

## **REGIME DE ESCOAMENTO E ANÁLISE DA VARIAÇÃO NA QUALIDADE DE UM GOTEJADOR NOVO E APÓS SUA UTILIZAÇÃO EM CAMPO**

Manoel Valnir Júnior<sup>1</sup>, Clayton M. de Carvalho<sup>2</sup>, Carlos R. M. Feijão<sup>3</sup>, Aristides M. dos Santos Neto<sup>4</sup>; José I. Soares<sup>5</sup> & Sílvio C. R. V. Lima<sup>6</sup>

**RESUMO:** Com o intuito de verificar em laboratório o desempenho hidráulico de gotejadores, novos e após sua utilização em campo, integrantes de um kit de irrigação por gravidade destinado a pequenos cultivos, realizou-se no Laboratório de Ensaio em Equipamentos de Irrigação (LEEI) do IFCE Sobral, testes para obtenção de suas características hidráulicas e análise da variação de sua qualidade. Os emissores foram submetidos a ensaios para a determinação da curva vazão versus pressão, o CVP e sua variação após o uso em campo- CV. Dos resultados conclui-se que: O regime de escoamento dos emissores é turbulento e o emissor é caracterizado como tolerante, segundo a variação de pressão; A qualidade dos gotejadores do tubo emissor decresceu com o uso em campo, contudo, ficou dentro de limites aceitáveis, segundo a Norma NBR ISO 9261:2006.

**Palavras-chave:** Qualidade, gotejador, agricultura familiar.

## **FLOW REGIME AND ANALYSIS OF CHANGE IN THE QUALITY OF A NEW DRIP AND AFTER ITS USE IN FIELD**

**SUMMARY:** In order to check the hydraulic performance in the laboratory of drippers, new and after its use in the field, members of a gravity irrigation kit for small crops, took place on the Testing Laboratory Equipment Irrigation (LEEI) of IFCE Sobral, tests to obtain their hydraulic characteristics and analyze the variation in quality. The emitters were subjected to tests to determine the flow versus pressure curve, the FVC and its variation after use in field-CV. From the results it was concluded that: The flow regime is turbulent and the emitters of emitter is characterized as tolerant, according to the variation of pressure; The quality of the

---

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

<sup>2</sup> Prof. MSc., Irrigação e Drenagem, FATEC Cariri, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFC, e-mail: carvalho\_cmc@yahoo.com.br

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

<sup>4</sup> Especialista em Fruticultura Irrigada, INOVAGRI, e-mail: aristides\_07@hotmail.com

<sup>5</sup> Prof. Dr., Irrigação e Drenagem, FATEC Cariri

<sup>6</sup> Dr. Irrigação e Drenagem, INOVAGRI, e-mail: scrvlma@hotmail.com

drip tube emitter decreased with field use, however, was within acceptable limits, according to NBR ISO 9261:2006.

**Keywords:** Quality, dripper, family farming.

## INTRODUÇÃO

O gotejador é o principal acessório do sistema de irrigação localizada. São estruturas de plástico conectadas às linhas laterais capazes de dissipar a pressão existente na linha de irrigação e aplicar vazões relativamente pequenas e constantes (NASCIMENTO *et al.*, 2006). Os emissores são elementos de maior importância nas instalações de irrigação localizada. São dispositivos que possibilitam a distribuição de fluxo de água com vazão e frequência constantes (MAIA, 1994).

As principais características para a escolha dos emissores utilizados num projeto de irrigação são: vazão relativamente baixa, constante e uniforme, assim como um orifício de saída de fluxo não muito restritivo para evitar problemas de entupimento (KELLER & KARMELI, 1975). A chamada curva característica do emissor descreve o comportamento da vazão em função da pressão (KELLER & KARMELI, 1974).

Em irrigação localizada, os emissores geralmente possuem dimensões reduzidas, dificultando a precisão em sua fabricação e tornando-se um importante parâmetro considerado no dimensionamento de sistemas de irrigação. Com isso, é avaliado o coeficiente de variação de fabricação proposto por Keller & Bliesner (1990).

Diante da importância do conhecimento das características hidráulicas dos emissores de irrigação localizada em sistemas de irrigação com baixa pressão, 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.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Ensaaios 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<sup>®</sup>, com emissores

espaçados entre si de 0,4 m, apresentando, segundo o fabricante, uma vazão nominal de 1,0 L.h<sup>-1</sup> 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.

