



AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL

Mayara Oliveira Rocha¹, Camila Alves de Souza¹, Beatriz de Abreu Araújo¹, Thales Rafael
Guimarães Queiroz¹, Alessandro Oliveira da Silva²

RESUMO: O pivô central é um sistema que utiliza uma grande quantidade de água e se o mesmo não apresentar uniformidade de distribuição adequada, pode ocasionar perda de produção e prejuízos para a planta e para o solo. Diante disto, o trabalho teve por objetivo avaliar a uniformidade de distribuição de água e a eficiência de aplicação do sistema de irrigação tipo pivô central, na Fazenda Vitória Jersey, no município de Cascavel - CE, visando otimizar o desempenho do sistema. Foram avaliados o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), o coeficiente de distribuição (CUD) e a vazão do sistema. Os valores encontrados para os coeficientes de uniformidade demonstram que o equipamento apresenta bom desempenho, ambos acima de 80%. Com este estudo, observou-se que o sistema de irrigação está operando com uma boa uniformidade de distribuição de água, porém é possível que se consiga adequar melhor o sistema para alcançar resultados mais promissores e com isso aumentar a eficiência no uso da água.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação pressurizada, coeficiente de uniformidade, performance hidráulica.

EVALUATION OF UNIFORMITY OF WATER DISTRIBUTION IN CENTRAL PIVOT IRRIGATION SYSTEM

ABSTRACT: The central pivot is a system that consumes a great amount of water and if it does not present adequate uniformity of distribution, can cause loss of production and damage to the soil. The study aimed to evaluate the uniformity of water distribution and the efficiency of the central pivot irrigation system, in the municipality of Cascavel - CE, in order to optimize the performance of the system. The coefficient of uniformity of Christiansen (CUC), the distribution coefficient (CUD) and the system flow rate were evaluated. The values found for the uniformity coefficients show that the equipment performs well, both above 80%. With this study, it was observed that the irrigation system is operating with a good uniformity of water distribution, but it is possible that the system can be better adapted to achieve more promising results and thus use water more efficiently.

KEYWORDS: pressurized irrigation, coefficient of uniformity, hydraulic performance.

INTRODUÇÃO

No Brasil o sistema de irrigação por pivô central vem sendo bastante utilizado, com área irrigada crescendo de forma expressiva nos últimos anos e com sistema de maior expansão, correspondendo a 38,8% do incremento de área irrigada no País (ANA, 2014). Com isso se

¹ Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. UFC/CCA.
Email: mayararocha21@gmail.com; camilaifce2014@gmail.com; beatrizdeabreuaraujo@gmail.com; thalesraf04@hotmail.com.

² Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC



encontra entre os dez maiores países com área equipada para irrigação no mundo segundo dados da FAO (2017). A ANA e Embrapa (2016) apontaram um crescimento de 43,3% (+382 mil ha) da área de pivôs centrais no Brasil entre 2006 e 2014.

As principais vantagens desse sistema de irrigação são: economia de mão de obra; mantém mesmo alinhamento e velocidade em todas as irrigações; após completar uma irrigação, o sistema estará no ponto inicial para iniciar a outra e apresenta uma boa uniformidade de aplicação. Para tanto há também as desvantagens, alta intensidade de aplicação na extremidade da linha do pivô, o que pode acarretar escoamento superficial e ocorrência de perda de 20% de área irrigada (caso seja um retângulo ou quadrado) (Mantovani *et al.*, 2009). Muitos coeficientes de uniformidade foram propostos, desde a difusão dos sistemas de aspersão. Todavia, nenhum foi suficientemente completo para substituir com vantagem o coeficiente proposto por Christiansen (1942), sendo, por isso, o mais utilizado (Frizzzone, 2015). Heermann & Hein (1968) propuseram modificações na equação original de Christiansen, para a aplicação em sistemas de irrigação do tipo pivô central e posteriormente Criddle *et al.*, (1956) introduziram outra medida de uniformidade, o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), sendo estes coeficientes recomendados para quantificar a uniformidade de distribuição de água para sistemas do tipo pivô central.

