



DESEMPENHO HIDRÁULICO NOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO DOS DISTRITOS ARARAS NORTE E BAIXO ACARAÚ, CEARÁ, BRASIL

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: A irrigação é uma prática essencial para a garantia da produção agrícola em regiões áridas e semiáridas. Contudo, devido a limitação de água nessas regiões é imperativo que os sistemas de irrigação apresentem um bom desempenho. Diante disso, o trabalho propõe avaliar o desempenho hidráulico nos sistemas de irrigação nos distritos de irrigação DIPAN e DIBAU, localizados na região noroeste do Estado do Ceará, Brasil. Em cada lote selecionado nos distritos de irrigação foram avaliadas as variações de vazão (Δq) e pressão (Δp) ocorridas nos sistemas de irrigação. Já para distinguir as causas de variação da vazão e pressão foram determinados os coeficientes de variação total da vazão (CVTv), de variação de vazão por causas hidráulicas (CVVh) e de variação da vazão devido à baixa uniformidade dos emissores (CVVu). De posse dos resultados conclui-se que: O desempenho hidráulico dos sistemas de irrigação foram significativamente melhores no DIPAN do que no DIBAU; porém, em ambos os Distritos, em geral, a irrigação classificou-se como sendo de eficiência inaceitável.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação hidráulica, Irrigação localizada, Microaspersão.

HYDRAULIC PERFORMANCE IN THE IRRIGATION SYSTEMS OF THE ARARAS NORTE AND LOW ACARAÚ DISTRICTS, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: Irrigation is an essential practice to guarantee agricultural production in arid and semi-arid regions. However, due to limited water in these regions, it is imperative that irrigation systems perform well. In view of this, the work proposes to evaluate the hydraulic performance in the irrigation systems in the irrigation districts DIPAN and DIBAU, located in the northwest

¹ Tecnólogo(a) 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(a), Funcap, (88) 9.9952-8640, carvalho_cmc@yahoo.com.br; (88) 9.9642-3633, ald_m_m@hotmail.com

region of the State of Ceará, Brazil. In each plot selected in the irrigation districts, the variations in flow (Δq) and pressure (Δp) occurring in the irrigation systems were evaluated. To distinguish the causes of flow and pressure variation, the coefficients of total flow variation (CVTv), flow variation due to hydraulic causes (CVVh) and flow variation due to low uniformity of emitters (CVVu) were determined. Based on the results, it can be concluded that: The hydraulic performance of the irrigation systems were significantly better in DIPAN than in DIBAU; however, in both Districts, in general, irrigation was classified as being of unacceptable efficiency.

KEYWORDS: Hydraulic evaluation, Localized irrigation, Microsprinkler.

INTRODUÇÃO

A irrigação é uma prática essencial para a garantia da produção agropecuária em regiões áridas e semiáridas, principalmente no nordeste semiárido brasileiro que apresenta alta variabilidade temporal e espacial das chuvas e uma alta demanda evapotranspirativa (QUEIROZ et al., 2018). Contudo, nessa região o fenômeno recorrente da seca, por vezes, coloca em risco a continuidade desses polos de irrigação, como no caso da seca que compreendeu os anos 2012 a 2017, chegando, inclusive, a suspender a irrigação nos distritos DIBAU e DIPAN nos anos consecutivos de 2015 e 2016 (CORTEZ et al., 2017). Sob tais circunstâncias torna-se evidente e necessário não só, o uso de sistemas de irrigação mais eficientes e otimizadores do recurso água, como instigar o cultivo de culturas de baixa demanda hídrica e alto valor de mercado.

As características hidráulicas são avaliadas por meio da variação da pressão e da vazão em campo (BARRETO FILHO et al., 2000; ALVES et al., 2008; MACEDO et al., 2010) e dos coeficientes de variação que avaliam a hidráulica do sistema (BRALTS & KESNER, 1983; ASAE, 1996; MACEDO et al., 2010; MIRANDA & PEREIRA, 2019).

O trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho hidráulico do sistema de irrigação nos distritos de irrigação DIPAN e DIBAU.

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).

Para avaliar a qualidade dos sistemas de irrigação nos distritos de irrigação DIPAN e DIBAU foram selecionados 16 lotes de irrigação em cada distrito, definidos segunda 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.

