

PERDAS DE ÁGUA POR EVAPORAÇÃO E ARRASTE NA IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO NO MUNICÍPIO DE LAVRAS-MG

SAMUEL BESKOW¹, ALBERTO COLOMBO², GERALDO M. PEREIRA³, MOISÉS S. RIBEIRO⁴

¹ Engº. Agrícola, Mestrando em Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem), UFLA, Lavras – MG, FONE: (0xx35) 38226604, samuelbeskow@terra.com.br.

² Engº. Agrônomo, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras – MG.

³ Engº. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras – MG.

⁴ Engº. Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem), UFLA, Lavras – MG.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB

RESUMO: À medida em que a água torna-se cada vez mais escassa e cara, aumenta a importância de estratégias que permitam um uso mais eficiente da água aplicada através da irrigação por aspersão. Os modelos de Frost & Schwalen e Yazar foram utilizados para simular e comparar, em diferentes períodos do dia, perdas por evaporação e arraste da água aplicada por aspersão. Foi desenvolvido um programa, escrito em Object Pascal (ambiente gráfico Delphi 6.0), para realizar estas simulações, considerando um aspersor com bocal de 5,2 mm operando nas pressões de serviço de 20 e 30 m.c.a, nas condições climáticas da cidade de Lavras – MG observadas durante o ano de 2004. Para os dois modelos utilizados, nas condições em que foram realizadas as simulações, pôde-se concluir que as perdas durante o período noturno foram menores quando comparadas ao período diurno. As perdas por evaporação e arraste variaram entre 0,41 e 2,54% para o modelo de Frost & Schalen e de 0,08 a 2,68% para o modelo de Yazar.

PALAVRAS-CHAVE: simulação, eficiência, aspersor

SPRINKLER EVAPORATION AND DRIFT LOSSES IN LAVRAS – MG

ABSTRACT: As water has become more scarce and expensive, the importance of strategies that allow a more efficient use of the water discharged by sprinkler systems also increases. The models developed by Frost & Schwalen and Yazar were used to simulate and compare, in different periods of the day, evaporation and drift losses from the water discharged by sprinkler irrigation. A software, written in Object Pascal (Delphi 6.0 graphic environment), was developed to carry out these simulations, considering a sprinkler with a 5.2 mm nozzle operating at pressures of 20 and 30 m, under the climatic conditions observed in Lavras – MG during the 2004 year. Under the climatic conditions in which the simulations were carried out, it was possible to conclude that the losses, for both models used, were lower during the night period than during the daytime period. Evaporation and drift losses ranged from 0.41 to 2.54% for the Frost & Schwalen model and from 0.08 to 2.68% for the Yazar model.

KEYWORDS: simulation, efficiency, sprinkler

INTRODUÇÃO: Na aspersão, a fração do volume total de água aplicada que não chega a atingir a superfície da área irrigada é computada como a fração perdida por arraste e evaporação (Playàn et al., 2005). Esta fração depende, sobretudo, da temperatura e umidade relativa do ar, da velocidade do vento, da pressão de serviço do aspersor e do tamanho do bocal (Smajstrla & Zazueta, 2003). Kohl et al. (1987) atribui a discrepância entre valores relatados na literatura às diferentes estratégias utilizadas para quantificar as perdas por arraste e evaporação. Métodos de campo resultam em perdas da ordem de 2 a 40%, com muitos valores entre 10 e 20%, enquanto os métodos analíticos e de laboratório indicam valores entre 1 e 2%. Os métodos analíticos representam um meio alternativo de superar muitos erros de medição, no entanto, tem aplicação limitada, em decorrência da indisponibilidade de alguns dos parâmetros requeridos para sua aplicação (Thompson et al., 1993). À medida em que a água torna-se cada vez mais escassa e cara, aumenta a importância de um conhecimento mais preciso dos fatores que determinam estas perdas. A importância deste conhecimento deve-se não somente à necessidade de quantificar estas perdas mas, principalmente, à necessidade de se estabelecer estratégias que permitam um uso mais eficiente da água aplicada através da irrigação por aspersão (Tarjuelo et al., 2000). Como forma de subsidiar o desenvolvimento destas estratégias, este trabalho teve como objetivos: (i) apresentar valores de perdas de água por evaporação e arraste durante a irrigação por aspersão, estimados pelos modelos de Frost & Schwalen (1955) e Yazar (1984), para a região de Lavras – MG e (ii) comparar valores médios destas perdas estimados sob diferentes condições operacionais representadas por (a) diferentes pressões de serviço (20 e 30 m.c.a) e (b) diferentes períodos de uso (diurno e noturno).

