

SIMULAÇÕES DA UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA DE EQUIPAMENTOS AUTOPELIDOS EM CONDIÇÕES DE VENTO

H. F. E. DE OLIVEIRA¹, A. COLOMBO², L. COLL FARIA³ & G. DO PRADO⁴

RESUMO: O modelo semi-empírico de RICHARDS & WEATHERHEAD foi utilizado para simular as lâminas de água aplicadas por um equipamento autopropelido de irrigação operando com o aspersor canhão Plona RL-250, sob duas condições distintas de vento (velocidades de vento de $2,25 \text{ m.s}^{-1}$ e $4,13 \text{ m.s}^{-1}$). Posteriormente, os valores de lâmina e uniformidade de Christiansen oriundos das simulações foram comparados com valores oriundos de ensaios de campo, realizados sob as mesmas condições operacionais consideradas nas simulações. As comparações entre lâminas estimadas pelo modelo e lâminas estimadas pelos ensaios de campo resultaram em coeficientes de determinação superiores a 93%. As recomendações de espaçamento entre carregadores baseadas nos valores simulados de uniformidade de Christiansen são muito semelhantes às obtidas através de ensaios de campo.

PALAVRAS-CHAVE: carretel enrolador, modelagem matemática, espaçamento de carregadores.

SIMULATION OF TRAVELER IRRIGATION MACHINE WATER UNIFORMITY APPLICATION UNDER WINDY CONDITIONS

SUMMARY: The Richards & Weatherhead semi empirical model was used aiming to simulate the water application distribution of a traveler irrigation machine operating with the Plona RL250gun sprinkler under two different wind conditions ($2,25 \text{ m.s}^{-1}$ e $4,13 \text{ m.s}^{-1}$). Simulated values of water application depth and Christiansen uniformity coefficient were further compared with corresponding values that were estimated from catch can field tests held under the same operational conditions considered during the simulation process. Comparisons among water depths resulted don values of determination coefficient above 93%. Towpath spacing recommendation based on Christiansen uniformity values obtained trough the simulation process were are very similar to the ones based on field tests

KEY WORDS: hose reel, mathematical modeling, towpath spacing

¹ Engº Agrícola, Doutorando em Engenharia de Água e Solo, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP: 37.200-000, Lavras, MG. Fone: (35) 38291388. e-mail: lessandrofaria@yahoo.com.br

² Engº Agrônomo, Prof. Ph.D., Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras, MG.

³ Engº Agrícola, Doutorando em Engenharia de Água e Solo, UFLA, Lavras, MG.

⁴ Engº Agrônomo, Doutor, UFLA, Lavras, MG.

INTRODUÇÃO

A desuniformidade de aplicação de água dos sistemas de irrigação reduz o retorno econômico que se pode obter em áreas irrigadas e aumenta o impacto ambiental desta atividade, em função da redução na produtividade das culturas irrigadas e do desperdício de água, energia e fertilizantes (ORTEGA et al., 2004). Inúmeros fatores, destacando-se a ação do vento, afetam a uniformidade de aplicação de água dos sistemas de aspersão. Em função do número excessivo de variáveis envolvidas, as simulações digitais da uniformidade de aplicação de água são eficazes para a seleção das melhores condições operacionais dos sistemas de aspersão. Os modelos empíricos desenvolvidos por SEGINER & KOSTRINSKY (1975), RICHARDS & WEATHERHEAD (1993), HAN et al. (1994) e GAT & MOLLE (2000) são exemplos de tentativas no sentido de modelar os efeitos do vento sobre a distribuição espacial de água de aspersores. No entanto para assegurar a confiabilidade das recomendações obtidas com base em simulações digitais, é necessário verificar o grau de aderência entre valores simulados e valores observados em campo. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo confrontar valores de lâminas de água aplicada, obtidas com uma rotina computacional que utiliza o modelo semi-empírico de RICHARDS & WEATHERHEAD (1993), com os valores obtidos experimentalmente, em ensaios de campo do aspersor PLONA-RL250.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foi utilizado um canhão hidráulico de reversão lenta da marca PLONA, modelo RL250, que apresenta ângulo de inclinação do lançamento do jato de água de 24°, flange de acoplamento de 2 ½" e giro proporcionado pelo impacto de um de seus dois braços oscilantes. Características operacionais deste canhão, obtidas em ensaios de laboratório são dadas por PRADO & COLOMBO (2007).