Em cada lote foram avaliadas as variações de vazão (Δq) e pressão (Δp) ocorridas nos sistemas de irrigação, fazendo-se uso das equações 1 e 2, respectivamente:

$$\Delta q = \frac{q_{m\acute{a}x.} - q_{m\acute{i}n.}}{q_{m\acute{a}x.}} \quad (1)$$

$$\Delta p = \frac{p_{m\acute{a}x.} - p_{m\acute{i}n.}}{p_{m\acute{a}x.}} \quad (2)$$

Em que, Δq – variação de vazão, %; $q_{m\acute{a}x.}$ é o valor máximo de vazão, $L h^{-1}$; $q_{m\acute{i}n.}$ é o valor mínimo de vazão, $L h^{-1}$; Δp – variação de pressão, %; $p_{m\acute{a}x.}$ pressão máxima observado na saída dos emissores, kPa; e $p_{m\acute{i}n.}$ pressão mínima observado na saída dos emissores, kPa.

Para distinguir as causas de variação da vazão e pressão foram determinados os coeficientes de variação total da vazão (CVTv), de variação de vazão por causas hidráulicas (CVVh) e de variação da vazão devido à baixa uniformidade dos emissores (CVVu), de acordo com as equações 3, 4 e 5, respectivamente.

$$CVTv = \frac{\delta}{\bar{q}} \quad (3)$$

$$CVVh = \frac{\delta p}{\bar{p}} \quad (4)$$

$$CVVu = \sqrt{CVTv^2 - \alpha^2 \times CVVh^2} \quad (5)$$

Em que, δ - desvio padrão dos valores de vazões nos emissores, L h⁻¹; \bar{p} - média das vazões dos emissores, L h⁻¹; δp - desvio padrão dos valores de pressões nos emissores, kPa; \bar{p} - média das pressões na saída dos emissores, kPa; e α - expoente que caracteriza o regime de fluxo do emissor, determinado em laboratório, adimensional.

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 análise estatística apontou que apenas a variável Δq não apresentou distribuição normal, sendo, portanto, submetida ao teste de Mann-Whitney. Já a variável Δp apresentou distribuição normal, porém sem homogeneidade da variância, submeteu-se então, ao teste t com correção de Welch. As demais variáveis apresentaram distribuição normal e com variâncias homogêneas, sendo desse modo, aplicado o teste t.

Os dados obtidos pela avaliação hidráulica nos dois distritos de irrigação avaliados apontam o desempenho melhor no DIPAN em relação ao DIBAU, principalmente para o coeficiente de variação total da vazão - CVTv que foi significativamente menor ($p < 0,05$) no DIPAN (CVTv = 0,14) em relação ao DIBAU (CVTv = 0,21). Embora, não tenha sido observado diferença significativa entre o DIPAN e o DIBAU para as variáveis Δq e Δp , verificou-se que em ambos os Distritos nenhuma das áreas avaliadas apresentaram $\Delta q < 0,10$ e apenas cinco das 32 áreas avaliadas apresentaram $\Delta p < 0,20$, sendo três no DIBAU e duas no DIPAN, as demais áreas ficaram além dos limites estabelecidos por Keller & Karmeli (1974) para as variações de vazão e pressão nas subunidades de irrigação.

No DIBAU com $\Delta q_{\text{médio}} = 0,63$ e $\Delta p_{\text{médio}} = 0,40$ foram observados valores de Δq e de Δp iguais a 1, o que significa maior número de emissores completamente obstruídos. Nesse

distrito foram observadas três áreas com emissores com vazão zero e uma área com pressão zero na saída do emissor, fato esse não observado em nenhuma das 16 áreas avaliadas no DIPAN com $\Delta q_{\text{médio}} = 0,41$ e $\Delta p_{\text{médio}} = 0,33$.

Barreto Filho et al. (2000) ao avaliarem três lotes de irrigação no perímetro Irrigado de São Gonçalo, Souza - PB observaram que a Δq foi de 25,0% a 3,5% e a Δp foi de 19,0% a 5,7% na linha lateral. Alves et al. (2008) ao avaliarem sistemas de microaspersão com emissores novos e usados observaram que a variação tanto da vazão como da pressão foram cerca de 7% maiores nos emissores usados, cujos valores foram 43% e 35%, respectivamente.

Os resultados obtidos no trabalho corroboram com o trabalho de Macedo et al. (2010) realizado também no DIPAN em sistema de irrigação por microaspersão, que observaram variação de vazão e pressão de 58% e 33%, respectivamente. Assim como Barreto Filho et al. (2000) ao observarem uma variação na vazão de 21% a 3% e na pressão de 45% a 14% na subunidade de três sistemas de irrigação por microaspersão. Desse modo, se observa ser comum, embora indesejável, aos sistemas de irrigação por microaspersão apresentarem variações acima do recomendado.

