




Sérgio Eduardo PEREIRA FILHO*

 <https://orcid.org/0000-0003-1335-1734>


Vilter D. PEDROBON JUNIOR**

 <https://orcid.org/0000-0002-7926-0678>


Camila Fernandes F. APARECIDO***

 <https://orcid.org/0000-0002-8429-950X>

Jaqueline Bonfim de CARVALHO****

 <https://orcid.org/0000-0003-0627-1971>

Danilo Agostini MACHADO*****

 <https://orcid.org/0000-0002-9228-5511>

Recebido em: 19 de janeiro de 2021.

Aprovado em: 24 de agosto de 2022.

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO NA CULTURA DO LIMÃO

RESUMO

Em cultivos irrigados, o uso correto da água torna-se cada vez mais necessário. Apesar de sustentar a segurança na produção, sistemas de irrigação mal dimensionados não fornecem a quantidade de água necessária ao cultivo refletindo em perdas econômicas ocasionadas pelo *déficit* hídrico ou mesmo aqueles decorrentes da aplicação excedente à necessária. O objetivo do experimento foi avaliar as uniformidades de distribuição e emissão de um sistema de irrigação por microaspersão em uma área de *citros*. O método avaliativo foi através do levantamento de oito pontos de microaspersão em três linhas secundárias do sistema de irrigação, na parte alta (bloco 1), parte média (bloco 2) e parte baixa (bloco 3) do sistema para avaliação da uniformidade de irrigação através do coeficiente de uniformidade de Christiansen, coeficiente de uniformidade de distribuição e coeficiente de uniformidade de emissão. Os resultados obtidos demonstraram que o sistema de irrigação em estudo apresentou uniformidade de 98% de eficiência apenas no bloco 1 do sistema.

Palavras-chave: *Citros*. Coeficiente de uniformidade de Christiansen. Coeficiente de uniformidade de Distribuição. Coeficiente de uniformidade de Emissão.

EVALUATION OF A MICRO-SPRINKLER IRRIGATION SYSTEM IN LIME CROP

ABSTRACT

In irrigated crops, the correct use of water has become more and more required. Despite sustaining production security, poorly sized irrigation systems do not supply the necessary amount of water to the crop, reflecting in economic losses caused by water *deficit* or even those resulting from excessive water application. The objective of the experiment was to evaluate the distribution and emission of a micro-sprinkler irrigation system in a *citrus* field. The evaluation method was through the survey of eight micro sprinkler points in three secondary lines of the irrigation system, in the upper part (block 1), middle part (block 2) and lower part (block 3) of the system to evaluate the irrigation uniformity through Christiansen's uniformity coefficient, distribution uniformity coefficient and emission uniformity coefficient. The results obtained demonstrated that the irrigation system under study presented 98% uniformity efficiency only in block 1 of the system.

Keywords: *Citrus*. Christiansen uniformity coefficient. Distribution uniformity coefficient. Emission uniformity coefficient.

* Graduado em Engenharia Agrônoma pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – Unifunec, edu_pereirafilho@hotmail.com

** Graduado em Engenharia Agrônoma pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – Unifunec, vilterpedrobon@gmail.com

*** Doutora, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – Unifunec, camilaff_gyn@hotmail.com

**** Doutora, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – Unifunec, jaquecarvalho.agro@gmail.com

***** Mestre, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul, SP – Unifunec, daniloagostini@gmail.com



1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista o aumento mundial da demanda por alimentos de qualidade e a crescente incorporação de frutas na mesa da população, que busca a diversificação e enriquecimento de sua alimentação, torna-se imprescindível a aplicação de tecnologias que propiciem a eficiência do sistema produtivo. Outro fator importante, dentro desse contexto, é o uso racional dos recursos naturais. Em especial a água, cada vez mais determinante no sucesso produtivo das unidades de produção agropecuária (SCHNEIDER, 2016).

A irrigação no setor citrícola vem ganhando destaque com o decorrer dos anos. Observa-se que o predomínio do uso de sistemas de irrigação ocorre em propriedades acima de mil hectares, com, aproximadamente, 46% de área irrigada e, em contrapartida, com apenas 10,95% das propriedades irrigadas nas quais a área se limita entre 1 e 10 hectares. Entretanto, percebe-se um aumento de áreas irrigadas no Noroeste Paulista, as quais aumentaram nos últimos anos (FUNDECITRUS, 2018; AMENDOLA 2018).

