

AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE GOTEJAMENTO GRAVITACIONAL PARA AGRICULTURA FAMILIAR

Manoel Valnir Júnior¹, Clayton M. de Carvalho², Carlos R. M. Feijão³, Marco A. R. de Carvalho⁴, Rosemberg T. de M. Abreu⁵ & Mara J. B. Ramos⁵

RESUMO: O trabalho realizado no Laboratório de Ensaio em Equipamentos de Irrigação - LEEI teve como objetivo analisar, segundo a norma NRB ISSO 9261:2006, o desempenho de linhas gotejadoras antes e depois de sua utilização em campo. Para tanto foram determinados os coeficientes CUC, CUD e CUE, a partir de valores de vazão decorrentes da aplicação de sete níveis de pressão, sendo: 25, 50, 75, 100, 125, 150 e 200 KPa. Dos resultados apresentados pode-se concluir que: os coeficientes de avaliação CUC, CUD e o CUE, obtidos antes e após utilização do equipamento em campo e em todas as pressões testadas, apresentaram decréscimos, contudo, com pequenas reduções de vazões, permanecendo dentro dos níveis aceitáveis na literatura pertinente.

Palavras-chave: irrigação localizada, coeficientes de uniformidade, pequenos cultivos.

EVALUATION SYSTEM OF GRAVITATIONAL DRIP FAMILY FOR AGRICULTURE

SUMMARY: The work in Testing Laboratory Equipment Irrigation - LEEI aimed to analyze, according to the NRB standard ISO 9261:2006, the performance of drip lines before and after use in the field. Therefore, we determined the coefficients CUC CUD CUE and from flow values resulting from the application of seven levels of pressure, being 25, 50, 75, 100, 125, 150 and 200 kPa. From the results presented one can conclude that: the coefficients evaluation CUC CUD CUE and obtained before and after using the equipment in the field and at all pressures tested, showed decreases, however, with small reductions in flow, while remaining within the levels acceptable in the literature.

Keywords: irrigation, coefficients of uniformity, small crops.

¹ Prof. Doutor, Irrigação e Drenagem, IFCE, Sobral, CE, e-mail: valnirjvm@hotmail.com

² Prof. MSc., Irrigação e Drenagem, FATEC Cariri, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFC, e-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br.

³ Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, IFCE, Sobral, CE, e-mail: carliin.ifceirrg@hotmail.com.

⁴ Prof. Doutor, Irrigação e Drenagem, IFCE, Sobral, CE.

⁵ Discentes do Curso de Irrigação e Drenagem, IFCE, Sobral, CE.

INTRODUÇÃO

Uma análise da qualidade de irrigação, ou seja, o desempenho técnico do sistema, só é possível quando são associados os conceitos de eficiência com medidas de uniformidade, adequabilidade da irrigação e perdas. Evidentemente, deve-se estabelecer a relação custo/benefício entre a qualidade da irrigação e o valor econômico da cultura (SALES, 1997). A avaliação feita no sistema de irrigação localizada pode evitar problemas como baixa uniformidade e eficiência obtendo-se assim valores de aplicação aceitáveis. (CARVALHO *et al.*, 2006).

Segundo Barreto Filho *et al.* (2000), a uniformidade de aplicação de água é um parâmetro que caracteriza o sistema de irrigação em função da diferença de volume aplicado na planta ao longo das linhas laterais. A uniformidade da irrigação tem efeito direto no rendimento de culturas, por isso, é considerada como um dos fatores mais importantes no dimensionamento e na operação de sistemas de irrigação. Silva *et al.* (1997), recomendam que freqüentemente é necessário avaliar o desempenho de um sistema de irrigação, a fim de determinar sua aplicabilidade em certas condições. Já Keller & Bliesner (1990) acrescentam que é recomendável, após a instalação de um sistema de irrigação, avaliar a adequação da irrigação por meio de testes em campo, para propor ajustes na operação e no manejo, visando maximizar a eficiência do sistema.

Diante da importância da avaliação dos sistemas de irrigação para poder determinar os seus coeficientes de uniformidade, objetivou-se com esse trabalho analisar em laboratório, através da NRB ISSO 9261:2006, o desempenho de linhas gotejadoras antes de sua instalação, bem como, depois de decorrido um ciclo da cultura do melão tornando assim possível verificar os coeficientes de uniformidade, em laboratório antes e após a instalação do sistema de irrigação por gotejamento gravitacional em campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Ensaio em Equipamentos de Irrigação (LEEI) acreditado junto ao INMETRO e pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Sobral, propondo estudar o desempenho de tubos gotejadores não compensantes do tipo NaanTIF 25 16 mm, da marca NAANDANJAIN[®], com emissores espaçados entre si de 0,4 m, apresentando, segundo o fabricante, uma vazão nominal de 1,0 L.h⁻¹ para uma pressão correspondente de 50 kPa. A análise foi realizada através de dois testes em momentos distintos: sendo o primeiro feito

