

AValiação Hidráulica de um Sistema de Fertirrigação Utilizando Microtubos como Emissores

W. J. Souza¹; T. A. Botrel²; C. B. Correa³;

RESUMO: O entupimento de emissores é um dos grandes problemas no uso de fertirrigação por gotejamento. O objetivo da presente pesquisa foi analisar o desempenho hidráulico de emissores microtubos em um sistema de fertirrigação localizada sob regime de escoamento turbulento. A avaliação procedeu em função da uniformidade de distribuição da vazão, erro médio absoluto, coeficiente de variação de vazão e grau de entupimento dos emissores em dois períodos de estudo. O microtubo utilizado apresentou diâmetro interno de 0,762 mm medido por avaliações hidráulicas, e o dimensionamento do comprimento ao longo das linhas laterais foi realizado utilizando o coeficiente K de dissipação de energia localizada determinado em laboratório. Os resultados das análises de vazão nos dois períodos de estudo indicaram bom desempenho do sistema, proporcionando uniformidade de distribuição acima de 97%, baixo erro médio absoluto e coeficiente de variação de vazão apresentando grau de entupimento igual a 0,50. Portanto, foi possível utilizar fertirrigação com microtubos em regime turbulento com boa performance hidráulica sem ocorrência de entupimento nas condições desta pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: entupimento, gotejamento, irrigação localizada

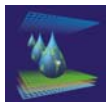
HYDRAULIC EVALUATION OF A FERTIRRIGATION SYSTEM USING MICROTUB AS EMITTERS

SUMMARY: The clogging of emitters is one of major problem in using of drip fertirrigation. The purpose of the present research was to analyze the hydraulic performance of microtube emitters in a localized fertirrigation system under turbulent flow. The evaluation occurred according to the uniformity distribution of flow, mean absolute error, coefficient of discharge variation and degree of clogging emitters in two periods of study. The microtube used had internal diameter of 0,762 mm measured by hydraulic assessments, and the sizing of its length was determinate in laboratory. The results of the analysis of discharge in the two periods of study indicated great performance of the system, providing uniformity of distribution over

¹ Pesquisador, ESALQ/USP, Caixa postal 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. Fone: (19)34478549.e-mail: wjsouza@esalq.usp.br.

² Professor Associado, Depto de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

³ Pesquisadora, Dpto de Agroindústria, Alimentos e nutrição, ESALQ/USP, Piracicaba, SP



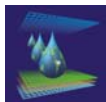
97%, low mean absolute error and coefficient of variation discharge, presenting degree of clogging equal to 0,50. Therefore, it was possible to use fertirrigation with microtubes under turbulent flow with great hydraulic performance without occurrence of clogging in the conditions of this research.

KEYWORDS: clogging, dripping, localized irrigation

INTRODUÇÃO

Os microtubos podem ser uma alternativa viável para irrigação com possibilidade de usar fertirrigação localizada, buscando maior eficiência de aplicação da irrigação, redução de custo com mão - de - obra e volume de solução aplicada. Para sua utilização, é importante que seja inserido em uma equação de dimensionamento o coeficiente K de dissipação de energia cinética, tendo em vista que a dissipação de energia localizada deverá ser considerada, conforme recomendado por SOUZA (2004). A determinação do coeficiente K pode ser realizada em laboratório por avaliações hidráulicas, utilizando-se da equação universal e do fator f de Blasius em escoamento turbulento. Apesar de o microtubo ter sido precursor na irrigação como gotejador de longo percurso, o Brasil ainda carece de estudos a seu respeito, entretanto, devido à falta de informação e aprimoramento técnico, sua utilização foi repudiada por muito tempo em função da ocorrência de entupimentos. Trabalhando em regime laminar, SOUZA (2005) observou a ocorrência de tal entrave, por outro lado, em regime de escoamento turbulento utilizando um bom sistema de filtragem é possível que isso não ocorra, uma vez que a velocidade da água dentro do emissor é alta para uma dada pressão de operação. Com isso o uso de microtubos pode apresentar vantagens em relação a sistemas de gotejamento e irrigação convencional com mangueiras no que se refere a custo e redução de gastos com mão de obra, respectivamente. Outra vantagem é a possibilidade da variação de comprimento ao longo de uma linha lateral, sem necessidade de incremento de pressão para alcançar determinada vazão no final da lateral ou uso de reguladores de pressão, possibilitando a redução no desperdício de energia com uniformidade de distribuição acima de 98 % conforme verificado por SOUZA (2008). Com esta pesquisa realizou-se avaliações hidráulicas de microtubos operando sob regime de escoamento turbulento em um sistema de fertirrigação com mudas de citros no período que antecede a comercialização.