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 especifica os dados a serem fornecidos pelo fabricante para permitir corretas informações, instalação e operação no campo. 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. Os coletores tinham numeração própria para identificação da amostra, sendo para tal de 1 a 24 unidades.

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, 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 com peso máximo de 3 kg, obtendo valores em gramas e posteriormente transformados em litros hora<sup>-1</sup>, para efeito de cálculo dos coeficientes de uniformidade dos emissores ensaiados na bancada de gotejadores.

O Coeficiente de variação de fabricação – CVF, para os emissores novos, e a sua variação após o uso em campo – CV, foram determinados de forma semelhante através das expressões seguintes:

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

Onde:  $S$  : desvio padrão;  $Q_{média}$  : vazão média dos 24 coletores.

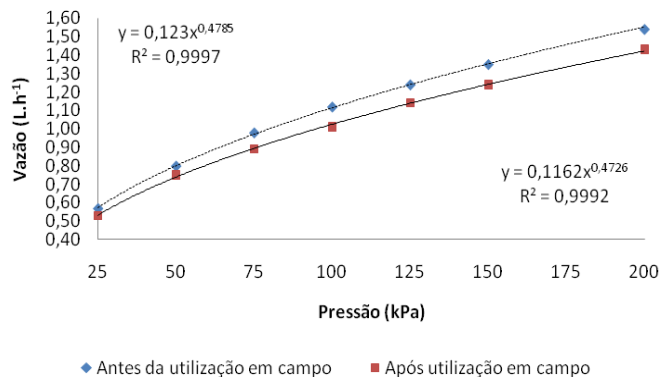
Sendo o desvio padrão dado de acordo com a seguinte equação:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad \text{Eq. (2)}$$

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;  $\bar{X}$ : lâmina média aplicada.

## RESULTADOS E DISCURSSÃO

Os valores de vazão média obtidos para cada pressão de entrada utilizada nos ensaios estão apresentados da Figura 1.



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

Pela análise do coeficiente de determinação em ambos os momentos ( $R^2$  antes da utilização em campo = 0,9997 e  $R^2$  após utilização em campo = 0,9992), percebe-se o bom ajuste do modelo aos dados observados, considerando, 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, classificado-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 são inferiores em comparação aos valores antes de sua utilização. Essa variação é mínima para as pressões de 25 e 50 kPa com uma diferença de 0,04 e 0,05 L h<sup>-1</sup>, respectivamente. Quando a pressão é elevada para os 75 kPa ocorre uma diferença um pouco maior chegando a 0,09 L h<sup>-1</sup>. Já nas pressões acima de 75 kPa, ou seja, 100, 125 150 e 200 kPa, observa-se que a variação de vazão chega ao valor mais elevado, no entanto, permanecem praticamente estáveis e em torno de 0,11 L h<sup>-1</sup>. 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 <sup>1</sup> (%)	CV <sup>2</sup> (%)	$\Delta^3$ (%)
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

<sup>1</sup> valores obtidos com as vazões dos emissores do tubo gotejador antes de sua utilização em campo.

<sup>2</sup> valores obtidos com as vazões dos emissores do tubo gotejador após sua utilização em campo (3 meses).

<sup>3</sup> variação da qualidade 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) 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 máxima de 7% de variação para emissores novos para classificar o CVF.

Estudos feitos por Testezlaf & Campioni (1993) e Schmidt (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).

## CONCLUSÃO

- O regime de escoamento dos emissores é turbulento e o emissor é caracterizado como tolerante, segundo a variação de pressão.
- A qualidade dos gotejadores do tubo emissor decresceu com o uso em campo, contudo, ficou dentro de limites aceitáveis, segundo a Norma NBR ISSO 9261:2006.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE EP 405.1 **Standards, Design and Installation of Microirrigation Systems**. 1993. p.693-696.
- KELLER, J., BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990.
- KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora, California: Rain Bird Sprinkle Manufacturing Corporation, 1975.
- MAIA, L. A. F. **Desenvolvimento de um software para auxiliar no dimensionamento e manejo da irrigação localizada**. 1994. 158 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- 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. 79p. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SCHMIDT, M. V. V. **Características hidráulicas do tubo-gotejador “QUEEN GIL”**. 1995. 43 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- 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. 56p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.