MATERIAL E MÉTODOS: As simulações das perdas de água por evaporação e arraste foram realizadas para as condições climatológicas da cidade de Lavras - MG, utilizando os dados do ano de 2004 obtidos através de uma estação agrometeorológica automática localizada na Universidade Federal de Lavras (UFLA). A partir de dados horários, separou-se em dois períodos do dia: diurno (7 as 19) e noturno (19 as 7). Para a simulação das perdas por evaporação e arraste na irrigação por aspersão, nas condições de Lavras – MG, foram utilizados os seguintes modelos: Frost & Schalen (1955) através da equação de Trimmer (1987); e Yazar (1984). O nomograma desenvolvido por Frost & Schalen (1955) não é adaptado para uso em computadores, portanto utilizou-se a equação de Trimmer (1987) que transformou tal nomograma na seguinte equação:

$$P = \left[1,98D^{-0,72} + 0,22(e_s - e_a)^{0,63} + 3,6 \times 10^{-4} h^{1,16} + 0,14W^{0,7} \right]^{4,2} \quad (1)$$

Onde:

P = perda por evaporação e arraste (%), segundo nomograma de Frost & Schalen (1955);

D = diâmetro do bocal (mm);

($e_s - e_a$) = déficit de pressão de vapor do ar (kPa);

h = pressão de serviço (kPa);

W = velocidade do vento a 2 m de altura (m/s).

Para a determinação do déficit de pressão de vapor, utilizou-se a equação (2), conforme recomendado por Trimmer (1987).

$$(e_s - e_a) = 0,611 \exp \left[\frac{17,27T}{T + 237,3} \right] (1 - UR) \quad (2)$$

Onde:

($e_s - e_a$) = déficit de pressão de vapor do ar (kPa);

T = temperatura do ar (°C);

UR = umidade relativa do ar (decimal).

A equação (3) foi desenvolvida por Yazar (1984).

$$P = 0,003 \exp(0,20WS) (e_s - e_a)^{0,59} T_a^{0,23} P^{0,76} + (0,27WS)^{2,15} \quad (3)$$

Onde:

P = perda por evaporação e arraste, expressa como percentagem do volume total aplicado pelos aspersores;

WS = velocidade do vento a 2 m de altura (m/s);
 $(e_s - e_a)$ = déficit de pressão de vapor do ar (mbar);
 T_a = temperatura do ar (°C);
P = pressão de serviço (kPa).

O déficit de pressão de vapor foi calculado de acordo com a equação (2), e após corrigido a unidade. Para a realização das simulações de maneira automática, foi escrito um programa computacional em Delphi (ambiente Windows) chamado de SEPAE (Software para Estimativa de Perdas de Água por Arraste e Evaporação), apresentando ambiente amigável e de fácil interação com o usuário. Para a realização da simulação das perdas de água por evaporação e arraste, foi utilizado um bocal de 5,2 mm operado nas pressões de serviço de 20 e 30 m.c.a., para as mesmas condições climatológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 é possível verificar as perdas de água médias mensais ocorridas por evaporação e arraste, simuladas de acordo com o modelo de Frost & Schalen (1955) seguindo o proposto por Trimmer (1987), para um aspersor equipado com um bocal de 5,2 mm operado em duas diferentes pressões de serviço (20 e 30 m.c.a.).

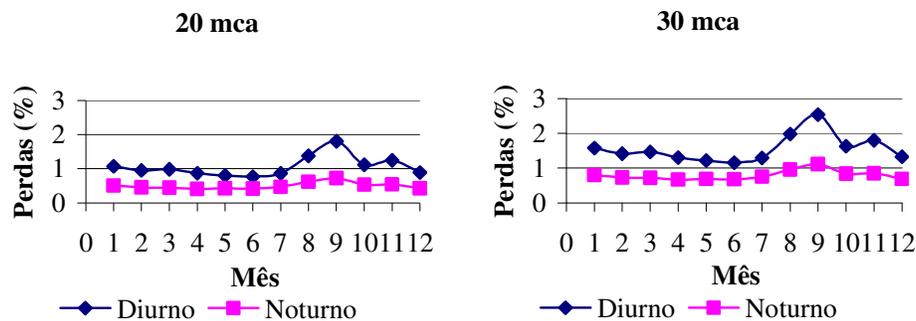


Figura 1. Perda (%) média mensal por evaporação e arraste durante o ano de 2004, no município de Lavras – MG, simulado segundo modelo de Frost & Schalen (1955).

Para o modelo de Frost & Schalen (1955), utilizando dados médios do período noturno e na condição de pressão de serviço igual a 20 m.c.a, as perdas variaram entre 0,41% e 0,73% do volume aplicado; quando a pressão foi de 30 m.c.a, as perdas variaram entre 0,67% e 1,11%. Porém quando da utilização dos dados médios do período diurno, as perdas variaram entre 0,76% e 1,8% do volume aplicado para a pressão de 20 m.c.a; e de 1,16% a 2,54% para a pressão de 30 m.c.a. Os resultados obtidos mediante simulação com o modelo de Yazar (1984), para as mesmas condições climáticas e operacionais, podem ser visualizados através da Figura 2.

