

Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.5, n°. 4, p.351 - 360, 2011

ISSN 1982-7679 (On-line)

Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>

Protocolo 068.11 – 29/09/2011 Aprovado em 30/10/2011

ANÁLISE DE DESEMPENHO EM LABORATÓRIO DE LINHA GOTEJADORA ANTES E APÓS SUA UTILIZAÇÃO EM CAMPO¹

Manoel Valnir Júnior², Clayton Moura de Carvalho³, Aristides Martins dos Santos Neto⁴,
José Ivo Soares⁵; Sílvio Carlos Ribeiro Vieira Lima⁶ & Marco Antônio Rosa de Carvalho⁷

¹Pesquisa financiada pela FINEP e pelo INCT em Engenharia da Irrigação.

² Prof. Doutor, Irrigação e Drenagem, IFCE, Sobral, CE, e-mail: valnirjvm@hotmail.com

³ Prof. MSc., Irrigação e Drenagem, FATEC Cariri, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFC.

⁴ Especialista em Fruticultura Irrigada, FATEC Sobral, Técnico da INOVAGRI.

⁵ Prof. Doutor, Irrigação e Drenagem, FATEC Cariri.

⁶ Prof. Doutor, Irrigação e Drenagem, Instituto INOVAGRI.

⁷ Prof. Doutor, Irrigação e Drenagem, IFCE Sobral.

RESUMO

O trabalho realizado no Laboratório de Ensaios em Equipamentos de Irrigação - LEEI teve como objetivo analisar, conforme a norma NBR ISO 9261:2006, o desempenho de linhas gotejadoras antes e depois de sua instalação em campo após o ciclo do melão. Para tanto foram determinados os coeficientes CUC, CUD, CUE e CVF, 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; os valores de CV dos tubos gotejadores avaliados nas mesmas condições, embora apresentem comportamento oposto, foram aceitáveis, segundo a Norma NBR ISO 9261:2006.

Palavras-chave: Avaliação, tubo gotejador, coeficientes.

PERFORMANCE ANALYSIS LABORATORY DRIP LINE BEFORE AND AFTER ITS USE IN FIELD

ABSTRACT

The work done in the Testing Laboratory in Irrigation Equipment - LEEI aimed to analyze, according to the standard NBR ISO 9261:2006, the performance of drip lines before and after installation in the field after the cycle of the melon. For both coefficients were determined CUC, CUD, CUE and FVC values from flow from the application of seven pressure levels, as follows: 25, 50, 75, 100, 125, 150 and 200 kPa. The results presented can be concluded that: the coefficients evaluation CUC, CUD and CUE, obtained before and after use of the equipment in the field and at all pressures tested, showed decreases, however, with

ANÁLISE DE DESEMPENHO EM LABORATÓRIO DE LINHA GOTEJADORA ANTES E APÓS SUA UTILIZAÇÃO EM CAMPO

small reductions in flow, remaining within the levels acceptable in the literature, the values of CV of the drip irrigation system evaluated under the same conditions, although they have opposite behavior, were acceptable, according to Standard NBR ISO 9261:2006.

Keywords: Evaluation, dripper tube, coefficients.

INTRODUÇÃO

Para um melhor desenvolvimento das atividades humanas ligadas ao uso racional da água é importante o desenvolvimento de sistemas de irrigação cada vez mais eficientes, evitando-se o desperdício deste precioso recurso, a água. De todos os métodos de irrigação utilizados, a irrigação localizada vem apresentando um crescimento contínuo. Isso é explicado principalmente pela economia no uso dos recursos hídricos e por proporcionar altos níveis de produtividade (NASCIMENTO, 2006).

Nos sistemas de irrigação localizada a água é aplicada somente na zona radicular das culturas, em pequenas intensidades, porém com alta frequência (turno de rega de um a quatro dias), de modo que se mantenha a umidade do solo ao nível da capacidade de campo ou próximo dele. Incluem-se na categoria irrigação localizada ou microirrigação, como é denominada por alguns autores, os sistemas por gotejo e microaspersão (BERNARDO *et al.*, 2006; BURT & STYLES, 2000; HOWELL & HILLER, 1974).

