

DESEMPENHO HIDRÁULICO DE MODELOS DE GOTEJADORES NÃO AUTOCOMPENSANTES

JOÃO A. FISCHER FILHO¹, ALEXANDRE B. DALRI², GEFSSON DE F. DANTAS³, JOSÉ R. ZANINI⁴, ANDERSON P. COELHO⁵

¹Doutorando em Agronomia/Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP, joaofischer16@gmail.com

² Prof. Assistente Doutor, Depto. Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP

³Doutorando em Agronomia/Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP, Jaboticabal

⁴Prof. Assistente Doutor, Depto. Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP

⁵Mestrando em Agronomia/Produção Vegetal, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Um sistema de irrigação por gotejamento ideal é aquele que todos os emissores apliquem o mesmo volume de água em um determinado tempo, entretanto, isso não ocorre na prática, pois a vazão dos emissores é afetada pelo processo de fabricação e as variações de pressões. Com o objetivo de analisar o desempenho hidráulico de diferentes modelos de gotejadores não autocompensantes, foram avaliados três modelos de gotejadores (T1, T2 e T3) em uma bancada de ensaios. Utilizaram-se 25 emissores de cada modelo que foram submetidos a diferentes pressões para determinação das características hidráulicas: vazão média em $L h^{-1}$; coeficiente de variação de fabricação (CVf) em %; e equação característica vazão x pressão. Os modelos T1, T2 e T3 apresentaram, respectivamente, vazões médias iguais a 2,19; 1,28 e 1,44 $L h^{-1}$ e CVf de 1,30; 3,61 e 2,65%; sendo caracterizados como de boa uniformidade. Os emissores foram classificados enquadrando-se em regime de escoamento turbulento (expoente x da equação entre 0,47 e 0,51) e obtiveram coeficientes de determinação (R^2) de 99%. Conclui-se que os gotejadores avaliados são considerados de ótima qualidade do ponto de vista do processo de fabricação.

PALAVRAS-CHAVE: avaliação, emissores, irrigação por gotejamento

HYDRAULIC PERFORMANCE OF MODELS OF NOT SELF-COMPENSATING DRIPPERS

ABSTRACT: An ideal drip irrigation system is one that all emitters should apply the same volume of water at a certain time, however, this does not happen in practice as the flow of emitters is affected by the manufacturing process and changes in pressures. In order to analyze the hydraulic performance of different models of not self-compensating emitters were evaluated three models of drippers (T1, T2 and T3) on a test bench. Twenty five emitters were used for each model that have been subjected to different pressures to determine the hydraulic characteristics: average flow $L h^{-1}$; coefficient of manufacturing variation (CVf) in %; and the characteristic equation flow x pressure. T1, T2 and T3 models presented, respectively, average flow rates equal to 2.19; 1.28 and 1.44 $L h^{-1}$ and CVf 1.30; 3.61 and 2.65%, being characterized as good uniformity. Emitters were classified framing in turbulent flow (x exponent of the equation between 0.47 and 0.51) and obtained coefficients of determination (R^2) of 99%. It was concluded that the evaluated drippers are considered of excellent quality from the point of view of the manufacturing process.

KEYWORDS: evaluation, emitters, drip irrigation

INTRODUÇÃO: A equação geral dos emissores, também conhecida como curva característica do emissor, descreve o comportamento da vazão em função da pressão de operação (KELLER e KARMELI, 1974). Segundo os mesmos autores, a equação característica do emissor depende das características geométricas dos emissores, pressão de serviço e viscosidade do fluido; e que dentro de um limite de vazão o expoente “x” caracteriza o regime de fluxo do gotejamento e a relação vazão pressão. Qualquer variação na vazão dos emissores no campo poderá afetar a lâmina de irrigação aplicada às plantas, portanto o desempenho hidráulico de um emissor é determinado, dentre outros fatores, pelo coeficiente de variação de fabricação (CVf), que é uma medida de variação de fluxo

