

## EQUACIONAMENTO EMPÍRICO DA SENSIBILIDADE DE VÁLVULAS EM RELAÇÃO AO ESCOAMENTO

STÉFANO VOSS BOEIRA<sup>1</sup>; JOSÉ HENRIQUE NUNES FLORES<sup>2</sup>; THAINÁ VIEIRA HOLZ<sup>1</sup>; WILLIAN ENRIQUE DA SILVA MIRANDA<sup>1</sup>; OSVALDO RETTORE NETO<sup>3</sup>; LESSANDRO COLL FARIA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando (a), Engenharia Hídrica – CDTec/UFPEL – stefano.boeira@ufpel.edu.br;  
thainaholz@hotmail.com; willian.enrique.dasilva@gmail.com

<sup>2</sup>Mestrando, PPG Recursos Hídricos – CDTec/UFPEL – josenunesflores@hotmail.com

<sup>3</sup>Professor Dr., FAEM/UFPEL – osvaldo.rettore@ufpel.edu.br

<sup>4</sup>Orientador, Professor Dr., CDTec/UFPEL – lessandro.faria@ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

As válvulas são dispositivos destinados a estabelecer, controlar e interromper o fluxo em uma tubulação, por isso são os acessórios mais importantes existentes nas tubulações, e dessa forma exigem cuidado na sua especificação, escolha e localização (TELLES, 1984). De acordo com MACINTYRE (2011), as válvulas garantem a segurança das instalações e permitem a desmontagem para reparos ou substituições de elementos. Além disso, o número de voltas empregados em uma válvula, alternando sua abertura, ocasiona variação de vazão, e, consequentemente, altera a perda de carga.

Existem vários tipos de válvulas, as quais, segundo TELLES (1984), são classificadas em dois grupos de uso geral. O primeiro grupo é formado pelas válvulas de bloqueio, onde encontra-se a válvula de gaveta, utilizada para estabelecer ou interromper o fluxo, empregada em quaisquer diâmetros, pressões e temperaturas (GERBIG, 1999; TELLES, 1984). No segundo grupo encontram-se as válvulas de regulação, destacando-se as válvulas de agulha e de globo, destinadas a controlar o fluxo a partir de seu fechamento parcial (OLIVEIRA et al., 1999; TELLES, 1984).

A definição de vazão é dada como sendo a passagem de um determinado volume de água em um determinado tempo em uma certa seção transversal (CHOW, 1959). As vazões influenciam em diferentes componentes hidráulicos, como: a importância da linearidade da vazão para sistemas de distribuição de águas em tubulações nas cidades (AZEVEDO NETTO; FERNÁNDEZ, 2015); a influência da vazão nos sistemas elétricos-hidráulicos que necessitam ser abastecidos com água (CREDER, 2011); e em sistemas de irrigação, alterando a lâmina de água aplicada (BERNARDO et al., 2006), dentre outros. Entretanto, para variações pequenas de vazão, que são de grande importância para o eficiente funcionamento de determinados sistemas hidráulicos, como por exemplo, modelos experimentais, não há literatura científica disponível acerca da influência do número de voltas de uma válvula e a variação da vazão na tubulação.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi determinar a relação entre o número de voltas do volante e a vazão de passagem em válvulas de agulha, gaveta e globo.

### 2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade Federal de Pelotas (CDTec/UFPEL). Para condução deste estudo foi utilizada uma bancada experimental, a qual dispunha dos equipamentos necessários para controle do sistema e aquisição dos dados.

A bancada experimental foi conectada a um reservatório de 372 litros, um conjunto motobomba, marca KSB, modelo Hidrobloc P1000T. Para evitar

impurezas, utilizou-se um filtro de discos de 1 ½", de 120 mesh, marca Plasnova Tubos. Os valores de vazão foram obtidos por meio de um medidor de vazão eletromagnético, marca Krhone-Conaut, com faixa de serviço certificada de 0 a 3,5 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, e precisão de ±0,5% mv.

Foram instalados, individualmente, entre duas seções de tubulações novas, cada uma com 5,5 m de comprimento, três tipos de válvulas: válvula de gaveta (V<sub>gaveta</sub>), globo (V<sub>globo</sub>) e de agulha (V<sub>agulha</sub>), sendo estas de latão, aço carbono e PVC, respectivamente. A tubulação utilizada para acoplamento das válvulas era de PVC, com diâmetro externo de 27 mm e interno de 21 mm, sendo a conexão entre elas efetuada através de acoplamento roscável. As válvulas estudadas apresentam diâmetro externo igual ao diâmetro nominal da tubulação, facilitando sua instalação, evitando alterações no fluxo, devido a alteração de diâmetro.

Para cada válvula foi determinado o número máximo de voltas em seu volante. Após, estipulou-se um número "n" de posições "i" possíveis para cada registro, e para cada posição observou-se uma vazão. Em cada registro foram realizados seis ensaios, três com vazão em sentido ascendente e três em sentido descendente.

