

## **UNIFORMIDADE DE SISTEMAS DE PIVÔ CENTRAL EM UMA PROPRIEDADE RURAL DO CENTRO-OESTE MINEIRO**

Florêncio Silva Nunes<sup>1</sup>, Pâmela Rafanele França Pinto<sup>2</sup>, Flávia Vilela Corrêa<sup>3</sup>, Michael  
Silveira Thebaldi<sup>4</sup>, Paulo Ricardo Frade<sup>5</sup>

**RESUMO:** A uniformidade da aplicação de água na irrigação tem grande importância para a produtividade da cultura, por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a uniformidade da aplicação de água de três pivôs centrais em instalados no município de Formiga – MG, por meio dos Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC), de Uniformidade de Distribuição (CUD) e de Uniformidade Estatístico (CUE), buscando identificar possíveis falhas na aplicação de água e otimizar desempenho dos sistemas. Observou-se que entre os valores encontrados para o CUE, com exceção ao pivô 1, que apresentou desempenho ruim, os demais tiveram bom desempenho. Desta forma, pôde-se verificar como necessárias substituições nos bocais para solucionar os problemas relacionados à variação de vazão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desempenho da Irrigação, Engenharia de Irrigação, Irrigação por Aspersão

## **UNIFORMITY OF CENTER PIVOT SYSTEMS IN A RURAL PROPERTY IN THE MIDWEST OF MINAS GERAIS STATE**

**ABSTRACT:** The uniformity of water application in irrigation has great importance for the productivity of the crop. So, the objective of this work was to evaluate the uniformity of water application of three center pivots installed in the city of Formiga - MG, through the Christiansen Uniformity Coefficients (CUC), Distribution Uniformity (CUD), and Statistical Uniformity (CUE), seeking to identify possible failures in water application and optimize the performance of the systems. It observed that among the values found for the CUE, except pivot 1, which

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Formiga, Formiga – MG, BR. CEP:35574-530

<sup>2</sup> Engenheira Ambiental e Sanitarista, graduanda, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Lavras – MG, BR. CEP: 37.200-900

<sup>3</sup> Engenheira Ambiental e Sanitarista, doutoranda em Recursos Hídricos, Departamento de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Lavras – MG, BR. CEP: 37.200-900

<sup>4</sup> Engenheiro Agrícola, Doutor em Recursos Hídricos, Professor do Departamento de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Lavras – MF, BR. CEP: 37.200-900. E-mail: michael.thebaldi@ufla.br

<sup>5</sup> Engenheiro Ambiental, Professor Mestre, Centro Universitário de Formiga, Formiga – MG, BR. CEP:35574-530

presented poor performance, the others performed well. Thus, it could be verified as necessary replacements in the nozzles to solve the problems related to the flow variation

**KEYWORDS:** Irrigation Performance, Irrigation Engineering, Sprinkler Irrigation

## INTRODUÇÃO

A irrigação por aspersão simula uma chuva artificial (ANA, 2017) e a uniformidade da aplicação de água do sistema de irrigação é indispensável para uma boa produtividade das culturas visto que, quando se tem um baixo valor de uniformidade, pode-se ter áreas superirrigadas ou subirrigadas, que reduzem a produtividade da cultura pelo excesso ou escassez do recurso hídrico, sendo um fator importante para avaliar (MANTOVANI et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2017) e sustentar a tomada de decisão quanto à manutenções dos sistemas de irrigação.

Alguns fatores podem influenciar na uniformidade da irrigação, interferindo também no rendimento da cultura: Heinemann et al. (1998) os dividiu em climáticos e não-climáticos. Evaporação, umidade relativa, velocidade do vento são exemplos dos climáticos, já os não-climáticos relacionam-se aos equipamentos, por exemplo, a pressão de operação do emissor, velocidade da linha lateral e altura do emissor.

Assim, para se ter sucesso com o sistema de irrigação é necessário que este apresente uma uniformidade ótima. Além disto, deve-se avaliar após a instalação do projeto em campo, se há alterações do previsto anteriormente, pois o correto funcionamento do sistema levará a uma maior rentabilidade (SILVA & SILVA, 2005; NASCIMENTO et al., 2017).

