

## **SIMULAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM DIFERENTES ALTURAS DE COLETA DA LÂMINA COM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS ENTRE ASPERSORES**

**MAYCON DIEGO RIBEIRO<sup>1</sup>, ÉRICLES LEONARDO DOS SANTOS<sup>2</sup>, LEONARDO VINICIUS NEPOMUCENO ABALOS<sup>3</sup>**

1 Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, UFPR/Jandaia do Sul-PR ([ribeiro.md@gmail.com](mailto:ribeiro.md@gmail.com))

2 Engenharia Agrícola, Pós-Graduando na Universidade Estadual de Ponta Grossa/UEPG

3 Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná/UFPR

Apresentado no  
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023  
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

**RESUMO:** Na irrigação, a uniformidade de aplicação de água está diretamente relacionada a perda de água no sistema, sendo assim um fator muito importante a ser analisado e melhorado constantemente. Fatores como o vento, temperatura e umidade relativa influenciam direta e indiretamente na qualidade da irrigação, assim como a variação nas alturas de coletas pode vir a ser um fator a ser considerado. O objetivo deste trabalho foi determinar os coeficientes de uniformidades para diferentes as alturas de coleta da lâmina precipitada (55, 70, 85 e 100 cm) simulando diferentes sobreposições de espaçamentos em um sistema de irrigação por aspersão convencional. Foi realizado um ensaio com um aspersor em uma malha de 3 x 3 metros (12 x 12 coletores) totalizando 144 coletores. Os ensaios foram realizados nas alturas de 55, 70, 85 e 100 cm entre o coletor e o solo, para fazer as simulações de diferentes sobreposições foi utilizado o software Catch 3D. A partir dos dados foram calculados o CUC e o CUD. O valor do CUC para a malha de 6 x 12 metros na altura de 55 cm foi 89,1 % (Bom) e para 70 cm o valor foi de 94,3 (Excelente). As diferentes alturas e sobreposição afetam o valor dos coeficientes calculados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Kit uniformidade, água precipitada, ensaio de irrigação

## **SIMULATION OF SPRINKLER IRRIGATION UNIFORMITY AT DIFFERENT BLADE COLLECTION HEIGHTS WITH DIFFERENT SPACING BETWEEN SPRINKLERS**

**ABSTRACT:** In irrigation, water application uniformity is directly related to water loss in the system, making it a crucial factor to be constantly analyzed and improved. Factors such as wind, temperature, and relative humidity directly and indirectly influence the quality of irrigation, as well as variations in blade collection heights, which can be a significant factor to consider. The objective of this study was to determine uniformity coefficients for different blade collection heights (55, 70, 85, and 100 cm) by simulating different spacing overlaps in a conventional sprinkler irrigation system. An experiment was conducted with one sprinkler in a grid of 3 x 3 meters (12 x 12 collectors), totaling 144 collectors. The experiments were conducted at collector heights of 55, 70, 85, and 100 cm, and the Catch 3D software was used to simulate different overlaps. Based on the data, the Coefficient of Uniformity of Christiansen (CUC) and the Coefficient of Uniformity of Distribution (CUD) were calculated. The CUC value for the 6 x 12-meter grid at a height of 55 cm was 89.1% (Good), and for 70 cm, the value was 94.3% (Excellent). The different heights and overlaps affect the calculated coefficient values.

