

UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA EM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM ÁREA DE PASTAGEM IRRIGADA NO SEMIÁRIDO CEARENSE

V. R. de Almeida¹, M. F. Aragão², J. S. Rabelo¹, V. B. da Silva¹, H. G. de Sousa¹,
A.O. Silva³

RESUMO: A avaliação de sistemas de irrigação é de grande importância para evitar perdas excessivas de água durante o manejo da irrigação. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho hidráulico de um sistema de irrigação por aspersão, em área de pastagem irrigada na Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC), localizada no município de Pentecoste-CE, pelos seguintes parâmetros técnicos: coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de aplicação (CUD), eficiência de aplicação potencial (EAp) e perda por evaporação e arrastamento pelo vento (Pv). Durante a avaliação foram distribuídos 80 coletores na área irrigada por três aspersores ao longo das linhas laterais. O tempo de avaliação para o teste foi de duas horas no qual seria a metade do tempo de irrigação utilizado na área. O sistema avaliado apresentou coeficientes CUC e CUD de 79,12% e 66,82% respectivamente com uma eficiência de aplicação potencial e perda por evaporação e arraste do vento de 73,92% e 26,08% respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Coeficientes, desempenho, eficiência.

UNIFORMITY OF WATER APPLICATION OF THE SPRINKLER IRRIGATION IN IRRIGATED PASTURE AREA IN SEMI-ARID REGION OF CEARÁ STATE

ABSTRACT: The evaluation of irrigation systems is of great importance to avoid excessive losses of water during irrigation management. The objective of the present study was to evaluate the hydraulic performance of a sprinkler irrigation system in an irrigated pasture area at the Curu Valley Experimental Farm (CVEF) located in the municipality of Pentecoste-CE for the following technical parameters: coefficient of uniformity of Christiansen (CUC), application

¹ Eng. Agrônomo, Pós-graduando, Eng. Agrícola CCA/UFC. Av. Mister Hull, 2977, Bloco 804 - Campus do Pici, CEP 60356-001, Fortaleza-CE. E-mail: vanklaneprece@hotmail.com, janekellyrabelo@hotmail.com, valsergiobarros@hotmail.com, humbertosousa71@hotmail.com

² Tecnólogo em Irrigação e Drenagem IFCE, Campus Sobral -CE, Pós-graduando Eng. Agrícola, CCA/UFC - Campus do Pici, Fortaleza-CE. E-mail: marcioaragao26@gmail.com

³ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. E-mail: alexsandro@ufc.br

uniformity coefficient (AUC), potential application efficiency (PAe), and loss by evaporation and wind drag (Pv). During the evaluation, 80 collectors were distributed in the area irrigated by three sprinklers along the lateral lines. The evaluation time for the test was two hours in which it would be half the irrigation time used in the area. The evaluated system presented CUC and CUD coefficients of 79.12% and 66.82%, respectively, with a potential application efficiency and evaporative loss and wind drag of 73.92% and 26.08%, respectively.

KEYWORDS: Coefficients, efficiency, performance

INTRODUÇÃO

A irrigação consiste na técnica agrícola que aplica artificialmente água nas plantas, através de métodos que melhor se adaptam ao solo e à cultura. O objetivo é proporcionar umidade adequada ao desenvolvimento das plantas, suprindo o déficit provocado pela insuficiência ou a má distribuição das chuvas, com o propósito de incrementar a produção (Mantovani et al., 2009; Frizzone et al., 2011).

Os sistemas de irrigação por aspersão aplicam água sobre a superfície do solo, na forma de chuva artificial. Este sistema de irrigação é bastante utilizado, devido à possibilidade de elevada uniformidade de distribuição, adaptabilidade a diversas culturas e solos e fácil controle do volume de água aplicado (Alencar et al., 2007). A irrigação por aspersão adapta-se a quase todos os tipos de cultura, embora interfira um pouco nos tratos fitossanitários, ou seja, pulverização e polvilhamento, por lavar a sua parte aérea. Quanto à cultura, deve-se escolher o tipo e a altura do aspersor apropriado (Bernardo et al., 2008).

A avaliação da operação dos sistemas de irrigação está ligada a diversos parâmetros no desempenho, definidas em determinações de campo, como vazão, tempo de irrigação e uniformidade de aplicação de água, nos quais são considerados fundamentais para tomadas de decisões em relação ao diagnóstico do sistema. Porém, aos produtores é considerada uma tarefa de pouca importância, mesmo quando disponibilizam de tecnologia, mas lhes faltam orientação e conhecimento (Silva & Silva, 2005).

