

AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE APLICAÇÃO DE ÁGUA EM MANGUEIRA GOTEJADORA

K. M. Ventura¹, R. D. S. Santos², J. T. S. Pereira³, M. D. Gomes⁴, M. H. C. Souza⁵, R. M. Sánchez-Román⁶

RESUMO: Para ser considerada eficiente, é fundamental que os sistemas de irrigação apresentem alta uniformidade de aplicação da água. A avaliação do comportamento do sistema de irrigação é uma das etapas primordiais antes de qualquer estratégia de manejo de irrigação, pois a uniformidade da irrigação acarreta no aumento tanto da produtividade quanto na rentabilidade da propriedade. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de aplicação de água na mangueira gotejadora NaanPC25. O experimento foi realizado no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA/UNESP, campus Botucatu-SP e foi conduzido conforme as recomendações da Norma ISO 9261:2004, durante 352 horas, utilizando água de abastecimento público. A avaliação foi realizada na bancada de ensaios para tubos gotejadores e foram calculados os coeficientes de uniformidade de Christiansen, de distribuição, estatístico e eficiência de aplicação. Após 352 horas de uso, os parâmetros CUC, CUD e CUE classificaram-se como excelente e a eficiência de aplicação como aceitável.

PALAVRAS-CHAVE: Coeficiente de uniformidade, coeficiente de distribuição, eficiência de aplicação.

EVALUATION OF WATER APPLICATION UNIFORMITY ON DRIPPING IRRIGATION

ABSTRACT: To be considered efficient, it is essential that irrigation systems show high uniformity of water application. The evaluation of the behavior of the irrigation system is one

¹ Engenheiro agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, Depto de Engenharia Rural, UNESP, CEP 18.610-307. Botucatu, SP. Fone: (49) 999113862. E-mail: kkkevim@hotmail.com

² Doutoranda, Depto de Engenharia Rural, UNESP/FCA. Botucatu, SP.

³ Mestranda, Depto de Engenharia Rural, UNESP/FCA. Botucatu, SP.

⁴ Doutoranda, Depto de Engenharia Rural, UNESP/FCA. Botucatu, SP.

⁵ Doutorando, Depto de Engenharia Rural, UNESP/FCA. Botucatu, SP.

⁶ Professor Assistente, Depto de Engenharia Rural, UNESP/FCA. Botucatu, SP.

of the primordial stages of any irrigation management strategy since the uniformity of the irrigation results in the increase of both the productivity and the profitability of the property. In this way, the objective of this work was to evaluate the water application efficiency in the NaanPC25 drip hose. The experiment was carried out in the Hydraulic Laboratory of the Department of Rural Engineering of the Faculty of Agronomic Sciences - FCA/UNESP, Campus Botucatu-SP and was conducted according to the recommendations of ISO Standard 9261: 2004, for 352 hours using water from public supply. The evaluation was performed on the test bench for dripping tubes, and the coefficients of uniformity of Christiansen, of distribution and statistical uniformity were calculated. After 352 hours of use, the CUC, CUD and CUE parameters were classified as excellent and the application efficiency as acceptable.

KEYWORDS: Coefficient of uniformity, distribution coefficient, application efficiency.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda alimentícia da população mundial torna a necessidade de uma agricultura mais produtiva e eficiente cada vez maior (DOMINGUES, 2004). Uma das formas de aumentar a produção agrícola é através da irrigação, de acordo com Brasil (2004) um hectare irrigado equivale a sete hectares de sequeiro em termos de produtividade, entretanto a grande quantidade de água necessária para irrigação e a crescente demanda hídrica da população vem aumentando a busca por sistemas que visem minimizar as perdas deste recurso (AZEVEDO et al., 1999).

A irrigação localizada é definida como a aplicação de água em pontos selecionados de forma que o manejo resulte em significativa economia de água e energia. Um dos fatores que determina o sucesso de um sistema de irrigação localizada é a qualidade da água utilizada, uma vez que problemas com entupimento podem diminuir a eficiência e uniformidade do sistema (BRAUER et al., 2011).

É recomendado antes e após a instalação de um sistema de irrigação realizar a avaliação do mesmo através de testes visando garantir sua máxima eficiência (DUARTE et al., 2012). Segundo Mantovani et al. (2007) a avaliação de um sistema de irrigação localizada consiste na coleta de lâminas aplicada com o auxílio de provetas e posterior análises dos resultados através de equações matemáticas. Ainda segundo os autores, os dados coletados podem ser utilizados para o cálculo de diversos coeficientes de uniformidade.