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de três sistemas de irrigação por pivô central, por meio da avaliação da sua uniformidade, com o auxílio do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), de Uniformidade de Distribuição (CUD) e de Uniformidade Estatístico (CUE).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Primavera, distante 40 km da área urbana do município mineiro de Formiga, que tem 1400 hectares, dos quais, 1100 hectares são de área cultivadas. Para a realização dos testes de uniformidade foram utilizados coletores, hastes de alumínio e proveta com graduação em milímetros da fabricante Fabrimar. Também foi utilizado um anemômetro do modelo Icel Manaus AN-3090, trena e GPS GARMIN 62S, para obter dados

relativos à velocidade do vento, de forma a auxiliar na medida do espaçamento entre os coletores e para obter as coordenadas dos pivôs.

Para os ensaios foram selecionados três pivôs centrais denominados pivô n° 1, 2 e 3. Foram instaladas duas linhas radiais de coletores com uma abertura de três graus entre elas e com espaçamento de quinze metros entre os coletores, perpendicularmente ao caminhar da linha lateral do equipamento, com relé percentual ajustado em 100%. No pivô n° 1, com raio de 692 metros, foram utilizados 92 coletores. Para o pivô n°2, com 405 metros de raio, 54 coletores e para o pivô n°3, que possui raio de 408 metros, 56 coletores.

Foi realizada a coleta dos dados meteorológicos e teste de evaporação durante a avaliação que resultou, ao final dos ensaios, na não observância de evaporação.

De posse dos dados, foram determinados os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) proposto por Christiansen (1942), de Distribuição (CUD) recomendado pelo Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos (1968) e o Estatístico (CUE), proposto por Wilcox & Swailes (1947), por meio das Equações 1, 2 e 3 respectivamente. Tal cálculo foi realizado por meio de planilhas eletrônicas, além disso, foram elaborados gráficos para melhor visualização dos resultados.

$$CUC = 100 \times \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^N |X_i - \bar{X}|}{N \times \bar{X}} \right) \quad (1)$$

$$CUD = 100 \times \left( \frac{X_{25\%}}{\bar{X}} \right) \quad (2)$$

$$CUE = 1 - \frac{S}{\bar{X}} \quad (3)$$

Em que: N – Número de coletores ou pluviômetros;  $X_i$  – Lâmina de água aplicada no i-ésimo ponto sobre a superfície do solo (mm);  $\bar{X}$  – Lâmina média aplicada (mm);  $X_{25\%}$  – média das 25% menores lâminas coletadas (mm); S – Desvio padrão das lâminas coletadas (mm).

Os valores obtidos para esses coeficientes foram classificados segundo a proposta de Mantovani (2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

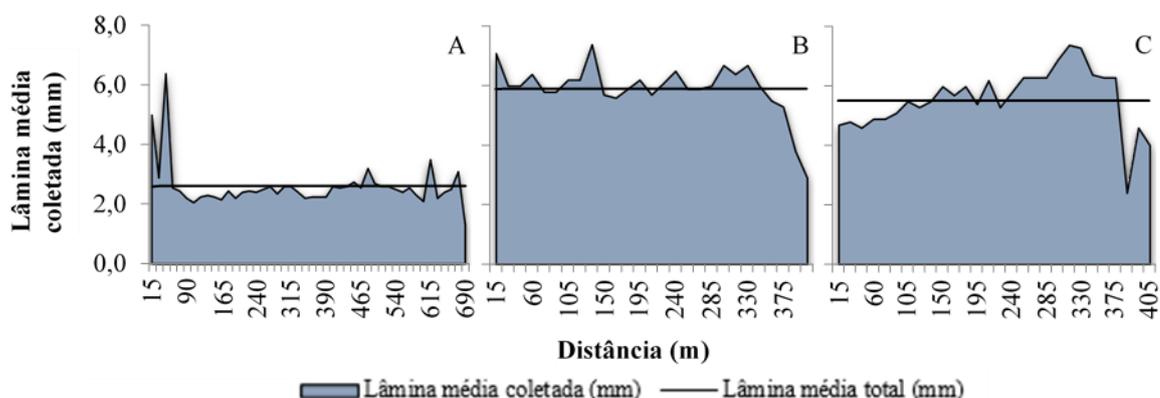
Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos dos coeficientes de uniformidade calculados. Para o CUC, foram obtidos para o pivô 1 o valor de 83,89%; para o pivô 2, 90,08% e para o pivô 3 o valor de 85,35% (Tabela 1). Para o pivô 2 o CUC foi considerado excelente, já os demais foram considerados bons (MANTOVANI, 2001).