Os ensaios de campo, sob condições de vento, foram realizados com auxílio de uma malha, de 14 linhas por 14 colunas, de coletores plásticos, de 8 cm de diâmetro, regularmente espaçados de 6 m, perfazendo uma área de 84 x 84 m, em cujo centro foi instalado o canhão PLONA RL250. Os volumes de água coletados ao final de cada ensaio foram convertidos em valores de intensidade de precipitação (mm.h^{-1}) e registrados em uma matriz "A", de 14 x 14. O sistema de eixos (X,Y), adotado nos ensaios de campo para identificação das coordenadas dos coletores, representados na matriz "A", e a notação horária de registro do ângulo Φ , que

descreve o sentido do vento em relação às linhas de coletores de água utilizados nos ensaios de campo, são mostrados na Figura 1.

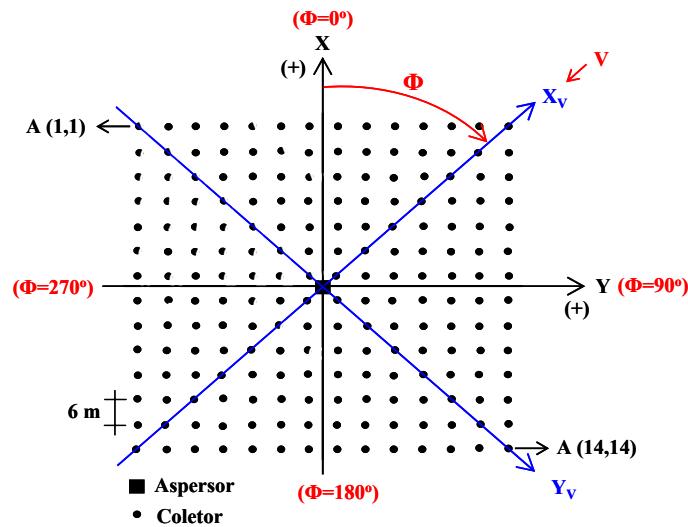


FIGURA 1. Esquema do sistema de eixos (X,Y) utilizado nos ensaios de campo e do ângulo Φ , da direção do vento, que determina o posicionamento do sistema de eixos (X_v, Y_v) utilizado no modelo de RICHARDS & WEATHERHEAD (1993).

As simulações foram realizadas para o aspersor operando com ângulo de giro de 360° , velocidade de deslocamento de 50 m.h^{-1} e a partir das seguintes características dos ensaios de campo: (i) bocal de $16 \times 0 \text{ mm}$, pressão de 490 kPa , com vento de $2,25 \text{ m.s}^{-1}$ na direção 353° ; (ii) bocal de $18 \times 5 \text{ mm}$, pressão de 490 kPa , com vento de $4,13 \text{ m.s}^{-1}$ na direção 107° .

Foi desenvolvida uma rotina computacional em *Visual Basic para Aplicativos (VBA)*, para a planilha eletrônica *Excel*, que utiliza o modelo RICHARDS & WEATHERHEAD (1993) para simular a distribuição espacial de água de um aspersor operando em condições de vento. A rotina desenvolvida, descrita por OLIVEIRA (2008), gera os valores de precipitação (mm.h^{-1}) ao longo de uma malha de pontos (coletores fictícios) uniformemente distribuídos ao redor do aspersor, observando a geometria dos ensaios de campo.

Utilizou-se uma metodologia semelhante às utilizadas por NEWELL (2003) e SMITH et al. (2008), para transformar os valores de intensidade de precipitação, das matrizes que representam a distribuição espacial de água do aspersor PLONA-RL250, em valores de lâminas de água aplicada ao longo de uma linha perpendicular à trajetória infinita de deslocamento linear de um aspersor.

