

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DA VAZÃO DE UM TUBO GOTEJADOR SOB DIFERENTES PRESSÕES DE OPERAÇÃO

MAYARA OLIVEIRA ROCHA¹, ANTONIO BRUNO CASTELO BRANCO DE SOUZA², JUAREZ CASSIANO DE LIMA JUNIOR³, FRANCISCO MARDONES SERVULO BEZERRA⁴, MARCOS ALVES FERREIRA⁵, ADUNIAS DOS SANTOS TEIXEIRA⁶

¹ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, (85) 997919550, mayararochoa21@gmail.com

² Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, (85) 988620792, bruno_cbranco@hotmail.com

³ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, (88) 99728-2370, limajr.soil@gmail.com

⁴ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, (88)996453849, mardonesagronomia@gmail.com

⁵ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, (85) 9990-5700, marcosagricola74@gmail.com

⁶ PhD em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, (85) 999667660, adunias@ufc.br

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019 17 a 19
de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: O objetivo principal deste estudo foi avaliar o comportamento da vazão de um tubo gotejador sob diferentes pressões de operação. O experimento foi realizado na Universidade Federal do Ceará (Campus do Pici), utilizando um tubo gotejador do fabricante Rivulis, modelo D5000 PC. Foram aferidas as vazões em diferentes pressões (25; 50; 75; 100; 125; 150; 175; 200; 225 e 250 kPa) durante sete minutos. A curva característica da fita gotejadora apresentou equação característica tipo potencial, dada pela equação $q = 1,5648 x^{0,0604}$, e $R^2 = 0,6294$, sendo comprovada uma boa relação vazão x pressão. O expoente da equação foi menor que 0,2, classificando-o como autocompensante. O regime de escoamento obtido é caracterizado como turbulento na faixa de pressão utilizada.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação por gotejamento; avaliação de tubo gotejador; performance hidráulica

EVALUATION OF THE BEHAVIOR OF THE FLOW OF A TUBE DRIPPER UNDER DIFFERENT OPERATING PRESSURES

ABSTRACT: The study aimed to evaluate the flow behavior of a dripping tube under different operating pressures. The experiment was conducted at the Federal University of Ceara (Campus do Pici), using a dripping tube from the manufacturer Rivulis, model D5000 PC. The flows were measured at different pressures (25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225 and 250 kPa) for seven minutes. The characteristic curve of the drip tape presented a potential characteristic equation, given by the equation $q = 1.5648 x^{0.0604}$, and $R^2 = 0.6294$, and a good flow-to-pressure ratio was proved. The exponent of the equation was less than 0.2, classifying it as self-compensating. The obtained flow regime is characterized as turbulent in the pressure range used.

KEYWORDS: drip irrigation; drip tube evaluation; hydraulic performance

INTRODUÇÃO: Na agricultura irrigada, dimensionada e manejada adequadamente a aplicação de água ocorre de forma uniforme, proporcionando uma umidade necessária ao desenvolvimento das plantas (DANTAS *et al.*, 1997). Uma das maneiras que vem ganhando força nas últimas décadas, aumentando a eficiência da agricultura irrigada é a prática de irrigação por gotejamento subsuperficial (BIZARI; GRECCO; SOUZA, 2016). O ideal para um sistema de gotejamento, é que todos os emissores apliquem o mesmo volume de água em um determinado tempo, porém isto não ocorre, pois, a vazão dos emissores é afetada por variações de pressão da água e pela diferença das características dos emissores que ocorrem durante a sua fabricação (VON BERNUTH; SOLOMON, 1986). Antes e depois da instalação de um sistema de irrigação, é recomendado realizar a avaliação do mesmo através de testes, visando garantir sua máxima eficiência (DUARTE *et al.*, 2012). Posto isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento da vazão de uma fita gotejadora do fabricante Rivulis, modelo D5000 PC, adequada para gotejamento subsuperficial.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado na Universidade Federal do Ceará (Campus do Pici). Utilizou-se um tubo gotejador do fabricante Rivulis, modelo D5000 PC, com diâmetro externo (DE) de 16,20 mm, diâmetro interno (DI) de 15,3 mm, espessura interna da parede 0,45 mm, pressão máxima de serviço de 220 kPa, vazão nominal de 2,0 L h⁻¹ e espaçamento entre emissores de 0,5 m. As vazões foram aferidas em diferentes pressões, sendo 25; 50; 75; 100; 125; 150; 175; 200; 225; e 250 kPa. Foi montado um sistema com 17 metros de tubo gotejador, totalizando 34 emissores. O controle da pressão de operação em cada teste foi realizado utilizando um manômetro de Bourdon acoplado no centro da linha de teste com intuito de diminuir a variação ao longo da linha. Para avaliar o desempenho do tubo gotejador autocompensante, foram analisados os seguintes parâmetros: (a) vazão média (qm), (b) coeficiente de variação de fabricação (CVF) e (c) equação característica do gotejador. A vazão média, observada em 30 emissores, foi avaliada por pesagem e transformada em volume. O tempo de coleta para cada ensaio foi de 7 minutos, destacando que se aguardou 5 minutos para estabilização da pressão, garantindo que o fluxo ao longo do tubo gotejador se mantivesse constante e uniforme. O coeficiente de variação de fabricação (CVF) é decorrente do projeto do gotejador, material utilizado em sua fabricação e da qualidade com que o gotejador é fabricado. Segundo KELLER e BLIESNER (1990), seu valor é calculado pela razão do desvio padrão (s) da amostra pela vazão média (qm), geralmente expresso em porcentagem:

$$CFV = \frac{s}{qm} \times 100 \quad (1)$$

em que,

s – desvio padrão da amostra, L h⁻¹;
e qm – vazão média da amostra, L h⁻¹.

Foram feitos testes no software SPSS versão para confirmar se os dados obedecem aos pressupostos da análise de regressão. Para a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov e o teste de Durbin-Watson para verificar se existe correlação serial dos resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Podem ser observados os valores medidos e as diferenças percentuais entre as vazões fornecidas pelo fabricante (Nominal) em relação aos valores obtidos no ensaio (Tabela 1). A maior variação de vazão média observada foi na pressão de 25 kPa, atingindo o valor negativo de 40,74%. Essa variação está fora do limite aceito pela norma brasileira NBR ISO 9261 (ABNT, 2006), que estipula o limite de variação em 7%. As vazões para as pressões de 100, 200, 225 e 250 kPa também estão fora do limite. Em relação

ao coeficiente de variação de fabricação (CFV), os valores obtidos são efeito dos fatores construtivos, estão inferiores a 7%, exceto na pressão de 25 kPa. Pode-se inferir que esse produto pode ser considerado de ótima qualidade do ponto de vista do processo de fabricação, tendo em vista que para todas as pressões avaliadas, o coeficiente se manteve com valores esperados. A figura 1 mostra o gráfico do Coeficiente de variação em relação as pressões. A pressão de 25 kPa teve o maior coeficiente de Variação, com 18,12%. A pressão de 50 kPa teve o segundo maior coeficiente de variação. As pressões acima de 75 kPa tiveram coeficientes de variação bem próximos, todos acima de 3%. A figura 2 apresenta o comportamento hidráulico do tubo gotejador estudado e sua equação característica e coeficiente de determinação (R^2). Pela norma brasileira (NBR ISO 9261) quando o valor do expoente x é maior que 0,2, o tubo gotejador não é considerado como autocompensante. Observando a figura 1, o tubo gotejador apresenta valor abaixo de 0,2, podendo ser considerado autocompensante, conforme manifesta o fabricante.

Tabela 1. Variáveis analisadas do tubo gotejador autocompensante. Vazão média (Q_m) observada em função a diferentes pressões e coeficiente de variação de fabricação (CVF).

