

## CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA DE UM TUBO GOTEJADOR AUTOCOMPENSANTE

GUSTAVO BORGES LIMA<sup>1</sup>; JOSÉ HENRIQUE NUNES FLORES<sup>2</sup>; BERNARDO GOMES NÖRENBERG<sup>2</sup>; ROBERTA BEZERRA DA SILVA<sup>2</sup>; ANDREZA ALEGRE BITTENCURT<sup>2</sup>; LESSANDRO COLL FARIA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – gu\_poa@hotmail.com

<sup>2</sup>Faculdade de Ciências e Tecnologias de Campos Gerais – josenunesflores@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – bernardo.norenberg@hotmail.com

<sup>2</sup>Graduada em Engenharia Hídrica – roberta.ufpel@outlook.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – andreza.bittencurtsvp@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – lessandro.faria@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A irrigação corresponde à prática agrícola que utiliza um conjunto de equipamentos e técnicas para suprir a deficiência total ou parcial de água para as plantas. A irrigação está no nosso cotidiano, seja nos gramados de campos de futebol e de condomínios residenciais; ou quando consumimos arroz, feijão, legumes, frutas e verduras – alimentos produzidos em grande medida sob irrigação (ANA, 2021).

A irrigação localizada vem crescendo na agricultura irrigada, isso se dá ao fato de trazer grande economia de água e valores elevados de eficiência, aplicando a água diretamente na zona radicular da planta. Os principais sistemas de irrigação localizada são o de microaspersão e gotejamento (RAVINA et al., 1992, CARRIJO et al., 2004).

Na irrigação por gotejamento, os emissores constituem como um dos principais componentes da linha lateral. O desempenho dos emissores está diretamente ligado a fatores como pressão de serviço que interfere diretamente na uniformidade de distribuição de água (FRIZZONE e DOURADO NETO, 2003, GOMES et al., 2008).

Dentre os modelos de gotejadores existentes, foram desenvolvidos os gotejadores autocompensantes, esses emissores possuem, de uma maneira geral, custo mais elevado, porém realizam autorregulagem da vazão quando ocorre variação da pressão hidráulica no interior da linha (DALRI et al., 2015).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi calcular a variação de vazão de um tuboemissor autocompensante operando sob diferentes regimes de velocidades de escoamento e carga de pressão.

### 2. METODOLOGIA

Para a realização do trabalho, foi utilizada a bancada experimental de ensaios de tubos, tubos emissores e emissores de irrigação localizada, desenvolvida por FLORES et al. (2017), constituída por um reservatório acoplado a uma unidade de bombeamento, filtro de disco, tubulações e válvulas para controle de vazão e pressão, e equipamentos para realização de medições. A bancada experimental está locada no Laboratório de Irrigação e Hidráulica (Centro de Desenvolvimento Tecnológico - Universidade Federal de Pelotas). O tubo emissor ensaiado foi o modelo Rain Bird XF-SDI, autocompensante, faixa de operação de carga de pressão de 6,02 e 42,22 m. Para realização dos ensaios, foram seguidos os

procedimentos estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da norma NBR ISO 9261/2006 (ABNT, 2006).

Foram coletadas as variáveis: Carga de pressão de entrada, através de um manômetro Lámon (0 a 200 m,  $\pm 0,2$  m); Vazão na entrada do tubo ensaiado, obtida através da vazão na tubulação antes do tubogotejador, com o uso de um medidor de vazão Khrono-Conaut KC1000F/6 (0 a  $3,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , 0,005 valor medido); Temperatura da água, através de um termômetro ( $0^\circ\text{C}$  a  $50^\circ\text{C}$ ,  $\pm 1^\circ\text{C}$ ) instalado no interior do reservatório de água; Massa aplicada pelos emissores, mensurada com balança SHIMADZU UX600H (6200 g,  $\pm 0,01$  g); e, tempo de ensaio, através de cronometro.

O tubogotejador ensaiado era constituído de 34 emissores, espaçados em 0,30 m, totalizando 10,2 m de comprimento total. Foram realizados ensaios com cargas de pressão de entrada variando entre 5 à 45 m, variando em 5 m para cada ensaio, para englobar toda faixa de operação do tubo e seus limites. Foram ensaiadas três condições quanto a velocidade: velocidade final nula (situação referente ao final de uma linha lateral), e velocidades iniciais de 1 e  $2 \text{ m s}^{-1}$ .