quando da aquisição dos tubos no comércio, ou seja, com tubos novos, durante a segunda metade do mês de agosto e o segundo no mês de janeiro após sua utilização no campo. O período de exposição do equipamento em campo foi do dia 15 de setembro a 15 de dezembro de 2010, com a cultura do meloeiro tipo amarelo, híbrido Soleares F1, destinado ao mercado interno com características médias intrínsecas de 65 dias de ciclo, 2,4 kg de peso e coloração amarelo intenso. A disposição do sistema no campo era composta de duas linhas de derivação de 20 m de comprimento, sequenciais e separadas no centro da área pela tubulação principal, sendo que uma linha de derivação abastecia 10 linhas laterais (5 para cada lado), distanciadas entre si de 2 m, com 25 m de comprimento, totalizando uma área de plantio de 1000 m².

Os testes no laboratório seguiram a metodologia da Norma Brasileira NBR ISO 9261:2006. Para a realização dos testes instalou-se na bancada, específica para ensaios de gotejadores do laboratório, três linhas do tubo gotejador, tendo cada uma cinco metros de comprimento. Em cada uma das linhas colocou-se, em sequência, oito coletores apropriados, iniciando-se do ponto de entrada d'água, totalizando 24 coletores na bancada por teste realizado. As vazões foram obtidas pelo método direto de pesagem, mediante a aplicação de sete valores de pressão as quais foram: 25 kPa, 50 kPa, 75 kPa, 100 kPa, 125 kPa, 150 kPa e 200 kPa. Usou-se um tempo de 3 minutos de coleta por emissor com 3 repetições, mínimo exigido na norma citada para testes em laboratório com tubos gotejadores. Os volumes coletados das amostras foram pesados em uma balança de precisão com peso máximo de 3 kg, obtendo valores em gramas e posteriormente transformados em litros hora⁻¹. A análise de performance do tubo gotejador foi feita através da determinação dos seguintes coeficientes:

- **Coefficiente de uniformidade – CU:** Para o cálculo da uniformidade de aplicação d'água utilizou-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen, mais aceito pela literatura pertinente e expresso pela equação:

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

Onde: *CUC*: coeficiente de uniformidade de Christiansen; q_i : vazão de cada gotejador, em L h⁻¹; \bar{q} : vazão média dos gotejadores, em L h⁻¹; e n : número de gotejadores observados.

- **Coefficientes de uniformidade de distribuição e estatístico – CUD e CUE:** O coeficiente de uniformidade de distribuição - CUD, indicado mesmo quando se têm valores altos de CUC (acima de 85%), haja vista, que a distribuição de água nem sempre ocorre dentro do normal, necessitando-se saber a distribuição real da mesma e o coeficiente de uniformidade estatístico - CUE, sugerido por Keller *et al.* (2001), quando se pretende obter o

coeficiente de uniformidade para pequenos sistemas de irrigação localizada, foram determinados conforme se segue:

$$CUD = \frac{q_{25}}{\bar{q}} \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que: \bar{q} = vazão média dos gotejadores, em L h⁻¹; q_{25} = 25% dos menores valores de vazão.

E o CUE através da correlação citada por Denículi *et al.* (1980), podendo ser assim expressa:

$$CUE = 1,25 \cdot CUC - 25 \quad \text{Eq. (3)}$$

RESULTADOS E DISCURSSÃO

Pode-se observar na Tabela 1 que os valores dos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) tanto antes como após a utilização do tubo gotejador em campo encontram-se dentro do limite aceitável para sistemas de irrigação localizada, segundo Bernardo *et al.* (2006), que recomenda um valor mínimo admitido do CUC de 80% dentro da parcela de irrigação.

Tabela 1. Valores de CUC, CUD e CUE em %, obtidos a cada pressão de entrada antes e após a utilização do tudo gotejador em campo

Pressão (kPa)	CUC ¹	CUC ²	Δ^3	CUD ¹	CUD ²	Δ^3	CUE ¹	CUE ²	Δ^3
25	98,59	97,46	-1,13	97,50	95,56	-1,94	91,99	90,57	-1,42
50	98,35	97,91	-0,44	97,30	96,54	-0,76	91,69	91,13	-0,56
75	99,00	97,99	-1,01	98,30	96,40	-1,90	92,50	91,24	-1,26
100	98,71	98,22	-0,49	97,72	96,96	-0,76	92,14	91,53	-0,61
125	98,78	98,21	-0,57	97,99	96,82	-1,17	92,23	91,51	-0,72
150	98,99	98,20	-0,79	98,33	97,11	-1,22	92,48	91,5	-0,98
200	98,83	98,41	-0,42	98,13	97,17	-0,96	92,29	91,76	-0,53

¹ valores obtidos com as vazões do tubo gotejador antes de sua utilização em campo, em %.

² valores obtidos com as vazões do tudo gotejador após sua utilização em campo com a cultura do melão (3 meses), em %.

³ variação do CUC, CUD e CUD nas diferentes épocas, em %.

