



## **EFICIÊNCIA DE APLICAÇÃO DE ÁGUA DE UM SISTEMA MECANIZADO TIPO LATERAL MOVEL EQUIPADO COM DOIS MODELOS DE ASPERSORES OPERANDO EM CONDIÇÕES DE VENTO**

L. C. Faria<sup>1</sup>, B. G. Nörenberg<sup>2</sup>, A. Colombo<sup>3</sup>, J. H. N. Flores<sup>4</sup>, O. Rettore Neto<sup>5</sup>,  
A. A. Rodrigues<sup>6</sup>

**RESUMO:** Os sistemas de irrigação por aspersão são utilizados em todo o mundo para a produção de alimentos. Entretanto, esses sistemas sofrem uma elevada influência de variáveis meteorológicas, destacando-se a velocidade vento. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência da velocidade do vento na eficiência de irrigação de dois modelos de aspersores, instalados em um equipamento de irrigação mecanizado do tipo lateral móvel no sul do Rio Grande do Sul. Na realização do estudo foram utilizados o segundo e o quarto vãos do equipamento, no segundo vão foram instalados os aspersores tipo spray de placa fixa (Super spray) enquanto no quarto vão foram instalados os aspersores de placa oscilante (I-Wob). Os ensaios para avaliação da uniformidade de distribuição de água e de determinação das perdas por evaporação e arraste foram executados de acordo com a norma técnica NBR 14244. Para isso, os coletores foram instalados à uma altura de 70 cm da superfície do solo e dispostos em duas linhas paralelas ao equipamento de irrigação, distanciadas 5 m entre si, com espaçamento de 3 m entre coletores. O aspersor modelo I-Wob apresentou melhor desempenho operando em condições de vento quando comparado com o aspersor modelo Super spray. Entretanto, ambos os modelos de aspersores apresentaram elevados índices de eficiência de irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** I-Wob; Super spray; Aspersão.

## **IRRIGATION EFFICIENCY UNDER WIND CONDITIONS OF A MECHANICAL LATERAL MOVE IRRIGATION SYSTEM WITH TWO MODELS OF SPRINKLERS**

**ABSTRACT:** Sprinkler irrigation systems are used for food production, increasing productivity and quality the agricultural products. However, these systems are influenced by

<sup>1</sup> Doutor, Pesquisador, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), CEP 96010-610, Pelotas, RS, Brasil, (53) 3921-1240. E-mail: lessandro.faria@ufpel.edu.br.

<sup>2</sup> Pesquisador, Doutorando em Recursos Hídricos/PPG Recursos Hídricos, UFPel, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>3</sup> Doutor, Pesquisador, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), MG, Brasil.

<sup>4</sup> Pesquisador, Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, UFLA, Lavras, MG, Brasil.

<sup>5</sup> Doutor, Pesquisador, Departamento de Engenharia Rural, FAEM, UFPel, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>6</sup> Graduanda em Engenharia Hídrica, UFPel, Pelotas, RS, Brasil.

meteorological variables, especially wind speed. The objective of this study was to evaluate the influence of wind speed on the irrigation efficiency of two sprinkler models installed in a mechanical lateral move irrigation system in southern of Rio Grande do Sul state. To evaluate the irrigation efficiency, the second and fourth spans of the equipment were used. In the second span, the fixed spray plate sprinklers (Super spray) were installed, while the fourth were installed the oscillating plate sprinklers (I-Wob). In-field tests to evaluate the water distribution uniformity and to determine the wind drift and evaporation losses were performed according to the technical standard NBR 14244. During in-field tests, 8 cm diameter and depth catch cans were installed at 70 cm above the soil surface, being arranged in two parallel lines to the equipment and spaced 5 m each other, with spacing of 3 m between catch cans. I-Wob model sprinkler performed better in wind conditions when compared to the Super spray model sprinkler. Besides, both sprinklers models presented high irrigation efficiency indexes.