A inadequada uniformidade de aplicação da água em sistemas de irrigação proporciona excesso em parte da área de cultivo e carência em outra, diminuindo a disponibilidade de água à cultura e aumentando o custo de produção (NASCIMENTO; FEITOSA; SOARES, 2017).

Segundo Santos *et al.* (2012), a estabilidade de emissão de água é primordial para cada projeto de irrigação, pois abala a eficácia do consumo de água, afetando assim a capacidade juntamente com a qualidade dessa produção e o gasto da irrigação. Nas regiões irrigadas por microaspersores, a consistência da aplicação de água pode ser demonstrada por meio de vários coeficientes, ressaltando o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e o Coeficiente de Uniformidade de Emissão (CUE) e, de acordo com Mantovani *et al.* (2009), tem sido o mais aplicado para classificar a performance de sistemas de irrigação localizada, uma vez que é a norma mais restrita, visto que, levando em consideração as plantas que suportam receber menor porção de água.

De acordo com Silva Júnior *et al.* (2017) que avaliaram a relação entre uniformidade da produtividade e indicadores de uniformidade da irrigação por microaspersores em citros, ressalta-se que um dos critérios recomendados de dimensionamento de sistemas de irrigação localizada baseia-se na uniformidade de emissão desejada na unidade operacional, supondo-se que a aplicação uniforme de água gere também uma produção uniforme.

Diante do exposto, a pesquisa objetivou analisar a uniformidade de distribuição e regularidade de disposição de água em um projeto de irrigação localizada do tipo de microaspersão em uma lavoura de limão Tahiti (*Citrus latifolia*) no município de Palmeira D'Oeste - SP.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Descrição do local

A pesquisa foi realizada no município de Palmeira D'Oeste-SP, no noroeste paulista, nas coordenadas geográficas 20°25'03" S 50°45'39" O, altitude de 430 m, segundo Cidade Brasil (2020). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, classificado como tropical úmido, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso e, na área em questão, há o cultivo de citros com irrigação no sistema de microaspersão.

O espaçamento entre plantas do limão Tahiti (*Citrus latifolia*) é de 7 x 5 metros, os aspersores possuem o padrão de distribuição de 1 microaspersor por planta, 285 microsaspersores por ha⁻¹ com uma vazão de 40 L.h⁻¹. A área onde foi feito o experimento localiza-se nas coordenadas geográficas 20°22'11.26"S 50°46'39.78"O, situada a, aproximadamente, 6 km da cidade de Palmeira D'Oeste, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Área total da propriedade



Fonte: Google Earth, 2020.

2.2 Levantamento de dados

Este trabalho foi realizado na propriedade Nossa Senhora da Aparecida, coordenada 20°22'04.8"S 50°46'33.2"W com base na medição da vazão real e precisão dos emissores de acordo com a metodologia que foi apresentada por Mantovani *et al.* (2009).

Realizou-se coleta da água de oito microaspersores em quatro linhas laterais, assim dizendo, a primária lateral, a linha lateral encontrada a 1/3 do começo, a localizada a 2/3 e a última fileira lateral de todas as parcelas operacionais do experimento em estudo. Em todas as

filas laterais, foram escolhidos quatro microaspersores, sendo o primeiro microaspersor, localizado a 1/3, 2/3 da extensão da linha lateral e, por fim, o último microaspersor.

A área total foi dividida em 3 blocos, apresentada nas Figuras 2, 3 e 4, para que desse modo a coleta de dados ficasse o mais representativa possível e garantindo que o resultado fosse o mais perto possível do que de fato cumpre-se no local.

Figura 2 - Bloco 1



Figura 3 - Bloco 2

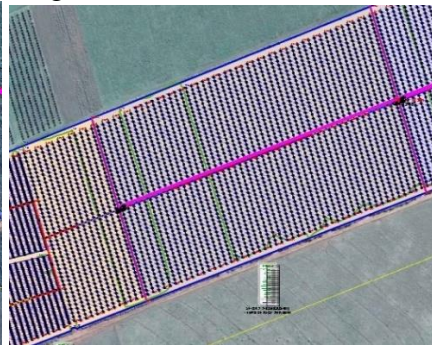


Figura 4 - Bloco 3



Fonte: Imagem Google Earth, 2020, processamento da imagem próprios autores.

