

## AValiação de Coeficientes de Uniformidade para Sistema de Irrigação por Gotejamento em Cultivo de Trigo

FERNANDA GABRIELA SILVA GUIMARÃES<sup>1</sup>, GEIZA MARIA VIEIRA ALVES<sup>2</sup>,  
JOÃO CARLOS FERREIRA BORGES JÚNIOR<sup>3</sup>, JENNIFER ALVES CAMILO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Agrônômica, UFSJ, Sete Lagoas - MG, [fernandaguimaraes701@gmail.com](mailto:fernandaguimaraes701@gmail.com)

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma, Mestranda em Ciências Agrárias, UFSJ, Sete Lagoas - MG, [geizamariav@gmail.com](mailto:geizamariav@gmail.com)

<sup>3</sup> Eng. Agrícola, Prof. Titular, Doutor, Depto. Ciências Agrárias, UFSJ, Sete Lagoas - MG, [jcborges@usfj.edu.br](mailto:jcborges@usfj.edu.br)

<sup>4</sup> Eng. Agrônoma, Mestre em Ciências Agrárias, UFSJ, Sete Lagoas - MG, [jennifer.alves.ms@hotmail.com](mailto:jennifer.alves.ms@hotmail.com)

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

**RESUMO:** A irrigação envolve a aplicação de água de forma a atender às necessidades de uma cultura, por meio de diferentes alternativas, como a irrigação localizada por gotejamento. Esse método caracteriza-se pelas maiores uniformidade e eficiência, dado que aplicação de água é feita diretamente sobre a região radicular. Apesar disso, a eficiência pode ser comprometida pela ocorrência de entupimento dos emissores, sendo necessário avaliar periodicamente a funcionalidade e uniformidade de distribuição desse sistema, o que pode ser feito por meio da determinação dos coeficientes de uniformidade de distribuição (CUD) e de Christiasen (CUC). Assim, esse trabalho teve o objetivo avaliar os coeficientes de uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento em uma área de cultivo de trigo na Universidade Federal de São João del-Rei, *campus* Sete Lagoas, bem como compará-los aos resultados obtidos no ano anterior. Verificou-se que, apesar dos índices terem se mantido excelentes, houve redução dos coeficientes e da vazão média em relação ao ano anterior, possivelmente pela presença de calcário na água aplicada. Diante disso, faz-se necessário fazer ajustes a fim de que as reduções não comprometam a eficiência do sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** irrigação por gotejamento, coeficientes de uniformidade, eficiência de aplicação

### EVALUATION OF UNIFORMITY COEFFICIENTS FOR DRIP IRRIGATION SYSTEM IN SILAGE WHEAT CULTIVATION

**ABSTRACT:** Irrigation involves the application of water to meet the needs of a crop, by means of different alternatives, such as localized drip irrigation. This method is characterized by greater uniformity and efficiency since water is applied directly to the root region. Despite this, the efficiency can be compromised by the occurrence of clogged emitters, making it necessary to periodically evaluate the functionality and distribution uniformity of this system, which can be done by determining the distribution coefficient (CUD) and the Christiasen coefficient (CUC). Thus, this work aimed to evaluate the uniformity coefficients of a drip irrigation system in a wheat growing area at the Federal University of São João del-Rei, *campus* Sete Lagoas, as well as to compare them to the results obtained in the previous year. It was found that, although the indexes remained excellent, there was a reduction in the coefficients and average flow rate in relation to the previous year, possibly due to the presence of lime in the water applied.

Therefore, it is necessary to adjust so that the reductions do not compromise the efficiency of the system.