Pressão (kPa)	Nominal	Observado	Variação (%)*	CFV (%)**
25	2,0000	1,0946	-45,27	18,12
50	2,0000	1,8954	-5,23	5,38
75	2,0000	2,1061	+5,31	2,94
100	2,0000	2,1417	+7,08	3,43
125	2,0000	2,1087	+5,43	3,67
150	2,0000	2,1092	+5,46	3,35
175	2,0000	2,1181	+5,91	3,18
200	2,0000	2,1423	+7,12	3,35
225	2,0000	2,1409	+7,05	3,54
250	2,0000	2,1858	+9,29	3,38

*Variação permitida $\pm 7\%$ do valor informado em relação ao medido, **CVF não deve exceder 7%. (NBR ISO 9261:2006)

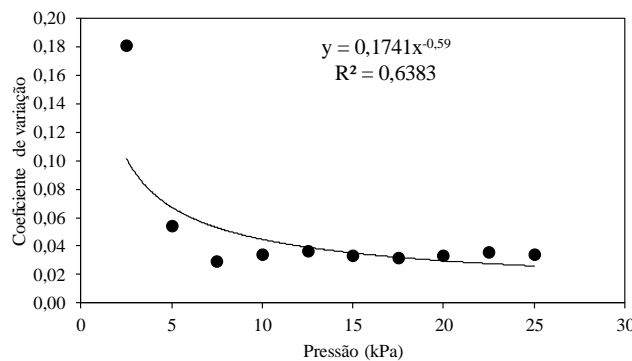


Figura 1. Relação Pressão e Coeficiente de Variação

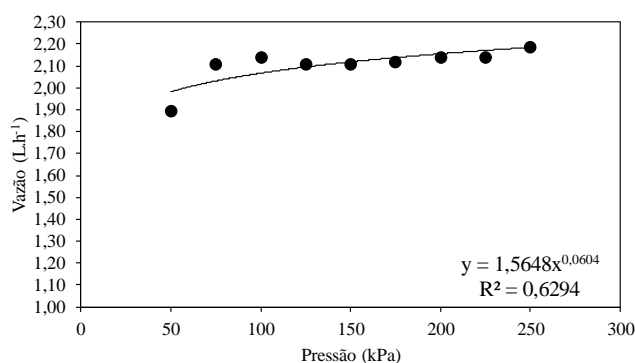


Figura 2. Relação Pressão (kPa) x Vazão (L h⁻¹)

CONCLUSÕES:

O valor do expoente da equação potencial (vazão x pressão) foi próximo a zero, como é esperado para emissores autocompensantes. Os coeficientes de variação para as pressões entre 50 e 250 kPa estão com valores próximos aos permitidos pela norma ABNT NBR ISO 9261:2006, assim como os coeficientes de variação de fabricação que ficaram abaixo de 7%, exceto para a pressão de 25 kPa.

REFERÊNCIAS:

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR ISO 9261: equipamentos de irrigação agrícola. Emissores e tubos emissores. Especificação e métodos de ensaio. São Paulo, 2006. 17p.

BIZARI, D. R.; GRECCO, K. L.; SOUZA, C. F. Bulbo molhado estimado pela técnica da TDR na irrigação por gotejamento subsuperficial. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, [s.l.], v. 10, n. 2, p.477-485, 29 abr. 2016. INOVAGRI.

DALRI, A. B.; GARCIA, C. J. B.; ZANINI, J. R.; FARIA, R. T. de.; PALARETTI, L. F. Caracterização técnica e desempenho hidráulico de quatro gotejadores autocompensantes utilizados no Brasil. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 45, n. 8, p.1439-1444, ago. 2015. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140860>.

DANTAS, J. N, MEDEIROS, M G. A, AZEVEDO, C. A. V, AZEVEDO, H. M. Performance hidráulica e perfil de distribuição de água do microaspersor naan 7110, sob diferentes Condições de vento. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. I, p.57-61, 1997.

DUARTE, K. A.; PEREIRA, M. M.; SOUZA, J. M.; PEREIRA, M. K. M.; GOMES, G. P.; XEREZ, F. N. F. B. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da atemóia (ANNONA SSP.). In: INOVAGRI, 2012, Fortaleza.

FRIZZONE, J.A. et al. Microirrigação: gotejamento e microaspersão. Maringá: Eduem, 2012. 356p.

KELLER, J., BLIESNER, R.D. Sprinkle and trickle irrigation. New York: Avibook, 1990. 649 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-1425-8>.

VON BERNUTH, R; SOLOMON, K, H. Emitter constrution. In: NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. Trickle irrigation for crop production. Phoenix: Elsevier Science, 1986. cap. 2, p. 27-52.