A uniformidade de distribuição é um dos fatores mais importantes para avaliar um

sistema de irrigação localizada, tanto na fase que precede a instalação quanto durante o uso do sistema (FAVETTA e BOTREL, 2001). Este parâmetro é importante pois tem grande efeito no rendimento das culturas, sendo considerado o mais importante na operação de sistemas de irrigação. O sistema de irrigação por gotejamento é o mais eficiente quanto ao uso da água, uma vez que a aplicação é realizada próximo ao sistema radicular, diminuindo perdas por evaporação, percolação profunda, escoamento e vento (BERNARDO, 2008).

Segundo Schimidt (2014) a norma ISO 9261:2004 fornece os parâmetros para fabricação de emissores e tubos utilizados na irrigação e determina os métodos para ensaios de uniformidade. Embora seja recomendado a aplicação desta norma técnica, a mesma não é obrigatória para as empresas, o que faz necessário a avaliação de mangueiras antes de sua utilização na irrigação (ALMACINHA, 2005). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de aplicação de água em uma nova mangueira gotejadora da marca NaanDanJain que será lançada no mercado brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA/UNESP, campus Botucatu-SP.

O experimento foi conduzido conforme as recomendações da Norma ISO 9261:2004, durante 16 dias, totalizando 352 horas de funcionamento, utilizando água de abastecimento público, fornecida pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) onde foi avaliado uma mangueira gotejadora NaanPC 25 caracterizada na tabela 1.

Tabela 1. Dados da mangueira gotejadora fornecidos no catálogo da empresa.

Especificações	NaanPC 25
Espessura da parede (mm)	0,65
Diâmetro Interno (mm)	16
Espaçamento (cm)	60
Pressão de trabalho (bar)	1,0 a 2,5
Vazão Nominal (L h ⁻¹)	2,5

A avaliação da mangueira gotejadora foi realizada na bancada de ensaios para tubos gotejadores, onde foram retirados da bobina a ser avaliada contendo 834 emissores, 27 emissores ao acaso. A bancada é composta por um reservatório de água com capacidade de 300

litros, um conjunto moto-bomba e com um filtro de tela metálica de 200 mesh e permite avaliar até 4 linhas com 6 metros por vez. A mesma apresenta um sistema fechado, que permite a recirculação da água, e um conjunto com 2 manômetros que durante o experimento foram monitorados para garantir que a pressão estivesse constante.

Para quantificar a vazão de cada emissor, utilizaram-se Beckers de plástico com capacidade de 500 ml durante o intervalo de 10 minutos, decorrido esse período, todos os recipientes foram retirados simultaneamente. Com o auxílio de uma proveta volumétrica graduada com capacidade de 500 ml, foi medido o volume de água acumulado, esse procedimento foi realizado em triplicata. Em seguida os dados foram convertidos em vazão ($L h^{-1}$).

De posse dos dados, foram calculados o coeficiente de uniformidade de Christiansen (equação 1), de distribuição (equação 2), uniformidade estatístico (equação 3) e a eficiência de aplicação (equação 4), conforme as equações abaixo.

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

Em que:

- ⇒ CUC: Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (adimensional);
- ⇒ n: Número de observações;
- ⇒ X_i : Lâmina de água coletada no i-ésimo ponto sobre a superfície do solo, em $L h^{-1}$;
- ⇒ \bar{X} : Lâmina média aplicada, em $L h^{-1}$.

$$CUD = 100 \cdot \frac{\bar{X}_{25}}{\bar{X}} \quad (2)$$

Em que:

- ⇒ CUD: Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (adimensional);
- ⇒ \bar{X}_{25} : Média das 25% menores descargas dos emissores, em $L h^{-1}$;
- ⇒ \bar{X} : Média das descargas de todos os emissores, em $L h^{-1}$.

$$CUE = 100 * \left(1 - \frac{S_d}{Q_{méd}} \right) \quad (3)$$

Em que:

- ⇒ CUE: Coeficiente de Uniformidade Estatístico (adimensional);
- ⇒ S_d : desvio padrão dos valores de precipitação, em $L h^{-1}$;
- ⇒ $Q_{méd}$: Média das vazões coletadas nos gotejadores na subárea, em $L h^{-1}$.

$$E_a = 0,9 * CUD \quad (4)$$

Em que:

⇒ E_a : Eficiência de aplicação (adimensional);

⇒ CUD: Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (adimensional).

