

AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NA IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO EM PLANTIO DE GOIABEIRA

Carla Emanuela de Oliveira¹, Alexandre Reuber Almeida da Silva², André Araújo do Nascimento³, Igor Oliveira da Silva⁴ e Carlos Newdmar Vieira Fernandes⁵

RESUMO: Este estudo visa analisar a eficácia de um sistema de irrigação por microaspersão, com foco na avaliação do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e da Eficiência de Irrigação (EA), em uma área de cultivo de goiabeiras na cidade de Iguatu, CE. Para a obtenção dos dados de vazão dos emissores, selecionaram-se quatro linhas laterais de irrigação. Os emissores utilizados foram do tipo autocompensantes, dispostos a uma distância uniforme de 5 metros ao longo das linhas. A vazão de cada emissor foi medida ao longo de um período de 60 segundos, empregando-se uma proveta e um cronômetro, com três repetições para cada pressão de serviço investigada. Um total de 16 emissores foi avaliado, divididos em quatro repetições para cada uma das quatro linhas laterais, e suas médias foram calculadas para determinar os parâmetros de desempenho do sistema. Em resumo, embora o sistema de irrigação por microaspersão examinado tenha demonstrado uma certa uniformidade na distribuição de água, identificou-se margem para melhorias substanciais, sobretudo no que tange à eficiência de irrigação, cuja taxa de utilização de água pela cultura revelou-se inaceitável.

PALAVRAS-CHAVE: uniformidade, eficiência, desempenho da irrigação.

EVALUATION OF WATER DISTRIBUTION IN MICROSPRAYING IRRIGATION IN GOIAB PLANTING

ABSTRACT: This study aims to analyze the effectiveness of a microsprinkler irrigation system, focusing on the evaluation of the Distribution Uniformity Coefficient (CUD), the Christiansen Uniformity Coefficient (CUC) and the Irrigation Efficiency (EA), in an area of cultivation of guava trees in the city of Iguatu, CE. To obtain flow data from the emitters, four lateral irrigation lines were selected. The emitters used were self-compensating, arranged at a uniform distance of 5 meters along the lines. The flow rate of each emitter was measured over a period of 60 seconds, using a beaker and a stopwatch, with three repetitions for each service pressure investigated. A total of 16 emitters were evaluated, divided into four replications for each of the four lateral lines, and their averages were calculated to determine the system performance parameters. In summary, although the microsprinkler irrigation system examined demonstrated a certain uniformity in water distribution, room for substantial improvements was identified, especially with regard to irrigation efficiency, whose rate of water use by the crop proved to be unacceptable.

KEYWORDS: uniformity, efficiency, irrigation performance.

INTRODUÇÃO

A avaliação do desempenho de um sistema de irrigação é essencial para garantir a eficiência e a produtividade agrícola. O monitoramento eficiente das áreas irrigadas, com o acompanhamento da

¹ Graduanda em Engenharia Agrícola, IFCE-Campus Iguatu, CEP 63500-00, Iguatu – CE. Fone (88)999768222, e-mail: carla.emanuela.oliveira08@aluno.ifce.edu.br

² Prof. Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, IFCE, Iguatu – CE

³ Graduando em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, IFCE

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, IFCE

⁵ Prof. Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, IFCE, Iguatu – CE

dinâmica dos cultivos e a avaliação, é de grande importância na eficiência da irrigação (RIBEIRO, 2017). A falta de uniformidade na distribuição de água nos sistemas de irrigação leva ao excesso de umidade em certas áreas do campo, enquanto outras sofrem com a escassez de água, impactando negativamente a disponibilidade hídrica para as plantas e elevando os custos de produção. (NASCIMENTO; FEITOSA; SOARES, 2017).

Segundo Santos et al. (2012), a estabilidade na emissão de água é fundamental em qualquer projeto de irrigação, pois influencia diretamente a eficácia do uso da água, o que, por sua vez, afeta tanto a capacidade quanto a qualidade da produção agrícola, além dos custos de irrigação. Em áreas irrigadas por microaspersores, a consistência na aplicação de água pode ser avaliada através de vários coeficientes, sendo destacados o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e a Eficiência de irrigação (EA). Esses coeficientes fornecem uma medida da uniformidade na distribuição de água ao longo da área de cultivo, sendo essenciais para garantir um manejo eficiente da irrigação e maximizar o rendimento das plantações.