Sendo assim a irrigação localizada desponta como uma das contribuições mais promissoras para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil, e mais especificamente no Nordeste, onde a competição futura por água e energia elétrica, tenderá a priorizar o emprego de sistemas de irrigação mais eficientes, criando, assim, possibilidades de aumento das áreas irrigadas nessa região (CARVALHO *et al.*, 2006).

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).

Mantovani *et al.* (2009) afirmaram que a avaliação da irrigação é uma importante etapa para obter as informações relacionadas à eficiência de uso da água do sistema de irrigação, perdas durante a aplicação e uniformidade de distribuição de água, funcionamento real do sistema (vazão, pressão, lâmina, entupimento, etc.) e necessidade de manutenção.

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.

De acordo com Faria (2002), a uniformidade de aplicação de água pelos gotejadores é fator fundamental ao sucesso do empreendimento. Para realização de um eficiente manejo de água e fertirrigação é necessário que a uniformidade de aplicação de água seja a maior possível, pois, com a prática sucessiva da fertirrigação, algumas plantas podem receber quantidade menor de fertilizantes e, conseqüentemente, terem a produção comprometida.

Silva *et al.* (1997) recomendam que frequentemente é necessário avaliar o desempenho de um sistema de irrigação, a fim de determinar sua aplicabilidade em certas condições. Já Keller & Bliesner

ANÁLISE DE DESEMPENHO EM LABORATÓRIO DE LINHA GOTEJADORA ANTES E APÓS SUA UTILIZAÇÃO EM CAMPO

(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 NBR ISO 9261:2006, o desempenho de linhas gotejadoras antes de sua instalação, bem como, depois de decorrido um ciclo da cultura do melão formando 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 Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (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 no perímetro irrigado de Forquilha – CE onde o clima é classificado de acordo com Koppen como do tipo Bsh-Semi-Árido quente. 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 (Figura 1) 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 (cinco para cada lado), distanciadas entre si de 2 m, com 25 m de comprimento, totalizando uma área de plantio de 1000 m². A estrutura era composta ainda de uma tubulação principal de uma polegada, um filtro de disco de mesmo diâmetro, registros e uma caixa d'água com capacidade para 1000 L e altura de instalação de 4,5 m, gerando uma vazão média de 0,79 L h⁻¹. O nível da água na caixa foi mantido constante, não havendo, portanto, variação da vazão ao longo da irrigação.



Figura 1. Vista geral do equipamento no campo.

Os testes no laboratório seguiram a metodologia da Norma Brasileira NBR ISO 9261:2006 – Equipamentos de irrigação agrícola - Emissores e tubos emissores; que estabelece os requisitos mecânicos e funcionais para emissores e tubos emissores para irrigação agrícola e, onde são aplicáveis, suas conexões, além de estabelecer métodos de ensaios de conformidade com os requisitos. Também especificavam os dados a serem fornecidos pelo fabricante para permitir corretas informações, instalação e operação no campo.

ANÁLISE DE DESEMPENHO EM LABORATÓRIO DE LINHA GOTEJADORA ANTES E APÓS SUA UTILIZAÇÃO EM CAMPO

Para a realização dos testes instalou-se na bancada (Figura 2), 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. Os coletores tinham numeração própria para identificação da amostra, sendo para tal de 1 a 24 unidades.



Figura 2. Detalhe da coleta de dados na bancada.

As vazões foram obtidas pelo método direto de pesagem, mediante a aplicação de sete valores de pressão as quais foram: 25, 50, 75, 100, 125, 150 e 200 kPa. Usou-se um tempo de três minutos de coleta por emissor, mínimo exigido na norma citada para testes em laboratório com tubos gotejadores. O processo foi repetido por três vezes, gerando três repetições por emissor.

Os volumes coletados das amostras foram pesados em uma balança de precisão de 0,01 g com peso máximo de três kg (Figura 3), obtendo valores em gramas e posteriormente transformados em litros hora⁻¹, para efeito de cálculo dos coeficientes de uniformidade dos emissores ensaiados na bancada de gotejadores.



Figura 3. Equipamentos utilizados nos ensaios.

A análise de desempenho do tubo gotejador foi feita através da determinação dos seguintes coeficientes:

- **Coefficiente de variação de fabricação – CVF**, determinado através da expressão:

$$CVF = \frac{S}{Q_{média}} \quad (1)$$

Onde:

S: desvio padrão;

Q_{média}: vazão média dos 24 coletores.

