

## UNIFORMIDADE E EFICIÊNCIA DE APLICAÇÃO UM PIVÔ CENTRAL NA REGIÃO DE ULIANÓPOLIS-PA

Thiago Kmczik<sup>1</sup>, Rossini Daniel<sup>2</sup>, Julia Cunha Lima<sup>3</sup>, João Filipe de Lima e Lima<sup>4</sup>,  
Eduardo de Sousa Emerique<sup>5</sup>, Maria Andreza Silva Lopes<sup>6</sup>

**RESUMO:** O uso da irrigação na região norte ainda é realizado de maneira empírica em muitas áreas irrigadas. No estado do Pará essa prática tem ganhado destaque nos últimos anos já que em algumas regiões os índices pluviométricos não são suficientes para manter a produção o ano inteiro. Todavia, a análise do funcionamento dos equipamentos bem como a sua eficiência de aplicação e distribuição de água são parâmetros técnicos imprescindíveis para o controle do volume de água utilizado. O trabalho teve o objetivo avaliar a distribuição de água e a eficiência de aplicação em um pivô central utilizando coeficientes. Para isso foram utilizados: coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), e modelos matemáticos para o cálculo de eficiência em potencial de aplicação de água ( $E_{paBernardo}$ ) e o percentual de área adequadamente irrigada (Pad). Utilizando o CUC e o CUD, foram encontrados os valores de 88,78% e 81,22% respectivamente. A  $E_{paBernardo}$  foi de 97,18%, considerada excelente. O Pad, encontrado de 28,57%, foi considerado ruim. O pouco tempo de uso do pivô central contribuiu para bons resultados em uniformidade de distribuição de água. Porém, foi identificada uma vazão inferior à da ficha técnica, que não teve influência sobre a distribuição e a eficiência da aplicação de água, mas que afetou os resultados condicionados à lâmina padrão, que só foi atingida em menos de 30% de seu comprimento, indicando que é necessária uma correção de lâmina no manejo do equipamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coeficiente de Uniformidade de Christiansen; Cana-de-açúcar; Meio Ambiente

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, CEP 68626-355, Paragominas, PA. E-mail: thiagokmczik@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Universidade Federal Rural, UFRA, Paragominas, PA

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Trainee da PAGRISA S.A. Ulianópolis, PA.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Trainee da PAGRISA S.A., Ulianópolis, PA.

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Paragominas, PA.

<sup>6</sup> Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Paragominas, PA.

## **UNIFORMITY AND EFFICIENCY OF APPLICATION BY CENTRAL PIVOT IN REGION OF ULIANOPOLIS-PA**

**ABSTRACT:** The use of irrigation in the northern region is still performed empirically in many irrigated areas. In the state of Para this practice has gained prominence in recent years as rainfall in some regions is not sufficient to maintain production throughout the year. However, the analysis of the equipment operation as well as its application efficiency and water distribution are essential technical parameters to control the volume of water used. The objective of this work was to evaluate water distribution and application efficiency in a center pivot using coefficients. For this we used: Christiansen uniformity coefficient (CUC), distribution uniformity coefficient (CUD), and mathematical models for the calculation of potential water application efficiency ( $E_{paBernardo}$ ) and the percentage of properly irrigated area (Pad) . Using CUC and CUD, the values were 88.78% and 81.22% respectively.  $E_{paBernardo}$  was 97.18%, considered excellent. The Pad, found at 28.57%, was considered bad. The short time of use of the center pivot contributed to good results in uniformity of water distribution. However, a flow rate lower than that of the technical sheet was identified, which had no influence on the distribution and efficiency of the water application, but affected the results conditioned to the standard slide, which was only reached in less than 30% of its length. indicating that a blade correction is required when handling the equipment.

**KEYWORDS:** Christiansen uniformity coefficient; Sugarcane; Environment

### **INTRODUÇÃO**

O Pará é um estado da região Norte do Brasil onde os recursos hídricos são abundantes, todavia, necessitando de atenção para sua preservação, pois, a falta de manejo adequado, na prática da irrigação, promove uma série de impactos negativos ao meio ambiente. A irrigação está entre as melhores e mais eficientes ferramentas para incremento de produção e produtividade nos tempos atuais e tem se tornado um fator determinante na qualidade e quantidade dos alimentos ricos em fibras e energias disponíveis para uma população que cresce a um ritmo acelerado.