**KEYWORDS:** drip irrigation, uniformity coefficients, application efficiency

**INTRODUÇÃO:** A irrigação consiste em fornecer água para suprir completa ou parcialmente o requerimento hídrico de uma determinada cultura (ANA, 2021). Existem diferentes métodos para adoção dessa prática, dentre eles o método localizado, caracterizado pela aplicação frequente de pequenas lâminas de água, via gotejamento ou microaspersão. Na irrigação por gotejamento são aplicadas, diretamente sobre a região radicular, pequenas vazões constantes através dos emissores, o que reduz perdas por evaporação e anula as interferências negativas do vento (Bernardo *et al.*, 2019). A eficiência desses sistemas, porém, é afetada pela ocorrência de obstrução dos gotejadores, o que compromete a uniformidade de aplicação e distribuição da água. Faz-se necessária, dessa forma, a avaliação periódica da uniformidade de distribuição como ferramenta para tomada de decisões acerca do manejo da irrigação e manutenção do sistema (Souza *et al.*, 2017). A análise da uniformidade pode ser feita por meio da determinação de coeficientes, sendo os mais usuais o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) (Bernardo *et al.*, 2019). Assim, este trabalho teve por objetivo determinar o CUC e o CUD para sistema de irrigação por gotejamento em área experimental de cultivo de trigo silagem, bem como comparar os coeficientes avaliados com os resultados obtidos para a cultura no ano anterior.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O teste de uniformidade foi realizado no dia 25 de abril de 2023, no Campo Experimental da Universidade Federal de São João del-Rei, *campus* Sete Lagoas, situado nas coordenadas 19°28'34"S e 44°11'42"W, no município de Sete Lagoas, MG. De acordo com a classificação de Köppen, predomina na região o clima Cwa, isto é, clima de savana com verão úmido e inverno seco, caracterizado por uma temperatura média anual de 21,1°C e precipitação média anual de 1384 mm (Gomide *et al.*, 2021). Na área de estudo havia sido semeado trigo silagem das cultivares MGS Brilhante e Energix 203, para avaliação de resistência varietal sob diferentes lâminas de aplicação. O sistema de irrigação adotado foi o de gotejamento, com duas linhas laterais de 5,0 m de comprimento por parcela experimental, operando com pressão de 20 m.c.a, aferida por meio de manômetro de Bourdon posicionado em cavaletes antes da linha principal. Os gotejadores usados são do tipo botão, da marca Netafim® modelo PCJ LCNL, com vazões nominais de 1,2; 2,0; e 4,0 L.h<sup>-1</sup>. Foram feitas medições em três emissores, aleatoriamente determinados, em cada uma das 40 parcelas, totalizando 120 medições. O procedimento consistiu em aferir, com auxílio de béquer e provetas, o volume de água emitido em cada gotejador amostrado durante o intervalo de um minuto. Os dados coletados foram utilizados para determinação do coeficiente de uniformidade de Christiansen (Equação 1) e do coeficiente de uniformidade de distribuição (Equação 2).

$$CUC = 100 * \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - q_m|}{N * q_m} \right] \quad (1)$$

em que,

N -Número de gotejadores avaliados

q<sub>i</sub> - Vazão no i-ésimo gotejador (L/h)

q<sub>m</sub> - Vazão média (L/h)

$$CUD = 100 * \frac{q_q}{q_m} \quad (2)$$

em que,

q<sub>q</sub> - Vazão média de menor quartil (L/h)

q<sub>m</sub> - Vazão média (L/h)

Os parâmetros relativos à qualidade da água utilizada na irrigação foram obtidos a partir de informações disponibilizadas pela Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Sete Lagoas (SAAE).

Os resultados foram interpretados conforme Mantovani (2001), e, posteriormente, comparados aos índices obtidos para procedimento realizado na mesma área, no ano anterior.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Para o sistema avaliado, observou-se vazões médias ( $q_m$ ) próximas às vazões nominais dos modelos de gotejadores usados, indicando adequação ao projeto. Um menor valor de coeficiente de variação (CV) foi observado nas parcelas operando com vazão nominal de  $4,0 \text{ L.h}^{-1}$ , o que é indicativo de menor dispersão em relação à média, e, portanto, maior uniformidade de distribuição (Tabela 1).

TABELA 1. Variáveis obtidas em teste de uniformidade para sistema de irrigação por gotejamento em cultivo de trigo silagem, 2023.