**KEYWORDS:** I-Wob; Super spray; Sprinkler.

## INTRODUÇÃO

Os sistemas de irrigação são utilizados em todo o mundo para a produção de alimentos, garantindo produtividade em épocas de escassez hídrica e elevando a qualidade dos produtos agrícolas. De acordo com Toromo et al. (2011), considerando a atual escassez dos recursos hídricos disponíveis, a expansão dos sistemas de irrigação em muitos países deve ser acompanhada por uma pesquisa que aborde diferentes maneiras e meios de conseguir uma utilização eficiente da água na irrigação.

Os sistemas de irrigação por aspersão são caracterizados por possuírem potencial de atingirem elevados índices de eficiência de irrigação (Clemmens e Dedrick, 1994). Desta forma, os sistemas mecanizados do tipo pivô central e lateral móvel são comumente usados em projetos de irrigação em todo o mundo (Músicka et al. 1988). Ressalta-se ainda, de acordo com Tarjuelo et al. (1999), que em ambientes secos e sob condições de vento, as perdas de água por evaporação e arraste podem ser elevadas, diminuindo a eficiência de irrigação destes sistemas.

Uma das formas de avaliar a eficiência com que um sistema de irrigação opera é por meio dos coeficientes de uniformidade, que permitem expressar a variabilidade da lâmina de água aplicada durante a irrigação. Keller & Bliesner (1990) definem não somente a eficiência de distribuição em função do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e da área

adequadamente irrigada (AAI), mas também a eficiência de aplicação dada pela relação entre a lâmina média aplicada pelos aspersores e a lâmina média coletada.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação de água de um sistema mecanizado de irrigação tipo lateral móvel, operando com dois diferentes modelos de aspersores, em condições de vento, durante a irrigação da cultura de arroz, no sul do Rio Grande do Sul.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse estudo, foi utilizado um equipamento de irrigação mecanizado do tipo lateral móvel instalado no Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT-ETB/EMBRAPA), Rio Grande do Sul, Brasil. O clima da região é definido, segundo classificação de Köppen como temperado úmido com verão quente (Cfa). Essa localidade é característica de um clima subtropical, próxima ao mar, com verão sub-úmido e o resto do ano sendo úmido ou super-úmido.

O equipamento de irrigação mecanizado do tipo lateral móvel é de fabricação da Valmont Industries, com um comprimento, em cinco vãos, de 265 m. Equipado com um motor ciclo diesel capaz de prover 43.4 cv no eixo, estando conectado à uma bomba centrífuga com vazão nominal de  $180 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  a uma altura manométrica de 30 mca.

Foi seguida metodologia proposta por Dukes et al. (2006), os quais avaliaram um equipamento de irrigação tipo lateral móvel utilizando somente dois vãos. Desta forma, foram selecionados o segundo e o quarto vão do equipamento, sendo no segundo vão instalados aspersores da marca Senninger, modelo Super spray (placa fixa) e no quarto vão instalados aspersores da marca Senninger, modelo I-wob (placa oscilante).

Todos os aspersores estavam equipados com de bocal de 6,35 mm de diâmetro com vazão de  $1313 \text{ L h}^{-1}$  e válvula reguladora de pressão de 10 psi (68,9 kPa). Além disso, os aspersores foram instalados em tubos flexíveis de descida espaçados de 2,3 m e dispostos a 2,0 m de altura da borda do coletor.

Os ensaios para avaliação da uniformidade de distribuição de água do equipamento lateral móvel foram realizados de acordo com a norma técnica NBR 14244 (ABNT, 1998). Foram conduzidos 6 ensaios de campo do sistema linear móvel, sendo estes realizados no período de irrigação da cultura do arroz.

Os coletores, marca Fabrimar, com diâmetro e profundidade de 8 cm, instalados à uma altura de 70 cm da superfície do solo. Os coletores foram dispostos em duas linhas paralelas ao

equipamento lateral móvel e distanciadas de 5 m entre si, sendo, em cada linha, instalados 18 coletores com espaçamento de 3 m entre si, em cada vão avaliado. O volume de água em cada coletor foi mensurado logo após o término do ensaio, por meio de uma proveta de vidro de 100 mL.

As variáveis meteorológicas foram monitoradas por meio de uma estação meteorológica, instalada a cerca de 50 m do equipamento de irrigação, a uma altura de 2 m da superfície do solo e equipada com sensores de temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento; sendo os dados registrados em um data logger em intervalos regulares de 1 minuto. Além disso, foram registrados os horários de início e término de cada ensaio de distribuição de água.

