



ESTUDO DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA EM UMA BANCA HIDRÁULICA COM O USO DA VÁLVULA GAVETA COM DIFERENTES ABERTURAS

FLAVIA P. SANTOS^{1*}, LUCAS FELIPE B. MORAES², WELITOM T. P. SILVA², MARIBEL V. RAMIREZ¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Graduação em Engenharia Química, Faculdade de Engenharia

²Universidade Federal de Mato Grosso, Graduação em Engenharia Sanitária e Hidráulica
*e-mail: flaviapaiva_santos@hotmail.com

RESUMO – Escoamento em dutos anulares são frequentemente encontrados nas residências e nas indústrias. O transporte de fluidos é fundamental principalmente no que tange ao desenvolvimento econômico de um lugar. As válvulas permitem regular a vazão transportada, ou mesmo promover o fechamento total quando parcialmente fechadas, provocam perdas de cargas. Este trabalho teve como objetivo avaliar de forma experimental a perda de carga em uma bancada hidráulica didática considerando a influência da vazão do escoamento e da frequência da bomba para uma válvula tipo gaveta com diferentes graus de abertura (de 100%, 75%, 50% e 25%). O coeficiente de carga localizado “K” foi determinado de forma empírica baseado na abertura da válvula. Os experimentos foram realizados no departamento de Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Mato Grosso. Os resultados revelaram influência da vazão e das frequências da bomba na geração de maiores perdas de carga localizada. Os resultados foram comparados com a literatura e observou-se que seus valores são condizentes. Com este trabalho conclui-se que não é recomendável utilizar a válvula gaveta para aberturas parciais devido a geração de oscilações abruptas na perda de carga. As maiores oscilações foram observadas para 25% de abertura da válvula. O uso da válvula gaveta deve ser ou totalmente aberta ou totalmente fechada.

INTRODUÇÃO

A bancada hidráulica permite realizar ensaios relativos à mecânica dos fluidos. A bancada hidráulica é uma ferramenta de aprendizagem que possibilita a análise e a consolidação de conhecimentos teóricos.

A perda de carga pode ser definida como a energia que um fluido sob pressão perde ao longo do seu percurso dentro de um tubo, essa dissipação ocasiona baixas pressões (Azevedo, 1998; Baptista, 2010; Porto, 2006). É possível determinar a perda de carga distribuída e a perda de carga localizada. Elementos do sistema hidráulico, como válvulas, apresentam perdas de carga

localizada. Cada modelo de válvula têm uma determinada perda de carga localizada, associada ao seu perfil interno do escoamento. Válvulas com geometrias internas complexas e com mudanças de direção na passagem do fluido tendem a ter maiores valores de perdas localizadas, já válvulas com passagens retas e plenas, tendem a ter seus valores de perda localizada reduzidas (Azevedo, 1998). As válvulas são responsáveis por regular, direcionar e controlar o fluxo e a pressão do fluido hidráulico (Azevedo, 1998). No mercado existem diversos tipos de válvulas com diversas funções, sendo assim, estas podem ser utilizadas em diferentes pontos do sistema hidráulico de acordo com as necessidades. Segundo Telles

(2001) as válvulas de gaveta atualmente representam cerca de 50% do total de válvulas utilizadas para realizar a função de bloqueio de líquidos.

As principais características da válvula de gaveta são: baixa perda de carga quando opera completamente aberto, permite o fluxo nos dois sentidos, construção viável em ampla gama de tamanhos, resistente à deformação, cargas e vibração; resistente à corrosão; tolera temperatura e pressão extremas. Entre as desvantagens: não é indicada em operações frequentes de abre e fecha, ocupa grande volume devido ao movimento de translação do obturador (Telles, 2001). Quando parcialmente aberta a válvula de gaveta geram perdas de carga elevadas e também laminagem da veia fluida, acompanhada muitas vezes de cavitação e violenta corrosão e erosão onde ela está instalada (Neto *et al.*, 2008; Telles, 2001)

A perda de carga é determinada baseado no coeficiente de carga. O coeficiente de carga localizado “K” para válvula de gaveta pode ser determinado por aproximações empíricas ou utilizando a técnica da Fluidodinâmica Computacional. Augusto e Cristianini, (2012) compararam valores numéricos com valores analíticos. Neto *et al.*, (2008) determinaram valores do coeficiente via aproximação empírica.