MATERIAIS E MÉTODOS



A pesquisa foi desenvolvida em fase de laboratório no departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP e em fase de campo, na empresa Blasco & Almeida localizada no município de Araras – SP durante os períodos de 60 e 160 dias após montagem do sistema de fertirrigação. Utilizou-se um modelo de microtubo com diâmetro externo de 2,500 mm e interno de 0,761 mm determinado por avaliações hidráulicas. Para quantificação da perda de carga localizada considerou-se o valor de K de dissipação de energia cinética, determinado em laboratório. O dimensionamento dos comprimentos dos microtubos foi realizado pelo modelo matemático WSBOTREL proposto por Souza (2008), conforme Eq.1.

$$L = \left\{ \frac{K}{2} \left(\frac{P_4}{V_1^4} + \frac{V_1^4}{V_4^4} \right) \right\}^{1/4} \quad (21)$$

Em que P_4 é a carga de pressão na entrada do cabo (m); Hf_L é a energia dissipada na lateral entre dois microtubos(m) ; dZ a diferença de nível (m); Z_3 e Z_1 são as cotas (m) na saída do microtubo e na linha lateral, respectivamente; Q é a vazão no microtubo (m^3s^{-1}); D_1 e D_2 são os diâmetros internos do cabo e do microtubo(m), respectivamente; L_{1-2} é o comprimento do cabo (m); K é a constante de dissipação de energia na entrada do microtubo; V_1 e V_4 são as velocidades da água entre dois microtubos(ms^{-1}); R_1 e R_2 são os números de Reynolds no cabo e no microtubo, respectivamente; L é o comprimento do microtubo (m).

A avaliação do desempenho do sistema de irrigação baseou-se em metodologias já consagradas como a uniformidade de distribuição de vazão (UD) e o coeficiente de variação de vazão (CVQ), recomendadas por KRUISE (1978) e SOLOMON (1979), respectivamente, e pelo erro médio absoluto (EMA), grau de entupimento dos emissores (GE) e índice médio de erro da vazão, conforme Eq. (2), (3), (4), (5) e (6), respectivamente.

$$UD = 100 \frac{Q_{min}}{Q_{med}} \quad (2)$$

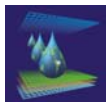
$$CVQ = \frac{\sigma}{Q_{med}} \quad (3)$$

$$EMA = \sum_{i=1}^N \frac{|E_i - O_i|}{N} \quad (4)$$

$$GE = 100 \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1} \right) \quad (5)$$

$$S = \left(\frac{\sum_{i=1}^N |E_i - O_i|}{\sum_{i=1}^N E_i} \right) 100 \quad (6)$$

Em que Q_{min} é a média de 25% das menores vazões e Q_{med} a média de todas as vazões (Lh^{-1}); σ é o desvio padrão das vazões; N o número de coletas; E_i e O_i as enésimas



vazões estimadas e observadas, respectivamente; s é o índice médio de erro (%), Q_1 e Q_2 são as vazões (Lh^{-1}) nos períodos de avaliação 1 e 2, respectivamente.

Após o dimensionamento o sistema foi montado conforme Fig.1 a seguir.



Figura 1- Sistema de fertirrigação com microtubos instalado na bancada experimental

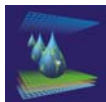
Em cada microtubo colocou-se um anteparo na saída da água conforme apresentado no detalhe da Fig. 1, sendo um microtubo para cada planta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise estatística das vazões nos dois períodos, sendo: vazão estimada (Q_{estm}), vazão mínima (Q_{min}), vazão máxima ($Q_{m\acute{a}x}$), vazão média ($Q_{m\acute{e}d}$), moda das vazões (Q_{moda}), uniformidade de distribuição (UD), erro médio absoluto (EMA), índice médio de erro da vazão (s) e grau de entupimento (GE) dos microtubos.

Tabela 1 – Resultados estatísticos das vazões coletadas nos microtubos nos períodos de análise

Período de 60 dias após início da fertirrigação										
Q estim.	Q min.	Q max.	Q méd.	Q moda	EMA	UD	CVQ	s	GE	
-----Lh ⁻¹ -----					-----%-----					
8,60	8,40	8,92	8,70	8,80	0,17	97,51	2,11	1,99	0,50	
Período de 160 dias após início da fertirrigação										
8,60	8,37	8,72	8,67	8,64	0,16	97,36	1,94	1,82		



O gráfico da Figura 2 mostra a vazão de projeto (estimada) e as vazões apresentadas do primeiro (P) ao último (U), microtubo coletadas ao longo das quatro laterais nos dois períodos de estudo.