Em irrigação por aspersão, altos índices de uniformidade estão relacionados com espaçamentos menores, porém com isso o custo do sistema de irrigação fica elevado. Nos cultivos com elevados valores econômicos, normalmente aqueles de sistema radicular raso, é mais viável o uso de sistema de irrigação que apresenta maior uniformidade de distribuição de água, com o coeficiente de uniformidade de distribuição maior ou igual a 80%. Se o cultivo tem

sistema radicular profundo, frutíferas em geral, os valores do coeficiente de uniformidade de distribuição podem ser menores, em torno de 70%. Para culturas com sistemas radiculares de média profundidade o coeficiente de uniformidade de distribuição pode variar entre 70 a 80% (Frizzone et al., 2011).

O coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), desenvolvido em 1941, foi o primeiro índice proposto, sendo o mais utilizado para quantificação da uniformidade na distribuição da água em irrigação por aspersão convencional. A uniformidade da irrigação por aspersão refere-se à igualdade de distribuição da altura de precipitação lançadas pelos aspersores sobre a superfície irrigada (Gomes, 2013).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por aspersão em área de pastagem irrigada na Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC) localizada no município de Pentecoste-CE avaliando-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen, coeficiente de uniformidade de aplicação e eficiência de aplicação potencial, perda por evaporação e arrastamento pelo vento, eficiência de aplicação do menor quartil e eficiência de aplicação da menor mediana.

MATERIAIS E METÓDOS

A avaliação do sistema de irrigação por aspersão foi conduzida em um dos piquetes de pastagem da Fazenda Experimental Vale do Curú FEVC no município de Pentecoste – CE, Brasil. Cartograficamente, se localiza a 3°48' de latitude Sul e 39°19' de longitude Oeste. O clima da região é o Bsw`h`, conforme classificação Köppem, com precipitação média anual de 800,9 mm, temperatura média anual de 27,1°C e umidade relativa do ar de 74%.

Para realização do teste de uniformidade foram utilizados os seguintes equipamentos: coletores volumétricos da marca Fabrimar para a medição da precipitação, suporte, mangueiras ou sifão, tubo pitot para medição das pressões, cronômetro, trena métrica, proveta de vidro graduada para medição das lâminas de água coletadas, anemômetro portátil para medição da velocidade do vento e recipiente plástico.

A linha principal apresentava 600m de comprimento de onde saíam às linhas laterais ao longo da área, nas quais estavam situados os emissores (aspersores) da marca Agropolo NY 30 com bocal de longo alcance amarelo e bocal de curto alcance verde espaçados de 15 m. O sistema de irrigação avaliado tinha aproximadamente 570 m de distância do conjunto moto bomba e com uma linha lateral, na área de influência do piquete, para avaliação foram utilizados 80 coletores. Inicialmente usou-se uma trena para demarcação da área de influência dos três

aspersores das linhas laterais observadas, dividindo-a em subáreas quadradas de iguais dimensões 3m x 3m (Figura 1). Antes de iniciar o ensaio, foi verificada a pressão de serviço dos três emissores, onde os mesmos constavam pressões de 28, 26 e 24 m.c.a respectivamente. Enquanto a pressão de serviço da linha principal da área foi de 28 m.c.a e 24 m.c.a no final da linha.

Para a realização da medição da vazão média dos emissores usou-se os recipientes plásticos para coletar a água, uma proveta graduada (mm), para medição da lâmina de água e um relógio para a marcação do tempo. Onde foi calculada a vazão através da Equação 1.

$$Q = \frac{V}{T} \quad (1)$$

Em que:

Q - vazão dos aspersores, em $L s^{-1}$;

V - volume coletado, em L;

T - tempo, em s.

Tendo em mãos a pressão de serviço e a vazão, deu-se início ao teste de uniformidade de irrigação. A avaliação foi realizada por um tempo de duas horas, sendo este, metade do tempo de irrigação comumente utilizado para o manejo da irrigação. Durante o tempo de avaliação, a cada 15 minutos, observou-se a velocidade do vento através de um anemômetro digital portátil, há uma altura de 1,5 metros do solo.