Os valores do coeficiente de carga localizado “K” para fluidos não Newtonianos em tubulações com válvula de gaveta foram avaliados por Ching-Yi e Pal (1998), os autores concluíram que o coeficiente é independente do tipo de solução e da concentração

Augusto e Cristianini (2012), Neto *et al.*, (2008); Souza *et al.*, (2009) apresentaram estudos com válvula de gaveta utilizando a técnica da fluido dinâmica computacional, onde foram indicados os perfis de velocidade e pressão. De-Sheng *et al.*, (2021) apresentaram estudo numérico e experimental da perda de carga para sistemas com válvula de gaveta considerando aberturas de válvula de 20%, 50% e 80%. Segundo os autores aberturas maiores a 50% apresentam baixo efeito na perda de carga, e aberturas menores a 20% apresentam efeitos do estrangulamento no fluxo de jato jusante mais violento com formação de vórtices e maiores turbulência.

É importante ressaltar que embora não seja recomendável a utilização da válvula gaveta parcialmente aberta em um sistema hidráulico. O objetivo da presente pesquisa foi quantificar no laboratório a perda de carga em uma bancada hidráulica, para isso foi utilizado como acessório de análise a válvula de gaveta com diferentes graus de abertura. No experimento foram avaliados a influência da vazão e da frequência da bomba no cálculo da perda de carga. Foi utilizado água como fluido de deslocamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em uma bancada didática construída pelo laboratório de hidráulica da UFMT, onde foi possível quantificar quedas de pressão, temperatura, tempo, vazão, velocidade, em conexões e em trechos onde a tubulação é contínua.

A bancada hidráulica esteve composta por tubos de PVC de vários diâmetros, conjunto motobomba; válvula de gaveta de alumínio, manômetros (de tubo e digitais), reservatório de água 2,0 m³, cronometro digital, recipiente 8 litros e termômetro de mercúrio. Os experimentos foram realizados em triplicata ao todo foram realizados 48 experimentos.

A Figura 1 apresenta a estrutura da bancada hidráulica utilizada no laboratório, as setas (de cor vermelho) representam o sentido do escoamento.

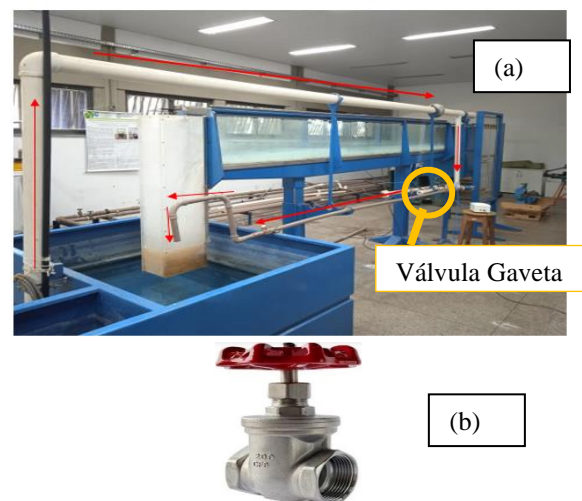


Figura 1: Bancada hidráulica (a) e Válvula de gaveta (b)

Com os dados obtidos no laboratório, foram elaboradas planilhas no Excel. A perdas de carga localizada para a válvula gaveta foi determinada com a Equação (1).

$$\Delta h = K * \frac{v^2}{2 * g} \quad (1)$$

Onde:

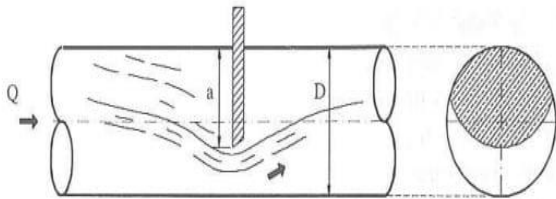
Δh : perda de carga localizada (m);

K: coeficiente de perda de carga localizado (ver Tabela 1)

v: velocidade média do escoamento (m/s);

g: aceleração da gravidade (m/s²).

A Figura 2 é uma tubulação tendo a válvula de gaveta, é possível consultar os valores do coeficiente K em função do grau de fechamento da válvula. Na Tabela 1, temos que o valor do coeficiente de perda de carga aumenta rapidamente com o grau de fechamento da válvula.



Fonte: Porto (2006)

Figura 2: Perfil do escoamento da válvula gaveta.

Tabela 1 – Valores de K para registro de gaveta parcialmente fechado

K	a/D
0,15	0
0,26	1/4
0,81	3/8
2,06	1/2
5,52	5/8
17,0	3/4
97,8	7/8

Fonte: Porto (2006)

A perda de carga distribuída é baseada na equação de Darcy-Weisbach, onde é utilizada a Equação 2, para determinar a perda de carga distribuída.

$$\Delta h = f * \frac{L * v^2}{D * 2 * g} \quad (2)$$

Onde:

f: fator de atrito;

L: comprimento da tubulação (m);

D: diâmetro interno da tubulação (m).