Sendo o desvio padrão dado de acordo com a equação:

$$S = \sqrt{\frac{\sum |x_i - \bar{x}|^2}{N - 1}} \quad (2)$$

Onde:

S: desvio padrão das lâminas de irrigação;

N: número de coletores ou pluviômetros;

X_i: lâmina de água aplicada no *i*-ésimo ponto sobre a superfície do solo;

X: lâmina média aplicada.

- **Coefficiente de uniformidade - CU**

ANÁLISE DE DESEMPENHO EM LABORATÓRIO DE LINHA GOTEJADORA ANTES E APÓS SUA UTILIZAÇÃO EM CAMPO

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:

$$CUC = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n \cdot \bar{q}} \right] \quad (3)$$

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 é 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.

O coeficiente de uniformidade estatístico - CUE, sugerido por Keller *et al.* (2001), é indicado quando se pretende obter o coeficiente de uniformidade para pequenos sistemas de irrigação localizada.

Estes coeficientes de uniformidade foram determinados conforme se segue:

$$CUD = \frac{q_{25}}{\bar{q}} \quad (4)$$

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:

$$CUE = 1,25 \cdot CUC - 25 \quad (5)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de vazão média obtidos para cada pressão de entrada utilizada nos ensaios estão apresentados da Figura 4.

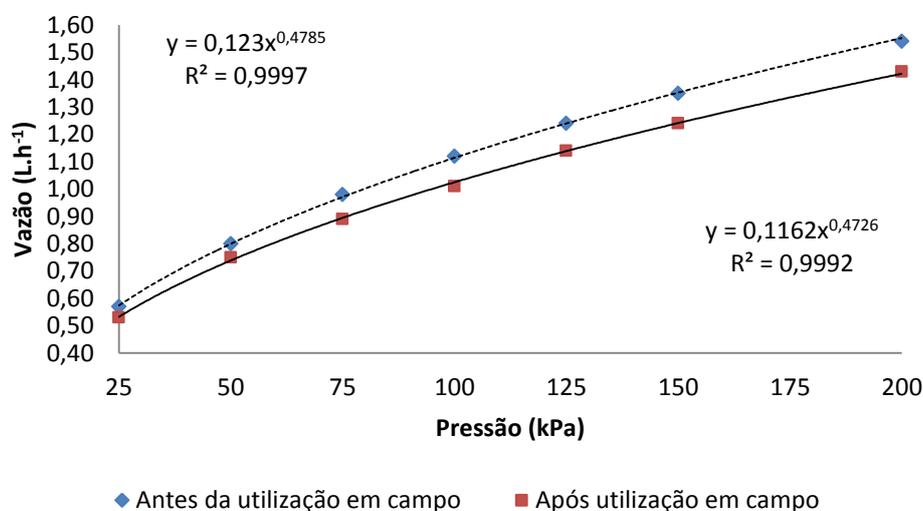


Figura 4. Vazão em função da pressão de entrada, em $L h^{-1}$, antes e após a utilização do tubo gotejador em campo.

**ANÁLISE DE DESEMPENHO EM LABORATÓRIO DE LINHA GOTEJADORA ANTES E APÓS
SUA UTILIZAÇÃO EM CAMPO**

Pela análise do coeficiente de determinação em ambos os momentos distintos (R^2 antes da utilização em campo = 0,9997 e R^2 após utilização em campo = 0,9992), percebeu-se o bom ajuste do modelo aos dados observados, considerado, assim, como satisfatório para representar valores de vazão obtidos em laboratório. Observa-se que esta curva ajustada é válida unicamente para este modelo de emissor e para um intervalo de pressão de 25 a 200 kPa. Assim, os expoentes das equações potenciais estimadas para ambos os momentos foi igual a 0,4785 para o tubo gotejador antes da utilização em campo e 0,4726 para o tubo gotejador após utilização em campo, indicando desta forma que o regime de escoamento dos emissores é turbulento e que o emissor é caracterizado como tolerante, segundo a variação de pressão, de acordo com classificação proposta por Keller e Karmeli (1974).