Os valores de número de voltas e de vazão, foram adimensionalizados, como pode ser observado pelas Eq. 1 e Eq. 2. A adimensionalização ocorreu a partir do valor máximo, afim de poder comparar os modelos de válvulas estudados. A partir dos dados adimensionalizados, gerou-se também gráficos de dispersão, afim de estimar-se a partir de regressão os coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$  da Eq. 3.

$$Q_R = \frac{Q_i}{Q_{\text{máx}}} \quad (1)$$

$$V_R = \frac{V_i}{V_{\text{máx}}} \quad (2)$$

$$Q_R = \alpha \cdot (1 - \beta^{V_R}) \quad (3)$$

Onde:  $Q_R$  – Vazão relativa na posição  $i$ ;  $Q_i$  – Vazão observada na posição  $i$  (m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>);  $Q_{\text{máx}}$  – Vazão máxima observada (m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>);  $V_R$  – Número da volta relativa;  $V_i$  – Número da volta na posição  $i$ ;  $V_{\text{máx}}$  – Número máximo de voltas;  $\alpha$  e  $\beta$  – coeficientes experimentais.

Na verificação dos valores estimados a partir da Eq. 3, com os coeficientes obtidos, calculou-se a Raiz Quadrada do Erro Quadrático Médio (RMSE) e o índice de confiança e desempenho (c) de CAMARGO; SENTELHAS (1997).

Para ALVES; VECCHIA (2011), quando o RMSE se aproxima de zero, maior é a qualidade dos valores medidos ou estimados. No ranqueamento do "c", utilizou-se a classificação proposta por CAMARGO; SENTELHAS (1997), onde: ótimo ( $c > 0,85$ ); muito bom ( $0,76 \leq c \leq 0,85$ ); bom ( $0,66 \leq c \leq 0,75$ ); médio ( $0,61 \leq c \leq 0,65$ ); tolerável ( $0,51 \leq c \leq 0,60$ ); ruim ( $0,41 \leq c \leq 0,50$ ); e terrível ( $c \leq 0,40$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 observa-se a relação entre vazão e o número de voltas para cada modelo de válvula avaliada (coluna da esquerda), bem como a relação entre vazão observada e a vazão estimada a partir das Eq. 3 com os referentes coeficientes de ajuste (coluna da direita).

Pode-se observar na Figura 1, que a válvula de agulha é, das estudadas, aquela que mais demorou a chegar no seu patamar de vazão máxima. Tal fenômeno está relacionado com seu aspecto construtivo, a qual espera-se, em geral, melhores regulagens de vazão.

