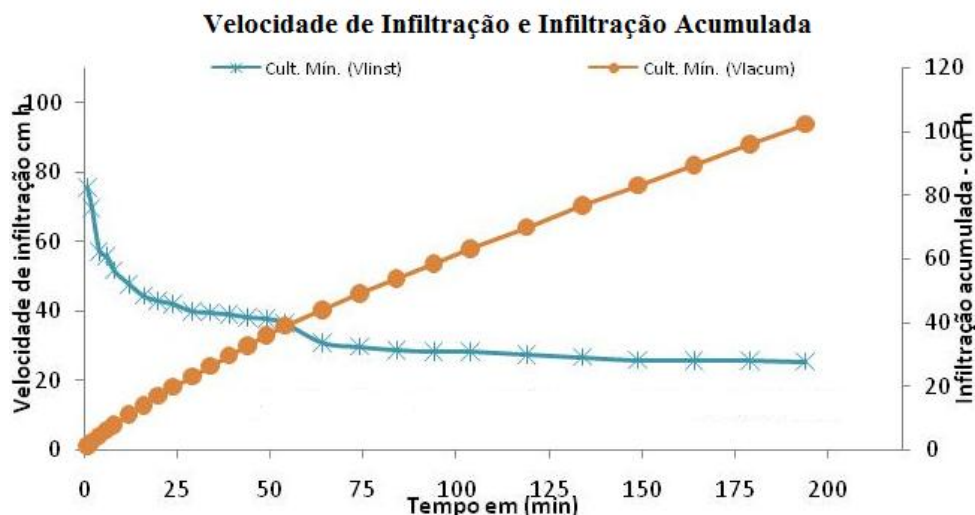
consistentes, sobretudo quando avaliados pelos baixos valores dos coeficientes de variação, estando de acordo com os de Hillel, 1980. Como era de se esperar, à medida que o tempo aumentava estes valores se aproximavam de constantes, que nesse momento passavam a ser chamados de (*VIB*) do tratamento, estabilizando-se aos 194 minutos, com a velocidade de 25,44 cm h<sup>-1</sup>.

**Tabela 2** - Valores médios, desvio padrão e coeficiente de correlação do resultado do teste de infiltração de água no solo, para o sistema, plantio convencional em função do tempo.

Cultivo Mínimo			
T <sub>acum.</sub> (min)	VI <sub>anel</sub> (cm h <sup>-1</sup> )	D. PADRÃO	CV (%)
1,00	75,60	0,15	12,04
2,00	69,60	0,05	04,72
4,00	57,00	0,19	09,85
6,00	55,80	0,17	09,00
8,00	51,60	0,13	07,58
12,00	47,70	0,77	24,20
16,00	44,40	0,65	22,10
20,00	42,90	0,61	21,21
24,00	42,00	0,58	20,82
29,00	39,84	0,63	18,98
34,00	39,60	0,64	18,82
39,00	38,88	0,60	18,26
44,00	38,16	0,58	19,06
49,00	37,68	0,60	19,68
54,00	36,48	0,60	11,88
64,00	30,84	0,60	11,63
74,00	29,76	0,61	08,80
84,00	28,68	0,58	08,66
94,00	28,68	0,42	10,40
104,00	28,08	0,41	10,99
119,00	27,28	0,49	09,61
134,00	26,72	0,75	05,20
149,00	25,84	0,64	05,95
164,00	25,60	0,34	05,91
179,00	25,62	0,38	05,15
194,00	25,44	0,39	06,15

Com a Tabela 2, pode-se traçar as curvas com os valores médios da velocidade de infiltração e infiltração acumulada, originando a Figura 1, com a relação das diferentes velocidades com o tempo de infiltração,

indicando que no começo dos testes as taxas de infiltração eram elevadas e, à medida que o tempo aumentava a infiltração diminuía até atingir valores próximos a *VIB*.



**Figura 1:** Curvas dos valores médio da velocidade de infiltração e infiltração acumulada medidos pelo infiltrômetro simples de anel.

Por outro lado, analisando o inverso do comportamento da velocidade de infiltração, pode ser visto a curva de infiltração acumulada de água no solo. O valor médio da velocidade básica de infiltração (14,80 cm h<sup>-1</sup>), representativo da área estudada foi obtido tomando-se como referência a curva da equação dos valores médios da velocidade de infiltração. Define-se, comumente, a infiltração básica de um solo como sendo a variação que corresponde ao instante em que a declividade (assintótica horizontal) da curva equivale a um valor muito próximo

de zero (Prevedelo, 1996). Diante dos resultados obtidos a Figura 1, é possível se determinar os parâmetros teóricos originários da infiltração através das regressões não lineares e os modelos matemáticos para aos diferentes testes de infiltração e dos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>). Nos respectivos modelos estudados, como mostra a Tabela 3, indicando coeficientes de determinação altos, com valores que variaram de 0,87 a 1,00 mostrando que o melhor modelo para o cálculo da velocidade de infiltração, foi o modelo de Kostiakov.