Variáveis	Vazão nominal (L/h)		
	1,2	2,0	4,0
N	24	72	24
$q_{\text{mín}}$	1,02	1,26	3,42
$q_{\text{máx}}$	1,44	2,46	4,26
$q_q$	1,12	1,80	3,49
$q_m$	1,29	2,04	3,79
S	0,117	0,182	0,243
CV	9,1	9,0	6,4
CUC	93,3	94,1	94,8
CUD	87,0	88,3	92,0

N: número de gotejadores avaliados;  $q_{\text{mín}}$ : vazão mínima ( $\text{L.h}^{-1}$ );  $q_{\text{máx}}$ : vazão máxima ( $\text{L.h}^{-1}$ ),  $q_q$ : vazão média de menor quartil ( $\text{L.h}^{-1}$ );  $q_m$ : vazão média ( $\text{L.h}^{-1}$ ), S: desvio padrão; CV: coeficiente de variação, CUC: coeficiente de uniformidade de Christiansen (%); e CUD: coeficiente de uniformidade de distribuição (%).

Quanto aos coeficientes, foram obtidos valores de CUC de 93,3%; 94,1%; e 94,8% para as parcelas operando com emissores de vazão nominal equivalentes a 1,2; 2,0; e  $4,0 \text{ L.h}^{-1}$ , e valores de CUD equivalentes a 87,0%; 88,3%; e 92,0%, respectivamente. De acordo com Mantovani (2001), os valores são considerados excelentes para CUC (>90%) e CUD (>84%).

Apesar dos valores elevados, houve redução dos coeficientes de uniformidade em relação aos resultados obtidos no ano anterior, sendo a redução mais pronunciada para os coeficientes de distribuição (Tabela 2). O mesmo comportamento foi observado em relação a vazão média dos gotejadores.

TABELA 2. Variáveis obtidas em teste de uniformidade para sistema de irrigação por gotejamento em cultivo de trigo, 2022.

Variáveis	Vazão nominal (L/h)		
	1,2	2,0	4,0
N	12	36	12
$q_{\text{mín}}$	1,26	2,04	3,90
$q_{\text{máx}}$	1,38	2,22	4,56
$q_q$	1,30	2,05	3,98
$q_m$	1,33	2,10	4,13
S	0,035	0,042	0,172
CV	2,6	2,0	4,2
CUC	98,1	98,8	97,1
CUD	97,7	97,7	96,5

N: número de gotejadores avaliados;  $q_{\text{mín}}$ : vazão mínima ( $L \cdot h^{-1}$ );  $q_{\text{máx}}$ : vazão máxima ( $L \cdot h^{-1}$ ),  $q_q$ : vazão média de menor quartil ( $L \cdot h^{-1}$ );  $q_m$ : vazão média ( $L \cdot h^{-1}$ ), S: desvio padrão; CV: coeficiente de variação, CUC: coeficiente de uniformidade de Christiansen (%); e CUD: coeficiente de uniformidade de distribuição (%).

Tendo-se em vista os parâmetros médios relativos à qualidade da água usada na irrigação como pH (7,39) e turbidez (1,17 NTU), inferiu-se que as reduções podem ser decorrentes da presença de partículas em suspensão e de calcário, que ao longo do tempo podem se acumular, causando entupimento dos emissores. Além disso, a pressão de serviço aferida no ano anterior foi superior (23 m.c.a.), o que pode ter contribuído para as maiores vazões médias registradas.

**CONCLUSÕES:** O sistema de irrigação avaliado manteve excelentes coeficientes de uniformidade. No entanto, a redução dos valores em relação aos resultados obtidos no ano anterior evidenciam a necessidade de ajustes no sistema para que a eficiência de aplicação não seja comprometida.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica à primeira autora.

#### **REFERÊNCIAS:**

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. – 2 ed. – Brasília: ANA, 2021
- BERNADO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 9 ed. – Viçosa: Ed. UFV, 2019.
- GOMIDE, R. L.; DE ALBUQUERQUE, P. E. P.; DE ANDRADE, C. L. T.; DURÃES, F. O. M.; VIANA, J. H. M. Caracterização Climática. Brasília, DF: EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29733/1/Caracterizacao-climatica.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- MANTOVANI, E. C. Avalia: Programa de avaliação da irrigação por aspersão e localizada. UFV, Viçosa, MG. 2001.
- SOUZA, M. H. C.; SANTOS, R. D. S.; BASSOI, L. H. Avaliação da uniformidade de um sistema de irrigação por gotejamento. In: IV INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING; XXVI CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem; III Simpósio Brasileiro de Salinidade, 2017.