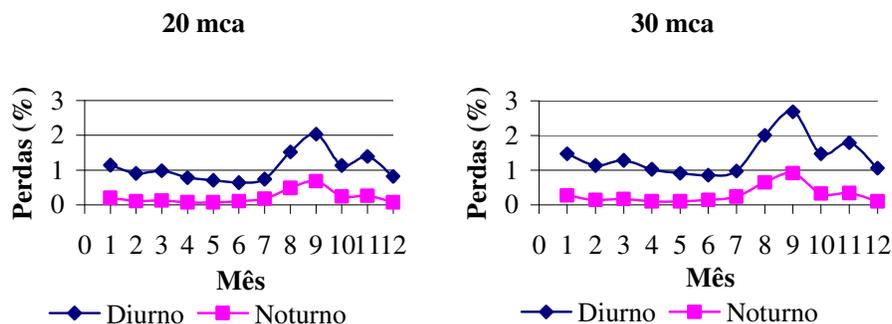


Figura 2. Perda (%) média mensal por evaporação e arraste durante o ano de 2004, no município de Lavras – MG, simulado segundo modelo de Yazar (1984).

Aplicando o modelo de Yazar (1984) para os dados médios do período noturno e na condição de pressão de serviço igual a 20 m.c.a, as perdas variaram entre 0,08% e 0,68% do volume aplicado; quando a pressão foi de 30 m.c.a, as perdas ficaram entre 0,10% e 0,92%. Porém quando aplicado para

dados médios do período diurno, as perdas variaram entre 0,64% e 2,03% do volume aplicado para a pressão de 20 m.c.a; e entre 0,85% e 2,68% na pressão de 30 m.c.a. Observa-se, pelas Figuras 1 e 2, que as perdas por evaporação e arraste foram maiores, para um mesmo bocal, quando a pressão de serviço aumentou (para uma mesma condição climática), isto devido a uma maior pulverização do jato d'água, concordando com Pereira (1995), o qual salienta que quanto menor o diâmetro da gota maior é a perda por evaporação e arraste. Analisando as Figuras 1 e 2 é possível notar que para ambos os modelos, as perdas para o período noturno foram expressivamente menores quando comparado ao período diurno, visto a temperatura do ar e velocidade do vento terem valores menores e a umidade relativa do ar ser maior, estando de acordo com o obtido por Playàn et al. (2005). Nota-se também que o maior valor de perda média por evaporação e arraste ocorreu no mês de setembro, em virtude de valores mais altos de temperatura do ar e velocidade do vento e valores mais baixos de umidade relativa do ar, ocorridas neste mês. O modelo de Yazar (1984) foi desenvolvido utilizando apenas dois bocais (5,2 e 5,6 mm) operados a diferentes pressões de serviço, por isso é importante que o projetista tome cuidado na utilização deste modelo, atentando se as condições operacionais desejadas estão dentro da interpretação física proposta pelo modelo.

CONCLUSÕES: Os dois modelos apresentaram o mesmo comportamento em relação às variáveis meteorológicas (elevação em setembro e queda nos meses de abril, maio e junho). Vale ressaltar a grande vantagem em utilizar a irrigação por aspersão em períodos noturnos, em face das pequenas perdas por evaporação e arraste (aumentando a eficiência de aplicação), acarretando em economia de água. Em função do reduzido número de parâmetros exigidos, os modelos empíricos proporcionam uma maneira rápida e ao alcance de projetistas para a estimativa das perdas por evaporação e arraste. No entanto, recomenda-se cautela na seleção do modelo a ser utilizado, levando em conta que a sua aplicação deve ser limitada às condições semelhantes àquelas em foram desenvolvidos.

REFERÊNCIAS:

- FROST, K. R.; SCHWALEN, H. C. **Sprinkler evaporation losses.** Agricultural Engineering, St. Joseph, Michigan, 1955, 36(8): 526-528.
- KOHL, K. D.; KOHL, R. A.; DEBOER, D. W. **Measurement of low pressure sprinkler evaporation loss.** Transactions of the ASAE, St. Joseph, Michigan, 1987, 30(4): 1071-1074.
- PEREIRA, G. M. **Simulação das perdas de água por evaporação e da uniformidade de distribuição na irrigação por aspersão.** Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1995. 125 p. (Tese D.S).
- PLAYÀN, E.; SALVADOR, R.; FACI, J. M.; ZAPATA, N.; MARTÍNEZ-COB, A.; SÁNCHEZ, I. **Day and night Wind drift and evaporation losses in sprinkler solid-sets and moving laterals.** Agricultural Water Management, 2005, 76: 139-159.
- SMAJSTRLA, A. G.; ZAZUETA, F. S. **Evaporation loss during sprinkler irrigation** Florida: Agricultural and Biological Engineering Department, 2003. 8p.
- TARJUELO, J. M.; ORTEGA, J.F.; MONTERO, J.; JUAN, J. A. **Modelling evaporation and drift losses in irrigation with medium size impact sprinklers under semi-arid conditions.** Agricultural Water Management, 2000, 43: 263-284.
- THOMPSON, A. L.; GILLEY, J. R.; NORMAN, J. M. **A sprinkler water droplet evaporation and plant canopy model: I. Model Development.** Transactions of the ASAE, St. Joseph, Michigan, 1993, 36(3): 735-741.
- TRIMMER, W. L. **Sprinkler evaporation loss equation.** Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE, 1987, 113 (4), 616-620.
- YAZAR, A. **Evaporation and drift losses from sprinkler irrigation systems under various operating condition.** Agricultural Water Management, 1984, 8: 439-449.