

IX-484 - AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE IRRIGAÇÃO EM ÁREA DE CULTIVO PROTEGIDO

Marcelo Hidemassa Anami⁽¹⁾

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual de Londrina. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá.

Ligia Flávia Antunes Batista⁽²⁾

Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Londrina. Mestre em Informática pela Universidade Federal do Paraná. Doutora em Ciências Cartográficas pela Universidade Estadual Paulista (FCT-UNESP).

Endereço^(1,2): Av. Dos Pioneiros, 3131 Jardim Morumbi – Londrina - PR - CEP: 86036-370 - Brasil - Tel: (43) 3315-6100 - e-mail: mhanami@utfpr.edu.br, ligia@utfpr.edu.br

RESUMO

A sustentabilidade da produção de alimentos passa pela utilização de sistemas de irrigação eficientes e que reduzam os desperdícios de água. Este trabalho temve por objetivo utilizar indicadores estatísticos para determinar a uniformidade de irrigação em cultivo protegido. O estudo foi conduzido em uma estufa agrícola com uma área irrigada de 36,0 m². O estudo foi realizado colocando copos coletores distanciados a cada 0,5m em 13 linhas por 13 colunas totalizando 169 coletas tendo por variáveis de resposta: Lâmina de irrigação em mm por hora; Foram realizadas simulações reduzindo o número de observações em 9 linhas por 9 colunas e 7 linhas por 7 colunas totalizando em 81 e 49 pontos de coleta de dados respectivamente.. A uniformidade da irrigação foi avaliada utilizando os coeficientes: de Christiansen; de uniformidade estatístico; de Hart; e a uniformidade de distribuição. Os resultados mostraram que a vazão média observada foi de 50,09 litros por hora e o desvio padrão foi de 4,94 gerando um coeficiente de variação de 9,87%. Somente na malha 7x7, pode ser considerada boa, e que na malha 13x13 todos os coeficientes são classificados como inaceitáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, Coeficiente de Uniformidade Estatístico, Coeficiente de Uniformidade de Hart, Uniformidade de Distribuição

INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de produção de alimentos impulsiona a agricultura no sentido do aumento da produtividade. A agricultura irrigada é uma das principais estratégias para garantir a produção de alimentos com sustentabilidade e segurança alimentar (RODRIGUES E DOMINGUES, 2017, PAOLINELLI, DOURADO NETO E MANTOVANI, 2020).

A agricultura irrigada consome 52% do volume total de água captada em mananciais superficiais e subsuperficiais e o uso da água deve crescer ao redor de 45% entre 2015-2030 (AYRIMORAES, FONTENELLE e FERREIRA, 2020). O atlas da irrigação, que analisa o uso da água na agricultura irrigada (ANA, 2021) confirma que a agricultura consome ao redor de 50% da captação de água bruta.

O potencial efetivo de aumento da área irrigável é de 16,7 milhões de hectares, de um potencial total de 55,85 milhões de hectares (ANA, 2021). Apesar deste grande potencial, o uso da água na irrigação é ineficiente, sendo que um dos principais fatores pelo uso ineficiente da água na irrigação é a carência de conhecimento sobre a distribuição da água em sistemas irrigados. Coelho, Coelho Filho e Oliveira (2005), apontam que a eficiência da irrigação está em 37% no âmbito mundial e ao redor de 60% a nível nacional.

Braga e Marouelli (2017), relatam que a cultura do pimentão em cultivo protegido, passou da produtividade de 20 a 50 ton.ha⁻¹ para 200 ton.ha⁻¹ em irrigação por gotejamento, visto que a irrigação por aspersão aumenta o

risco de aparecimento de doenças. Cultivo protegido consiste em uma técnica que possibilita certo controle de variáveis climáticas como temperatura, umidade do ar, radiação solar e vento, sendo que a manutenção da temperatura do solo se dá pela irrigação.

Avaliar a eficiência e uniformidade da irrigação em ambiente protegido, é essencial em qualquer método de irrigação, assim este trabalho teve por objetivo utilizar indicadores estatísticos para determinar a uniformidade de irrigação em cultivo protegido.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma estufa agrícola com uma área irrigada de 36,0 m² onde foram instaladas 9 microaspersores Agrojet, modelo bailarina de saída dupla com base rosca ½ polegada com emissor de 1,2 mm da cor bege que tem pressão de trabalho entre 10 m.c.a. a 30 m.c.a., e vazão de 35,2 a 67,5 litros por hora e diâmetro de 4,0 a 6,0 metros (AGROJET, c2018). Valnir Junior et al. (2016), observaram que 9 aspersores têm resultados aceitáveis para realização de ensaios em sistema de irrigação localizada.