Para simulação da uniformidade de distribuição de água de equipamentos autopropelidos operando sob diferentes espaçamentos entre carregadores, os valores de lâmina aplicada na linha perpendicular ao deslocamento do aspersor foram sobrepostos lateralmente,

seguindo metodologia amplamente utilizada na avaliação de equipamentos autopropelidos (MERRIAM & KELLER, 1978); ISO 8224-1 (ISO, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As comparações, mostradas nos gráficos à esquerda na Figura 2, entre as lâminas simuladas com valores oriundos de distribuições de água geradas pelo modelo de RICHARDS & WEATHERHEAD (1993) e as lâminas com valores oriundos de distribuições observadas em ensaios de campo sob condições de vento, resultam em coeficientes de determinação maiores que 93%. De acordo com MOLLE & GAT (2000), um coeficiente de determinação acima de 85%, indica que o modelo de simulação é capaz de realizar estimativas adequadas.

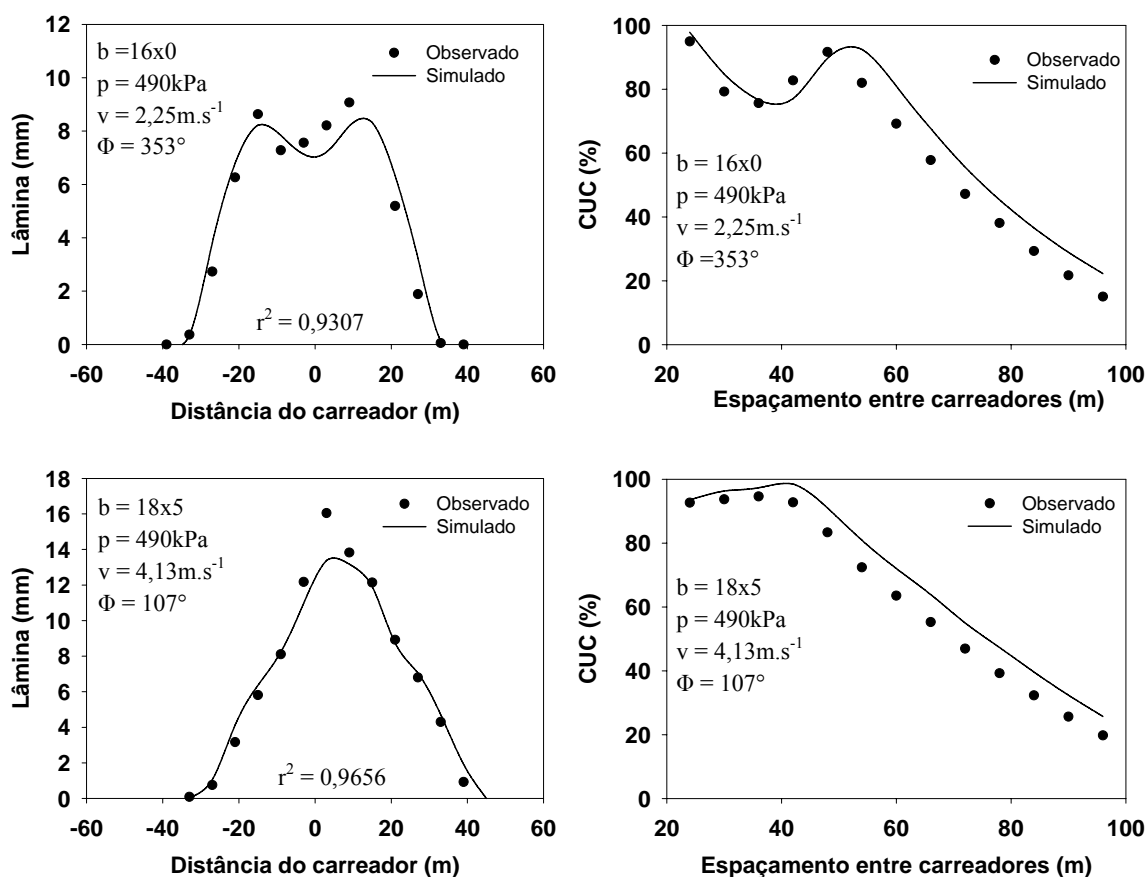


FIGURA 2. Lâminas em linhas perpendiculares a um carreador isolado e uniformidades em diferentes espaçamentos de carreadores: valores oriundos de malhas observadas em ensaios de campo (pontos) e valores oriundos de malhas simuladas pelo modelo ajustado de Richards & Weatherhead (linhas).

Na coluna à direita na Figura 2 nota-se que apesar das pequenas diferenças entre os valores simulados e observados de lâmina aplicada (gráficos da esquerda), o comportamento geral da uniformidade, em função da variação no espaçamento entre carregadores, apresenta uma grande proximidade.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados, conclui-se que estimativas de uniformidade de aplicação de água de equipamentos autopropelidos de irrigação, operando sob condições de vento e oriundas de malhas geradas pelo modelo ajustado são tão boas quanto àquelas oriundas de malhas observadas em ensaios de campo, permitindo selecionar combinações, de condições operacionais dos aspersores e espaçamentos de carregadores, que proporcionem valores adequados de uniformidade de aplicação de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GAT, Y. L.; MOLLE, B. Model of water applications under pivot sprinkler: I theoretical grounds. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 126, n. 6, p.343-347, Nov./Dec. 2000.
