

UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ASPERSORES ROTATIVOS DE BAIXA VAZÃO EM FUNÇÃO DA PRESSÃO DE OPERAÇÃO

THAYSSA RAMOS Q. LIMA¹, IGOR SANTOS DE MELO ¹, JENIFFER PACHECO CRUZ², ANGELO TIAGO AZEVEDO³, CONAN AYADE SALVADOR ⁴, MARINALDO FERREIRA PINTO ⁴

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRRJ/Seropédica-RJ.

² Graduando em Agronomia, UFRRJ/Seropédica-RJ.

³ Mestrando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP/Piracicaba-SP.

⁴ Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto, UFRRJ/Seropédica-RJ.

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: Os aspersores de impacto convencionais têm sido os mais empregados no campo, no entanto, o conhecimento técnico a respeito desse produto é bem limitado, de forma a promover uma demanda constante de pesquisas para sua caracterização técnica. O objetivo desse trabalho foi simular a uniformidade de distribuição de água por meio do perfil de distribuição de aspersores de baixa vazão. Foram avaliados dois modelos de aspersores (Aspersor A e B), sob duas pressões de operação previstas em catálogo disponibilizado pelos fabricantes. Os dados obtidos foram plotados em gráfico a fim de gerar o perfil de distribuição de água do aspersor. A uniformidade de aplicação de água dos perfis experimentais foi simulada por meio de programa computacional, sendo testados espaçamentos de 6 x 6; 12 x 12; 18 x 18 m. Observou-se que em todos os casos há uma redução da uniformidade conforme ocorre o aumento no espaçamento entre os aspersores. Analisando a influência da pressão na uniformidade, no Aspersor A observou-se aumento do coeficiente de uniformidade quando a pressão de operação foi aumentada. Já para Aspersor B ocorreu uma queda no coeficiente de uniformidade com o aumento da pressão de operação.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, caracterização hidráulica, perfil de distribuição

DISTRIBUTION UNIFORMITY OF LOW-FLOW ROTARY SPRAY SPRINKLERS UNDER OPERATIONAL PRESSURE FUNCTION

ABSTRACT: Conventional impact sprinklers have been the most used in the field, however, the technical knowledge regarding this product is very limited, in order to promote a constant demand for research for its technical characterization. The objective of this work was to simulate the uniformity of water distribution through the distribution profile of low flow sprinklers. Two models of sprinklers (Sprinkler A and B) were evaluated, under two operating pressures provided in the catalog provided by the manufacturers. The data obtained were plotted in graph to generate the water distribution profile of the sprinkler. The water application uniformity of the experimental profiles was simulated using a computer program, 6 x 6 spacings were tested; 12 x 12; 18 x 18 m. It has been observed that in all cases there is a reduction of uniformity as the increase in spacing between the sprinklers occurs. By analyzing the influence of the pressure on the uniformity, in Sprinkler A it was observed an increase of the coefficient of uniformity when the operating pressure was increased. For Sprinkler B, there was a drop in the coefficient of uniformity with the increase in operating pressure.

KEY WORDS: irrigation, hydraulic characterization, distribution profile.

