



UNIFORMIDADE E EFICIÊNCIA DE USO DE ÁGUA EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR AUTOPROPELIDOS

Vitoria Vaz Vidal¹, Rossini Daniel², Fernanda Rodrigues da Silva³, Maria Andreza Silva Lopes⁴, Erick Jahn Nascimento Coelho², Maicon de Oliveira Silva²

RESUMO: O manejo da água através da irrigação é uma técnica usada para assegurar o suprimento de água, e conseguir elevada produção agrícola, entretanto, o conhecimento de indicadores de qualidade dessa técnica se torna imprescindível para o sucesso em seu uso. Dessa forma, objetivou-se com o estudo avaliar a uniformidade de distribuição de água e a eficiência de aplicação em sistemas de aspersão do tipo autopropelido, utilizados em áreas com cana-de-açúcar no município de Ulianópolis, PA. Foram utilizados para os ensaios quatro conjuntos autopropelidos escolhidos de acordo com o número e diâmetro dos bocais e o tempo de uso. Os testes foram realizados na usina Pará Pastoril e Agrícola S/A. Em cada lado da mangueira, foram colocados 33 coletores para a coleta da lâmina aplicada. Foram feitas aferições da pressão de serviço do aspersor, velocidade e direção do vento, umidade e temperatura do ar antes e no momento de cada ensaio. Os coeficientes de uniformidade utilizados foram: CUC, CUD, CUE, CUH e os modelos de eficiência foram de EPA Bernardo e UDH. Após as análises verificou-se que o conjunto 3 composto pelo carretel 3 foi o que apresentou os melhores resultados em todos os coeficientes analisados.

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente, hidráulica, aplicação de água.

UNIFORMITY AND EFFICIENCY OF WATER USE IN IRRIGATION SYSTEMS SELF-PROPELLED

ABSTRACT: Water management through irrigation a technique used to ensure the lack of water, and achieve high agricultural production, however, the knowledge of quality indicators

¹ Prof. Doutor em Ciências Agrárias, UFRA, CEP: 68627-451, Paragominas, PA. Fone: (91) 9980915000. E-mail: rossini.daniel@ufra.edu.br

² Acadêmica do curso de Agronomia, UFRA, Paragominas, PA

³ Engenheira Agrônomo, Paragominas, PA

⁴ Engenheira Florestal, Paragominas, PA

of this technique becomes essential for success in use. The objective of study was to evaluate the uniformity of water distribution and efficiency of application in self-propelled sprinkler systems used in areas with sugarcane in the district of Ulianópolis, PA. The tests were performed at the Para Pastoril and Agrícola S/A plants. Were used four self-propelled sets were used for the tests chosen according to the number and diameter of nozzles and time of use. On each side of the hose, 33 collectors were placed to collect the blade applied according to the company's management. Sprinkler service pressure, wind speed and direction, humidity and air temperature were measured before and at the time of each test. The uniformity coefficients used were: CUC, CUD, CUE, CUH and the efficiency models were EPABernardo and UDH. After the analyses, it was verified that set 3 composed of the reel 3 was the one that presented the best results in all the coefficients analyzed.

KEYWORDS: Environment, hydraulic, water application.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de irrigação após sua implantação, necessitam de testes para verificação da uniformidade de distribuição de água e sua eficiência de aplicação. Isso possibilita avaliar e adequar o equipamento as condições de uso, conjugando com a necessidade hídrica da cultura (TOLEDO et al., 2017). Esses testes são importantes para evitar uma possível desuniformidade na lâmina aplicada, além de perdas em produtividade ocasionando baixo retorno econômico. Evitará também a geração de impactos ambientais originados pelo desperdício de água e energia (FARIA et al., 2009). A desuniformidade no desenvolvimento da cultura em algumas situações pode estar relacionada ao excesso de água no solo, que por sua vez provoca a redução na concentração de oxigênio disponível para as raízes e a lixiviação de nutrientes. Em contrapartida, a insuficiência de água faz com que aumente os riscos de salinização do solo e inibe o potencial produtivo da planta (BASTOS et al., 2014). Diversos coeficientes são utilizados para expor a variação da distribuição de água por um determinado sistema. Na irrigação por aspersão, para se contabilizar o volume de água aplicado à superfície do solo, o primeiro coeficiente criado e o mais utilizado foi coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), determinado por Christiansen (1942). Para se obter uma melhor interpretação na área manejada com irrigação, Keller & Bliesner (1990), acrescentaram um modelo de avaliação dos equipamentos através da eficiência de distribuição, formando um novo conceito para os coeficientes. Outro parâmetro importante para a determinação do desempenho de um