**Tabela 1.** Coeficientes de uniformidade da distribuição de água aplicada referente aos testes em campo.

	CUC (%)	CUD (%)	CUE (%)
Pivô 1	83,89	79,56	68,91
Pivô 2	90,08	82,60	84,48
Pivô 3	85,35	75,80	80,37

Já para o CUD, todos os equipamentos foram classificados como bons (MANTOVANI, 2001), com valores de CUD de 79,56%, 82,60% e 75,80%, para os três pivôs, respectivamente (Tabela 1). Para o CUE, o pivô 1 foi classificado como ruim (68,91%) e os demais foram classificados como bons, com o valor de CUE de 84,48% para o pivô 2 e 80,37% para o Pivô 3 (MANTOVANI, 2001). A velocidade do vento não influenciou nos ensaios de uniformidade.

Os perfis de distribuição da lâmina média coleta em todos os testes para os três pivôs são apresentados na Figura 1.



**Figura 1.** Perfil de distribuição de água em função da lâmina coletada média e da posição do coletor ao longo do sistema de irrigação para o pivô 1 (A), pivô 2 (B) e pivô 3 (C).

Devido ao seu uso para a calcular o CUC e o CUD, a determinação da lâmina média, é imprescindível para auxiliar na avaliação dos sistemas de irrigação (DOURADO NETO et al., 1994). A lâmina total média é de aproximadamente 2,58 mm para o pivô 1 (Figura 1A) e pode-se observar uma alta variação para os primeiros aspersores. Esse comportamento é justificado pelos bocais, anteriormente danificados, terem sido substituídos por novos com maior vazão, fato muito comum nas atividades laborais cotidiana de propriedades irrigadas. Como não há vazamento, a baixa vazão do pivô 1 em relação aos demais é justificada por problemas no dimensionamento.

Para o segundo equipamento (Figura 1B), a lâmina média total tem valor próximo de 5,88 mm não havendo muitos desvios em relação à média. Ao final desta lateral, observa-se que há uma menor distribuição de água e assim, faz-se interessante trocar os aspersores por outros de maior vazão nesse local para solucionar esse problema e, conseqüentemente, aumentar a lâmina aplicada, melhorando-se a uniformidade.

Já para o terceiro pivô (Figura 1C), tem valor de lâmina média de aproximadamente 5,55 mm, com alta variabilidade em toda a sua extensão. Para eliminar as menores lâminas aplicadas

que ocorrem no início e no fim da linha, indica-se substituir, nestes trechos, bocais por outros com maior vazão.

## CONCLUSÕES

Em geral, os sistemas de irrigação tiveram resultados aceitáveis de uniformidade de aplicação. O Coeficiente de Uniformidade de Christiansen e o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição apresentaram bons valores, e somente o Coeficiente de Uniformidade Estatístico que obteve resultado considerado ruim para o pivô 1. Desta forma, verificou-se a necessidade de reparos, especialmente para que problemas de vazões distintas das que são consideradas adequadas sejam solucionados.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO (BRASIL). **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília - DF: ANA, 2017a. Disponível em: <<https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrigacao-UsodaAguanaAgriculturaIrigada.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, C. **Manual de irrigação**, edição: 8<sup>a</sup>. Editora: UFV, 1<sup>a</sup> reimpressão. Viçosa, MG, 2008, 625p.
- CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: California Agricultural Station. Bulletin 670, 1942. 128p.
- DOURADO NETO, D.; JONG VAN LIER, Q. de; FRIZZONE, J.A. Determinação da lâmina média de irrigação em pivô central. **Scientia Agrícola**, v. 51, n. 1, p. 188-190. 1994.
- HEINEMANN, A. B.; FRIZZONE, J. A.; PINTO, J. M.; FEITOSA FILHO, J. C. Influência da altura do emissor na uniformidade de distribuição da água de um sistema pivô central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 9, p. 1487-1493, 1998.
- MANTOVANI, E. C. **AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada**. Viçosa, MG: UFV. 2001.
- MANTOVANI, E. C.; MONTES, D. R. P.; VIEIRA, G. H. S.; RAMOS, M. M.; SOARES, A. A. Estimativa de produtividade da cultura do feijão irrigado em Cristalina-GO, para diferentes

lâminas de irrigação como função da uniformidade de aplicação. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 1, p. 110-120, 2012.

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**, v. 4, n. 4, p. 65-69, 2017.

SILVA, C. A.; SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 4, n. 8, p. 12-16, 2005.

Soil Conservation Service. **National Engineering Handbook**. Washington: Sprinkler Irrigation, Section 15, Chapter 11, 83p., 1968.

WILCOX, J. C.; SWAILES, G. E. Uniformity of water distribution by some undertree orchard sprinklers. **Scientific Agricultural**, v. 27, p. 565-583, 1947.