INTRODUÇÃO: Os sistemas de irrigação por aspersão convencional são bem difundidos no Brasil, e por esta razão, continuamente novas patentes têm surgido visando melhorar ainda mais a distribuição de água por esses dispositivos, conferindo aos mesmos novos padrões de distribuição de água, bem como, novos princípios de funcionamento. No entanto, essa dinâmica dos fabricantes tem gerado uma lacuna no que se refere à caracterização técnica desses produtos. Essa ausência de informações pode ser explicada pelo processo repetitivo e trabalhoso despendido na caracterização de um aspersor, e também pelos custos elevados da caracterização hidráulica. Sendo assim, a simulação de ensaios, torna-se uma alternativa factível para solucionar a problemática observada. Quando se dispõe de perfis de distribuição do aspersor é possível simular a uniformidade por meio de programas computacionais (CAMARGO et al., 2014; MARTINS et al., 2012). Entretanto, a validade do coeficiente de uniformidade obtido na simulação se limita as condições específicas em que o perfil foi determinado, as quais seguem padrão estabelecido nas normas técnicas vigentes. A nível de campo, a pressão de operação de um aspersor (PRADO & COLOMBO, 2005) é variável e adotada em função da condição específica de cada caso, sendo que tais condições diferenciadas afetam a uniformidade. Sendo assim, uma melhor caracterização da pressão de operação do aspersor permite que os resultados das simulações contemplem os seus efeitos. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da pressão de operação dos aspersores na uniformidade de distribuição de água de aspersores de baixa vazão.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no Laboratório de Hidráulica e Irrigação, situado no Departamento de Engenharia do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Para condução dos ensaios de caracterização dos perfis de distribuição foi montada uma bancada composta por instrumentos que viabilizaram a realização dos testes dentro do padrão de ensaio estabelecido pela norma ISO 15886-3 (2012), tais como: motobomba, inversor de frequência do modelo WEQ - CFW 10 Easy Drive, manômetro digital Measurement Specialties (modelo MSP-300-250-P-3-N-1 CAD), termohigrometro Minipa (modelo MTH – 1380), medidor de vazão Krohne Conaut (Optiflux KC 1000 C/6), anemômetro Minipa (modelo MDA – 11), aspersor, coletores com diâmetro de abertura de 8 cm e altura 10,2 cm e provetas volumétricas graduadas de 0 a 100 mL e de 0 a 10 mL. A realização dos ensaios teve como base o método radial, onde 30 coletores espaçados de 0,5 m foram dispostos em ordem crescente ao longo de uma linha a partir do aspersor. O experimento foi conduzido em ambiente coberto e foram monitoradas a velocidade do vento e temperatura em cada ensaio, de modo a respeitar os requisitos da Norma ISO 15886-3 (2012) de influência mínima do clima (vento < 0,9 m s⁻¹, temperatura entre 15 – 30°). Foram caracterizados os perfis de distribuição de dois modelos de aspersores (aspersores A e B) com diferentes mecanismos de rotação e de distribuição de água, sob duas pressões de operação previstas em catálogo. De acordo com o fabricante, o aspersor A trabalha na faixa de vazão de 175 a 1454 Lh⁻¹ e de pressão de 170 a 420 kPa. Já o aspersor B trabalha na faixa de vazão de 550 a 695 Lh⁻¹ e de pressão de 250 a 400 kPa. Os ensaios foram validados por meio da vazão reconstituída, a qual confere maior confiabilidade aos ensaios pela comparação da vazão medida em cada ensaio com a vazão reconstituída. A vazão reconstituída foi calculada pela equação,

$$Q_{rec} = \frac{2\pi E \sum_{i=1}^n Ri li}{t}$$

em que Q_{rec} é a vazão reconstituída (m³ h⁻¹); E é o espaçamento entre coletores (m); Ri é o raio do i -ésimo coletor até o aspersor (m); li é a lâmina coletada no coletor i (m); e t é a

duração do ensaio (h). A norma ISO 15886-3 (2012) determina que os resultados de um ensaio de aspersor serão válidos quando o erro relativo entre a vazão reconstituída e a vazão medida for inferior a 5% (aspersores com vazão superior a $0,5076 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$) ou 7% (aspersores com vazão inferior a $0,5076 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$). Os dados de cada perfil de distribuição determinado experimentalmente foram analisados em aplicativo WEB desenvolvido por Camargo et al. (2014), no qual foram simulados os espaçamentos de 6 x 6; 12 x 12; 18 x 18 m entre aspersores e os respectivos coeficientes de uniformidade de aplicação de água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da avaliação de desvio da vazão reconstituída em relação à vazão medida.

TABELA 1. Desvio da vazão reconstituída em relação à vazão medida

Variáveis avaliadas	Aspersor A		Aspersor B	
	Pressão (mca)			
	25	35	31	36
Vazão medida ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$)	0,34	0,4	0,6	0,65
Vazão reconstituída ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$)	0,35	0,38	0,6	0,65
Desvio da vazão medida (%)	1,69	4,81	0,15	0,11

O desvio de vazão variou de 0,11 a 4,81%, sendo assim, o limite máximo de 5% estipulado pela norma ISO 15886-3 (2012) foi atendido para ambos os aspersores em todas as pressões ensaiadas. O cálculo da vazão reconstituída tem como finalidade dar maior confiabilidade aos ensaios, visto que a partir deste obtém-se o erro relativo de cada teste. Portanto, os valores de desvio obtidos demonstram que os dados dos ensaios são confiáveis, pelo baixo erro gerado.