Segundo Vieira (1996), o tubo gotejador tipo labirinto Rain-Tape TPC da Rain-Bird®, obteve a constante que caracteriza o regime de fluxo igual a 0,4563, classificado como de regime turbulento. O expoente de 0,5646 foi alcançado por Marinho *et al.* (1999)

analisando o tubo perfurado Santape, classificando-o como regime turbulento.

Testezlaf & Campioni (1993), caracterizando o gotejador “Queen Gil”, chegaram ao valor do expoente igual a 0,625, concluindo que o regime de escoamento do gotejador está dentro da região de transição ou próximo à região laminar. Este valor demonstra que o gotejador estudado é sensível à variação de pressão.

Observa-se ainda que as vazões médias para cada pressão aplicada no tubo gotejador após ser utilizado em campo foram inferiores em comparação aos valores antes de sua utilização. Essa variação foi mínima para as pressões de 25 e 50 kPa com uma diferença de 0,04 e 0,05 L h⁻¹, respectivamente. Quando a pressão foi elevada para os 75 kPa ocorre uma diferença um pouco maior chegando a 0,09 L h⁻¹. Já nas pressões acima de 75 kPa, ou seja, 100, 125, 150 e 200 kPa, observou-se que a variação de vazão chega ao valor mais elevado, no entanto, permanecem praticamente estáveis e em torno de 0,11 L h⁻¹.

A partir desses valores das vazões coletadas, obtiveram-se os resultados dos coeficientes estudados e esses foram calculados, sendo expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de CFV, em %, obtidos a cada pressão de entrada antes e após a utilização do tubo gotejador em campo

Pressão (kPa)	CVF ¹ (%)	CV ² (%)	Δ^3 (%)
25	1,89	3,46	+1,57
50	1,97	2,65	+0,68
75	1,34	2,60	+1,26
100	1,77	2,31	+0,54
125	1,51	2,36	+0,85
150	1,33	2,60	+1,27
200	1,35	2,27	+0,92

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

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

³ variação do CV nas diferentes épocas.

Pelos valores apresentados na Tabela 1 pode-se afirmar, segundo ASAE (1993), que os emissores que constituem o tubo gotejador podem ser classificados

como de excelente qualidade, segundo processo de fabricação.

Verifica-se que apesar de ter ocorrido nos testes, diferenças nos coeficientes de variação de fabricação (CVF)

**ANÁLISE DE DESEMPENHO EM LABORATÓRIO DE LINHA GOTEJADORA ANTES E APÓS
SUA UTILIZAÇÃO EM CAMPO**

antes e a variação deste após a utilização do equipamento no campo (CV), são variações aceitáveis e, nesse caso, considerados bons, segundo a NBR ISO 9261:2006, a qual especifica de aceitação média a margem de 7% de variação no CVF.

Estudos feitos por Testezlaf & Campioni (1993) e Schimidt (1995) encontraram para o tubo gotejador “Queen Gil”, composto por emissores tipo labirinto espaçado em 0,30 m, um CVF médio de 2,8% e 3,11%, indicando boa qualidade de fabricação. Vieira (1996), avaliando o tubo gotejador Rain-Tape TPC da Rain-Bird®,

obteve o valor do CVF igual a 1,97%, classificando-o como excelente conforme ASAE (1993).

Pode-se observar na Tabela 2 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 2. Valores de CUC, em %, obtidos a cada pressão de entrada antes e após a utilização do tubo gotejador em campo

Pressão (kPa)	CUC ¹ (%)	CUC ² (%)	Δ^3 (%)
25	98,59	97,46	-1,13
50	98,35	97,91	-0,44
75	99,00	97,99	-1,01
100	98,71	98,22	-0,49
125	98,78	98,21	-0,57
150	98,99	98,20	-0,79
200	98,83	98,41	-0,42

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

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

³ variação do CUC nas diferentes épocas.

Os valores de CUC nas diferentes pressões aplicadas ao tubo 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. Já os valores de CUC nas diferentes pressões aplicadas ao tubo gotejador 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. Observou-se ainda que após a utilização em campo os valores de CUC seguiram uma sequência lógica de aumento quase gradativo à medida que se elevou os valores de pressão. Visto isto é possível admitir que o uso frequente dos tubos ao longo do ciclo do meloeiro em decorrência de fatores como exposição ao sol, qualidade de água, desgaste dos emissores, favoreceu 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 3) encontram-se classificados como excelente segundo classificação proposta por Keller e Karmeli (1974), a qual especifica como tal valores de CUD superiores a 90%.