Vista a importância da uniformidade da irrigação, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, avaliando o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e da Eficiência de irrigação (EA), em uma área de cultivo de plantas de goiabeira, na cidade de Iguatu, CE.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de campo foi realizado em dezembro de 2023, em uma área experimental designada para o cultivo da goiaba (*Psidium guajava*), localizada na experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *campus* Iguatu, Ceará.

O método de irrigação adotado foi o localizado, utilizando o sistema de microaspersão, onde cada linha lateral abastecia uma fileira de plantas, espaçadas equidistantemente a 5 metros, com um comprimento de 50 metros por linha, e um emissor por planta a cada 5 metros. Após a instalação do sistema de irrigação, foram conduzidos testes de uniformidade para avaliar a distribuição de água e o desempenho operacional do sistema, cujo sistema avaliado tinha sido recentemente instalado na área.

Para coletar dados de vazão dos emissores, quatro linhas laterais de irrigação foram selecionadas. Os emissores eram do tipo autocompensantes, espaçados equidistantemente a 5 metros ao longo das linhas. A vazão de cada emissor foi medida durante um período de 60 segundos, utilizando uma proveta e um cronômetro, em três repetições para cada pressão de serviço avaliada. Os dados foram analisados conforme a metodologia proposta por Keler e Karmeli (1975).

Foram coletadas as vazões de 16 emissores, divididos em 4 repetições para cada uma das 4 linhas laterais, e calculadas as médias para determinar os parâmetros de desempenho do sistema.

O Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), foi obtido a partir da equação1:

$$CUC = 100x \frac{[1- \sum_1^n |Q_i - Q|]}{nQ} \tag{01}$$

Em que: Qi = Vazão coletada em cada microaspersor (L h⁻¹); Q = média das vazões coletadas de todos os microaspersores (L h⁻¹); n = número de microaspersores analisados.

Para o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), utilizou-se a equação 2:

$$CUD = \frac{q_{25\%}}{q_m} \times 100 \tag{02}$$

Em que: Q25% = média de 25% do total de microaspersores com as menores vazões, (L h⁻¹); qm = média das vazões coletadas nos microaspersores na subárea, (L h⁻¹).

A eficiência de irrigação (EI) foi estimada por meio da equação 3:

$$EI = 0,9 * CUD \tag{03}$$

Em que: Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD).

Os dados de campo foram tabulados e processados para estimar os coeficientes de desempenho do sistema de irrigação, utilizando planilhas eletrônicas do Microsoft Excel, que também foram empregadas para elaborar gráficos demonstrando a distribuição espacial das vazões dos microaspersores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1, apresenta os valores calculados para os três importantes parâmetros de avaliação da eficácia do sistema de irrigação por microaspersão: Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e Eficiência de Irrigação.

Tabela 1. Valores do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e da Eficiência de irrigação, e respectivas classificações dos coeficientes do sistema de irrigação por microaspersão

Coeficientes	Valores calculados (%)	Classificação
CUD	74,07	Regular
CUC	85,49	Bom
Eficiência de irrigação	66,66	Inaceitável

O Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) é um índice que indica a uniformidade da distribuição da água em todo o sistema de irrigação. De acordo com Keller e Karmelli (1974) *apud* Miranda e Pires (2003), demonstrado na tabela 2, o valor de 74,07% indica que a distribuição da água não é uniforme, mas está dentro de uma faixa regular.

A classificação obtida para o sistema indica que a aplicação de água não uniforme gera áreas com déficit e excesso de irrigação. O déficit reduz a produtividade das culturas, enquanto o excesso causa percolação além da zona radicular, resultando em desperdício de água e fertilizantes e potencial contaminação de águas subterrâneas (BARRAGÁN et al., 2010). Isto sugere que algumas áreas podem receber mais água do que outras, levando a uma utilização ineficiente da água, e que algumas áreas podem ter taxas de irrigação muito elevadas, enquanto outras podem ter baixa irrigação. Júnior et al. (2016), enfatiza que a baixa uniformidade de distribuição de água reduz a eficiência de aplicação de água e a produtividade.