Foram realizadas medições a cada 0,5 metros em 13 linhas por 13 colunas totalizando 169 pontos de coleta de dados, tendo como variável de resposta a lâmina de irrigação em mm por hora. Foram realizadas simulações reduzindo o número de observações em 9 linhas por 9 colunas e 7 linhas por 7 colunas totalizando em 81 e 49 pontos de coleta de dados respectivamente.

A vazão de cada aspersor foi medida em quadruplicate, agrupadas conforme as suas posições na linha, dividida em 3 tratamentos, início, meio e final da linha. A análise estatística para avaliação da vazão foi realizada através do software Sisvar (FERREIRA, 2014) além das análises de estatística descritiva. A pressão de trabalho foi de 13,25 m.c.a. dentro das especificações dos microaspersores.

A uniformidade da irrigação foi avaliada utilizando o coeficiente mais conhecido e largamente utilizado, de CHRISTIANSEN (1942), conforme expressão 1, que adotou o desvio médio como medida de dispersão. Foi utilizado também o coeficiente de uniformidade estatístico (WILCOX & SWAILES, 1947) conforme expressão 2, o coeficiente estatístico de Hart (HART, 1961, apud ZOCOLER, 1999) conforme expressão 3 e 4, e a uniformidade de distribuição (KRUSE 1978, apud ZOCOLER, 1999) conforme expressão 5. Keller e Bliesner (1990, apud Zocoler 1999) estabeleceram uma relação entre o coeficiente de uniformidade de Christiansen e a uniformidade de distribuição, dada pela expressão 6.

$$CUC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \quad (1)$$

$$CUE = 1 - \frac{s}{\bar{X}} \quad (2)$$

$$CUH = 1 - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{s}{\bar{X}} \quad (3)$$

$$s = \frac{\bar{X}(1 - CUC)}{0,7979} \quad (4)$$

$$UD = \frac{X_{25}}{\bar{X}}$$

(5)

$$UD^* = 100 - 1,59 (100 - CUC)$$

(6)

RESULTADOS

A vazão média observada foi de 50,09 litros por hora e o desvio padrão foi de 4,94 gerando um coeficiente de variação de 9,87%. A análise de variância realizada não apresentou diferença significativa entre os três agrupamentos definidos pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Os resultados da análise estatística descritiva estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Resultados da estatística descritiva

	LÂMINA mm/h Malha 13x13	LÂMINA mm/h Malha 9x9	LÂMINA mm/h Malha 7x7
Média	8.52	11.99	13.65
Erro padrão	0.32	0.32	0.31
Modo	10.88	0.00	0.00
Mediana	7.68	11.89	13.84
Primeiro quartil	5.18	9.77	12.39
Terceiro quartil	11.72	14.40	15.37
Variância	17.54	8.11	4.79
Desvio padrão	4.19	2.85	2.19
Coeficiente de Variação (%)	49.17	23.77	16.04
Curtose	-0.95	-1.03	-0.75
Inclinação	0.32	0.05	-0.35
Intervalo	16.67	11.20	8.67
Mínimo	0.50	5.97	8.50
Máximo	17.16	17.16	17.16
Soma	1,439.32	971.24	668.83
Contagem	169	81	49

A estatística descritiva mostra que os coeficientes de variação estão elevados para todas as simulações, porém é mais baixo para a malha 7 x 7. Gomes (1990) considera coeficientes de variação baixos valores abaixo de 10%, médios entre 10% e 20%, altos entre 20% e 30% e muito altos valores maiores do que 30%

A malha 13x13 representa 100% da área irrigada (Figura 1). A malha 9x9 representa 44,4% da área (Figura 2). A malha 7x7 representa somente 25% da área total irrigada (Figura 3). O ponto vermelho nas figuras 1, 2 e 3, indica a localização dos aspersores.