Diante do exposto, o trabalho teve por objetivo avaliar a uniformidade de distribuição de água e a eficiência de aplicação do sistema de irrigação tipo pivô central, na Fazenda Vitória Jersey, no município de Cascavel - CE, visando otimizar o desempenho do sistema.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado na fazenda Vitória Jersey na Cidade de Cascavel, no Estado do Ceará, em setembro de 2017.

O pivô central, da empresa ZIMMATIC®, era composto por quatro vãos, com um número total de 68 aspersores e raio de 185 metros. O percentímetro foi regulado a 60% da velocidade, aplicando-se uma lâmina média de 4,4 mm, ou seja, o último vão ficava 23s parado e 37s em movimento. A vazão medida do pivô central foi de $58,91 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, em uma área de produção de 10,75 ha.

A avaliação da uniformidade de distribuição de água do pivô central foi realizada dispondo-se de duas linhas de coletores paralelos e espaçadas entre si de 5m, a distância do primeiro coletor foi de 5 m em relação ao ponto central do equipamento. Para a realização do teste foram utilizados coletores com 80 mm de diâmetro, fixados no solo por haste metálica



de aproximadamente de 50 cm de altura, dispostos em duas linhas, posicionadas em um ângulo de 3°, entre uma linha e outra (Figura 1).

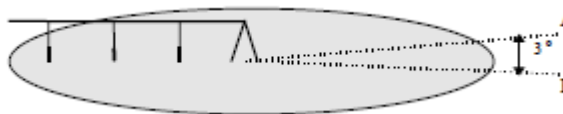


Figura 1. Disposição das linhas de coletores em relação ao pivô, 2017.

Heermann e Hein (1968) modificaram a equação original de Christiansen (1942), para uso em sistemas de irrigação por pivô central, que são equações apropriadas para determinarem a uniformidade de aplicação de água, em que pondera as lâminas coletadas pela área representativa de cada coletor, ou pela distância do coletor ao ponto do pivô central, como mostra a equação 1.

O teste foi encerrado após a passagem completa do pivô central pelas duas linhas laterais de coletores (Figura 2), enquanto para a determinação dos coeficientes de uniformidade (CUC e CUD) foram utilizadas as equações (Bernardo *et al.*, 2009).

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=0}^n S_i |L_i - \frac{\sum_{i=0}^n L_i S_i}{\sum_{i=0}^n S_i}|}{\sum_{i=0}^n L_i S_i} \right) \quad (1)$$

em que: CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %; S_i = número de ordem do coletor em relação ao centro do pivô; L_i = lâmina coletada (mm); n = n -ésimo coletor e L_m = lâmina média coletada, mm.

$$CUD = 100 \left(\frac{L_{25\%}}{L_i} \right) \quad (2)$$

em que: CUD = coeficiente de uniformidade de distribuição (Criddle *et al.*, 1956), em %; $X_{25\%}$ = média de 25% do total de coletores, com as menores precipitações, em mm; e L_i = média das precipitações, em mm.

Para classificar a uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação baseou-se na classificação proposta por Mantovani (2001).

Tabela 1. Classificação da uniformidade de distribuição de água em pivô central de acordo com Mantovani (2001).

Classificação	CUC (%)	CUD (%)
Excelente	> 90	> 84
Bom	80 – 90	68 – 84
Razoável	70 – 80	52 – 68

Os dados coletados foram tabulados no programa Excel, onde procedeu-se os cálculos dos testes e determinação dos coeficientes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor de CUC encontrado ao usar a equação 1, foi de aproximadamente 87,5% considerado aceitável para uma adequada distribuição de lâminas de água ao longo da linha lateral do sistema de irrigação tipo pivô central. Para sistemas bem projetados com emissores tipo “spray” espera-se valores entre 91 e 95% (Keller & Bliesner, 1990). No geral, valores de CUC inferiores a 80% não são aceitáveis. Baixa uniformidade resulta em áreas sub e/ou super irrigadas (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Tabela 2. Classificação dos coeficientes de uniformidade e distribuição de água, segundo Mantovani, 2001, do pivô central da Fazenda Nova Jersey, Cascavel - Ceará, 2017.