A figura 1 permite comparar visualmente os valores das vazões que possibilitaram as estimativas dos coeficientes de distribuição entre os diferentes emissores avaliados.

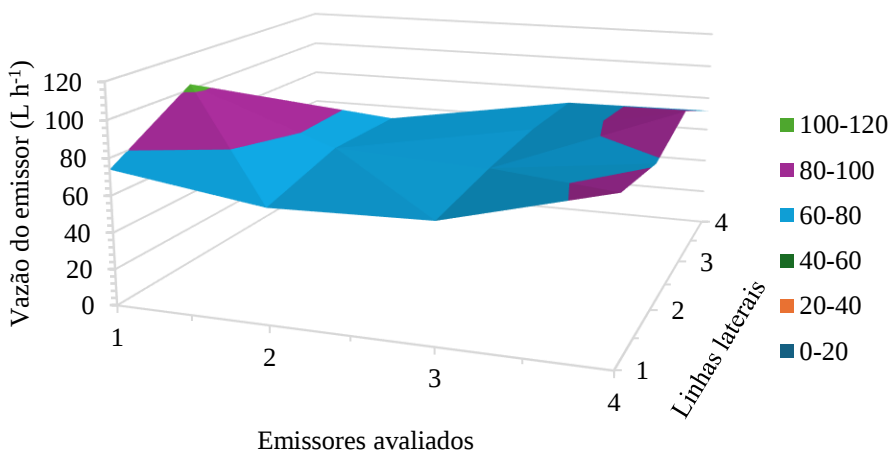


Figura 1. Distribuição espacial da vazão dos microaspersores, referentes ao teste de uniformidade de distribuição.

É evidente uma considerável disparidade nos valores de vazão dos microaspersores, resultando em áreas com excesso de irrigação e outras com déficit hídrico (Figura 1). Essa disparidade compromete um dos princípios fundamentais da irrigação, que é proporcionar um crescimento uniforme das culturas, limitando assim a expressão plena de seu potencial genético (THEBALDI et al., 2014). Segundo Barragán et al. (2010), a uniformidade da aplicação de irrigação por microaspersão é afetada principalmente pelo projeto hidráulico e pelas variações de fabricação. Nesse sentido, como o presente estudo trata de um sistema recém-instalado, supõe-se que tais fatores podem justificar a variabilidade constatada dentre as vazões aferidas, que foram também refletidas nos coeficientes estudados.

Wang et al. (2023) destacam que a variação da pressão operacional ao longo dos sistemas é um fator crucial para a uniformidade de distribuição em sistemas de microaspersão. As perdas de carga contínuas e localizadas nas linhas laterais afetam a pressão e, consequentemente, as vazões dos

emissores, comprometendo a uniformidade. Esses fatores também explicam os resultados deste trabalho, já que a pressão e a vazão tendem a diminuir conforme aumenta o comprimento da tubulação. Ainda conforme os autores *op cit.* é recomendado não exceder o comprimento lateral de 40 m, visando a mitigação efetiva dessas problema. O fato de a linha lateral na área em questão deter um comprimento de 50 m pode então ter contribuído com as irregularidades das vazões constatadas.

A tabela 2 apresenta os critérios para a classificação dos coeficientes CUD e CUC.

Tabela 2. Critério para a classificação do CUC ou CUD

Valor do CUD	Classificação
90% ou mais	Excelente
80% a 90%	Bom
70% a 80%	Regular
Menor que 70%	Ruim
Menor que 60	Inaceitável

Fonte: Keller e Karmelli (1974) *apud* Miranda e Pires (2003), Mantovani (2001).

Analisando o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), descrito na tabela 1, e correlacionando com os dados de Mantovani (2001), ilustrados na tabela 2, o valor de 85,49% indica uma uniformidade melhor em comparação com o CUD. Isso sugere que o sistema de microaspersão analisado está distribuindo a água de forma mais uniforme em comparação com o CUD. Uma classificação de "Bom" indica que o sistema está fornecendo uma distribuição de água bastante uniforme, embora ainda possa haver áreas com déficit.

Os valores de CUC mostraram-se superiores aos demais coeficientes, o que era esperado devido ao rigor matemático aplicado neste coeficiente, que é mais sensível aos problemas de distribuição.