causada por variabilidade no processo de fabricação (ABREU et al., 1987). Estudos do desempenho hidráulico de gotejadores são necessários, em razão de que algumas das causas comuns de variação de fabricação são: pressão de moldagem, temperatura, variação na matéria-prima, velocidade de injeção, temperatura do molde, tempo do ciclo do processo e manutenção do molde. Sendo assim, objetivou-se analisar o desempenho hidráulico de três modelos de gotejadores não autocompensantes em uma bancada de ensaios.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado numa bancada de ensaios para tubos gotejadores em Laboratório de Irrigação do Departamento de Engenharia Rural da FCAV – UNESP. Para realização destes testes, seguindo as recomendações específicas na Norma ISO 9261 da ABNT (2006), foram utilizados 25 emissores de três modelos de gotejadores não autocompensantes (Tabela 1), obtidos aleatoriamente. Os emissores tiveram suas vazões determinadas nas pressões de 60, 80, 100, 120 e 140 kPa. Para determinação da vazão foram conectados os emissores na linha de alimentação e sob cada um deles foi colocado um coletor para captar a água. O mesmo procedimento foi repetido para todos os gotejadores. O tempo de coleta foi de três minutos. Em seguida, os coletores com a água coletada foram pesados em balança eletrônica, com precisão de 0,1 g. A massa de água foi transformada em volume. A equação característica foi determinada a partir da Equação 1 e o coeficiente de variação de fabricação que é a relação entre o desvio padrão e a média das vazões dos emissores amostrados pela Equação 2. Para classificação dos emissores em relação ao coeficiente de variação de fabricação dos gotejadores, foram adotados os critérios sugeridos pela ABNT (1986) e Solomon (1979).

TABELA 1. Principais características técnicas dos tubos gotejadores avaliados

| Fabricante | Gotejador | Espaçamento (m) | Diâmetro do tubo (mm) | Vazão (L h ⁻¹) |
|------------|-----------|-----------------|-----------------------|----------------------------|
| Drip-Plan | Drip-Tech | 0,50 | 17 | 2,30 |
| Petroisa | Durázio | 0,30 | 16 | 1,30 |
| Irritec | P1 | 0,25 | 16 | 1,50 |

$$q = k p^x \quad (1)$$

em que,

q - vazão do gotejador, L h⁻¹;

k - constante de proporcionalidade, específica para cada emissor;

p - pressão em que opera o emissor, kPa;

x - expoente que caracteriza o regime de fluxo.

$$CVf = \frac{S}{q_m} 100 \quad (2)$$

em que,

CVf – coeficiente de variação de fabricação, %;

S – desvio-padrão da amostra, L h⁻¹;

q_m – vazão média da amostra, L h⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os modelos de gotejadores Drip-Tech e Irritec P1 apresentaram boa uniformidade (ABNT, 1986) e excelente (SOLOMON, 1979), destacando-se com valores inferiores a 3% do CVf, podendo ser considerados de ótima qualidade do ponto de vista do processo de fabricação (Tabela 2). Já o gotejador Durázio apesar de ter sido classificado como boa uniformidade pela ABNT, caracteriza-se como de média uniformidade, segundo Solomon, por apresentar CVf entre 3 e 7% (Tabela 2). O CVf é uma medida estatística que avalia o processo de fabricação dos emissores, sendo utilizada também para avaliar a variação de fluxo do emissor ao longo de uma linha lateral de irrigação localizada (HOLANDA FILHO et al., 2001). Para gotejadores não autocompensantes considera-se que o valor do expoente do emissor “x” é maior que 0,2, pela norma ISO 9261 (ABNT, 2006), o que se pode observar na Tabela 2. Verifica-se que os valores de “x” variaram entre 0,472 e 0,517 (Figura 1), caracterizando-se com regime de escoamento turbulento

(KELLER e KARMELLI, 1974), por estarem próximos a 0,5. Segundo Lopez (1997), o coeficiente de determinação serve como ferramenta útil para comprovar o ajuste da equação. Valores próximos de 1 indicam bom ajuste, como ocorreu para os modelos de gotejadores avaliados, que apresentaram valores de R^2 superiores a 0,99, ou seja, 99% da variação da vazão é devido a relação que existe entre vazão e pressão, e 1% se deve ao erro experimental.