No entanto, também é uma das mais complexas e exigentes de conhecimento técnico específico. Netto e Bastos (2013) afirmam que atualmente, há resultados produtivos que não seriam possíveis de alcançar se não fosse pela aplicação artificial de água no solo para suprir a

demanda de água das culturas. Outro fator preocupante é a carência de informações sobre irrigação no estado, que faz com que muitos produtores invistam nesse mercado de forma empírica, considerando apenas o projeto hidráulico e ignorando os aspectos agronômicos (Netto & Bastos, 2013) e fatores como a qualidade da água utilizada da fonte, que pode prejudicar o funcionamento dos aspersores e o tempo de vida útil do equipamento, em casos onde há presença de grandes quantidades de material orgânico e/ou outros detritos (Marouelli et al., 2008).

As avaliações de uniformidade de distribuição de água em sistemas de irrigação podem ser feitas de diversas formas, escolhendo uma ou mais equações de avaliação. A primeira metodologia foi proposta por Christiansen (1942), que adota o desvio médio absoluto como medida de dispersão, sendo referido como CUC (Coeficiente de Uniformidade de Christiansen. Criddle et al. (1956) introduziram um coeficiente conhecido como CUD (Coeficiente de Uniformidade de Distribuição) que levava em consideração a média do menor quartil e a lâmina média coletada.

Dessa forma o trabalho teve por objetivo avaliar um sistema de irrigação por pivô central na região sudeste do Pará, através do uso de coeficientes de uniformidade e da eficiência em potencial de aplicação de água.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O ensaio foi realizado na empresa Pará Pastoral e Agrícola S.A. (PAGRISA), localizada no município de Ulianópolis-PA, a 3°41'58"S e 47°46'35"O e 129 m de altitude. A umidade relativa do ar média de 85% e precipitação pluviométrica em torno de 2500 mm ao ano (LOPES et al., 2013). Para o teste foi utilizado um pivô central Lindsay, modelo 9500P canavieiro, com 16 vãos medindo entre 45 e 55 metros, comprimento de 896 metros e uma área irrigada de 252,21 ha. e vazão de 136,22 l s<sup>-1</sup>.

Os aspersores eram do modelo IWob UP3 (Senninger) com pressão de operação de 0,69 e 1,03 bar e diâmetros molhados entre os 9,5 e 18 m, respectivamente. Estes estavam uma altura de aproximadamente dois metros do solo acoplados a reguladores de pressão de 10 mca fixados a uma mangueira totalmente distendida. O sistema operava há 10 meses até o momento da avaliação, a cultura estabelecida sobre a área era a cana-de-açúcar, plantada há 60 dias, medindo aproximadamente 1 m de altura.

Os coletores utilizados no estudo foram construídos na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Paragominas, utilizando tubos de PVC branco e CAP de 100 mm. Foram cortados em forma de um copo (Figura 1a), com altura de 23 cm, área total de coleta de 78,53 cm<sup>2</sup> e volume de 1,8 litros. Esses foram fixados ao solo por uma haste de alumínio de 70 cm de comprimento, presa ao centro da base do coletor.

Na norma NBR 14244 (1998), o espaçamento adotado era de 3 metros entre coletores e área útil de coleta dos pluviômetros de 30 cm<sup>2</sup>. Para este ensaio foi feita a correlação de 10 cm<sup>2</sup> de área útil de coleta para cada metro linear de espaçamento entre pluviômetros, que resultou em 78,53 cm<sup>2</sup> para 7,8 m entre coletores. Dessa forma, optou-se por utilizar o espaçamento de 8 m entre pluviômetros.

A instalação dos coletores foi feita ao lado do carreador (estrada de acesso ao centro do pivô) foi necessária para que não houvesse interceptação vegetal da água aplicada, já que a altura da cultura estava acima da linha de coletores. Para os cálculos de uniformidade de distribuição, eficiência e porcentagem de área adequadamente irrigada, foram utilizados os coeficientes CUC (Equação 1), CUD (Equação 2),  $EPA_{Bernardo}$  (Equação 3) e Pad (Equação 4).

$$CUC = 100 \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{N\bar{X}} \right]$$

Onde:

CUC: Coeficiente de Uniformidade e Distribuição de Christiansen, em %;

$X_i$ : Lâmina Coletada no  $i$ -ésimo coletor, em mm;

$\bar{X}$ : Lâmina Média Coletada em mm;

N: Número de coletores.

(1)

$$CUD = 100 \times \left( \frac{x_{25}}{\bar{X}} \right)$$

Onde:

CUD: Coeficiente de Uniformidade e Distribuição (%)

$x_{25}$ : Média das 25% das observações com menores valores;

(2)

$$Epa_{Bernardo} = \frac{\bar{X}}{L_{apli}} \times 100$$

Onde:

Eficiência em Potencial de Aplicação de Água (%);

$\bar{X}$ : Lâmina Média Coletada em mm;

$L_{apli}$ : Lâmina Aplicada, em mm.