Na Figura 1 são apresentados os perfis de distribuição de água dos aspersores A e B respectivamente, para as pressões de operação ensaiadas. Pode se observar que os perfis do mesmo aspersor em diferentes pressões de operação são semelhantes, apresentando praticamente o mesmo raio de alcance para o aspersor A, e raios de alcance aproximados para o aspersor B, porém, em ambos os casos, a intensidade de precipitação é superior na maior pressão de operação (em vermelho) devido ao aumento da vazão.

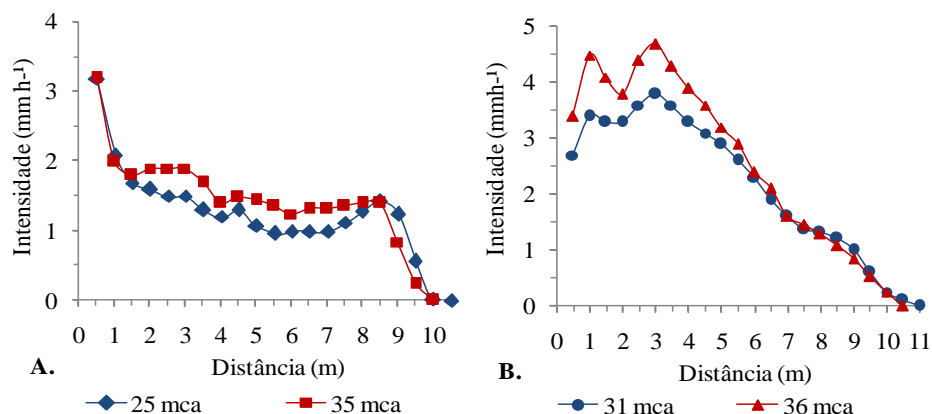


FIGURA 1. Perfil de distribuição de água dos aspersores. A) Aspersor A sob as pressões de 25 e 35 mca; B) Aspersor B sob as pressões de 31 e 36 mca.

Na Tabela 2 estão representados os valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) para diferentes espaçamentos entre aspersores e linhas, referentes aos perfis determinados para cada modelo de aspersor e pressão de operação.

TABELA 2. Valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) (%) dos perfis experimentais

EA x EL ¹ (m x m)	Aspersor A		Aspersor B	
	Pressão (mca)			
	25	35	31	36
CUC (%)				
6x6	94,1	94,5	96,9	96,9
12x12	80,1	85,9	91,8	90,6
18x18	66,8	61,9	50,8	41,7

¹EA: espaçamento entre aspersores; EL: espaçamento entre linhas.

Em todos os casos é notória a redução do CUC conforme ocorre o aumento no espaçamento entre os aspersores. Analisando a influência da pressão na uniformidade, para o aspersor A é observado aumento do CUC com o aumento da pressão de operação, exceto para o espaçamento de 18 m x 18 m. Para o aspersor B, no menor espaçamento, os valores de uniformidade foram iguais em ambas as pressões de operação. Já nos espaçamentos de 12 x 12 e 18 x 18 há uma redução do CUC associada ao aumento da pressão de operação.

CONCLUSÕES: Diante dos resultados obtidos e para as faixas de pressões avaliadas, conclui-se que a influência da pressão de operação de aspersores rotativos de baixa vazão na uniformidade de distribuição de água depende das características construtivas destes, podendo proporcionar tanto o aumento como a redução da uniformidade com o aumento da pressão.

REFERÊNCIAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8988:** Aspersores para irrigação: avaliação de características operacionais. Rio de Janeiro, 1985.

CAMARGO, A. P.; MOLLE, B.; TOMAS, S.; PINTO, M. F.; FRIZZONE, J. A. Aplicação web para processamento de dados do ensaio de distribuição radial de aspersores. In: II Inovagri International Meeting, 2014, Fortaleza. Anais do II Inovagri International Meeting - 2014. Fortaleza: INOVAGRI/INCT-EI/INCTSal, 2014. p.10.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 15886-3:** Agricultural irrigation equipment – Sprinklers – Part 3: Characterization of distribution and test methods. Geneva, 2012.

MARTINS, P. E. S.; ZANINI, J. R.; SILVA, E. R.; FILHO, M. A. F. L. Perfil radial e uniformidade de precipitação do aspersor NaanDanJain 427, em função da regulagem do defletor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 3–9, jan. 2012.

PRADO, G.; COLOMBO, A caracterização técnica do aspersor plona-RL300. **IRRIGA**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 53-63, mar. 2005.