Para a determinação da eficiência de irrigação do sistema, foi utilizada, de acordo com o recomendado por Keller e Bliesner (1990), a Equação 1.

$$E_i = E_a \cdot E_d \cdot E_c \quad (1)$$

Onde,

$E_i$ : eficiência de irrigação do sistema.

$E_a$ : eficiência de aplicação, calculada, conforme Bernardo et al. (2009), como a lâmina de água coletada dividida pela lâmina de água aplicada.

$E_d$ : eficiência de distribuição do sistema.

$E_c$ : eficiência de condução, considerada com valor um, visto que o equipamento não apresenta vazamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as velocidades do vento, os coeficientes de uniformidade de Christiansen, eficiências de distribuição ( $E_d$ ), eficiências de aplicação ( $E_a$ ) e eficiências de irrigação ( $E_i$ ) para os 6 ensaios de campo dos aspersores modelo I-Wob e Super spray instalados no equipamento de irrigação mecanizado tipo lateral móvel.

**Tabela 1.** Velocidade do vento, coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), eficiência de distribuição ( $E_d$ ), eficiência de aplicação ( $E_a$ ) e eficiência de irrigação ( $E_i$ ) para os 6 ensaios de campo dos aspersores modelo I-Wob e Super spray instalados no equipamento de irrigação.

Data	V (m s <sup>-1</sup> )	Super spray				I-Wob			
		CUC (%)	$E_d$	$E_a$	$E_i$	CUC (%)	$E_d$	$E_a$	$E_i$
09/02/15	1,12	92,64	0,9230	0,8631	0,7966	95,23	0,9500	0,8908	0,8463
11/04/15	2,81	89,94	0,8947	0,7803	0,6981	95,05	0,9482	0,8787	0,8332
25/04/15	0,06	92,91	0,9258	0,9097	0,8422	94,29	0,9402	0,9596	0,9023

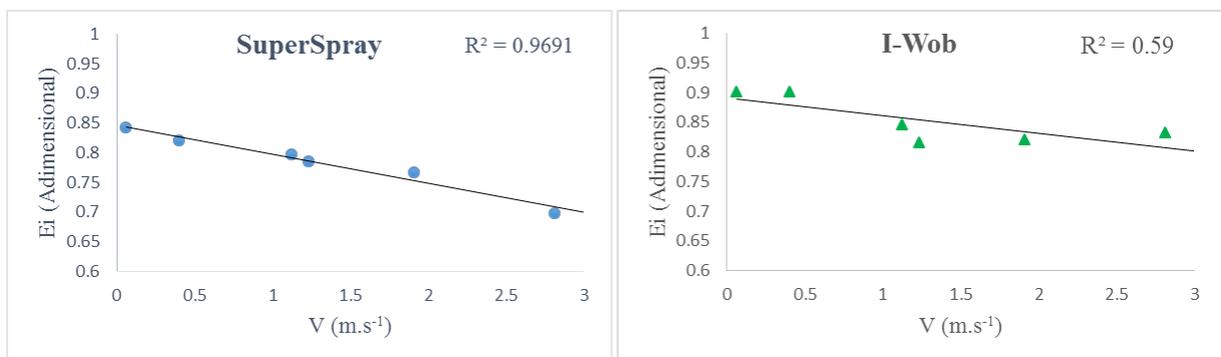
25/04/15	0,40	93,87	0,9358	0,8773	0,8210	93,29	0,9298	0,9703	0,9021
22/05/15	1,91	90,71	0,9027	0,8502	0,7675	93,48	0,9317	0,8819	0,8217
22/05/15	1,23	92,48	0,9213	0,8532	0,7861	92,27	0,9190	0,8879	0,8160

Pode-se verificar, na Tabela 1, que os resultados do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) variaram de 89,94% a 93,87%, para os aspersores modelo Super spray e entre 92,27% e 95,23% para o modelo I-Wob, demonstrando maior uniformidade do modelo de aspersor I-Wob para as condições em que os ensaios de campo foram realizados.