Para realização das coletas, foram utilizados 8 baldes de 4 litros dispostos logo ao meio do raio de aplicação do microaspersor (Figura 5), após realizada a coleta e cronometrado o tempo gasto, com o auxílio de uma jarra graduada, foi realizada a aferição e feita a coleta dos dados obtidos.

Figura 5 - Distribuição dos baldes para realização da coleta



Fonte: Dos próprios autores, 2020.

Para calcular o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), utilizou-se a seguinte fórmula (1):

$$CUC = 100 \times \left[1 - \frac{\sum_i^n |Q_i - Q|}{nQ} \right] \quad (1)$$

em que,

Q_i = vazão coletada em cada gotejador (l/h);

Q = média das vazões coletadas de todos os gotejadores (l/h);

n = número de microaspersores analisados.

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

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

(2)

em que,

$Q_{25\%}$ = média de 25% do total de gotejadores com as menores vazões, (l/h);

q_m = média das vazões coletadas nos microaspersores na subárea, (l/h).

Por fim, para a obtenção do Coeficiente de Uniformidade Emissão (CUE), utilizou-se a equação (3) abaixo:

$$CUE = \left[1 - \frac{S_q}{q_m} \right] \times 100$$

(3)

em que,

S_q = Desvio padrão da vazão dos emissores amostrados

q_m = média das vazões coletadas nos microaspersores na subárea.

A classificação dos indicadores de desempenho do sistema de irrigação foi efetuada de acordo com os critérios e limites impostos pela literatura específica, proposta por Mantovani (2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados obtidos em campo, observa-se que houve certa variância entre os valores das vazões de cada “bloco” onde foram feitas as coletas (Tabela 1).

Tabela 1 - Média da vazão em litros coletada num período de 4 minutos no bloco 1

Linhas	Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3	
	Média	Média total	Média	Média total	Média	Média
-						
Inicial	2,67Lts	-	2,71Lts	-	2,75Lts	-
Média	2,64Lts	2,63Lts	2,77Lts	2,74Lts	2,76Lts	2,79Lts
Final	2,59Lts	-	2,76Lts	-	2,87Lts	-

Fonte: Dos próprios autores.

Com esses dados, nota-se que há uma diferença de uniformidade, essa que foi acarretada por conta de uma maior pressão para os blocos que se encontram mais próximos ao conjunto motobomba, também por não conter algum tipo de limitador ou regulador da mesma.

Com base nesses dados, foi possível avaliar a quantidade de água a mais que é gasta e o valor que esta representa na conta economicamente por estar excedendo, e dessa forma classificar como um sistema de qualificação de uniformidade boa, média ou ruim de cada bloco.

Conforme os cálculos empreendidos neste projeto, com base no tipo de aspersores e suas vazões, o valor ideal seria de 2,66 litros dentro do período de tempo de 4 minutos em que foram feitas as coletas, podendo variar entre 2,61 litros como sendo o mínimo de vazão até 2,72 litros, o máximo de vazão, levando em consideração a uniformidade que é de 98% de eficiência do equipamento.

Com os dados obtidos da Tabela 1, foi realizada a avaliação na uniformidade de eficiência nos equipamentos de microaspersão, que é de 98%, no bloco 1, em que, para um valor ideal, seria de 2,66 litros (100%), podendo também haver uma variação permitida de 2%. Com essas informações, pode-se afirmar que, nesse caso, o resultado é aceitável, pois teve um resultado de 2,63 litros que se encontra entre 2,61 e 2,72 litros sendo esses os pontos até onde pode haver variância no resultado, obtendo uma ótima eficiência dentro deste sistema com 98,87%.

Nota-se que a quantidade de litros coletada no bloco 2 foi de 2,74 litros; ultrapassando o valor ideal da eficiência do equipamento neste sistema, onde o máximo permitido como aceitável seria de 2,72 litros. Isso ocorreu pela circunstância de que esses microsaspersores se localizavam mais próximos ao conjunto motobomba e a ausência de algum regulador da pressão, com isso, recebendo uma pressão maior e causando alteração na vazão final desse sistema. Foi obtida uma eficiência de 103% desse equipamento, o valor excedido a 100% é considerado como ruim financeiramente, pois esse é um valor que não era esperado dentro do projeto dessa irrigação.