No início e no final do teste fez-se a medição de volume, conhecendo-se a área do coletor, definiu-se a evaporação durante o teste conforme Equação 2.

$$EVP = \left(\frac{V_i - V_f}{A} \right) * 10 \quad (2)$$

Em que,

EVP - Evaporação (mm);

V_i - Volume inicial do coletor (mL);

V_f - Volume final do coletor (mL);

A - Área do coletor (cm^2).

Ao final da avaliação foram avaliados o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) conforme metodologia (Christiansen, 1941), eficiência de aplicação potencial (EAp) e perdas por evaporação e arrastamento pelo vento (PV) empregando-se as Equações 3,4, 5 e 6 abaixo respectivamente.

$$CUC = 100 \left(\frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n\bar{X}} \right) \quad (3)$$

Em que:

CUC – Coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %;

n – Número de coletores;

X_i – Altura de precipitação coletada no i ésimo coletor, em mm;

\bar{X} – Altura de precipitação média nos coletores, em mm.

$$CUD = 100 * \frac{\bar{x}}{\bar{X}} \quad (4)$$

Em que:

CUD - Coeficiente de uniformidade de distribuição, em %;

\bar{x} – Média de 25% do total de coletores, com as menores precipitações ou seja média do menor quartil, em mm;

\bar{X} – Média das precipitações considerando todos os coletores, em mm.

$$EAp = \frac{(Lmc \times S_1 \times S_2)}{(q_a \times t_i)} \quad (5)$$

Em que:

EAp – eficiência de aplicação em potencial, em %;

Lmc – lâmina média coletada, em mm;

q_a – vazão média do emissor, em Lh^{-1} ;

t_i – tempo de irrigação, em h;

S_1 – espaçamento entre aspersores, em m; e

S_2 – espaçamento entre laterais, em m.

$$P_v = 100 - EAp \quad (6)$$

Em que:

P_v – Perda por evaporação e arrastamento pelo vento

EAp – eficiência de aplicação em potencial, em %;

Os dados de precipitação obtidos foram especializados conforme a distribuição dos coletores nas direções latitudinal (eixo X) e longitudinal (eixo Y) com auxílio do software Surfer®, para visualização da distribuição da lâmina de água ao longo da área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com avaliação das vazões obtida nos aspersores estudados (Tabela 1), observou-se que a média destas ($1,412 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$) não se encontram entre a faixa preconizada pelo catálogo do fabricante ($1,489$ a $1,883 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$) para os aspersores e pressões de serviços observadas. Possivelmente tal diferença pode estar atribuída à divergência entre as pressões preconizadas pelos fabricantes e àquelas aferidas nos bocais dos aspersores utilizados durante a execução do teste. Ressaltasse que a pressão do sistema decrescia do início para o fim da linha devido à ação da perda de carga na tubulação.

Verificou-se que os tempos de rotação dos aspersores encontram dentro do recomendado segundo Soares & Nascimento (1998), que reportam que a rotação do aspersor deve variar de 0,5 a 2,0 rpm. Sendo que o tempo médio necessário para o aspersor dar um giro completo (360°) foi de 56,53; 65,56 e 152,26 s correspondendo a 1,06; 0,91 e 0,39 rpm, respectivamente.

Durante o teste, verificou-se que os valores da velocidade do vento variaram entre 0,32 a $2,88 \text{ m s}^{-1}$ (Tabela 2) e o valor médio obtido foi de $1,66 \text{ m s}^{-1}$. Assim como a rotação, possivelmente essas diferenças de velocidade do vento podem ter influenciado na uniformidade do sistema. Segundo Andrade & Brito, (2006) a irrigação por aspersão tem como desvantagem a influência da umidade relativa do ar e velocidade do vento, onde segundo ainda estes autores, as perdas de água por evaporação direta do jato, nos sistemas de aspersão, podem chegar a 10%, sem considerar a evaporação da água da superfície das plantas. Autores como Frizzone et al. (2011) e Bernardo et al. (2008), já preconizam os problemas relacionados a velocidade do vento na irrigação por aspersão, pois o efeito da ação do vento sobre a distribuição de água dos aspersores constitui uma das principais causas da baixa uniformidade de aplicação de água em condições de campo.