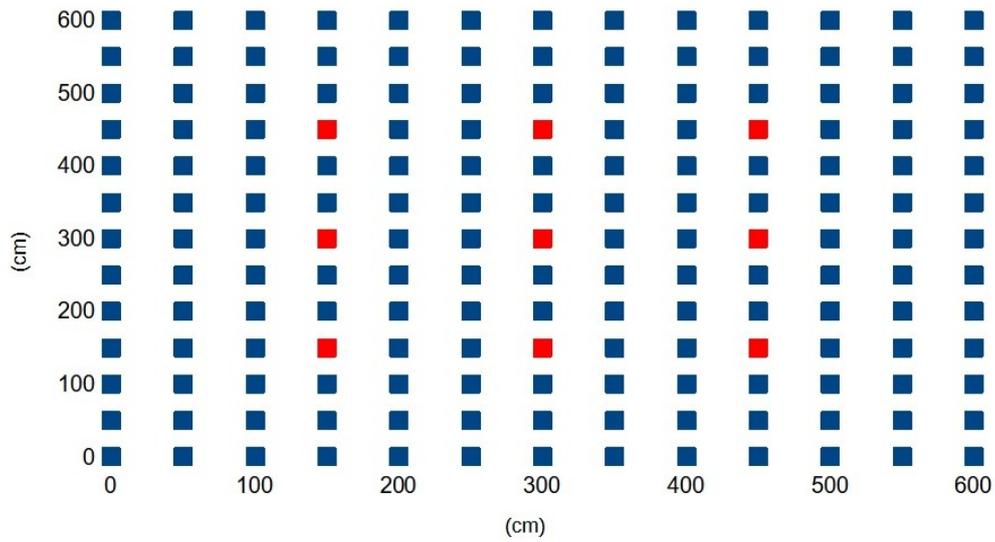


Figura 1: Malha 13 pontos por 13 pontos.

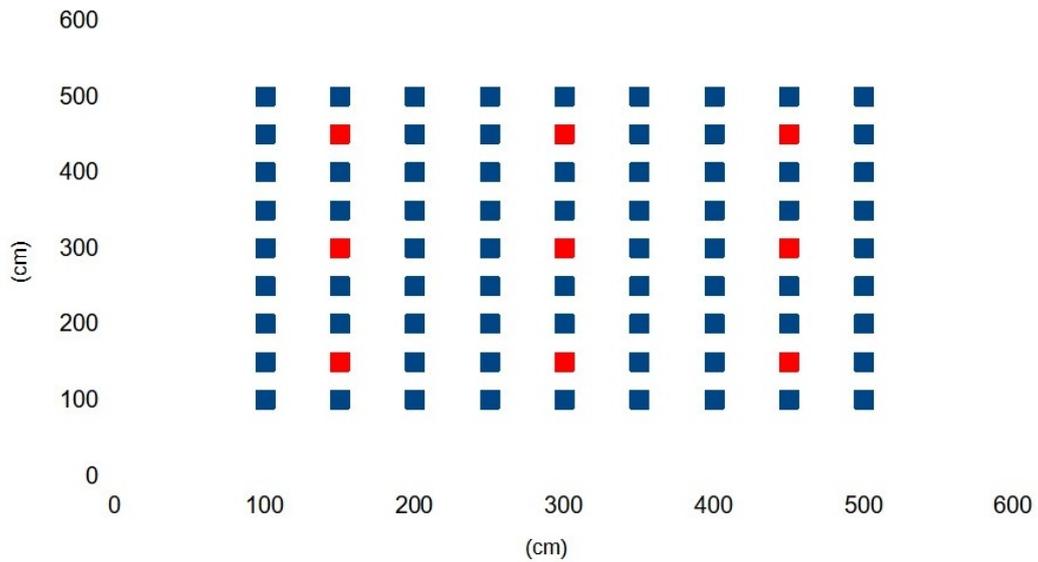


Figura 2: Malha 9 pontos por 9 pontos.

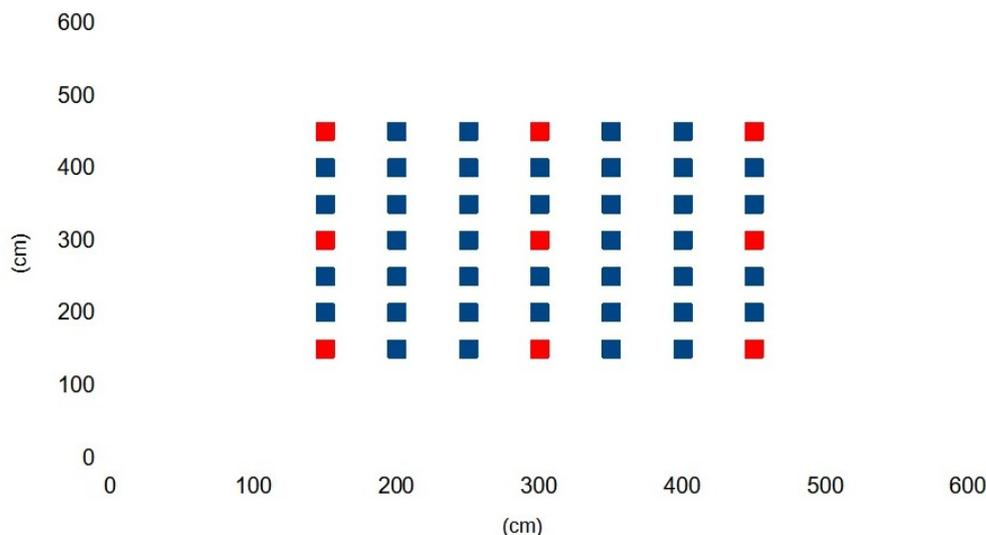


Figura 3: Malha 7 pontos por 7 pontos.

