



DESEMPENHO HIDRÁULICO DOS EMISSORES COM DIFERENTES ANOS DE USO

Raquel Ferreira de Andrade¹, Cicero Lima da Almeida², Manoel Valnir Júnior³, João Paulo Alves da Rocha¹, Clayton Moura de Carvalho⁴, Aldênia Mendes Mascena de Almeida⁴

RESUMO: O presente trabalho propõe avaliar o desempenho hidráulico dos emissores dos sistemas de irrigação nos distritos de irrigação DIPAN e DIBAU, localizados na região noroeste do Estado do Ceará, Brasil. A avaliação de desempenho hidráulico dos emissores coletados nos 32 lotes foi realizada no LEEI do IFCE-campus Sobral. De posse dos resultados conclui-se que o desempenho hidráulico dos emissores dos sistemas de irrigação foram significativamente melhores no DIPAN do que no DIBAU, porém, em ambos os Distritos, em geral, a irrigação foi classificada como sendo de eficiência inaceitável. Os emissores de todos os sistemas avaliados apresentaram regime de fluxo turbulento, no qual 40% deles apresentaram vazão nominal calculada diferente em mais de 7% da vazão nominal de catálogo, embora, somente 12,5% destes apresentassem um CFV acima de 7%, considerado como de baixa uniformidade.

PALAVRAS-CHAVE: Coeficiente de variação de fabricação, Irrigação localizada, Microaspersão.

HYDRAULIC PERFORMANCE OF EMITTERS WITH DIFFERENT YEARS OF USE

ABSTRACT: The present work proposes to evaluate the hydraulic performance of the emitters of the irrigation systems in the DIPAN and DIBAU irrigation districts, located in the northwest region of the State of Ceará, Brazil. The hydraulic performance evaluation of the emitters collected in the 32 lots was carried out at the LEEI of the IFCE-campus Sobral. Based on the results, it is concluded that the hydraulic performance of the irrigation system emitters were

¹ Tecnóloga de Irrigação, IFCE – campus Sobral, (88) 9.9300-2788, raquel.ferreiraandrade22@gmail.com; (88) 9.9614-9441, j.paulo25ipueis@gmail.com

² Técnico Laboratório; IFCE – campus Sobral, (88) 3101-8137, cicero.almeida@ifce.edu.br

³ Professor, IFCE – campus Sobral, (88) 3101-8137, valnir@ifce.edu.br

⁴ Pesquisador, Funcap, (88) 9.9952-8640, carvalho_cmc@yahoo.com.br; (88) 9.9642-3633, ald_m_m@hotmail.com

significantly better in DIPAN than in DIBAU, however, in both Districts, in general, irrigation was classified as being of unacceptable efficiency. The emitters of all evaluated systems presented a turbulent flow regime, in which 40% of them presented a calculated nominal flow different by more than 7% from the catalog nominal flow, although only 12.5% of these presented a CFV above 7%, considered to be of low uniformity.

KEYWORDS: Manufacturing Coefficient of Variation, Localized irrigation, Microsprinkler.

INTRODUÇÃO

O sistema de irrigação por microaspersão está entre os de maior eficiência na aplicação de água. Nesses sistemas, a uniformidade de distribuição de água depende da pressão no emissor, da variação da pressão no sistema, do diâmetro do bocal do emissor, do espaçamento entre emissores, do padrão de distribuição da água, do coeficiente de variação de fabricação e do sistema de filtragem (IQBAL et al., 2021). Desse modo, o emissor representa uma peça fundamental para uma boa uniformidade de aplicação d'água nos sistemas.

Os emissores têm suas características avaliadas principalmente em laboratório onde, são determinadas, principalmente a curva pressão – vazão, o coeficiente de variação de fabricação (CVF), o diâmetro de cobertura, entre outras características (KELLER & KARMELI, 1974; ALVES et al., 2008; SANDRI et al., 2010).

A redução no desempenho de sistemas irrigados pode ser classificada em duas vertentes, a primeira decorrente de problemas hidráulicos, todos aqueles que afetam diretamente a pressão de operação de emissores; e a segunda da uniformidade inadequada de emissores, sendo dentre os principais parâmetros o coeficiente de variação de fabricação (CVF) e a obstrução dos emissores.

O trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho hidráulico dos emissores dos sistemas de irrigação nos distritos de irrigação DIPAN e DIBAU, que apresentam diferentes tempos de utilização.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas de estudo foram os Distritos de Irrigação do Perímetro Irrigado Araras Norte (DIPAN) e Distritos de Irrigação do Baixo Acaraú (DIBAU), localizados na bacia hidrográfica

do rio Acaraú, no estado do Ceará, Brasil. O DIPAN possui uma área total irrigável de 1.500 ha, no entanto, estão em uso 1.000 ha, no qual 100% destas fazem uso do sistema de irrigação por microaspersão. As principais culturas do distrito são a banana e o mamão, ocupando respectivamente 83% e 10% das áreas utilizadas. Já o DIBAU possui uma área total irrigável de 7.750 ha, no entanto, estão em uso 3.850 ha, no qual 90% destas fazem uso do sistema de irrigação por microaspersão. As principais culturas do distrito são o coco e a banana, ocupando respectivamente 64% e 18% das áreas utilizadas (LOPES et al., 2011; VALNIR JÚNIOR et al., 2022).

Foram selecionados 16 lotes de irrigação em cada distrito, definidos segundo a metodologia apresentada por Fonseca & Martins (2011), na qual todos os elementos da população foram considerados diferentes de zero e com mesma probabilidade de serem selecionados para compor a amostra. A avaliação no DIPAN ocorreu em 13 lotes plantados com banana e três com mamão. Já a avaliação no DIBAU ocorreu em dez lotes com a cultura do coco e seis com banana, culturas de maior expressividade nos distritos.

A avaliação hidráulica dos emissores foi realizada utilizando-se quatro emissores coletados em campo, de cada área avaliada e levados ao Laboratório em Ensaios e Equipamentos de Irrigação – LEEI, pertencente ao IFCE – Campus Sobral, para análise de suas características hidráulicas como a curva pressão-vazão e o coeficiente de variação de fabricação (CVF).

A determinação da curva pressão – vazão dos emissores foi obtida em bancada específica do LEEI, que consistia em uma cisterna de 0,8 m³, duas motobombas de 1,0 cv, que funcionam de maneira simples ou em série a depender da demanda de pressão exigida em cada teste, podendo variar de 30 a 450 kPa. Os quatro emissores coletados em cada área avaliada foram conectados a uma linha lateral de 16 mm instalada a uma distância vertical de 1,34 m acima do eixo central do sistema motobomba, com emissores espaçados em 0,4 m. A pressão de serviço era obtida por meio de um manômetro digital, com precisão de ± 1 kPa, instalado no início da linha lateral na mesma altura dos emissores. A vazão é regulada por dois registros de gaveta, um próximo a saída para os emissores e outro em um sistema de retorno para alívio de pressão no sistema quando da análise em baixas pressões.

A pressão mínima ($P_{mín.}$) de início da avaliação de desempenho dos emissores foi adotada segundo dois critérios: i) a menor pressão observada em campo; ou, ii) o critério recomendado pela NBR 15084 (ABNT, 2004), no qual preconiza iniciar a avaliação a partir de $0,8 \times P_{mín.}$ de catálogo. Definida a pressão mínima, realizou-se incrementos de pressão de no máximo 50 kPa, de maneira a obter no mínimo quatro conjunto de pontos de pressão-vazão

para cada emissor avaliado. Em cada conjunto de pontos foram realizadas três repetições, com tempo de 30 segundos cada, desde que a massa obtida fosse superior a 200 g, caso não observado este valor o tempo era ampliado para 60 segundos.

A massa de água em cada avaliação foi obtida por balança com precisão de $\pm 1,0$ g. Já a temperatura da água, em cada repetição, foi monitorada por termômetro de mercúrio com precisão de $\pm 0,5$ °C. A massa de água foi convertida em volume por meio da massa específica da água para cada temperatura. A vazão de cada emissor para cada repetição foi determinada pela razão entre o volume e o tempo.