No que diz respeito à uniformidade de distribuição d'água pelos aspersores, constatou-se que o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) proposto por Christiansen (1941), apresentaram valores relativamente razoáveis, para o tipo e sistema empregado, na ordem de 79,12% e 66,82% respectivamente (Tabela 3). De acordo com Mantovani et al. (2009), os coeficientes de uniformidade acima

citados alcançaram um valor aceitável, no sistema irrigação por aspersão na área de pastagem na FEVC. Sendo classificados como razoáveis (CUC: 70-80%; CUD: 52-68%).

Na representação gráfica tridimensional das precipitações dos aspersores analisados na área de pastagem (Figura 2), mostrando a disposição dos três aspersores ao longo da área, Observou-se claramente que as precipitações sofreram variação ao longo da área irrigada. Essa variação pode ser atribuída às diferenças de velocidade do vento que variaram de 0,32 a 2,88 m s⁻¹ e direção do vento, que oscilavam muito no momento da avaliação, assim como as diferentes rotações dos emissores, 1,06; 0,91 e 0,39 rpm respectivamente. Ressalta-se que as pressões de serviço dos emissores variaram 4 mca do início para o final da linha lateral, outra importante indicador de baixa uniformidade de distribuição do sistema avaliado, contudo esse efeito conjunto de diferenças de velocidade do vento, decréscimo na pressão de serviço ao longo da linha e variações significativas de rotação dos emissores potencializou essa baixa uniformidade do sistema avaliado .

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos em condições de campo revelaram que o sistema avaliado se mostrou razoável na aplicação de água, tendo em vista que os coeficientes obtidos CUC (79,12%) e CUD (66,82%) se encontraram dentro dos valores aceitáveis pela literatura. A uniformidade de aplicação EAp e Pv apresentou valores de 73,92% e 66,0% respectivamente, o que caracteriza que o sistema esta operando com um grau de uniformidade considerado aceitável pela literatura. Os resultados demonstram que a velocidade do vento é fator determinante para uma adequado manejo e avaliação dos sistemas de irrigação.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C.A.B.; CUNHA, F. F.; RAMOS, M. M.; SOARES, A. A.; PIZZIOLLO, T. A.; OLIVEIRA, R. A. Análise da automação em um sistema de irrigação convencional fixo por miniaspersão. Revista de Engenharia na Agricultura, v.15, n. 2, p. 109-118, 2007.
- ANDRADE, C. L. T; BRITO, R. A. L. Métodos de irrigação e quimigação. Embrapa milho e sorgo, Circular técnica, versão eletrônica, 2 ed., p. 1-17, 2006. Disponível em: <http://ww.cnpms.embrapa.br>. Acesso em: 21 Jun. 2017.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8ª ed. Viçosa:

UFV, Imprensa Universitária, 2008. 625p.

CHRISTIANSEN, J.E. The uniformity of application of water by sprinkler systems. Agricultural Engineering, St Joseph, v.22,n.3, p.89-92, 1941.

FRIZZONE, J. A.; REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L. Irrigação por aspersão. 1. ed. Maringá: Eduem, 2011. v. 1. 271p

GOMES, P. H. Sistemas de irrigação: eficiência energética. 1. Ed João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2013, 281p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. Irrigação: princípios e métodos. Editora UFV, 3ªEd., Viçosa, MG, 2009, 355p.

SILVA, C.A.; SILVA, C.J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v. 4, n. 08, p.1-17, 2005.

SOARES, J.M; NASCIMENTO, T. Avaliação técnica do sistema de irrigação por aspersão do perímetro irrigado barreiras. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.2,p.136-141, 1998.