equipamento de irrigação é a eficiência em potencial em aplicação de água (EPA), que possui versões descritas por Keller & Bliesner (1990) e por Bernardo et al. (2006). Dessa forma, objetivou-se com o estudo avaliar a uniformidade de distribuição de água e a eficiência de aplicação em sistemas de aspersão do tipo autopropelido, utilizados em áreas com cana-de-açúcar no município de Ulianópolis, PA.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na empresa PAGRISA – Pará Pastoral e Agrícola S/A, no município de Ulianópolis – PA, situada no sudeste paraense, a 03°41'22,47" S e 47°46'00,78" W. A região possui um clima do tipo tropical úmido de monção (Aw), com temperatura mínima anual de 22°C e máxima 33°C. O ensaio para uniformidade e eficiência do sistema de irrigação foi realizado em quatro equipamentos distintos, realizados no momento de funcionamento em campo. Foram escolhidos conjuntos autopropelidos com diferentes anos de operação, sendo dois com até um ano de operação e dois acima de três anos. Os mesmos foram identificados por números e receberam a seguinte identificação: 01 e 02 - (fabricante: SETORIAL - modelo HR 125 600 com 600 m de mangueira e equipados com canhão TWIN 140 Ultra com 24mm de bocal); 03 e 04 - (fabricante: IRRIGABRASIL - modelo GSV 140 com 350 m de mangueira e equipados com canhão TWIN 202 Ultra com 38 mm de bocal). No estudo foi analisada a relação entre o tempo de uso e a eficiência de aplicação de água do equipamento. Antes dos testes foram obtidas informações hidráulicas dos equipamentos selecionados, como características técnicas do canhão hidráulico como: número de bocais e diâmetro do bocal. Os parâmetros utilizados na avaliação hidráulica dos aspersores foram: pressão na entrada do aspersor; vazão estimada pelo fabricante e diâmetro molhado. As características técnicas dos aspersores constam na tabela 1.

Tabela 1. Adaptação do manual do canhão Komet Twin, com especificação do fabricante da vazão estimada e raio de alcance, conforme a pressão de operação.

| Modelo | Twin 140 Ultra | | Twin 202 Ultra | |
|---------------|---|----------|---|----------|
| Carretel | 1 e 2 | | 3 e 4 | |
| Pressão (bar) | Bocal | | Bocal | |
| | 24 mm | | 38 mm | |
| | Vazão (m ³ h ⁻¹) | Raio (m) | Vazão (m ³ h ⁻¹) | Raio (m) |
| 4,0 | 43,9 | 45,7 | 112,0 | 60,7 |
| 4,5 | 46,9 | 47,6 | 118,8 | 64,0 |
| 5,0 | 49,1 | 49,5 | 125,2 | 67,3 |
| 5,5 | 51,5 | 51,1 | 131,2 | 69,5 |

A partir dos volumes coletados, a uniformidade pode ser expressa por índices ou coeficientes, sendo o mais utilizado o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), (Equação 1). Em menor escala, podem ser utilizados também o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) (Equação 2), coeficiente de uniformidade estatístico (CUE) (Equação 3), coeficiente de uniformidade de Hart (CUH) (Equação 4). Para determinar a eficiência de aplicação de água, foram utilizados os cálculos de eficiência padrão da HSPA (UDH) (Equação 5) e eficiência em Potencial de Aplicação de água (EPABernardo) (Equação 6). Os carretéis são fabricados com uma caixa de câmbio com duas marchas, onde cada uma informa uma faixa de velocidade de trabalho. Usualmente a primeira deve ser acionada para velocidades inferior a 50 m h⁻¹, e a segunda para velocidades acima.

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - x_{med}|}{n/x_{med}} \right) \quad (1)$$

Em que:

CUC - Coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

x_i - Lâmina coletada em cada coletor, (mm);

x_{med} - Lâmina média, considerando todos os coletores, (mm);

n - Número de coletores.

$$CUD = 100 \frac{\overline{x_{25}}}{x_{med}} \quad (2)$$

Em que:

CUD - Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (%);

x_{25} - lâmina média de 25% dos pluviômetros com as menores precipitações (mm);

x_{med} - Lâmina média, considerando todos os coletores (mm);

Em que:

CUE - Coeficiente Estatístico de Uniformidade (%);

S - Desvio-padrão dos valores de precipitação (mm);

x_{med} : Lâmina média, considerando todos os coletores (mm);

$$CUH = 100 \left\{ 1 - \sqrt{\frac{2}{\pi} \left(\frac{S}{x_{med}} \right)} \right\} \quad (4)$$

Em que:

CUH - Coeficiente de Uniformidade de Hart (%);

S - Desvio-padrão dos valores de precipitação (mm);

x_{med} - Lâmina média, considerando todos os coletores (mm);

$$UDH = 100 \left(1 - 1,25 \frac{S}{x_{med}} \right) \quad (5)$$

Em que:

UDH - Eficiência padrão da HSPA (%);