Os valores de CUC nas diferentes pressões aplicadas ao tudo gotejador antes de sua utilização em campo variaram de 98,35% com a pressão de 50 kPa para 99,00% com a pressão de 75 kPa. O mesmo coeficiente nas diferentes pressões aplicadas e após a sua utilização em campo variaram de 97,46% com a pressão de 25 kPa para 98,41% com a pressão de 200 kPa. Observa-se ainda que após a utilização em campo os valores de CUC seguem uma seqüência lógica de aumento quase gradativo à medida que se elevam os valores de pressão. Sendo assim é possível admitir que o uso dos tubos ao longo do ciclo do meloeiro

teve pouca influência de fatores como exposição ao sol, qualidade de água, desgaste dos emissores, favorecendo a normalidade das emissões de água. Esta observação se estende aos resultados de CUD e CUE. Comparando-se os valores de CUC antes e após o uso do tubo gotejador em campo observa-se que houve uma queda de 0,42% para a pressão de 200 kPa até 1,13% na menor pressão estudada, ou seja, 25 kPa. Tal queda já era prevista devido o tempo de uso do equipamento em campo, porém são consideradas insignificantes visto que não alteram a classificação do CUC.

Os valores dos coeficientes de uniformidade de distribuição (CUD) tanto antes como após a utilização do tubo gotejador em campo (Tabela 1) encontram-se classificados como excelente segundo classificação proposta por Keller e Karmeli (1974), a qual especifica como tal valores de CUD superiores a 90%. Os valores de CUD nas diferentes pressões aplicadas ao tubo gotejador antes de sua utilização em campo variaram de 97,30% para 98,33% com as pressões de 50 e 150 kPa, respectivamente, já os valores de CUD nas diferentes pressões aplicadas ao tubo gotejador após a sua utilização em campo variaram de 95,56% para 97,17% com as pressões de 25 e 200 kPa, respectivamente. Com tal diferença após a sua utilização em campo se comprova o mesmo comportamento do CUC, ou seja, após certo tempo de uso o tubo gotejador sofre menor uniformidade quando operado com pressões mais baixas, isso devido provavelmente, a alguma incrustação ocorrida dentro do tubo gotejador e desgaste físico dos emissores, resultante da irrigação freqüente durante os três meses de uso em campo. Comparando-se os valores de CUD antes e após o uso do tubo gotejador em campo observa-se que houve uma queda de 0,76% para as pressões de 50 e 100 kPa até 1,94% na pressão de 25 kPa. Também se pode observar que os valores de CUD apresentam-se sempre inferiores aos valores de CUC em ambas as épocas de avaliação, isso pode ser explicado por Keller e Karmeli (1974) que considera o CUD o mais rigoroso para o dimensionamento e a avaliação em campo de sistema de irrigação.

Verifica-se que o CUE, apresentou um decréscimo médio de variação de 0,87% após sua utilização em campo, podendo este decréscimo ser negligenciado, uma vez que sua classificação continuou excelente, conforme Mantovani *et al.* (2009), que classificaram como valor mínimo para que o CUE seja considerado excelente o valor de 84%. Para Favetta & Brotel (2001), o valor mínimo exigido para que esse coeficiente seja excelente é acima de 90%, o que não muda a classificação dos valores obtidos com o estudo.

CONCLUSÃO

Os coeficientes de avaliação CUC, CUD e o CUE, obtidos antes e após utilização do equipamento em campo e em todas as pressões testadas, apresentaram decréscimos, contudo, com pequenas reduções de vazões, permanecendo dentro dos níveis aceitáveis na literatura pertinente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETO FILHO, A. de A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J. A. de; GOMES, E. M.; Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado a nível de campo **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.309-314, 2000.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8ª Ed. Viçosa, Ed. UFV, 2006, 625p.
- CARVALHO, C. M. de, ELOI, W. M., LIMA, S. C. R. V., PEREIRA, J. M. G. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da goiaba. **Irriga**, Botucatu, v.11, p.36 - 46, 2006.
- FAVETTA, G.M.; BOTREL, T.A. Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de equações. **Scientific Agricultural**, Piracicaba, v. 58, n. 2, Apr/June 2001.
- KELLER, J., BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990.
- KELLER, J.; ADHIKARI, D. L.; PETERSEN, M.R.; SURYAWANSHI, S. **Engineering low-cost micro-irrigation for small plots**. International Development Enterprises, 2001. 25 p. Disponível em: <<http://www.ideorg.org/html/library/library.jsp>>. Acesso em: 10 jun. 2011.
- KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed., atual e ampliado. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355 p.
- SALES, J. C. **Avaliação de Coeficientes de Uniformidade de Distribuição e Perdas de Água por Aspersão Convencional**. Fortaleza, 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará.
- SILVA, D. D.; RAMOS, M. M.; MARTINEZ, M. A.; DENÍCULI, W. Uniformidade de distribuição de água em sistemas de aspersão, com utilização de aspersor fixo com placa defletora auxiliar. **Engenharia Agrícola**, v.5, n.4, p. 281-292. 1997.