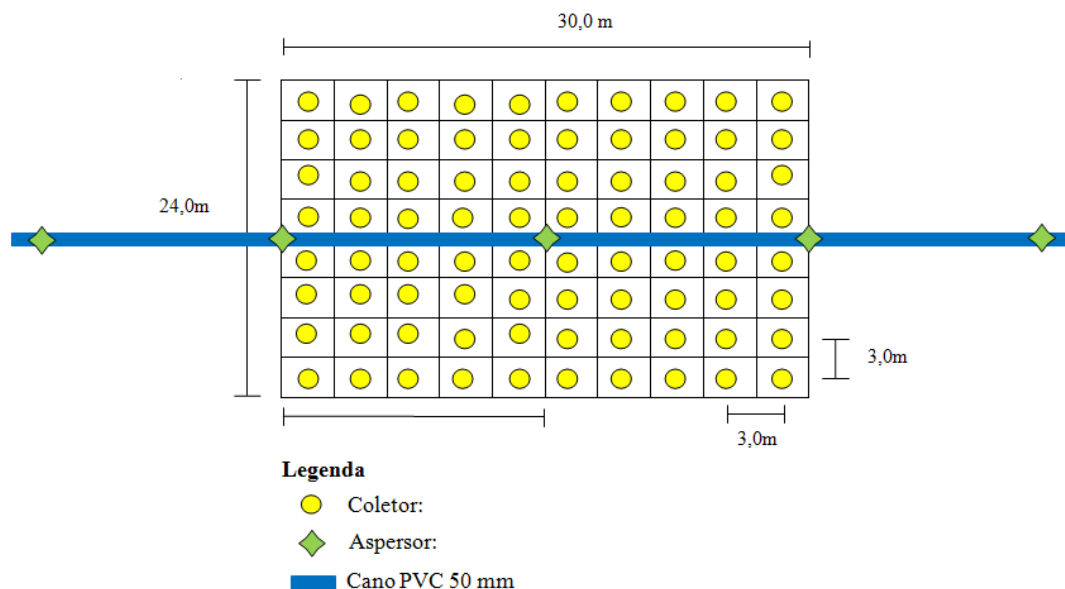


Figura 1. Croqui do sistema de irrigação avaliado

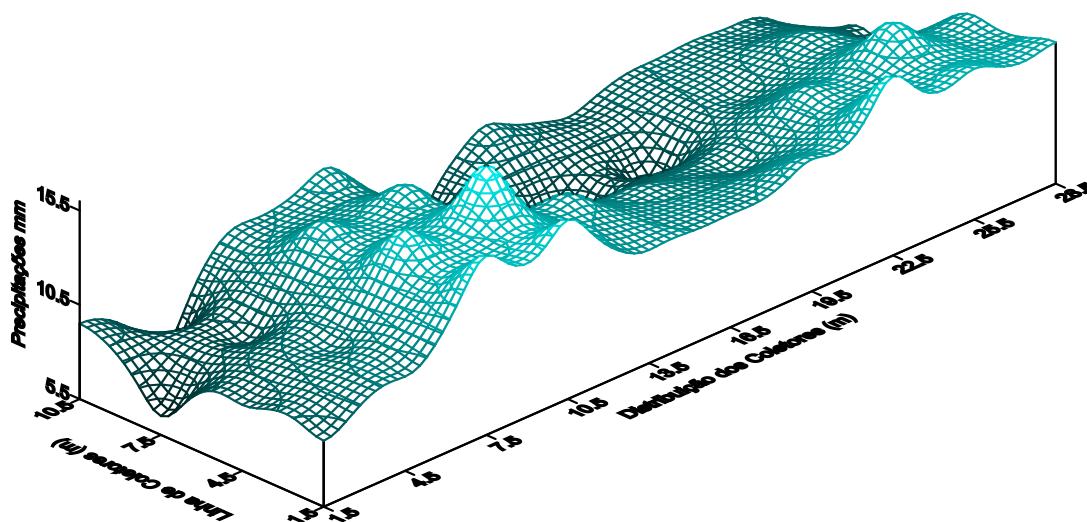


Figura 2. Representação gráfica do perfil tridimensional das precipitações dos aspersores, Pentecoste-CE, 2013.

Tabela 1. Valores das medições da vazão dos emissores em $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$

REPETIÇÃO	ASPERSOR		
	Vazão ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$)		
	1	2	3
1	1,3824	1,7568	1,2000
2	1,4976	1,4400	1,2938
3	1,5264	1,3824	1,2298
Média	1,4688	1,5264	1,2412
Média das vazões dos aspersores ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$)		1,4121	

Tabela 29 Velocidades do vento medida durante a realização do teste, Pentecoste-CE, 2013.

Tempo (h:min)	Velocidade (m s^{-1})
11:20	2,88
11:35	0,32
11:50	2,69
12:05	0,74
12:20	2,66
12:35	1,43
12:50	1,75
13:05	0,79
Média	1,66

Tabela 3. Estão dispostos os resultados dos parâmetros técnicos determinados na avaliação do desempenho do sistema de irrigação por aspersão na área de pastagem na FEVC-CE, 2013.

CUC (%)	CUD (%)	EAp (%)	Pv (%)	EAq (%)	EAm(%)
79,12	66,82	73,92	26,08	49,39	58,48