**Tabela 3:** Equações e coeficientes de correlação das velocidades de infiltração dos modelos adotados.

Tratamentos primários	Tratamentos secundários	Médias	VI (cm h <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>
Cultivo mínimo	Kostiakov	27,49a	VI = 68,90 T <sup>-0,17</sup>	1
	Anel	25,44a	VI = 81,64 T <sup>-0,22</sup>	0,97
	Kostiakov-Lewis	52,90b	VI = 92,30 T <sup>-0,10</sup>	0,99
	Horton	25,44a	VI = 55,16 T <sup>-0,17</sup>	0,79

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (5%).

De um modo geral, os coeficientes de determinação entre os valores médios das velocidades de infiltração obtidos no campo (testes experimentais) e os valores médios calculados pelos modelos empíricos foram superiores a 0,96; excetuando o modelo de Horton que apresentou 0,79. Os valores de R<sup>2</sup> altos foram verificados para grande maioria dos modelos analisados indicam que a pequena proporção de variância dos dados deveu-se aos erros presentes nas estimativas dos parâmetros dos modelos, deixando de fora, apenas, o modelo desenvolvido por Horton. Por outro lado observando-se os parâmetros que servirão para ajustar os modelos propostos

como coeficientes de determinação, regressões não lineares e os modelos matemáticos de Kostiakov, Horton e Kostiakov-Lewis e o modelo pratico do anel (Tabela 4), nota-se que as diferenças entre os valores médios da taxa de infiltração obtidos pelo infiltrômetro de anel e os calculados pelos diferentes modelos apresentados, modelos estes que definidos por Prevedelo (1996), como sendo a infiltração básica de um solo correspondente ao instante em que a declividade (assintótica horizontal) da curva equivale a -0,01 cm h<sup>-1</sup>, Prevedelo (1996).

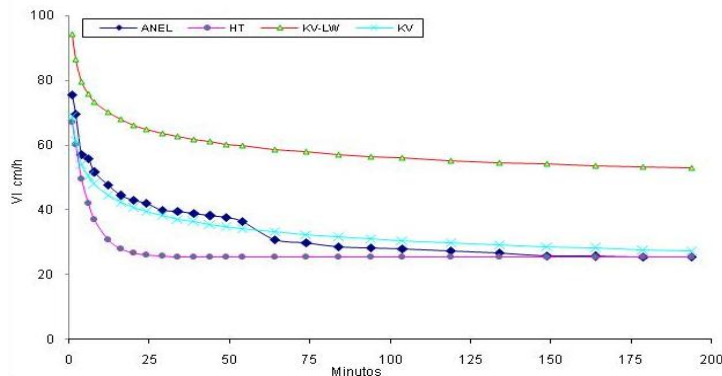
**Tabela 4:** Valores médios das velocidades de infiltração medidos e calculados pelos modelos matemáticos no Sistema Cultivo Mínimo.

Tratamento	Modelo	Modelos Empíricos				
		VI	Vf	n	y	R <sup>2</sup>
Cultivo mínimo	Anel	75,60	24,44	0,72	81,64T <sup>-0,22</sup>	0,97
	Horton	67,14	25,44	0,83	55,16T <sup>-0,16</sup>	0,79
	Kostiakov	68,91	27,37	0,83	68,90T <sup>-0,17</sup>	1,00
	Kostiakov-Lewis	94,35	52,81	0,90	92,30T <sup>-0,10</sup>	0,99

### Modelo empírico de Kostiakov

O sistema de cultivo mínimo proporcionou, valores da taxa de infiltração básica de água no solo de  $167 \text{ mm h}^{-1}$ , e a equação que mais se ajustou ao modelo do infiltrômetro de anel foi o de Kostiakov. Havendo diferença significativa entre os modelos matemáticos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A curva com os dados obtidos em uma área submetida ao cultivo mínimo, com duas gradagens e uma subsolagem que se estendeu até 40 cm de profundidade, é mostrada na Figura 2. Pode-se afirmar que o modelo de Kostiakov poderá ser aplicado com segurança neste tipo de solo em que o resultado da *VIB* foi correspondente a  $27,37 \text{ cm h}^{-1}$  (Tabela 4).