Segundo Andrade et al. (2017), a uniformidade da irrigação depende de fatores como pressão, diâmetro do bico, rugosidade da tubulação, altura e estabilidade da haste do emissor, distância do emissor ao caule, velocidade do vento na área, do projeto hidráulico, da qualidade da fabricação, do espaçamento empregado e do grau de entupimento dos emissores.

Quanto à eficiência de aplicação de água, denota-se que um valor da ordem de 66,66% indica que apenas cerca de 2/3 da água aplicada estão sendo efetivamente utilizados pela cultura, enquanto o restante pode estar sendo perdido devido a outros fatores, como evaporação, escoamento superficial, ou lixiviação excessiva.

A eficiência de aplicação (Ea), ideal e aceitável para os diferentes métodos de irrigação, mostra que a do tipo localizada “microaspersão” deve ser: $Ea_{ideal} \geq 95\%$ e $Ea_{aceitável} \geq 80\%$ (BERNARDO et al., 2019), estando os valores encontrados abaixo do preconizado como minimamente aceitável pela literatura. A esse respeito, segundo Andrade et al. (2017), quanto maiores os valores dos coeficientes, mais uniforme será a distribuição e menor será o custo da irrigação.

CONCLUSÕES

Embora o sistema de irrigação por microaspersão avaliado demonstre uma certa uniformidade na distribuição de água, há margem para melhorias significativas, especialmente em termos de eficiência de irrigação, onde a taxa de utilização de água pela cultura é considerada inaceitável, o que pode estar associado à variação de pressão e de vazão decorrente do comprimento excessivo da linha lateral ou das variações de fabricação, haja vista tratar-se de um sistema recém-instalado.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, D.D. et al. **Manual de Irrigação**. 9. ed. Viçosa: UFV, 545 p., 2019.

BARRAGAN, J.; COTS, L.L.; MONSERRAT, J. et al. Water distribution uniformity and scheduling in micro-irrigation systems for water saving and environmental protection, **Biosystems Engineering**, v. 107, n. 3, p. 202-211, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2010.07.009>.

JÚNIOR, M. V.; ROCHA, J. P. A.; DEMONTIÊZO, F. L. L; et al. Análise comparativa de metodologia de coleta de dados para avaliação de sistemas de irrigação localizada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 10 (5), 965-975. 2016

KELLER, J.; KARMEI, D. **Trickle irrigation design Glendora**: Rain Bird Sprinkle Manufacturing, 1975.

MANTOVANI, E. C. **Avalia**: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada. Viçosa, MG: UFV. 2001

ANDRADE, M.G.; VILAS BOAS, M. A.; SIQUEIRA, J. A. C. et al. Statistical quality control for the evaluation of the uniformity of microsprinkler irrigation with photovoltaic solar energy, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.78, 2017, p.743-753, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.012>.

NASCIMENTO, V. F.; FEITOSA, E. O.; SOARES, J. I. Uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por aspersão via pivô central. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 4, p. 65-69, dez. 2017. DOI: 10.32404/rean.v4i4.1643. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1643>.

RIBEIRO, R. B.; FILGUEIRAS, R.; RAMOS, M.C.A. et al. Variabilidade espaço-temporal da condição da vegetação na agricultura irrigada por meio de imagens sentinel. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.11, nº.6, p. 1884 – 1893, Fortaleza, CE. 2017. Disponível em: < DOI: 10.7127/rbai.v11n600648> Acesso em: 23 mar. 2024.

SANTOS, D. A. O. et al. **Avaliação da uniformidade de aplicação da água na irrigação por microaspersão na cultura da banana em São João do Jaguaribe-CE**. Inovagri, Fortaleza, p.1-4, 28 maio 2012.

THEBALDI, M. S.; LIMA, L. A.; COLARES, M. F. B. et al. Uniformidade de aplicação de água na irrigação de mudas de espécies florestais nativas produzidas em tubetes. **Bioscience Journal**, v.30, p.978-987, 2014.

WANG, W.; XU, R.; WEI, R. et al. Effects of different pressures and laying lengths of micro-sprinkling hose irrigation on irrigation uniformity and yield of spring wheat, **Agricultural Water Management**, v. 288, 2023, 108495. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108495>.