Os resultados de eficiência de distribuição (Ed), eficiência de aplicação (Ea) e, conseqüentemente, eficiência de irrigação (Ei) também foram superiores para o modelo I-Wob, tendo a Ei variado entre 0,6981 e 0,8422 para o modelo Super spray e entre 0,8160 e 0,9023 para o modelo I-Wob. Cabe ressaltar ainda que os valores de Ei para os dois modelos de aspersores avaliados nesse estudo foram superiores aos observados por Pinto et al. (2006), que observaram valores variando entre 0,64 a 0,85, na avaliação de um sistema de irrigação do tipo pivô central, no oeste da Bahia.

Ainda neste sentido, analisando um sistema de irrigação por aspersão convencional instalado em Pernambuco, Soares et al. (1998) obtiveram como melhor resultado de eficiência 0,68. Desta forma, percebe-se que os resultados obtidos neste trabalho foram superiores aos encontrados por outros pesquisadores para diferentes sistemas de irrigação por aspersão, especialmente para o modelo de aspersor tipo I-Wob.

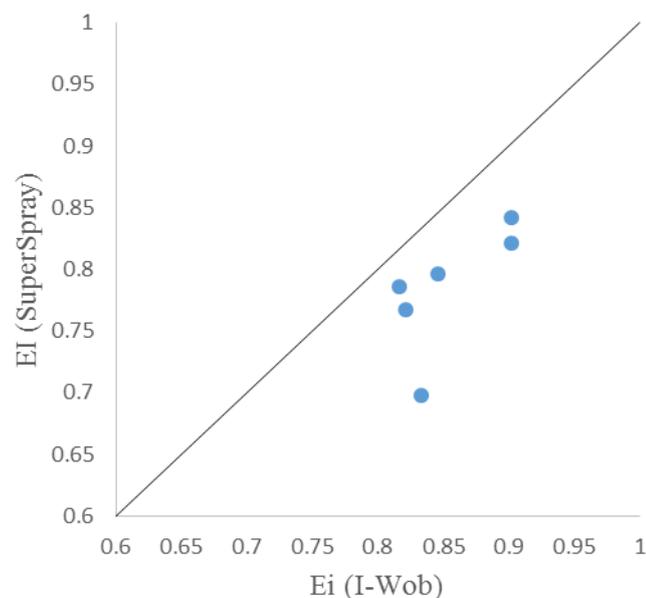
Na Figura 1 são apresentados os valores de eficiência de irrigação (Ei) obtidos com os aspersores modelo Super spray e I-Wob instalados no sistema mecanizado tipo lateral móvel em função da velocidade média do vento (V), mensurada durante os ensaios de campo, e é descrita por uma regressão linear simples, a qual relaciona estes dois parâmetros.



**Figura 1.** Eficiência de irrigação (Ei) observada durante os ensaios de campo para os modelos de aspersores Super spray e I-Wob em diferentes velocidades de vento.

Pode-se verificar na Figura 1 que há uma relação linear entre a variação da  $E_i$  e a velocidade do vento, sendo que com o aumento da velocidade do vento há uma tendência na redução da eficiência de irrigação do sistema para os dois modelos de aspersores avaliados, fato esse explicado através dos altos índices  $R^2$  observados. Resultados similares foram encontrados por Manke et al. (2014), que por meio do teste-t, verificaram que a velocidade do vento é a variável meteorológica que melhor descreve a variação da eficiência de aplicação, a nível de 5% de significância. Desta forma, para obter uma maior eficiência de irrigação, utilizando-se sistemas mecanizados do tipo lateral móvel, é recomendado que o mesmo seja operado em condições de baixas velocidades do vento.

Na Figura 2, está apresentada a comparação entre o desempenho do aspersor modelo Super spray e modelo I-Wob, operando em condições semelhantes de velocidade de vento.



**Figura 2.** Comparação da eficiência de irrigação do aspersor modelo Super spray com o aspersor modelo I-Wob.

Pode-se observar na Figura 2 que o aspersor modelo I-Wob apresentou índices de eficiência de irrigação ( $E_i$ ) superiores ao aspersor modelo Super spray indicando assim, o seu uso para a irrigação em condições de vento. Resultados esses estão de acordo com os observados por Dukes (2006), os quais afirmam que aspersores modelo I-Wob são capazes de aplicar água de maneira mais uniforme em comparação com as persores modelo LDN, e por Faci et al. (2001), que afirmaram que aspersores do tipo spray são mais suscetíveis à perda de água por evaporação e arraste.