Com os dados obtidos na Tabela 1, é possível observar a média da quantidade coletada de 2,79 litros no bloco 3, o que é um valor mais alto do que o ideal permitido como o limite da variância da eficiência do nosso sistema, este sendo de 2,72 litros, onde se encontrou o mesmo problema abordado na avaliação do bloco 2. Foi obtida a eficiência de 104,88% desse equipamento e valores excedidos a 100% serão considerados como prejuízo por conta de ser uma quantidade a mais de água que não foi considerada dentro do projeto de irrigação.

Segundo Keller e Bliesner (1990), a necessidade de realizar testes depois da instalação de cada sistema de irrigação, a ponto de verificar possíveis alterações nos valores esperados no projeto, dessa forma podendo corrigi-los ou adequá-los de forma rápida e eficaz. Como observado nos dados deste trabalho, houve uma pequena variação nos valores dos resultados obtidos, fazendo com que o proprietário desse sistema de irrigação venha a ter gastos adicionais em sua conta de água.

Com os resultados obtidos, observou-se que a realização dos testes para verificar o funcionamento do sistema de irrigação é de real importância, pois os equipamentos, mesmo estando em perfeitas condições, podem ter uma má eficiência por conta de alguns imprevistos e, no caso deste trabalho, foi a falta de um regulador de pressão, fazendo com que houvesse uma maior vazão de água nos aspersores.

Segundo Paulino *et al.* (2009), a avaliação da operação e desempenho dos sistemas de irrigação está diretamente relacionada a parâmetros definidos em determinações de campo, como vazão, tempo de irrigação e uniformidade de aplicação de água, os quais são considerados fundamentais para tomadas de decisões em relação ao diagnóstico do sistema dimensionado.

Com relação à quantidade de água irrigada por planta, nota-se que pode ser levada em consideração tanto a falta de água adequada para a planta, assim como a quantidade de água em excesso pode acabar mascarando o resultado da produtividade da área, pois tanto a ausência quanto o excesso podem-se chegar a causar aborto de florada. Segundo Coelho (2007), o abortamento de floradas é observado com certa frequência em áreas irrigadas no estado de São Paulo, principalmente, em sistemas de irrigação do tipo gotejamento linha simples, com cerca de área molhada de solo em torno de 12%.

4 CONCLUSÃO

A avaliação realizada utilizando o método CUC indicou que o sistema em questão está apresentando vazão correta apenas no bloco 1 e vazão acima do recomendado nos blocos 2 e 3, havendo maior consumo de água no sistema, maior desuniformidade de aplicação da lâmina de água e reduzindo a vida útil do sistema, recomenda-se o uso de regulador de pressão nos aspersores do sistema.

REFERÊNCIAS

- AMENDOLA, E. C. **Temperatura de superfície e evapotranspiração atual dos citros irrigados por diferentes sistemas**. 2018. 55 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/180610>
- COELHO, R. D. **Contribuições para a irrigação pressurizada no Brasil**. 2007. 192 f. Tese (Livre-Docência). - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/11/tde-06112007-101254/publico/CoelhoLivreDocencia2007.pdf>
- FUNDECITRUS - FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. **Inventário de árvores e estimativa da safra de laranja 2018/19 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste mineiro**. Araraquara: Fundecitrus, 2018. 111 p. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2018_05_21_Invent%C3%A1rio_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2018-20191.pdf
- KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. Van Nostrand Reinold, New York, 1990. 652p.
- MANTOVANI, E. C. **Avalia**: programa de avaliação da irrigação por aspersão e localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação**: princípios e métodos. 3 ed. Viçosa-MG: UFV, 2009. 355 p.
- 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>.
- PAULINO, M. A. O. *et al.* Avaliação da uniformidade e eficiência de aplicação de água em sistemas de irrigação por aspersão convencional. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.3, n.2, p.48-54, 2009. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/18>
- 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.
- SILVA JÚNIOR, H. M. D. S. *et al.* Relação entre uniformidade da produtividade e indicadores de uniformidade da irrigação em sistema de irrigação por microaspersão em citros. **Irriga**, v. 22, n. 3, p. 430-442, 2017. DOI: 10.15809/irriga.2017v22n3p430-442. Disponível em: <https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1954>.
- SCHNEIDER L. A. **Citricultura**: respostas fisiológicas da irrigação e fertirrigação no sistema de produção. 2016. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia

Agronômica) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.
Disponível em: lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/151088/001007537.pdf?sequence=1.
Acesso em: 23 mar. 2021.