A interpretação dos valores de CUC e CUD baseou-se na proposição de Mantovani (2001) e os CUE e EA segundo Bernardo et al. (2006), conforme valores apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 2. Classificação do CUC para sistemas de irrigação por gotejamento.

Classificação	CUC (%)
Excelente	90 – 100
Boa	80 – 90
Razoável	70 – 80
Ruim	60 – 70
Inaceitável	< 59%

Fonte: Adaptado Mantovani (2001).

Tabela 3. Classificação do CUD para sistemas de irrigação por gotejamento.

Classificação	CUD (%)
Excelente	≥ 90
Bom	80 a 90
Regular	70 a 80
Ruim	< 70

Fonte: Adaptado de Mantovani (2001).

Tabela 4. Classificação do CUE e EA para sistemas de irrigação por gotejamento.

Classificação	CUE (%)	Classificação**	EA(%)
Excelente	> 90	Ideal	≥ 95
Bom	80 - 90	Aceitável	80 - 95
Regular	70 - 80	Inaceitável	< 80
Ruim	< 70	-	-

Fonte: Adaptado de Bernardo et al. (2006)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor do CUC inicial foi de 0,96, e o final 0,93, ambos considerados excelente segundo Mantovani (2001). Duarte et al. (2012) aponta que quanto maior o valor desse coeficiente, menor será a lâmina necessária para irrigação alcançar a máxima produtividade. Os valores encontrados também são considerados aceitáveis segundo a classificação proposta por Bernardo (2006) de no mínimo 80%.

O coeficiente de uniformidade de distribuição inicial foi de 0,96 e o final de 0,94, e segundo Mantovani (2001) ambos os valores são considerados excelentes. Keller e Bliesner (1990) apontam que o CUD é o parâmetro mais rigoroso para avaliar uniformidade, desta forma o mesmo sempre deve ser considerado quando se realiza uma avaliação de sistemas de irrigação.

O coeficiente de uniformidade estatístico inicial foi 94,17%, classificado como excelente por Bernardo et al. (2006), e após 352 horas de uso o valor encontrado foi de 89,05% sendo classificado como bom.

A eficiência de aplicação de água inicial foi 0,87 e a final após 352 horas de uso 0,85, como mostra a figura 4. De acordo com Bernardo et al. (2006) esses valores são classificados como aceitáveis e segundo o manual da FAO 36 esse valor deveria ser maior que 90%, valores inferiores a esse, indicam que o sistema pode estar com alguma obstrução devido a sedimentos ou sólidos em suspensão presentes na água de abastecimento (AYERS E WESTCOT, 1999; SILVA et al., 2015).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas avaliações da mangueira gotejadora foram satisfatórios, uma vez que após 352 horas de uso, dois dos parâmetros analisados se mantiveram classificados como excelente, um como bom e um como aceitável, evidenciando que está mangueira pode ser utilizada na montagem de sistemas de irrigação garantindo uma aplicação uniforme da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMACINHA, J. A. Introdução ao Conceito de Normalização em Geral e sua Importância na Engenharia. In: ALMACINHA, J. A. Texto de Apoio às Disciplinas de Desenho Técnico

(LEM) e de Desenho Industrial (LGEI) da FEUP. Porto: FEUP, 2005. Disponível em: <<http://www.inegi.up.pt/instituicao/ons/pdf/JASA-1.PDF>>. Acesso em: 4 maio. 2017

AZEVEDO, H. J.; BERNARDO, S.; RAMOS, M. M.; SEDIYAMA, G. C.; CECON, P. R. Influência de elementos do clima e da pressão de operação do aspersor no desperdício de água, em um sistema de irrigação por alta pressão. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.18, n.4, p.53-62, 1999.

Ayers, R.S.; Westcot, D.W. A qualidade da água na agricultura. 2 ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.

BERNARDO, S. Manual de Irrigação, 8 ed. Viçosa: Imprensa universitária. 2008.393- 396p.

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

BRALTS, V. F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, Francis S.; BUCKS, D. A. (Ed.). Trickle irrigation for crop production: design, operation and management. Elsevier, 2012.

BRAUER, R. L.; CRUZ, R. L.; VILLAS BOAS, R. L.; PLETSCH, T. A. Avaliação da uniformidade de aplicação de água em gotejadores em função do teor de ferro. Irriga, Botucatu,, v. 16, n. 1, p.21-30, jan. 2011.