Para o processamento dos dados ensaiados, a partir da massa coletada em cada emissor, da temperatura da água e da duração do ensaio, calculou-se a vazão do emissor. A massa específica foi calculada em função da temperatura. Com base na vazão de entrada e na vazão individual dos emissores, calculou-se a vazão de cada trecho, e com base no diâmetro do tubo, calculou-se a velocidade de escoamento em cada trecho. A densidade da água foi calculada com base na temperatura média da água (KELL, 1975). O volume de água em cada emissor foi obtido por meio da densidade da água e da massa de água coletada em cada emissor e, a partir da duração do teste, a descarga do emissor foi estimada.

De posse dos dados de vazão dos emissores, foi calculado a média da vazão dos emissores e o desvio padrão da média da vazão dos emissores. Também foi calculado o coeficiente de variação, tal qual é a razão entre o desvio padrão e a média das vazões, expresso em porcentagem (KELLER e BLIESNER, 1990).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a vazão média dos emissores em cada ensaio, foi elaborado um gráfico de superfície, relacionando-a com a carga de pressão e velocidade de entrada no tuboemissor (Figura 1a). Observa-se que a vazão média dos emissores apresentou resultados entre 1,70 e  $1,92 \text{ L h}^{-1}$ , com variação principalmente devido a influência da carga de pressão na entrada.

A vazão média dos emissores apresentou variação com a alteração da carga de pressão de entrada, sendo que, o aumento da carga de pressão ocasionou redução da vazão. Para os emissores não autocompensantes espera-se que a vazão aumente com a carga de pressão sobre o emissor, conforme FILHO et al. (2012), porém, para o emissor estudado, que apresenta compensação da vazão pela variação da carga de pressão, espera-se que essa variação não ocorra (FRIZZONE et al., 2012). Esta variação de vazão pode estar relacionada ao mecanismo de compensação, que neste modelo é composto de uma membrana flexível, que reduz a área de passagem da água no interior do emissor. Este comportamento já foi encontrado por CARVALHO et al. (2006), onde o autor considerou a membrana muito sensível a intempéries.

A Figura 1b relaciona a carga de pressão total de entrada com a velocidade de entrada, trazendo o resultado de coeficiente de variação (CV). Os maiores valores de CV estão associados a maiores valores de velocidade e de pressão, isso

se explica porque a variação de pressão ao longo da linha é maior. Estes resultados confirmam o estabelecido pela norma ABNT ISO 9261/2006, que permite um limite máximo de CV de 7%.

LIMA et al. (2014) observaram, para emissores do mesmo modelo utilizado neste estudo, coeficientes de variação para emissores novos (como os utilizados neste estudo) valores de CV inferiores a 1,1%, e inferiores a 3% para emissores após 210 h de uso com água salina. Neste contexto, resultados obtidos por SILVA et al. (2012), estudando emissores autocompensantes, o CV aumenta com o aumento da carga de pressão agindo sobre o emissor. O comportamento dos emissores é diretamente influenciado pela carga de pressão de ensaio e há influência da membrana compensativa, buscando manter a vazão constante.