Cabe ressaltar ainda que a utilização de um modelo, ou outro, não pode ser atribuída somente as condições meteorológicas locais, ou seja, deve-se ainda levar em consideração os custos de implementação do projeto com a utilização de cada modelo de aspersor.

## CONCLUSÕES

A velocidade do vento exerce influência negativa nos índices de eficiência de irrigação dos modelos de aspersor Super spray e I-Wob.

Em condições de vento, o aspersor modelo I-Wob apresentou maiores índices de eficiência de irrigação quando comparados com o aspersor modelo Super spray.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro para a aquisição dos equipamentos e materiais utilizados na obtenção dos dados para esse estudo.

À Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – EMBRAPA Campo Experimental de Terras Baixas – ETB, Pelotas - RS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14244:** Equipamentos de irrigação mecanizada – Pivô central e lateral móvel providos de emissores fixos ou rotativos – Determinação da uniformidade de distribuição de água. Rio de Janeiro, 1998. 11 p.
- BERNARDO, S. Manual de Irrigação. 6. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 656p.
- CLEMMENS, A. J.; DEDRICK, A. R. Irrigation techniques and evaluations. In: K. K. TANJI; B. YARON **Advanced series in agricultural sciences.**, eds., Springer, Berlin, 1994. p.64–103.
- DUKES, M. D. Effect of wind speed and pressure on linear move irrigation system uniformity. **Applied Engineering in Agriculture.** v. 22, n. 4, p. 541-548, 2006. <http://dx.doi.org/10.13031/2013.21222>
- EVANGELISTA, W; OLIVEIRA, C. A. S; SILVA, C. L. Variáveis climáticas e o desempenho de um pivô central, em Cristalina Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v.14, n.3, p.246–252, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000300002>

FACI, J. M.; SALVADOR, R.; PLAYÁN, E.; SOURELL, H. Comparison of fixed and rotating spray plate sprinklers. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 127, p. 224-233, 2001. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)07339437\(2001\)127:4\(224\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)07339437(2001)127:4(224))

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: AnaviBook/Van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.

MANKE, E. B.; NÖRENBERG, B. G.; SIMÕES, M. C.; RETTORE NETO, O.; TIMM, L. C.; FARIA, L. C. Influência de fatores climáticos na eficiência de aplicação de água de um sistema linear móvel. In: Encontro de pós-graduação da UFPel, 16, 2014, Pelotas. **Anais...** Brasília, DF: UFPel, 2014.

MÚSICKA, J. T., PRINGLE, F. B., and WALKER, J. W. Sprinkler and furrow irrigation trends. **Applied Engineering in Agriculture**, v.4, n.1, p.46-52, 1988. <http://dx.doi.org/10.13031/2013.26578>

PINTO, J. M.; DA SILVA, C. L.; OLIVEIRA, C. A. S. Influência de variáveis climáticas e hidráulicas no desempenho da irrigação de um pivô central no oeste baiano. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p.76-85, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162006000100009>

SOARES, J. M.; NASCIMENTO, N. Avaliação técnica do sistema de irrigação por aspersão do perímetro irrigado Barreiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.2, p.136-141, 1998. <http://www.agriambi.com.br/revista/v2n2/136.pdf>

TARJUELO, J. M.; MONTERO, J.; CARRIÓN, P. A.; HONRUBIA, F. T.; CALVO, M. A. Irrigation uniformity with medium size sprinklers part II: Influence of wind and other factors on water distribution. **Transactions of the ASAE**, v. 42, n. 3, p. 677-689, 1999. <http://dx.doi.org/10.13031/2013.13229>

TOROMO, A. K.; KIPKORIR, E. C.; SHITOTE, S. M.; KIBIY, J. K. Can shelterbelts improve sprinkler irrigation performance under windy semi-arid conditions? **Irrigation and Drainage Systems**. v. 25, p. 335-345, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s10795-012-9128-3>