**Figura 2:** Velocidade de infiltração de água no solo pelo método do infiltrômetro de anel e os modelos matemáticos de Kostiakov, Kostiakov-Lewis e Horton.

Observa-se, ainda na Figura 2, que a curva manteve-se do momento inicial do teste de infiltração até o final, mostrou, comportamento e uma distribuição consistente de todos os valores teóricos, praticamente idênticos aos do modelo prático do infiltrômetro de anéis. Estes resultados discordam daqueles obtidos por Lisboa et al., (2007), que estudando a velocidade de infiltração em solos com textura mais arenosa, encontraram valores para *VIB* de  $40,00 \text{ cm h}^{-1}$ . E também com Ottoni Filho (2003), que estudando quatro Cambissolos encontraram valores superiores a  $26,00 \text{ cm h}^{-1}$ .

### Modelo empírico de Kostiakov-Lewis

O tratamento onde se utilizou o modelo do cilindro de anel e que foi comparado com de Kostiakov-Lewis, pode ser observado na Figura 2. Os valores obtidos pela equação de Kv-Lw foram bastantes consistentes, mas, não pode ser considerado como o modelo ideal para comparar com o modelo prático de campo, este modelo apresenta uma diferença crescente, desde o início do estudo, a partir dos dois minutos até o tempo final de 194 minutos, apresentando diferença de 103,26% de distanciamento entre ambas as curvas com *VIB* de 24,44 e  $52,81 \text{ cm h}^{-1}$ . A Tabela 3 mostra que, estatisticamente a 5% de probabilidade, houve diferença significativa entre os tratamentos. Esses valores foram diferentes dos obtidos por Lisboa et al. (2007), que encontraram em Argissolo Acinzentado um valor de *VBI* de  $41,0 \text{ cm h}^{-1}$ , e concordando com Ottoni Filho (2003) que estudando quatro tipos de Cambissolos, encontrou valores de *VBI* superiores a  $26,0 \text{ cm h}^{-1}$ , resultado cinco vezes maior que o observado pelo mesmo autor em solos arenosos.

### Modelo empírico de Horton

A Figura 2 apresenta a curva da velocidade de infiltração de água no solo, proveniente da aplicação do método do infiltrômetro de anel e o modelo de Horton, para uma área em que utilizou-se o plantio em cultivo mínimo, e permitiu afirmar que os valores obtidos pelo método do (*IANC*) e quando comparados com o modelo de Horton após 150 minutos se tornaram praticamente idênticas Isto mostra que o modelo de Horton apresenta uma consistência quando o tempo de infiltração que se aproxima daquele que define a *VIB*, e que obtiveram valores de 25,4 e  $25,4 \text{ cm h}^{-1}$ , (Tabela 3).

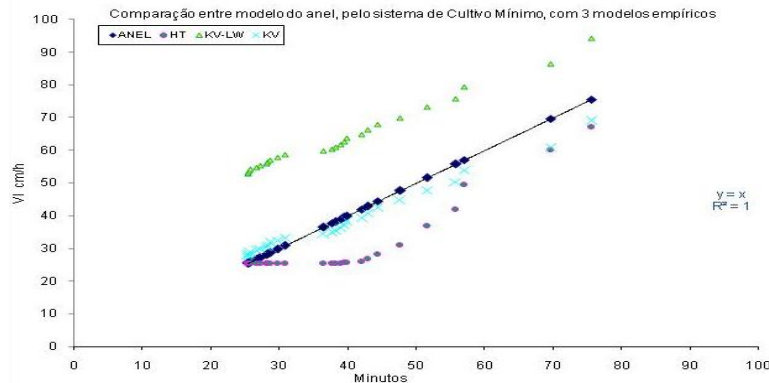
Estes valores corroboram os resultados encontrados por Ottoni Filho (2003), quando estudou quatro tipos de Cambissolos e encontrou valores de *VIB* superiores a  $26,0 \text{ cm h}^{-1}$ . A análise estatística (Tabela 3) mostra que houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre os modelos de Horton e o infiltrômetro de anéis.

Para confirmação destes resultados foi construído a Figuras 3, que mostram os valores médios da velocidade de infiltração calculados pelos modelos matemáticos versus os valores médios das velocidades observadas em campo. Pode-se verificar o melhor desempenho do modelo de Kostiakov quando comparado com os demais, como se pode observar pela melhor aderência dos pontos a reta ideal. Semelhante desempenho foi encontrado para a regressão não linear. Quando se compara com o modelo de Horton e Kostiakov-Lewis entre si, verifica-se desempenho diferente entre eles no cálculo da taxa de infiltração, como se pode observar nas referidas Figuras.