Com posse do conjunto de dados de pressão e vazão foi calculado a vazão média e o coeficiente de variação de fabricação – CVF para cada ponto de pressão avaliado e em seguida foi obtida a equação da curva pressão – vazão para todos os microaspersores, conforme as equações 1, 2 e 3.

$$\bar{q}_j = \frac{\sum_{i=1}^n q_{ji}}{n} \quad (1)$$

$$CVF_j = 100 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_{ji} - \bar{q})^2}{n-1}}{\bar{q}} \quad (2)$$

$$q = K \cdot H^\alpha \quad (3)$$

Em que, \bar{q}_j – vazão média para a pressão j, L h⁻¹; q_{ji} – vazão obtida em cada repetição i, para a pressão j, L h⁻¹; n – número de repetições para cada pressão j, adimensional; δ - desvio padrão, L h⁻¹; e CVF – coeficiente de variação, %; q – vazão do emissor, L h⁻¹; K – constante de proporcionalidade, relacionada com a área do orifício e com o coeficiente de descarga, adimensional; H – pressão de operação, kPa; e α – expoente característico do regime de fluxo, adimensional.

A análise estatística foi realizada sobre CVF dos emissores para os dois distritos avaliados. Foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguido do teste de homogeneidade das variâncias, de Levene. Desse modo, quando observado distribuição normal com variâncias homogêneas aplicou-se o teste t, quando as variâncias não foram homogêneas utilizou-se do teste t com a correção de Welch. Já quando os dados apresentaram distribuição não paramétrica ($p < 0,05$) aplicou-se o teste de Mann-Whitney para verificar a diferença entre as medianas das variáveis. As análises foram realizadas no suplemento Real Statistics do software Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da água durante os testes para confecção da curva pressão – vazão dos microaspersores variou entre 24°C e 28°C, porém dentro do mesmo teste a variação sempre foi inferior a 1°C. A manutenção da temperatura da água é importante, pois há uma tendência de aumento linear da vazão dos emissores não regulados com o aumento da temperatura (MOSTAFAZADEH & KAHNOUJI, 2002).

As equações pressão – vazão para todos os microaspersores avaliados apresentaram um coeficiente de determinação (R^2) superior a 99,3%, que representa um ajuste de qualidade excelente. Todos os emissores avaliados apresentaram um regime de fluxo turbulento ($\alpha \approx 0,5$) segundo classificação de Keller & Karmeli (1974), embora alguns deles, originalmente, sejam autocompensantes e que certamente tiveram, por decisão dos irrigantes a membrana reguladora de pressão suprimida, tornando-os assim não reguláveis.

A vazão média dos microaspersores no DIPAN é de 121 L h⁻¹, quase o dobro da vazão média encontrada nos emissores do DIBAU que foi de 68 L h⁻¹. A provável explicação para essa diferença é o sistema de bombeamento coletivo no DIPAN, com limitação de tempo de funcionamento diário. Essa condição particular insufla os irrigantes a utilizarem emissores de vazões maiores afim de atender a contento a demanda hídrica das culturas implantadas. Embora as vazões registradas no DIPAN serem maiores que no DIBAU, as pressões de serviços nos emissores ali observadas representam em média 70% da pressão de trabalho nos emissores do DIBAU. De forma geral, observou-se que no DIPAN os sistemas apresentam pressões reduzidas, com 94% das áreas avaliadas trabalhando abaixo da pressão nominal dos emissores descrita em catálogo.

Já no DIBAU os sistemas de irrigação têm fornecimento de água individual, o que favorece o processo decisório de qual emissor utilizar, sendo comum, no Distrito, optarem por emissores de vazões menores. As irrigações são realizadas por pulsos, sendo, no geral, em número de quatro durante o dia com duração média de 30 minutos cada. Esse manejo é justificado devido as características de alta permeabilidade e pequena capacidade de armazenamento dos solos (LOPES et al., 2011).