TABELA 2. Equações características vazão x pressão, coeficientes de determinação (R^2) valores de vazão média, coeficiente de variação de fabricação e classificação da uniformidade pela ABNT (1986) e Solomon (1979) dos gotejadores.

| Modelo | Equação $q = k p^x$ | R^2 | Vazão média $L h^{-1}$ | CVf % | Classificação da Uniformidade | |
|-----------|-------------------------|-------|---------------------------|----------|-------------------------------|-----------|
| | | | | | ABNT | Solomon |
| Drip-Tech | $q = 0,2293 p^{0,4919}$ | 0,99 | 2,19 | 1,30 | Boa | Excelente |
| Durázio | $q = 0,1474 p^{0,4722}$ | 0,99 | 1,28 | 3,61 | Boa | Média |
| P1 | $q = 0,1340 p^{0,5174}$ | 0,99 | 1,44 | 2,65 | Boa | Excelente |

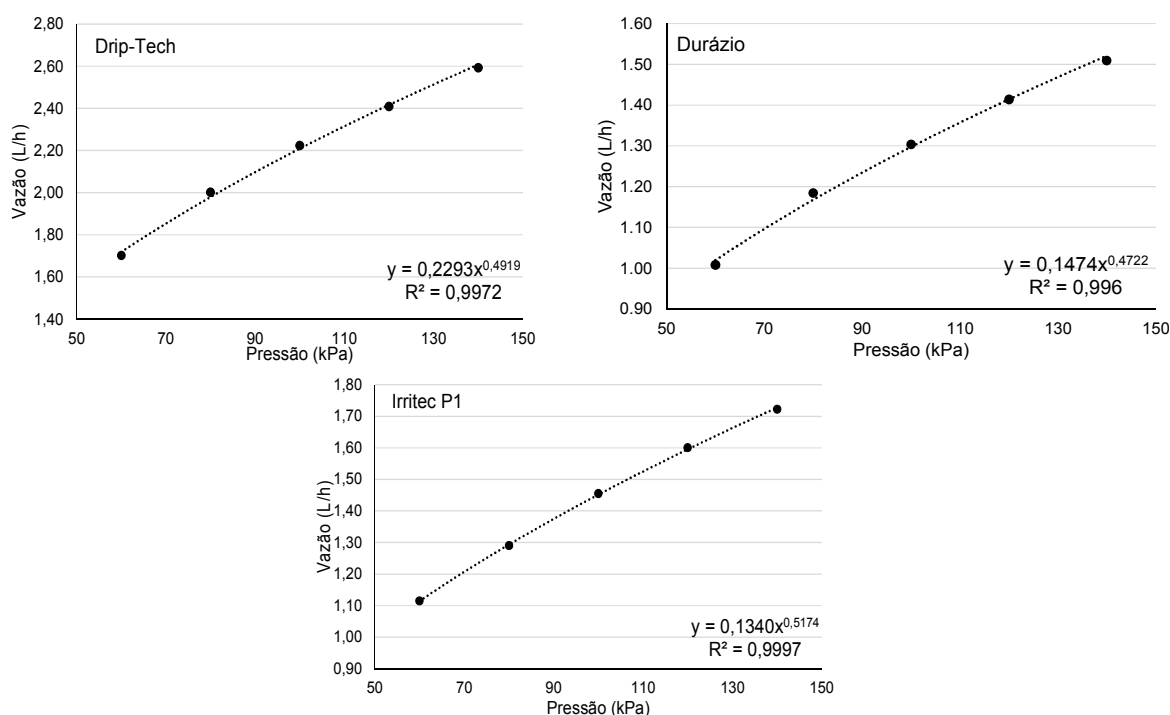


FIGURA 1. Valores da vazão (q) em função das pressões obtidas para os gotejadores não autocompensantes.

CONCLUSÕES: Os três gotejadores avaliados apresentaram boa uniformidade em função do coeficiente de variação de fabricação, e foram classificados como de regime turbulento, com excelentes coeficientes de determinação.

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: ABNT, 2006.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. PNBR 12:02-08-022: **Requisitos mínimos para elaboração de projetos de irrigação localizada**. São Paulo: ABNT, 1986.

ABREU, J. M. H.; LOPEZ, J. R.; REGALADO, A. P.; HERNANDEZ, J. F. G. **El riego localizado**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1987. 317 p.

HOLANDA FILHO, R. S. F.; PORTO FILHO, F. Q.; MIRANDA, N. O.; MEDEIROS, J. F. Caracterização hidráulica do microaspersor Rondo, da Plastro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 1, 2001.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 17, n. 2, p. 678-684, 1974.

LOPEZ, R. J.; ABREU, J. M. H.; REGALADO, A. P.; HERNANDEZ, J. F. G. **Riego localizado**. 2 ed. Madrid: Ediciones Mundi Prensa, 1997. 405 p.

SOLOMON, K. Manufacturing variation of trickle emitters. **Transactions of the ASAE**, v. 22, n.5, p. 1034-1038, 1979.