

## PERDA DE CARGA LOCALIZADA EM EMISSORES DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

STÉFANO VOSS BOEIRA<sup>1</sup>; JOSÉ HENRIQUE NUNES FLORES<sup>2</sup>; ESTÊVÃO MAZZOCHI SOARES<sup>3</sup>; BERNARDO GOMES NÖRENBERG<sup>4</sup>; OSVALDO RETTORE NETO<sup>5</sup>; LESSANDRO COLL FARIA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Graduando, Engenharia Hídrica - CDTec/UFPEL - stefano.boeira@ufpel.edu.br

<sup>2</sup>Doutorando, PPG Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas - DEG/UFLA - josenunesflores@hotmail.com

<sup>3</sup>Graduando, Engenharia Hídrica - CDTec/UFPEL - estevaomazzochi@gmail.com

<sup>4</sup>Doutorando, PPG Recursos Hídricos - CDTec/UFPEL - bernardo.norenberg@hotmail.com

<sup>5</sup>Professor Dr., Instituto de Ciências Agrárias - UFU - Monte Carmelo - osvaldo.rettore@gmail.com

<sup>6</sup>Orientador, Professor Dr., CDTec/UFPEL - lessandro.faria@ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta-se em uma crescente em relação as áreas irrigadas (ANA, 2017). Dentre os métodos de irrigação, os sistemas de microirrigação ganham notoriedade, pois garantem uma maior eficiência de aplicação de água (FRIZZONE et al., 2012).

A irrigação por gotejamento, pode garantir uma eficiência de aplicação de 95%, porém, para isto, é necessário que o sistema de irrigação, tenha um projeto hidráulico bem dimensionado e seja manejado corretamente. A perda de carga é um dos principais fatores para o correto dimensionamento hidráulico do sistema, sendo que em alguns casos, a perda de carga localizada, pode corresponder a 33% da perda de carga total da linha lateral (AL-AMOUD, 1995).

A perda de carga localizada causada pelos emissores pode ser estimada por meio da equação geral da perda de carga localizada, que apresenta uma parcela  $k$  da carga cinética de Bernoulli ( $V^2/2g$ ), conhecido como princípio da similaridade de Reynolds, e é representada pela Equação 1, ou ainda, pelo método do comprimento virtual, que transforma a perda de carga localizada em uma perda de carga distribuída em uma tubulação, de mesmo diâmetro, com um comprimento equivalente ( $L_e$ ), que pode ser descrita pela Equação 2 (AZEVEDO NETTO; FERNÁNDEZ, 2015).

$$hf_e = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

$$(1) \quad hf_e = f \cdot \frac{L_e}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (2)$$

Onde:

$hf_e$  - perda de carga localizada no emissor, m;

$k$  - coeficiente de carga cinética, adimensional;

$f$  - fator de atrito de Darcy, adimensional;

$L_e$  - comprimento equivalente, m;

$D$  - diâmetro da tubulação, m;

$V$  - velocidade de escoamento,  $m \cdot s^{-1}$ ; e

$g$  - aceleração da gravidade,  $9,81 \cdot m \cdot s^{-2}$ .

Diante do acima exposto, o trabalho teve como objetivo estimar o coeficiente de carga cinética ( $k$ ) e o comprimento equivalente do emissor Rain Bird XF-SDI.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no Laboratório de Irrigação do curso de Engenharia Hídrica, vinculado ao Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade Federal de Pelotas, e para a realização do estudo, utilizou-se uma bancada com os equipamentos necessários para aquisição dos dados e condução do experimento.

A bancada era composta por um reservatório (372 L) acoplado a uma unidade de bombeamento (KSB Hidrobloc P1000T, 1 cv), filtro de discos (Plastubos Y, 120 mesh), tubulações e válvulas para controle da vazão e pressão.

Para mensurar a vazão, utilizou-se um medidor de vazão eletromagnético, marca Krhonne-Conaut, com faixa de operação certificada de 0 a 3,5 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, e precisão de 0,5% do valor medido. Já para mensurar a pressão no início da linha ensaiada utilizou-se um manômetro digital, marca Lamón, com faixa de serviço de 0 a 200 mca, e precisão de 0,1% de fundo de escala, e a diferença de pressão entre o início e o fim da linha ensaiada foi utilizado um manômetro diferencial em “U” com mercúrio.