(3)

$$Pad = \frac{N_{t_{coletores} \geq L_{apli}}}{N_{t_{coletores}}}$$

Onde:

Pad: Percentual de Área Adequadamente Irrigada (%)

$N_{t_{coletores} \geq L_{apli}}$ : Número total de coletores com lâmina igual ou maior que a lâmina média aplicada;

$L_{apli}$ : Lâmina média aplicada (mm)

(4)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, constam os valores obtidos de CUC, CUD,  $E_{pa\text{Bernardo}}$ , e Pad, estabelecidos pela NBR 14244 (ABNT, 1998) para avaliação de equipamento de aspersão do tipo pivô central. O valor de CUC (88,78%) obtido no ensaio comparado com os valores definidos por Mantovani (2001), é classificado como bom. Conforme essa mesma classificação, os valores de CUD (81,82%) foram considerados como bom e regular, respectivamente.

A velocidade de avanço (>97%) não interferiu nos coeficientes de uniformidade, com resultados semelhantes encontrados por Maccagnan (2013), que avaliou equipamentos com velocidade de 100% e obteve resultados de CUC 89,73% e CUD 81,35%. Os resultados para os dois coeficientes se apresentaram diferentes, mesmo utilizando os mesmos dados de precipitação coletados no teste, situação considerada normal de acordo com Resende (1992). A velocidade de avanço e a lâmina aplicada ligeiramente menor do que a configurada, podem ter interferido no resultado dessa equação. Pinto, Silva e Oliveira (2006), obtiveram lâminas de 2,75; 2,45 e 2,32 mm a 100% de deslocamento do pivô central, em três épocas diferentes, valores abaixo da lâmina estipulada pelo fabricante de 3,47 mm.

Calculou-se também, as médias de CUC e CUD a cada 4 vãos do pivô central avaliado, divididos em setores: A, B, C e D (Tabela 2). A maior média de CUC e CUD encontrada foi no setor C (9°, 10°, 11° e 12° vãos), com 94,24% e 92,72%, respectivamente. O menor valor para CUC e CUD, foi encontrado no setor A, com 82,02% (CUC) e 75,75% (CUD).

**Tabela 1.** Resultados encontrados para CUC, CUD,  $E_{pa\text{Bernardo}}$  e Pad em Ulianópolis, PA

Coeficientes de Uniformidade		Eficiência de Aplicação de Água		Percentagem de Área Adequadamente Irrigada
CUC	CUD	$E_{pa\text{Bernardo}}$	Pad	
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
88,78	81,82	97,17	28,57	

**Tabela 2.** Médias de CUC e CUD, registrados a cada 4 vãos

Setor	CUC (%)	CUD (%)
A	82,02	75,75
B	90,94	87,02
C	94,24	92,72
D	93,29	92,48

Setor A: 1° ao 4° vão; Setor B: 5° ao 8° vão; Setor C: 9° ao 12° vão; Setor D: 13° ao 16° vão.

## CONCLUSÕES

Os resultados foram considerados bons para CUC e CUD. O pouco tempo de uso do pivô central e condições climáticas favoráveis contribuíram para os resultados. A eficiência em potencial de aplicação utilizando o modelo proposto por Bernardo foi considerada excelente 97,17%.

A porcentagem de área adequadamente irrigada foi considerada ruim, que ocorreu em virtude da vazão inferior à da ficha técnica do equipamento. Esse resultado não interfere na uniformidade de distribuição e na eficiência de aplicação de água pelo pivô e pode ser corrigido através da compensação de lâminas ou calibração no equipamento de controle do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Christiansen, J. E. Irrigation by Sprinkling. Berkeley, University of California: Agricultural Experiment Station, 1942. 124p. (Bulletin, 670).

Criddle, W.D.; Davis, S.; Pair, C.H.; Shockley, D.G. Methods for Evaluating Irrigation Systems. Washington DC: Soil Conservation Service - Usda, 1956. 24p. Agricultural Handbook, 82.

Maccagnan, A. H. Manejo de Irrigação em Pivô Central na Região de Canindeyú - Paraguai. 2013. Relatório de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

Mantovani, E. C. Avalia: Programa de Avaliação de Irrigação por aspersão e localizada. Viçosa, Mg. Ufv. 2001.

Netto, A. O. A; Bastos, E. A. Princípios Agronômicos da Irrigação. Embrapa, Brasília, 2013. 262p.

Pinto, J. M.; Silva, C. L. da; Oliveira, C. A. da S. Influência de variáveis climáticas e Hidráulicas no Desempenho da Irrigação de um Pivô Central no Oeste Baiano. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, V.26, N.1, P.76-85, Jan./Abr. 2006.

Rezende, R. Desempenho de um Sistema de Irrigação por pivô central à Uniformidade e Eficiência de Aplicação de Água abaixo e acima da superfície do solo. Piracicaba: Esalq, 1992. 86p.