S - Desvio-padrão dos valores de precipitação (mm);

x_{med} - Lâmina média, considerando todos os coletores (mm);

$$EPA_{Bernardo} = 100 \frac{x_{med}}{x_{apli}} \quad (6)$$

Em que:

$EPA_{Bernardo}$ - Eficiência em Potencial de Aplicação de água, em %;

x_{med} - Lâmina média, considerando todos os coletores (mm);

x_{apli} - Lâmina aplicada (mm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Bernardo et al. (2006) os sistemas de irrigação por aspersão devem conter coeficientes de uniformidade entre 75 a 90%, resultado esse, que só foi encontrado no carretel 03 com os valores de 84, 81, 82 e 86% para CUC, CUD, CUE e CUH, respectivamente. Os valores encontrados para os coeficientes CUC e CUH foram similares em todos os carretéis analisados. O primeiro carretel apresentou os resultados de CUC e CUH iguais, sendo 70% de uniformidade. Para o CUD e o CUE, os resultados foram ruins, apresentando 49 e 63%, respectivamente. Analisando o CUD, nota-se que o carretel 01 obteve valores menores do que o obtido pelo CUC, resultado esse também encontrado por Toledo et al. (2017), que diz que para culturas com elevado valor de mercado o mínimo de CUD deve ser 80%, sendo as culturas com sistema radicular raso. Os valores encontrados para o CUD de 22% no carretel 02 foram muito abaixo do encontrado pelos demais carretéis (Tabela 2). Esse resultado se iguala ao encontrado por Antunes (2018), e a mesma justifica seus resultados com base no modelo de CUD, que considera a razão entre a lâmina média de 25% dos pluviômetros com as menores precipitações e a lâmina média coletada. Em análise da eficiência potencial de aplicação ($EPA_{Bernardo}$) e do índice de HSDA (UDH) no carretel 01, o resultado foi de 73 e 53% respectivamente. Todos os índices foram classificados como inaceitáveis conforme Bernardo et al. (2006). Os resultados de eficiência do carretel 02 também foram os mais baixos entre os

avaliados. Amaral et al. (2011), em seus estudos para avaliação da eficiência e grau de adequação de sistemas de irrigação por aspersão, no Pará, atestou que os principais fatores para a performance indesejável do sistema de irrigação, foram a falta de manutenção recorrente, e a ausência de projeto de dimensionamento e manejo da cultura.

Tabela 2. Valores médios para os coeficientes de uniformidade de distribuição analisados.

| Carretel | CUC | CUD | CUE | CUH |
|----------|-----|-----|-----|-----|
| | % | | | |
| 1 | 73 | 54 | 67 | 74 |
| 2 | 60 | 39 | 50 | 60 |
| 3 | 89 | 85 | 87 | 89 |
| 4 | 78 | 71 | 73 | 79 |

Coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC); Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD); Coeficiente de uniformidade estatístico (CUE); Coeficiente de uniformidade de Hart (CUH).

CONCLUSÕES

Os carretéis 01 e 04 embora com tempos de uso diferentes apontaram em seus resultados uniformidade similar; A velocidade do vento influenciou parcialmente nos resultados de uniformidade dos sistemas avaliados. Considerando os resultados obtidos através das modelagens de EPABernardo e UDH os equipamentos apresentaram resultados abaixo do esperado necessitando de uma readequação no seu uso; Mesmo que os carretéis 01 e 02 e o 03 e 04 possuíssem a mesma quantidade e diâmetro de bocais, esse fato não influenciou na uniformidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, M. A. C. M. DO. et al. Eficiência e grau de eficiência de adequação de sistemas de irrigação por aspersão. In: 9º Seminário Anual de Iniciação Científica, 2011, **Anais**. Goiás. – MG.

ANTUNES, A. D. **Avaliação da uniformidade de distribuição de água e eficiência de aplicação, em um sistema de irrigação por aspersão com diferentes combinações de espaçamento, bocal e turno.** Trabalho de conclusão de curso. Bacharel em Engenharia Agrícola. 2018.

BASTOS, A. V. S.; OLIVEIRA, R. C. DE; CUNHA, F. N.; SILVA, N. F. DA; BASTOS, F. J. DE C.; TEIXEIRA, M. B. Uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por autopropelido. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial 01, p. 94-103, 2014.

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

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: California Agricultural Station. 1942. 124p. Bulletin, 670

FARIA, L. C.; COLOMBO, A.; OLIVEIRA, H. F. R.; PRADO, G. Simulação da uniformidade da irrigação de sistemas convencionais de aspersão operando sob diferentes condições de vento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.19-27, 2009.

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

TOLEDO, C. E.; ALBUQUERQUE, P. E. P. DE; SOUZA, C. M. P. DE. Eficiência da Aplicação da Água por pivô central em diferentes regiões de Minas Gerais. **Irriga**, Botucatu, v. 22, n. 4, p. 821-831, outubro-dezembro, 2017.