**KEYWORDS:** Uniformity kit, precipitation water, irrigation test.

**INTRODUÇÃO:** De toda a água doce disponível, em torno de 70%, é destinada para a agricultura, isso demonstra a importância da utilização de forma eficiente da água ainda mais em regiões de escassez hídrica (Santos, 1998). Para realizar o manejo adequado evitando o excesso e o déficit de água para as plantas é necessário aumentar a eficiência dos sistemas de irrigação, e uma forma melhorar uniformidade de aplicação de água, conforme resalta Rodrigues et al. (2013). O teste de uniformidade para diferentes alturas de coleta pode demonstrar que diferenças na uniformidade de água, também é uma variável que pode ser influenciada pela altura da cultura, determinando se há ou não diferenças entre as alturas, melhorando as informações sobre a correta determinação de uniformidade dos sistemas de irrigação por aspersão. Em projetos de irrigação por aspersão a análise de uniformidade deve ser realizada logo após a instalação do sistema, possibilitando verificar se o desempenho está conforme o pré-estabelecido e caso necessário, realizar alterações, melhorias e manutenção adequada. Um dos principais parâmetros a serem utilizados para realizar a avaliação da qualidade da irrigação é o coeficiente de uniformidade de distribuição de água, que caracteriza a variabilidade da lâmina de irrigação no solo, porém o resultado desse parâmetro pode ser afetado pelo espaçamento entre aspersores, velocidade do vento, pressão e também altura de coleta. Tais parâmetros são de extrema importância por expressarem a qualidade de irrigação e serem decisivos no planejamento e operação dos sistemas, segundo Frizzone (1992). O objetivo deste trabalho foi avaliar a uniformidade de irrigação em diferentes alturas de coleta, buscando a prevenção da aplicação excessiva de água na irrigação.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O presente trabalho foi realizado numa propriedade rural em Apucarana-PR (23°32'51" S, 51°38'36" O, altitude de 980 m). Para o experimento, foram utilizados um aspersor da marca Agropolo Ny-30, tubo PVC 32 mm, moto bomba de 2 CV, manômetro de Bourdon, regulador de pressão e registro do tipo esfera. A pressão operou a 2,5 bar, gerando um diâmetro molhado de 27 m com e altura do jato de 3,5 m. Foram distribuídos 144 coletores na área experimental, em uma malha de 12 X 12 coletores espaçados igualmente em 3 metros. A coleta da lâmina se deu durante um período de 30 minutos com uma vazão de 1790 L/h para as alturas de 55, 70, 85 e 100 cm. Durante os testes foi monitorado o vento, temperatura e umidade relativa. Os dados foram submetidos ao cálculo de sobreposição pelo software Catch 3D, para os espaçamentos de 6x6, 6x12, 12x12, 12x18 e 18x18 metros. Com as lâminas simuladas e calculados foram submetidos aos cálculos de uniformidades, sendo: Coeficiente de Uniformidade de Christiansen CUC (Equação 01) e do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição ou CUD (equação 02) para cada altura de coleta e sobreposição de malhas.

$$CUC = 1 - \frac{\sum |V_i - V_m|}{N * V_m} \times 100 \quad (01)$$

Em que: CUC: Coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %; N: Números de coletas;  $V_i$ : Volume de água no ponto "i", em ml;  $V_m$ : Volume de água médio de todas as observações, em ml.

$$CUD = \frac{V_q}{V_m} \times 100 \quad (02)$$

Em que: CUD: Coeficiente de uniformidade de distribuição, em %;  $V_q$ : Média do menor quartil, em ml;  $V_m$ : Volume de água médio de todas as observações, em ml.

Para realizar a classificação da uniformidade de cada combinação foi utilizado os valores proposto por Bernardo e Mantovani (2009), onde a classificação para o CUC é "Excelente" >90; "Bom" 80-90; "Razoável" 70-80; "Ruim" 60-70; "Inaceitável" <60, e a classificação para o CUD é "Excelente" >84; "Bom" 64-84; "Razoável" 52-64; "Ruim" 36-52; "Inaceitável" <36.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Com o objetivo de determinar o efeito da variação das alturas de coletas nos coeficientes de Christiansen (CUC) e de distribuição (CUD), os mesmos foram calculados sem nenhum tipo de sobreposição de malhas (Figura 1)

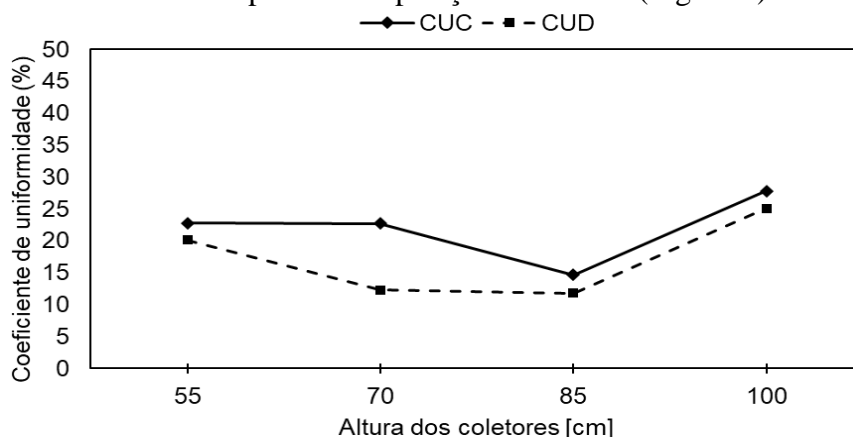


FIGURA 01. Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) em função da altura de coleta da lâmina irrigada (55, 70, 85 e 100 centímetros).

Os valores dos CUC e CUD, mesmo sem sobreposição tiveram variações, isso é um indicativo de que pode haver variações nas lâminas sobrepostas, pois os valores são diferentes. Pode-se verificar pela Figura 01, que conforme altera a altura de coleta, os valores também se alteram, sendo o maior valor para a altura de 100cm de coleta, e o menor valor para a altura de 85cm de coleta.

A uniformidade das lâminas sobrepostas pode ser visualizada na Tabela 1.

TABELA 01. Comparação dos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) [%] e de distribuição (CUD) [%] para diferentes alturas de coletas.