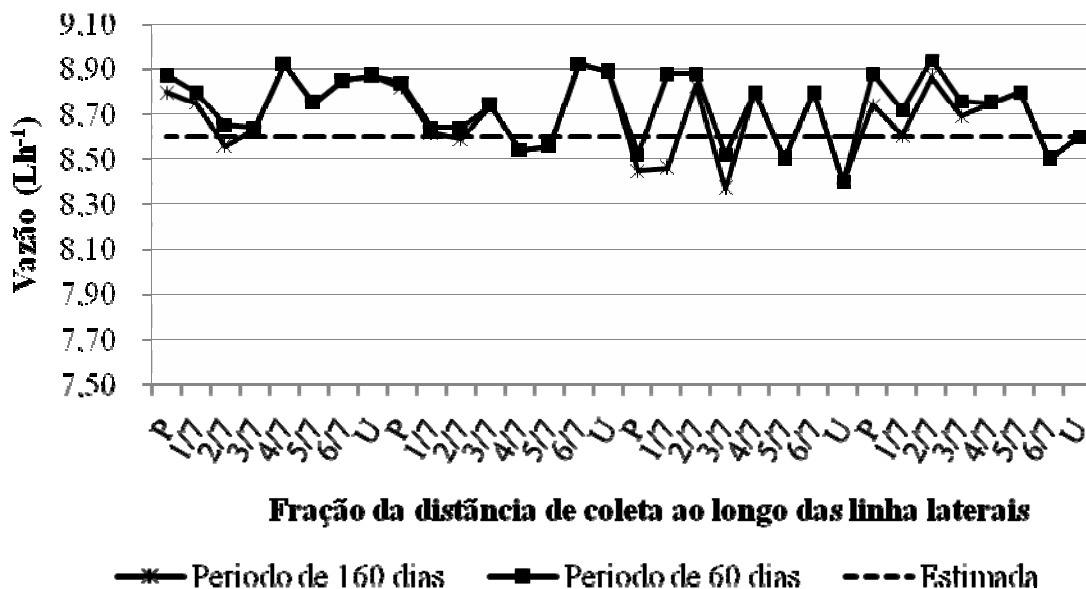
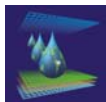


Figura 2 – Comparação das vazões obtidas ao longo das laterais 1, 2, 3 e 4 entre os dois períodos de avaliação do primeiro (P) ao último (U) microtubo avaliado.

Pela Tabela 1, nota-se que a vazão coletada apresentou valor médio próximo da estimada, em ambos os períodos de testes. As uniformidades de distribuição das vazões foram acima de 97% em ambos os períodos, demonstrando baixa variação e índice médio de erro de vazão (1,99% e 1,82%). Os dados (EMA, CVQ, s) foram baixos em ambos os períodos de análises, mostrando que o dimensionamento foi bom, e que o sistema de fertirrigação nas condições desta pesquisa não apresentou entupimento, sendo isso confirmado pelo baixo GE. A uniformidade de distribuição obtida nos dois períodos de análise foi acima de 97%, considerada como excelente, estando este resultado próximo ao que se consegue com gotejadores autocompensantes, com vantagens de ser barato e não ter apresentado entupimentos.

Pela Fig. 2, a distribuição das vazões pontuais foi similar entre os dois períodos de análise, com pequenas variações na própria lateral. As vazões coletadas nos dois períodos de testes apresentaram valores bem próximos, sendo notado que os dados coletados oscilaram em torno da linha de valor estimado, ora abaixo, ora acima, porém não mais que $0,32 \text{ Lh}^{-1}$.



CONCLUSÕES

A avaliação hidráulica utilizando fertirrigação com microtubos operando em regime de escoamento turbulento mostrou boa performance, com pequenas oscilações da vazão dos microtubos em ambos os períodos de estudo, em torno da vazão de projeto. Não houve ocorrência de entupimento, o que possibilita o uso de microtubos em fertirrigação, entretanto, isso deve ser realizado juntamente com um bom monitoramento do sistema de filtragem da água e adubos de boa solubilidade. Para alcançar boa uniformidade na vazão um dos requisitos é a precisão no comprimento dos microtubos no momento do corte.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e à empresa Blasco & Almeida, pelo apoio a esta pesquisa, através do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCTEI).

REFERÊNCIAS

- KRUSE, E.G. Describing irrigation efficiency and uniformity. Journal of Irrigation and Drainage Division, New York, v.104, n.1, p.35-41, 1978.
- SOLOMON, K. Manufacturing variation of trickle emitters. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.22, n.5, p.1034-1038, 1043, Sept/Oct. 1979.
- SOUZA, R.O.R.M. BOTREL, T.A. Modelagem para dimensionamento microtubo em irrigação localizada. Rev. Bras. Eng. Agric. e Ambiental, Viçosa, v.8, n.1, p.16-22, 2004.
- SOUZA, I.H. DE; ANDRADE, E.M. DE; SILVA, E.L. DA. Avaliação hidráulica de um sistema de irrigação localizada de baixa pressão, projetado pelo software "bubbler". Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.1, p.264-271, 2005.
- SOUZA, W.J. Escoamento em regime turbulento aplicado à Irrigação localizada com microtubos. Piracicaba, 2008. 117p. Dissertação (Mestrado Irrigação e Drenagem) – Universidade De São Paulo, ESALQ/USP.