Coeficientes	(%)	Classificação
CUC	87,5	Bom
CUD	81,5	Bom

O valor de CUD encontrado ao usar a equação 2, foi de aproximadamente 81,5%, segundo a classificação da tabela 1 é classificado como bom, o CUD sempre apresenta valores menores que o do CUC, devido ao critério de cálculo, que considera apenas 25% das menores lâminas coletadas (Mantovani, 2001).

Segundo Nascimento *et al.* (2017), um baixo valor do CUD indica perda excessiva de água por percolação profunda, que faz com que a água fique abaixo da zona de absorção das raízes.

Freitas *et al.* (2018), ao avaliarem a uniformidade de distribuição de água de irrigação em um sistema do tipo pivô central, encontraram resultados semelhantes a esses valores de classificação, pois também se enquadraram em uma classificação boa de CUC e CUD.

No geral, valores de CUD abaixo de 68% não são aceitáveis. Portanto, o pivô está trabalhando com valores adequados para CUC e CUD. Os valores de uniformidade não devem ser considerados totalmente certos, já que se referem a um evento isolado de irrigação, uma única velocidade rotação e um único raio do círculo molhado pelo equipamento (Oliveira *et al.*, 2004).

Duke *et al.* (1992), ressalta que nenhum sistema de irrigação é capaz de aplicar água com perfeita uniformidade. Em geral, o aumento da uniformidade de distribuição da água



requer investimento na melhoria dos sistemas, em manutenção e em mão de obra para o manejo racional de irrigação. Isso explica o fato de ao longo do pivô central haver uma grande variação nos valores de vazão dos emissores.

Segundo Bernardo *et al.*, (2006), estudando o efeito da uniformidade de distribuição de água no consumo de água em um sistema de irrigação tipo pivô central, concluíram pela possibilidade de economia de água de 25,9% quando o sistema passa de um Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) de 64,8% para 85,6%.

CONCLUSÕES

O pivô central (da fazenda Vitória Jersey), pertencente a empresa ZIMMATIC se encontra dentro dos padrões de eficiência e uniformidade de aplicação de lâmina de água apresentando bons valores de CUC e CUD, porém, feito alguns ajustes no sistema é possível alcançar uma melhor eficiência no uso da água.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014: relatório – Brasília. 33 p.: il. 2016.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: UFV, 625p. 2006.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. University of California, Berkeley 1942.
CRIDDLE, W.D.; DAVIS, S.; PAIR, C.H.; SHOCKLEY, D.G. Methods for evaluating irrigation systems. Washington DC: Soil Conservation Service - USDA, 24p. **Agricultural Handbook**, 82. 1956.

DUKE, H.R.; HEERMANN, D.F.; DAWSON, L.J. Appropriate depths of application for scheduling center pivot irrigations. **Transactions**. of the ASAE, St. Joseph, v.35, p.1457-1464, 1992.

FAO 2017. **World Production**. Disponível em: <<http://www.fao.org/statistics/>>. Acesso em: 17 março. 2018.

FREITAS, M.; FATIMA, E.; FARIAS, L.; FELIPE, H.; AVELINO NETO, S. Avaliação da velocidade de infiltração da água no solo e uniformidade de distribuição da água de irrigação por pivô central. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 12, n. 1, 2018.

FRIZZONE, J.A. **Irrigação por aspersão: Uniformidade e Eficiência**. Piracicaba: ESALQ/LEB, 2015. 60p. (Série Didática, 3).

HEERMANN, D.F. & HEIN, P.R. Performance Characteristics of self-propelled center-pivot sprinkler irrigation system. **Transaction of the ASAE**, v.11, n.1, p.11-15, 1968.



KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, M. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2009. 400p.

MANTOVANI, E. C. **AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada**. Viçosa, MG: UFV, 2001.

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, 2017.

OLIVEIRA, A. S.; PEREIRA, F. A. C.; PAZ, V. P. S.; SANTOS, C. A. Avaliação do desempenho de sistemas de pivô central na região oeste da Bahia. **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 2, p.126-135, ago. 2004.