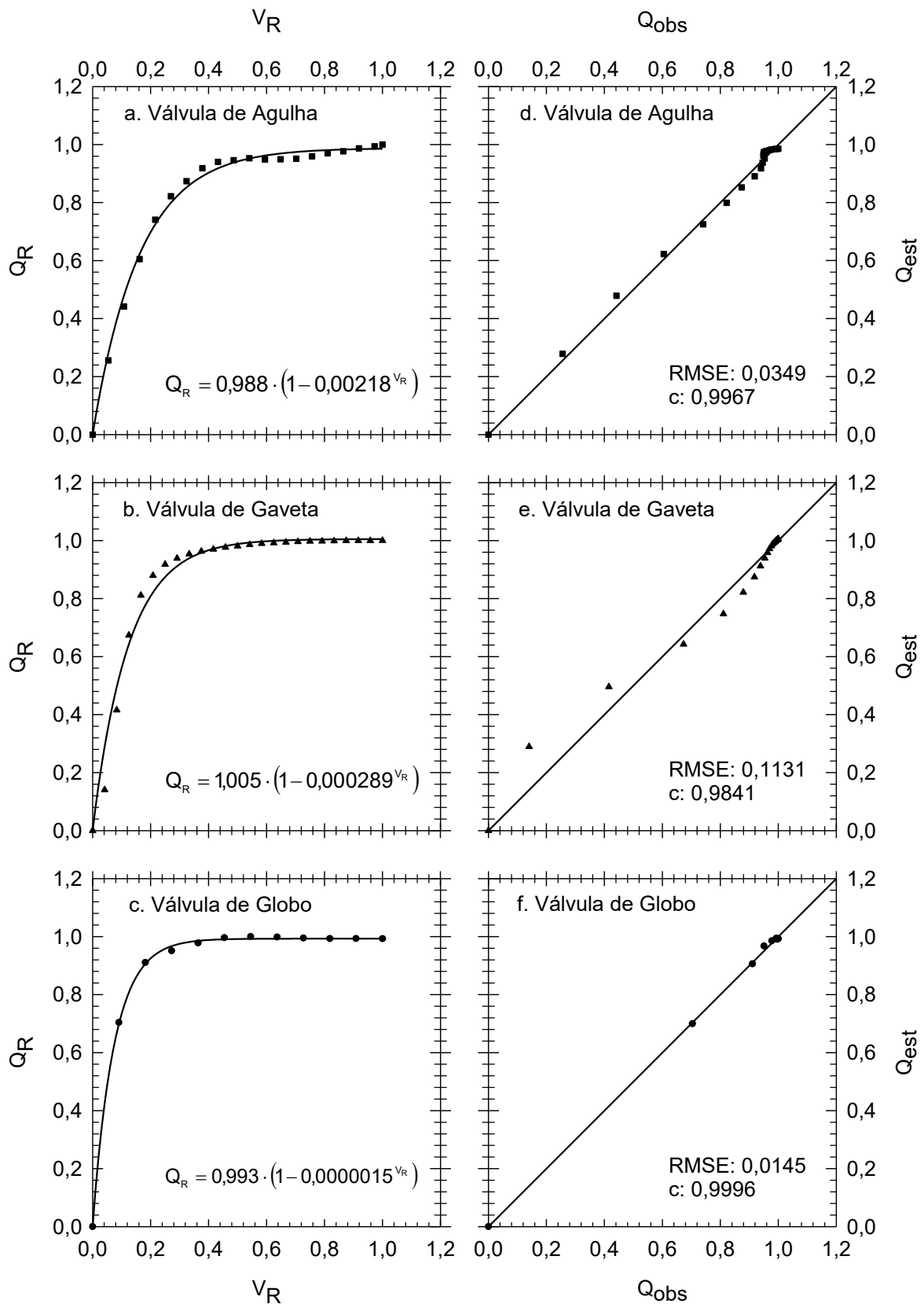


Figura 1. Relação entre vazão adimensional da válvula ( $Q_R$ ) em função do número de voltas no registro ( $V_R$ ) e relação entre vazão observado ( $Q_{obs}$ ) e estimada ( $Q_{est}$ ) para os registros avaliados.

Observa-se na Figura 1, que para  $V_{agulha}$  os coeficientes de ajuste  $\alpha$  e  $\beta$  da Eq. 3 foram 0,9878 e 0,0021773, respectivamente. Para a  $V_{gaveta}$  o coeficiente  $\alpha$  foi

1,0053 e o  $\beta$  foi 0,0002892. Já, para  $V_{\text{globo}}$  o coeficiente  $\alpha$  foi 0,9929 e o coeficiente  $\beta$  foi 0,000015.

O Índice “c”, apresentado na Figura 1, para a  $V_{\text{agulha}}$  foi de 0,9967. Já na  $V_{\text{gaveta}}$ , observou-se o valor de 0,9841, e para  $V_{\text{globo}}$  foi de 0,9996. Todos os resultados obtiveram um desempenho ótimo, segundo a classificação de CAMARGO; SENTELHAS (1997).

O RMSE para a  $V_{\text{agulha}}$  foi igual a 0,0349, já na  $V_{\text{gaveta}}$  observou-se o valor de 0,1131, e para  $V_{\text{globo}}$  foi de 0,0145, constatando a qualidade dos valores estimados pelas curvas da regressão expostas na Figura 1. Porém, percebe-se que a  $V_{\text{gaveta}}$  apresentou um certo distanciamento do valor zero, se comparado às demais válvulas tem-se que este afastamento, como explicado por STONE (1993), é causado pela aparição de valores discrepantes.

#### 4. CONCLUSÕES

Conclui-se que as equações ajustadas a partir dos ensaios das válvulas apresentaram ótimo índice de desempenho segundo a classificação de CAMARGO; SENTELHAS (1997).

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. D. L.; VECCHIA, F. A. S. Análise de diferentes métodos de interpolação para a precipitação pluvial no Estado de Goiás. **Acta Scientiarum. Humanand Social Sciences**, v. 33, n. 2, p. 193-197, 2011.
- AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M. F. **Manual de Hidráulica**. 9. Ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, Ltda, 2015. 632p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.
- CAMARGO, A. P. DE; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 89–97, 1997.
- CHOW, V. T. **Open-Channel Hydraulics**. McGraw-Hill, Int. Student Edition, 1959, 680p.
- CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 423 p.
- GERBIG, L. Guidelines for Discharge Gates and Valves. **Waterpower '99**: p. 1-9. 1999.
- MACINTYRE, A. J. **Bombas e Instalações de Bombeamento**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 782 p.
- OLIVEIRA, A. L. L.; NETO, E. F.; CARDOSO, R. S. **Instrumentação: Elementos Finais de Controle**. Vitória: SENAI/CST, Dep. Regional do Espírito Santo: CST, 1999. 175 p.
- STONE, R. J. Improved statistical procedure for the evaluation of solar radiation estimation models. **Solar Energy**, v. 51, n. 4, p. 289-291, 1993.
- TELLES, P. C. S. **Tubulações Industriais**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1984. 499 p.