Embora, seis dos sistemas de irrigação (38%) no DIBAU trabalhem com pressões de serviço igual ou superior a recomendada pelo fabricante, contra apenas um sistema no DIPAN, observa-se que no DIBAU se encontra a maior variabilidade, tanto na vazão, com 74%, como na pressão, com 173% de variação.

A norma 15804/2004 (ABNT, 2004) estabelece um limite de variação máxima permitida de 7,0% da vazão nominal de catálogo para microaspersores não regulado. Assim sendo, observou-se que 14 microaspersores, cinco no DIPAN e nove no DIBAU, apresentaram variação da vazão nominal calculada (Q_c) com a vazão nominal de catálogo (Q_n) superior ao recomendado pela norma.

Diferenças na vazão superior a 7% também foram observadas nos trabalhos de Alves et al. (2008) e Sandri et al. (2010) ao avaliarem microaspersores não regulados novos e usados.

Acredita-se que as razões levantadas para essas diferenças se resumem em basicamente duas. A primeira relacionada aos aspectos de fabricação dos emissores, no qual apenas quatro dos microaspersores utilizados nas áreas avaliadas, três no DIBAU e um no DIPAN, apresentaram $CVF > 7\%$, o que por supressão classifica os demais como de boa qualidade segundo NBR 15084 (ABNT, 2004). A segunda está relacionada ao tempo de uso, que no caso, em geral, mais de quatro anos, que pode ter favorecido o ressecamento da bailarina (haste giratória) e/ou aderência de impurezas, especialmente sais, bem como desgastes dos contatos e componentes giratórios, podendo alterar, inclusive, o ângulo do jato de água (SANDRI et al., 2010).

CONCLUSÕES

O desempenho hidráulico dos emissores tem efeito sobre a irrigação em cerca de 44% das áreas avaliadas onde o coeficiente de variação de fabricação (CVF) dos emissores foram superiores ao limite recomendado.

No DIPAN por ser um sistema coletivo apresenta menor variação de pressão e vazão entre os sistemas avaliados, bem como os emissores apresentam uma vazão média cerca de duas vezes a média da vazão dos emissores no DIBAU. Os emissores de todos os sistemas avaliados apresentaram regime de fluxo turbulento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem Programa Cientista--chefe em Agricultura (Convênio 14/2022 SDE/ADECE/FUNCAP e Processo 08126425/2020/FUNCAP) pela concessão de bolsas de inovação e pelo suporte financeiro para a realização da pesquisa; à Agência de

Desenvolvimento do Ceará (ADECE); a Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Trabalho (SEDET - Ceará); ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC), a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP); ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sobral (IFCE – Sobral); e aos Distrito de Irrigação Araras Norte (DIPAN) e Baixo Acaraú (DIBAU) pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Irrigação localizada – microaspersores – requisitos gerais e métodos de ensaios**. NBR 15084, 2004. 14 p.
- ALVES, W. W. A. et al. Variabilidade espacial de vazão e pressão em subunidade de microaspersão com emissores usados e novos. **Ambiente & Água**, v. 3, n. 3, p. 67-80, 2008.
- FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. 6. ed. 14. reimpressão. São Paulo: Atlas, 2011, 320 p.
- IQBAL, U. et al. Performance evaluation of micro sprinkler irrigation system in tunnel farms and open area conditions. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 30, n. 03, p. 2888-2898. 2021.
- KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transaction of the ASAE**. St. Joseph, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.
- LOPES, F. B. et al. Risco de degradação em solo irrigado do perímetro irrigado baixo Acaraú, Ceará. **Irriga**, v. 16, n. 4, p. 424-435, 2011.
- MOSTAFAZADEH B.; KAHNOUJI M. The effect of irrigation water temperature on discharge for some Iranian emitters in trickle irrigation. **Journal of Water and Soil Science**, v. 6, n. 1, p. 31-43, 2002.
- SANDRI, D. et al. Influência do tempo de uso sobre as características hidráulicas do microaspersor do grupo modular. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 6, p. 1089-1100, 2010.
- VALNIR JÚNIOR, M. et al. Irrigation demand of economically significant crops in the Araras Norte and Baixo Acaraú districts, Ceará, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, e6011930816, 2022.