DOMINGUES, A. F. Visão da ANA sobre a irrigação e sua inserção na gestão de recursos hídricos. Visão da ANA sobre a irrigação e sua inserção na gestão de recursos hídricos. Slides apresentados In: SEMINÁRIO: O ESTADO DA ARTE DA AGRICULTURA IRRIGADA E AS MODERNAS TECNOLOGIAS NO USO RACIONAL DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO, Brasília, DF., 2004.

DUARTE, K. A. et al. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da atemóia (ANNONA SSP.). In: INOVAGRI, 2012, Fortaleza.

FAVETTA, G. M.; BOTREL, T. A. Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de equações. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 58, n. 2, p.427-430, abr. 2001.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. Sprinkle and trickle irrigation. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 615p

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

MANTOVANI, E. C.; SALASSIER, B.; PALARETTI, L.F. Irrigação: princípios e métodos; 2 ed., atual e ampl., Viçosa: Ed. UFV, 2007. 358p

SCHIMIDT, A. P. R. A. Efeito da espessura da parede no desempenho hidráulico de mangueiras gotejadoras. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado Irrigação e Drenagem) - Unesp, Botucatu, 2014.

SILVA, C. B. et al. Avaliação do coeficiente de uniformidade de aplicação de água em um sistema de irrigação localizado. In: CONIRD, 25., 2015, São Cristóvão.

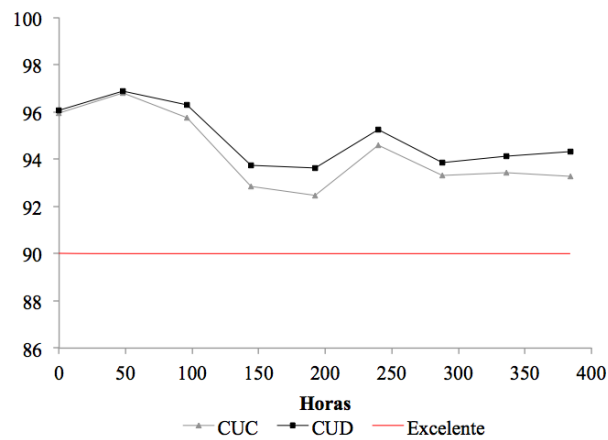


Figura 1. Coeficiente de uniformidade de Christiansen e de distribuição da mangueira gotejadora NaanPC 25.

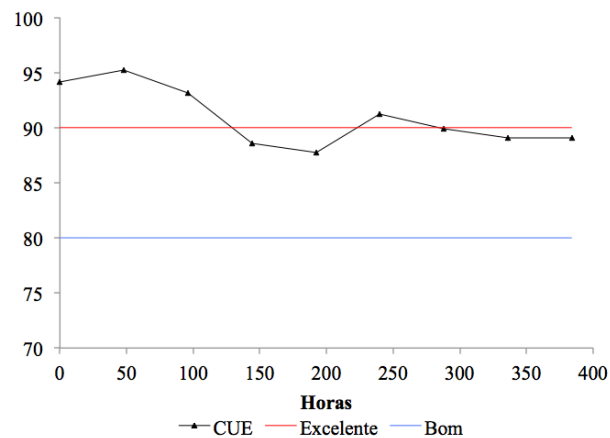


Figura 2. Coeficiente de uniformidade estatística da mangueira gotejadora NaanPC 25.

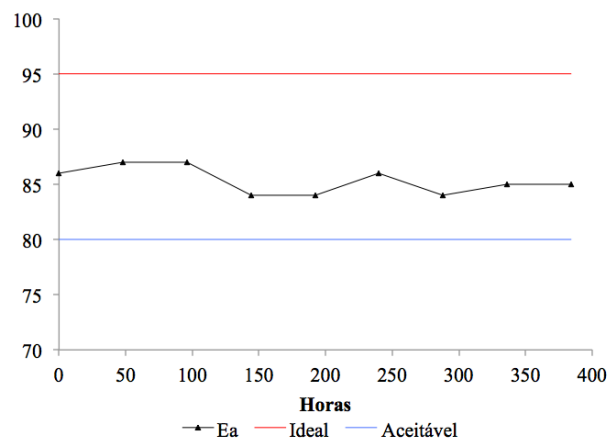


Figura 3. Eficiência de aplicação da mangueira gotejadora NaanPC 25.