**ANÁLISE DE DESEMPENHO EM LABORATÓRIO DE LINHA GOTEJADORA ANTES E APÓS
SUA UTILIZAÇÃO EM CAMPO**

Tabela 3. Valores de CUD, em %, obtidos a cada pressão de entrada antes e após a utilização do tudo gotejador em campo.

Pressão (kPa)	CUD ¹ (%)	CUD ² (%)	Δ^3 (%)
25	97,50	95,56	-1,94
50	97,30	96,54	-0,76
75	98,30	96,40	-1,90
100	97,72	96,96	-0,76
125	97,99	96,82	-1,17
150	98,33	97,11	-1,22
200	98,13	97,17	-0,96

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

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

³ variação do CUD nas diferentes épocas.

Os valores de CUD nas diferentes pressões aplicadas ao tudo 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 frequente 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.

Na tabela 4, são apresentados valores de CUE para cada pressão de entrada utilizada nos testes antes e após a utilização dos tubos gotejadores em campo.

Tabela 4. Valores de CUE, em %, obtidos a cada pressão de entrada antes e após a utilização do tudo gotejador em campo.

Pressão (kPa)	CUE ¹ (%)	CUE ² (%)	Δ^3 (%)
25	91,99	90,57	-1,42
50	91,69	91,13	-0,56
75	92,50	91,24	-1,26
100	92,14	91,53	-0,61
125	92,23	91,51	-0,72
150	92,48	91,5	-0,98
200	92,29	91,76	-0,53

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

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

³ variação do CUE nas diferentes épocas.

Verifica-se que o CUE, apresentou um decréscimo médio de variação de

0,87% após sua utilização em campo, podendo este decréscimo ser

ANÁLISE DE DESEMPENHO EM LABORATÓRIO DE LINHA GOTEJADORA ANTES E APÓS SUA UTILIZAÇÃO EM CAMPO

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 é 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.

Os valores de CV dos tubos gotejadores avaliados nas mesmas condições, embora apresentem comportamento oposto, foram aceitáveis, segundo a Norma NBR ISO 9261:2006.

AGRADECIMENTOS

A Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia de Irrigação (INCT-EI) pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAE EP 405.1 **Standards, Design and Installation of Microirrigation Systems**. 1993. p. 693-696.

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, p. 625.

BURT, C. M.; STYLES, S. W. **Drip and microirrigation for trees, vines, and row crops**. San Luis Obispo: The Irrigation Training & Research Center, 2000, p. 261.

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.

DENÍCULI, W., BERNARDO, S., THIÁBAUT, J. T. L., SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 27, n. 50, p. 155-162, 1980.

FARIA, L. F. **Variação de vazão de gotejadores enterrados na irrigação de citros e café**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

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.

HOWELL, T. A.; HILLER, E. A. Designing trickle irrigation laterals for uniformity. In: International Drip Irrigation Congress, 2., 1974, San Diego. **Proceedings...** Riverside: Department of Soil Science and Agricultural Engineering, p. 299-304.

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. p. 25. Disponível em: <<http://www.ideorg.org/html/library/librariy.jsp>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

ANÁLISE DE DESEMPENHO EM LABORATÓRIO DE LINHA GOTEJADORA ANTES E APÓS
SUA UTILIZAÇÃO EM CAMPO

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. p. 355.

MARINHO, A. B.; DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, H. M. Avaliação das características hidráulicas do tubo perfurado Santape. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 316-321, 1999.

NASCIMENTO, J. M. S. do. **Desenvolvimento e avaliação hidráulica de um sistema de gotejamento por gravidade para pequenas propriedades**. 2006. 79 f. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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.

SCHMIDT, M. V. V. **Características hidráulicas do tubo-gotejador “QUEEN GIL”**. 1995. 43 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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.

TESTEZLAF, R.; CAMPIONI, E. Comportamento hidráulico do tubo gotejador “Queen Gil”. **Engenharia Agrícola**, Campinas, v. 13, p. 29-38, 1993.

VIEIRA, A. T. Q. **Caracterização hidráulica de um tubo gotejador**. 1996. 56f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.