O resultado do coeficiente de variação total da vazão (CVTv) demonstra que, de modo geral, o comportamento dos sistemas de irrigação encontra-se com baixa uniformidade no DIPAN ($CVT_{\text{vmédio}} = 0,14$) e com uniformidade inaceitável no DIBAU ($CVT_{\text{vmédio}} = 0,21$). De modo específico observou-se que 50% e 31% das áreas avaliadas no DIPAN e DIBAU, respectivamente, apresentaram valores abaixo de 0,15 valor estabelecido como inaceitável, para uniformidade de aplicação d'água, pela ASAE (2003).

O resultado do coeficiente de variação de vazão por causas hidráulicas (CVVh) apontou que em ambos os Distritos apenas 25% das áreas apresentaram valores inferiores ao limite recomendado de 7,8% (BRALTS & KESNER, 1983). Já o resultado do coeficiente de variação da vazão devido à baixa uniformidade dos emissores (CVVu) apresentou que 63% e 50% das áreas do DIBAU e DIPAN, respectivamente se encontram abaixo do limite de 0,20, definidos pela ASAE (1996).

Vários trabalhos também encontraram valores de CVTv, CVVh e CVVu acima dos valores recomendados. Macedo et al. (2010) obtiveram valores de 0,26; 0,08 e 0,24, respectivamente, em um sistema de microaspersão no DIPAN.

Porém, Alves et al. (2008) obtiveram valores de CVTv de 0,11 e 0,12, CVVh de 0,09 e 0,10 e CVVu de 0,01 para os sistemas com microaspersores usados e novos, respectivamente. Esses valores foram semelhantes ao observados por Barreto Filho et al. (2000) para três subunidades de irrigação no qual o CVTv foi de 0,08 a 0,11, o CVVh foi de 0,11 a 0,19, e

CVVu foi de 0,02 a 0,06. Teixeira et al. (2013) e Miranda & Pereira (2019) obtiveram CVTv de 0,05 e 0,01, respectivamente ao avaliarem o sistema de irrigação utilizado em seus respectivos experimentos.

Segundo ASAE (1996) quando ocorre obstrução dos emissores o CVVu apresenta-se excessivamente alto, com valores acima de 0,20, portanto, nas áreas estudadas as variações de vazão são devidas tanto às variações de pressão como a obstrução de alguns emissores, conforme foi observado em campo.

Desse modo, o baixo desempenho hidráulico dos sistemas avaliados no DIPAN e DIBAU podem ser atribuídos, principalmente: i) à pressão de serviço dos emissores, que de modo geral é inferior a recomendada pelo fabricante; ii) a utilização de microaspersores com características hidráulicas distintas dentro da subunidade irrigada; iii) a vazamentos no sistema, tanto nas linhas laterais como nas linhas secundárias; e, iv) deficiente sistema de filtragem, que ocasiona a obstrução completa ou parcial dos emissores.

CONCLUSÕES

O desempenho hidráulico dos sistemas de irrigação foram significativamente melhores no DIPAN que o DIBAU; porém, em ambos os Distritos, em geral, a irrigação classificou-se como sendo de eficiência inaceitável.

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 Distritos de Irrigação Araras Norte (DIPAN) e do Baixo Acaraú (DIBAU) pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ASAE - American Society of Agricultural Engineers. **Design and installation of microirrigation systems**. St. Joseph: ASAE Standards engineering practices data: EP 405.1, 2003.
- ASAE - American Society of Agricultural Engineers. **Field Evaluation of Microirrigation Systems**. St. Joseph. MI. p. 756-759. 1996.
- BARRETO FILHO, A. A. et al. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado a nível de campo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 309-314, 2000.
- BRALTS, V. F.; KESNER, C. Drip Irrigation field uniformity estimation. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 5, p. 1369-1374, 1983.
- CORTEZ, H. S. et al. A seca 2010-2016 e as medidas do Estado do Ceará para mitigar seus efeitos. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, n. 44, p. 83-118, 2017.
- FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. 6. ed. 14. reimpressão. São Paulo: Atlas, 2011, 320 p.
- 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.
- MACEDO, A. B. M. et al. Desempenho hidráulico de um sistema de irrigação por microaspersão utilizando dois tipos de emissores. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 2, p. 82-86, 2010.
- MIRANDA, J. R.; PEREIRA, G. M. Cultivo da beterraba sob diferentes tensões de água no solo. **Irriga**, v. 24, n. 2, p. 220-235, 2019.
- QUEIROZ, M. G. et al. Procedimento metodológico para análise da distribuição da chuva e extrato do balanço hídrico no semiárido: estudo de caso. **Scientia Plena**, v. 14, n. 3, 2018.

TEIXEIRA, R. P. et al. Análise das tensões de água no solo cultivado com morangueiro sob poda. **Irriga**, v. 18, n. 1, p. 25-42, 2013.

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.