Os resultados para lâmina de irrigação em mm.h^{-1} , com a malha 13x13 pontos, 9x9 pontos e 7x7 pontos estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Resultados dos coeficientes de uniformidade

	LÂMINA mm/h Malha 13x13 %	LÂMINA mm/h Malha 9x9 %	LÂMINA mm/h Malha 7x7 %
CUC	57.95	79.56	86.69
CUE	50.83	76.25	83.97
CUH	60.77	81.05	87.21
CUD	41.50	70.41	103.38
UD*	33.14	67.50	78.84

Pela análise de resultados, conforme Bernardo e Mantovani (2009), mostrados na tabela 3, observa-se que somente na malha 7x7, os coeficientes podem ser considerados bons, e que na malha 13x13 todos os coeficientes são classificados como inaceitáveis.

Tabela 3. Interpretação dos valores do CUC, CUD e CUE

CLASSIFICAÇÃO	CUC (%)	CUD (%)	CUE (%)
Excelente	> 90	> 84	90 – 100
Bom	80 - 90	68 - 84	80 – 90
Razoável	70 - 80	52 - 68	70 - 80
Ruim	60 - 70	36 - 52	60 – 70
Inaceitável	< 60	< 36	< 60

Fonte: Bernardo e Mantovani (2009)

CONCLUSÕES

A distribuição da água no ambiente protegido é inaceitável quando se considera a área total irrigada, melhora com a redução da área avaliada e aumenta a área de desperdício.

Os coeficientes utilizados são adequados para avaliação da uniformidade de aplicação de água.

Outros arranjos do sistema de irrigação serão realizados para aumentar a área irrigada uniforme, como a utilização de outros modelos de microaspersores, variação da pressão na linha de irrigação, aumento do espaçamento dos aspersores, entre outros.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, ao CNPq/CAPES, à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná, pelo apoio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGROJET. Bailarina de saída dupla com base de ½ polegada. c2018, Dados técnicos. Disponível em: <https://11nq.com/EFEAq> Acesso em 04/07/2022.
2. ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. - 2. ed. - Brasília: ANA, 2021. 130 p.
3. AYRIMORAES, S.; FONTENELLE, T. H.; FERREIRA, D. A. Uso da água na agricultura irrigada no Brasil: panorama e estudos de planejamento da Agência Nacional de Águas. Cap 10. In: Rodrigues, Lineu Neiva. Agricultura Irrigada : um breve olhar / editado por Lineu Neiva Rodrigues, Daniele Zaccaria – Fortaleza : Inovagri, 2020. p. 98 -104.
4. BRAGA, M. B.; MAROUELLI, W. A. Produção integrada de pimentão – PIP: irrigação e fertirrigação na cultura do pimentão /brasil, DF: Embrapa Hortaliças, 2017.
5. BERNARDO, S., MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. (8a ed.), UFV. 2009, 625p.
6. CHRISTIANSEN, J.E. Irrigation by sprinkling. Berkley: University of California, 1942. 124 p.
7. COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e uso de água. Bahia Agríc., v.7, n.1, set. 2005.
8. FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. Ciênc. Agrotec. [online]. 2014, vol.38, n.2, pp. 109-112 . Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
9. GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 12.ed. São Paulo: Nobel, 1990. 467p.
10. PAOLINELLI, A., DOURADO NETO, D.; MANTOVANI, E. C. Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: história, política pública, economia e recurso hídrico [recurso eletrônico] / Piracicaba : ESALQ - USP, 2021. 574 p. : il. - (Cátedra Luiz de Queiroz). DOI: 10.11606/9786587391113.
11. RODRIGUES, L. N.; DOMINGUES, A. F. Agricultura irrigada : desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável - Brasília, DF :INOVAGRI, 2017. 327 p.
12. VALNIR JÚNIOR, M. V., et al. Análise comparativa de metodologia de coleta de dados para avaliação de sistemas de irrigação localizada. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, 10(5), 2016. p.965-975.
13. WILCOX, J.C.; SWAILES, G.E. Uniformity of water distribution by some undertree orchard sprinklers. Scientific Agricultural, v.27, p.565-583, 1947.
14. ZOCOLER, J.L. Avaliação de desempenho de sistemas de irrigação. In: CURSO DE CAPACITAÇÃO EM AGRICULTURA IRRIGADA, Ilha solteira, 1999. Anais... Ilha Solteira, FEIS/UNESP, 1999, p.33-36.