O emissor estudado foi o Rain Bird XF-SDI, autocompensante, com vazão nominal de 2,27 L h<sup>-1</sup>, espaçamento de 0,30 m, e faixa de serviço de 6,02 a 42,22 mca, diâmetro interno de 13,65 mm e área interna de 146,33 mm<sup>2</sup>. O comprimento total do tubo emissor ensaiado foi de 10,2 m e o número de emissores de 34.

As tomadas de pressão sobre a linha ensaiada foram construídas de acordo com metodologia proposta RETTORE NETO (2008). A pressão no início da linha lateral foi mantida constante durante todos os ensaios, em 20 mca, a fim de evitar a dilatação da tubulação, o que acarretaria erros na estimativa da perda de carga total na tubulação (RETTORE NETO et al., 2013).

Em cada valor de velocidade de escoamento, mensurou-se a diferença de pressão entre o início e o final da linha ensaiada, e para padronização dos ensaios todos foram realizados em ordem descendente de vazão, sendo que para não ocorrer variação de velocidade ao longo da linha ensaiada, vedou-se todos os emissores.

Considerando a tubulação em nível e com emissores vedados, a perda de carga total no tubo emissor foi considerada a diferença de pressão entre o início e o final da linha ensaiada. Para a estimativa da perda de carga distribuída na linha lateral, utilizou-se a equação universal, e o fator de atrito de Darcy foi estimado através da equação de Blasius (Equação 3), com coeficientes c e m propostos por RETTORE NETO et al. (2009). Já a perda de carga localizada nos emissores foi obtida através da subtração da perda de carga distribuída, da perda de carga total, e dividindo-se pelo número de emissores, obteve-se a perda de carga localizada no emissor (Equação 4).

$$f = c \cdot Re^{-m} \quad (3) \quad hf_e = \frac{hf_T - hf_d}{n_e} \quad (4)$$

Onde:

f - fator de atrito de Darcy, adimensional;

c e m - coeficientes de ajuste, c=0,296 e m=0,25;

Re - número de Reynolds, adimensional;

hf<sub>e</sub> - perda de carga localizada no emissor, m;

hf<sub>T</sub> - perda de carga total no tubo emissor, m;

$hf_d$  - perda de carga distribuída no tubo, m; e  
 $n_e$  - número de emissores, adimensional.

A partir dos pares de dados de perda de carga localizada no emissor e carga cinética ( $V^2/2g$ ), realizou-se uma regressão linear a fim de obter-se o coeficiente de carga cinética ( $k$ ). Para a estimativa do comprimento equivalente ( $L_e$ ), utilizou-se de uma regressão linear, entre o coeficiente  $A$ , obtido através do rearranjo da Equação 1, e a carga cinética.

$$A = \frac{hf_e \cdot D}{f} \quad (5)$$

Onde:

$A$  - coeficiente  $A$ ,  $m^2$ ;

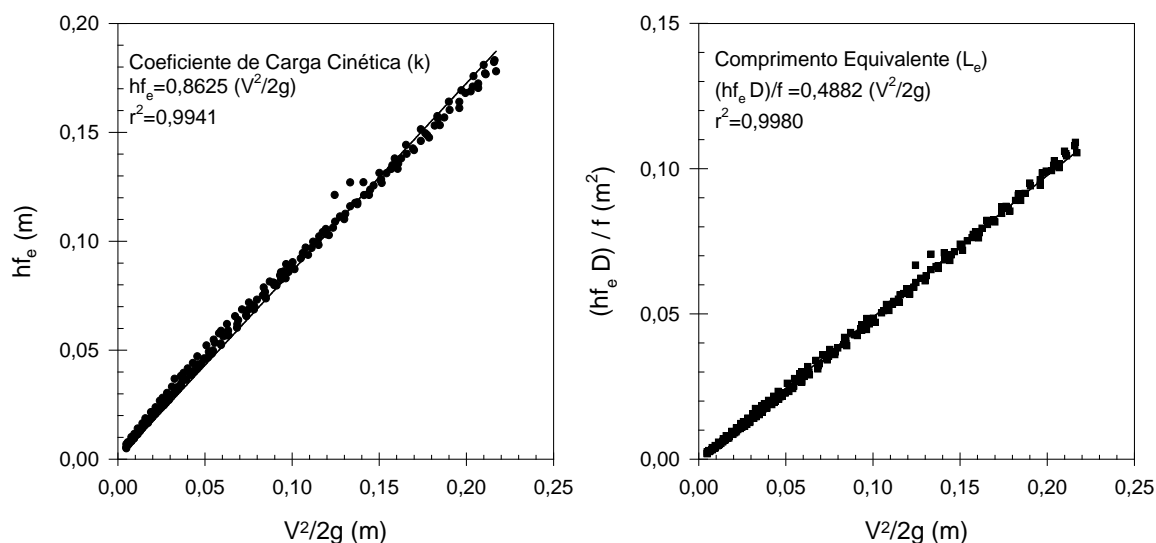
$hf_e$  - perda de carga localizada no emissor, m;