- HAN, S.; EVANS, R. G.; KROEGER, M. W. Sprinkler Distribution patterns in windy conditions. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, v.37, n.5, p.1481-1489, 1994.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 8224-1**: traveller irrigation machines: part 1: operational characteristics and laboratory and field test methods. Switzerland, 2004. 36 p.
- MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation**: a guide for management. 2.ed. Logan: Utah state University, 1978. 271 p.
- MOLLE, B.; GAT, Y. L. Model of water applications under pivot sprinkler: II calibration and results. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 126, n. 6, p. 348-354, Nov./Dec. 2000.
- NEWELL, G. **Traveling gun simulation model TRAVGUN**: user's manual and technical documentation. Toowoomba: National Centre for Engineering in Agriculture, 2003. 89p.

- OLIVEIRA, H. F. E. Modelagem semi-empírica da distribuição de água de aspersores autopropelidos sob diferentes condições de vento. Lavras: UFLA, 2008. 74p. Dissertação Mestrado
- ORTEGA, J. F. A.; Tarjuelo, J. M. M.; De Juan, J. A. V.; Carrion, P. P. Uniformity distribution and its economic effect on irrigation management in semiarid zones. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v.130, n.4, p.257-347, 2004.
- PRADO, G., COLOMBO, A., BARRETO, A. C, COLL FARIA, L., OLIVEIRA, H. F. E. Simulações digitais e ensaios de uniformidade de aplicação de água em equipamentos autopropelidos de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007. Anais...Jaboticabal: SBEA, 2007.
- PRADO, G.; COLOMBO, A. Análise da uniformidade de aplicação de água pelo aspersor PLONA-RL250 em sistemas autopropelidos de irrigação. *Irriga*, Botucatu, v.12, n.2, p.249-262, abr./jun., 2007.
- RICHARDS, P. J.; WEATHERHEAD, E. K. Prediction of raingun application patterns in windy conditions. *Journal of Agricultural Engineering Research*. v.54, p.281-291. 1993.
- SEGINER, I.; KOSTRINSKY, N. Wind, sprinkler pattern and system design. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v.101, n.4, p.251-264, 1975.
- SMITH, R. J.; GILLIES, M. H.; NEWELL, G.; FOLEY, J. P. A decision support model for travelling gun irrigation machines. **Biosystems Engineering**, 2008.), doi: 10.1016/j.biosystemseng. 2008.01.004.