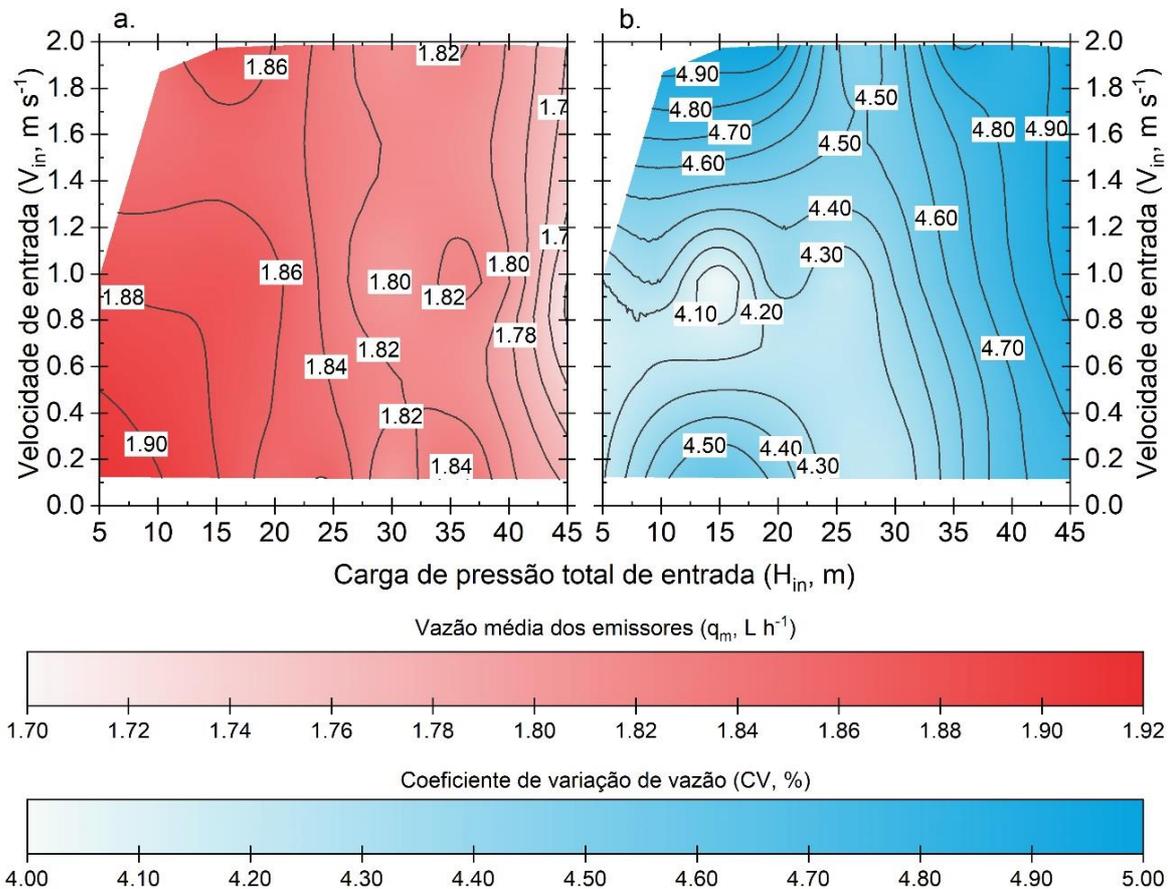


Figura 1 - Vazão média dos emissores (a) e coeficiente de variação da vazão (b).

#### 4. CONCLUSÕES

A vazão média dos emissores ensaiados teve seus menores valores em ensaios de maior carga de pressão, e com pouca ou nenhuma influência da velocidade de escoamento. O coeficiente de variação de vazão apresentou variação tanto com a carga de pressão na entrada quanto da velocidade de escoamento, sendo que o aumento destas variáveis resultou no aumento do coeficiente de variação de vazão.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ANA (Agência Nacional de Águas). **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2021a. 7p.
- CARVALHO, C. M. et al. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da goiaba. **Irriga**, v.11, p.36-46, 2006.
- CARRIJO, O. A., DE SOUZA, R. B., MAROUELLI, W. A. & ANDRADE, R. J. Fertirrigação de hortaliças. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2004.
- DALRI, A. B. et al. Caracterização técnica e desempenho hidráulico de quatro gotejadores autocompensantes utilizados no Brasil. **Ciência Rural**, v. 45, n. 8, p.1439-1444, 2015.
- FILHO, J. A. F. et al. Caracterização hidráulica de gotejadores de fluxo turbulento. **IRRIGA**, v. 23, n. 2, p. 380-389, 2018.
- FLORES, J. H. N. **Modelagem matemática da perda de carga em emissores integrados a tubulação de irrigação localizada**. 2017. 93 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017. Disponível em: <<http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/3691>>. Acesso em: 25 de Julho de 2021.
- FRIZZONE, J. A.; DOURADO NETO, D. Avaliação de sistemas de irrigação e análise econômica. In: MIRANDA, J. H. de; PIRES, R. C. de M. (Eds.). **Irrigação**. Jaboticabal: FUNEP. V.2, cap.15, p.573-652. 2003.
- FRIZZONE, J. A et al. Microirrigação: gotejamento e microaspersão. **Maringá: Eduem**. 356, 2012
- GOMES, E. P. et al. Uniformidade de irrigação em microaspersor operando abaixo da pressão de serviço em diferentes simulações de espaçamentos. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Niterói, v. 1, n. 1, p. 79 - 85, 2008
- KELL, G. S. Density, thermal expansivity, and compressibility of liquid water from 0. deg. to 150. deg. Correlations and tables for atmospheric pressure and saturation reviewed and expressed on 1968 temperature scale. **Journal of Chemical and Engineering data**, v. 20, n. 1, p. 97-105, 1975.
- KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 652p
- LIMA, S. C. et al. Coeficiente de variação de fabricação em gotejador autocompensante utilizando água salina. **Educação Agrícola Superior**, p. 11-14, 2014.
- RAVINA, I. P. et al. Control of emitter clogging in drip irrigation with reclaimed wastewater. **Irrigation Science**, 13(3), 129-139, 1992.
- SILVA, L. P. et al. Desempenho de gotejadores autocompensantes com diferentes efluentes de esgoto doméstico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. 2012, v. 16, n. 5 [Acesso em 23 julho 2021], pp. 480-486. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000500003>>. Epub 25 Abr 2012. ISSN 1807-1929. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000500003>.