$f$  - fator de atrito de Darcy, adimensional; e

$D$  - diâmetro da tubulação, m.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 está apresentado os gráficos de regressão, bem como os valores do coeficiente de carga cinética ( $k$ ) e comprimento equivalente ( $L_e$ ).



**Figura 1** - Gráficos para estimativa do coeficiente de carga cinética ( $k$ ) e comprimento equivalente ( $L_e$ ) para o emissor Rain Bird XF-SDI.

O coeficiente de energia cinética  $k$  foi de 0,8625, e a regressão apresentou um coeficiente de correlação Pearson de 0,9941. RETTORE NETO et al. (2009) encontraram valores entre 0,3378 e 1,2719, em estudos utilizando emissores integrados do tipo pastilha, semelhantes aos utilizados neste estudo. Já GOMES et al. (2010) encontrou valores variando entre 0,1497 e 1,2193, para emissores integrados do tipo bóbi. Esta variação demonstra que os valores de  $k$  são variáveis de acordo com o emissor estudado, e geralmente a variação está correlacionada com a geometria dos emissores, como descrito no trabalho de BAGARELLO (1997), que propôs uma equação para a estimativa do coeficiente  $k$  em função da obstrução causada pelo emissor.

O comprimento equivalente do emissor foi de 0,4882 m, com um coeficiente de correlação de Pearson de 0,9980. Porém, apesar de existirem poucas informações na literatura, espera-se que seu comportamento seja variável de acordo com a obstrução causada pelo emissor no tubo, assim como ocorre com o coeficiente  $k$ . Enfatizando assim a necessidade de mais estudos determinando o comprimento equivalente dos emissores utilizados na irrigação por gotejamento.

#### 4. CONCLUSÕES

Para o emissor Rain Bird XF-SDI, o coeficiente de carga cinética ( $k$ ) foi de 0,8625, já o comprimento equivalente ( $L_e$ ) foi de 0,4882 m.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-AMOUD, A. I. Significance of Energy Losses Due to Emitter Connections in Trickle Irrigation Lines. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v.60, n.1, p.1-5, 1995.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Atlas irrigação, uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2017
- AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M.F. **Manual de Hidráulica**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 2015.
- BAGARELLO, V.; FERRO, V.; PROVENZANO, G.; PUMO, D. Evaluating Pressure Losses in Drip-Irrigation Lines. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**. v.123, n.1, p.1–7, 1997.
- FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; FARIA, M. A. **Microirrigação - Gotejamento e Microaspersão**. Maringá: Eduem - Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2012.
- GOMES, A. W. A.; FRIZZONE, J. A.; RETTORE NETO, O.; MIRANDA, J. H. Perda de carga localizada em gotejadores integrados em tubos de polietileno. **Engenharia Agrícola**. v.30, n.3, p.435-446, 2010.
- RETTORE NETO, O. **Metodologia para determinação da perda de carga localizada em emissores não coaxiais integrados a tubos de polietileno**. 2008. 61p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo.
- RETTORE NETO, O.; BOTREL, T. A.; FRIZZONE, J. A.; PINTO, M. F.; CAMARGO, A. P. Quantificação do erro na determinação da perda contínua de carga em tubos elásticos. **Engenharia Agrícola**. v.33, n.6, p.1312–1321, 2013.
- RETTORE NETO, O.; FRIZZONE, J. A.; MIRANDA, J. H.; BOTREL, T. A. Perda de carga localizada em emissores não coaxiais integrados a tubos de polietileno. **Engenharia Agrícola**. v.29, n.1, p.28–39, 2009.