Em conseqüência das subsolagens e gradagens a que foi submetido o CM provavelmente ocorreu uma modificação na sua estrutura, aumentando a porosidade total, conseqüentemente favorecendo a diminuição da compactação e da densidade global do solo, fenômenos estes que favoreceram maior infiltração da água e, naturalmente, aumento na sua velocidade de infiltração.

Pela Figura 3 pode-se observar que o modelo de Kostiakov apresentou melhor distribuição dos valores médios da taxa de infiltração quando comparado com os demais modelos, observado pela maior aproximação dos pontos com a reta ideal (cilindro de anel), principalmente da metade do tempo até o final do estudo de infiltração. Enquanto que os modelos de Horton e Kostiakov-Lewis mostraram-se distantes da reta, com destaque para o

modelo de Kv-Lw que se apresentou totalmente incoerente e não aderência durante todo o tempo de infiltração de água no solo, com distanciamento paralelo à reta; este fenômeno pode ser explicado pelo fato de Kv-Lw apresentar um coeficiente da curva de tendência próximo ao da reta ideal (bissetriz - 1:1).



**Figura 3:** Valores médios das velocidades de infiltração medidos e calculados pelos modelos matemáticos no Sistema Cultivo Mínimos.

## CONCLUSÃO

No sistema de cultivo mínimo o modelo empírico de Kostiakov pode ser utilizado para determinar a velocidade de infiltração de água, para este tipo de solo e solos que apresentem atributos físicos similares.

## REFERÊNCIAS

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa: UFV, 2005. 611p

BRADÃO, V.S.; CECILIO, R.A.; PRUSK, F.F. & SILVA, D.D. **Infiltração de Água no Solo**, Viçosa, MG: UFV, 2006. 47p. Universidade Federal de Viçosa, 2006. Carvalho, H. O. G. *Física dos solos*. ed. Campina Grande: UFPB, 2000. 173p.

CUNHA, JORGE LUIZ. X. L.; SILVA, CÍCERO. A.; ALBUQUERQUE, ABEL W.; JUNIOR, RONALDO. B. S.; ARAUJO, ELIENE.; Velocidade de Infiltração da Água em um Latossolo Amarelo Submetido ao Sistema de Manejo Plantio Convencional. *Revista Caatinga (Mossoró, Brasil)*, v.22, n.1, p.199-205, janeiro/março de 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1999.

HILLEL, D. **Applications of soil physics**. California: Academic Press, Inc. 1980, 385p.

LISBOA, HEITOR; TIMM, LUIZ CARLOS; REISSER JUNIOR, CARLOS; TAVARES, VITOR EMANUEL QUEVEDO MANKE, GILNEI; TAVARES, LIZANDRO CÍCILIANO; LEMOS, FREDERICO DEKER; PRESTES, RODRIGO. XVI CIC **Determinação das**

**Curvas de VI de Água de Três Solos Representativos da Persicultura Irrigada na Região de Pelotas - RS**. Nov. 2007.

MERRIAN, J. L.; SHEARER, M. N.; BURT, C. M. EVALUATING irrigation systems and practices. In: Jesen, M. E. (ed). **Design and operations of form irrigation systems**. St Joseph: ASAE, 1983. P. 721-60. (Monography Series,3).

PREVEDELLO. C. L.; **Física do Solo com problemas resolvidos**. Curitiba: C. L. Prevedello, 1996. 446p.

PAIXÃO, F. J. R.; ANDRADE, A. R. S.; AZEVEDO, C. A. V.; SILVA, J. M.; COSTA, T. L.; FEITOSA, R. M. Estimativa da Infiltração da água no solo através de modelos empíricos e funções não lineares. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 5 – n. 1 – 1º Semestre 2004.

REICHARDT, K. **Água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188p.

REICHARDT. K. & TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: processos de aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478 p.

SIDIRAS, N.; ROTH, C. H.; **Infiltration measurements with Double-ring infiltrometers and a rainfall Simulator under different surface conditions on an oxisoil, soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 9, p. 161-168, 1984.

SIMÕES, W. L.; FIGUEREDO, V. B.; SILVA, E. L. do.; Uso do cilindro filtrômetro único em diferentes solos. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, V. 25, n. 2, p. 359-366, maio/agosto. 2005.