Malha [m]	55 [cm]		70 [cm]		85 [cm]		100 [cm]	
	CUC	CUD	CUC	CUD	CUC	CUD	CUC	CUD
6 x 6	92,6	85,3	97,2	96,7	96,7	95,0	93,7	92,8
6 x 12	89,1	80,5	94,3	92,0	87,3	81,9	87,7	83,0
12 x 12	83,8	74,4	89,8	85,3	80,8	73,2	83,6	77,6
12 x 18	62,7	53,8	64,9	52,0	55,8	45,4	64,0	56,5
18 x 18	51,0	42,3	54,2	37,9	41,3	34,3	53,7	46,3

Podemos observar na Tabela 1, que os maiores valores se deram na sobreposição de 6x6, devido a maior influencia de mais aspersores no mesmo quadrante, porém houve diferenças entre os valores devido a altura de coleta da lâmina, tendo valores de CUC de 92,6 para coleta a 55cm e 97,2% para a coleta a 70cm, e CUD de 85,3 e 96,7% para altura de coleta de 55 e 70 cm respectivamente. Já para o espaçamento de 18x18m houve os menores valores, provavelmente devido a sobreposição inadequada para o raio de alcance do aspersor. Porém também houve variação do CUC com valores de 41,3% e 54,2% respectivamente para as alturas de 85cm e 70cm respectivamente, e de CUD de 34,3% e 46,3% respectivamente para as alturas de 85cm e 100cm. Segundo Haman et al, (1997) os coeficientes de uniformidade expressam a variabilidade da lâmina de irrigação na superfície do solo e é função do espaçamento entre aspersores, velocidade do vento e pressão de serviço, porém pode-se verificar que a altura de coleta também pode variar os valores dos coeficientes.

Também foi realizado a classificação dos coeficientes segundo Bernardo e Mantovani (2009) para o CUC (Tabela 02) e CUD (Tabela 03).

TABELA 02. Classificação do coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC).

Malha [m]	55 [cm]	70 [cm]	85 [cm]	100 [cm]
6 x 6	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
6 x 12	Bom	Excelente	Bom	Bom
12 x 12	Bom	Bom	Bom	Bom
12 x 18	Ruim	Ruim	Inaceitável	Ruim
18 x 18	Inaceitável	Inaceitável	Inaceitável	Inaceitável

TABELA 03. Classificação do coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD).

Malha [m]	55 [cm]	70 [cm]	85 [cm]	100 [cm]
6 x 6	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
6 x 12	Bom	Excelente	Bom	Bom
12 x 12	Bom	Bom	Bom	Bom
12 x 18	Razoável	Razoável	Ruim	Razoável
18 x 18	Ruim	Ruim	Inaceitável	Ruim

É possível perceber a alteração da classificação de acordo com a altura de coleta, para os valores do CUC e CUD, assim como na comparação realizada para as diferentes malhas sobrepostas, onde ao alterar a altura de coleta os coeficientes de Christiansen e de Distribuição são afetados, como podemos observar na Tabela 2 o CUC para a malha de 6 x 12 metros na altura de 55 cm equivale a 89,1 % (Bom) e alterando para 70 cm apresenta um valor de 94,3 (Excelente). Silva et al. (2021) realizando trabalhos de uniformidade com sobreposição, verificaram uma diferença de 39,8% no CUC e 75,0% no CUD, entre os espaçamentos de 12x12m e 42x42m, ressaltam que a altura de coleta, que foi de 0,7m a partir do solo, foi influenciada pelo dossel da cana de açúcar que estava mais alta que 0,7m. Isso demonstra a importância de realizar uma coleta adequada da lamina precipitada, no qual, conforme estudo feito por Silva et al. (2021) a dossel da cultura pode interferir na lamina coletada em relação a precipitada, por isso a importância de se ter um estudo indicando se há diferenças entre diferentes alturas de coleta da lamina de água precipitada.

**CONCLUSÃO:** As diferentes alturas de coleta da lâmina e diferentes sobreposição afetam os valores do Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC) e de Distribuição (CUD)

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2009. 625p.
- FRIZZONE, J.A. Irrigação por aspersão. Piracicaba: ESALQ – Departamento de Engenharia Rural, 1992. 53p. **Série Didática**, 3.
- HAMAN, D.Z.; SMAJSTRLA, A.G.; PITTS, D.J. Uniformity of sprinkler and microirrigation system for nurseries. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. **Boletim** 312. 1997.
- SANTOS, J.R.M. dos. Irrigar é preciso. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v.18, n.3. p.29-34, 1998.
- SILVA, M. M. Da; SANTOS JUNIOR, J. A.; MELO FILHO, M. S. De; FRANÇA E SILVA, E. F.; SANTOS, J. B. Dos. Uniformidade da irrigação por aspersão em função da altura do dossel da cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v. 26, n. 1, p. 195-209, 2021.