Para determinar a vazão volumétrica foi utilizada a Equação (3).

$$Q = \frac{\text{Volume (m}^3\text{)}}{\text{Tempo (s)}} \quad (3)$$

Para caracterizar o escoamento foi utilizado a Equação (4).

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\mu} \quad (4)$$

O fator de atrito foi determinado com a Equação (5) proposta por Blasius em 1947 válida para tubos lisos.

$$f = \frac{0,316}{Re^{0,28}} \quad (5)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como apresentados pela Figura 3 os resultados, inicialmente foi avaliada a influência da potência da bomba e da vazão para os diferentes graus de abertura da válvula gaveta. Observa-se maiores vazões do escoamento, para maiores potências de funcionamento. O grau de abertura da válvula também influencia na vazão volumétrica, tendo maiores aberturas temos maiores vazões.

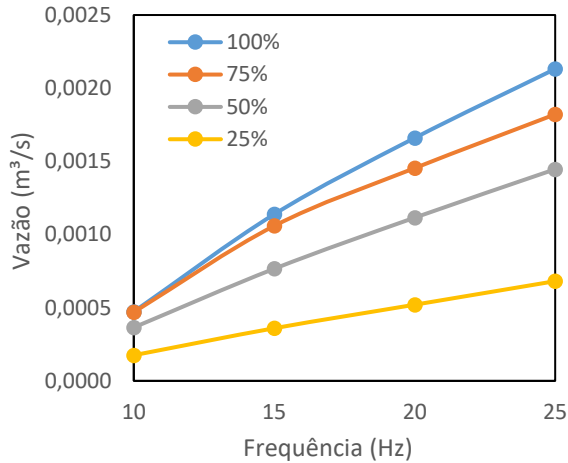


Figura 3: Vazão *versus* frequência da bomba para diferentes aberturas da válvula gaveta (100, 75, 50 e 25%).

Nas Figuras 4 é possível observar a variação na perda de carga distribuída para os diferentes graus de abertura da válvula de gaveta considerando diversas potências de funcionamento da bomba. Na figura 4 observa-se o perfil de acréscimo da perda de carga devido à redução da abertura da válvula. O incremento da potência da bomba favorece o incremento da perda de carga, por outro lado.

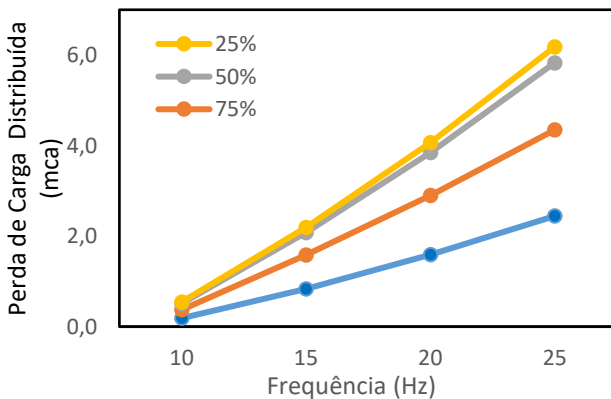


Figura 4: Perda de carga distribuída, versus frequência da bomba para diferentes aberturas da válvula gaveta (100, 75, 50 e 25%).

A Figura 5, são apresentadas as perdas de carga localizada para 100 e 75% de abertura da válvula gaveta. Os valores obtidos da perda de carga para válvula 100% aberta são semelhantes aos obtidos por Oliveira (2018), López (2012) e Gonçalves (2021). Válvula com 75% de abertura apresenta leve incremento da perda de carga.

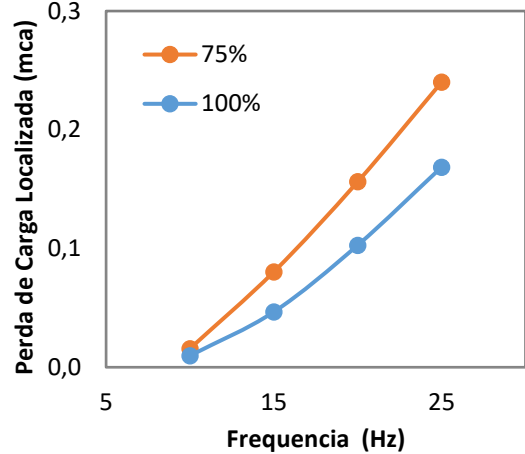


Figura 5: Perda de carga localizada considerando 100 e 50% de abertura da válvula de gaveta.

Nas Figuras 6 e 7 são apresentadas as perdas de carga para válvulas com aberturas de 50 e 25%, é possível observar que aberturas de 25% apresentam as maiores perdas de cargas.

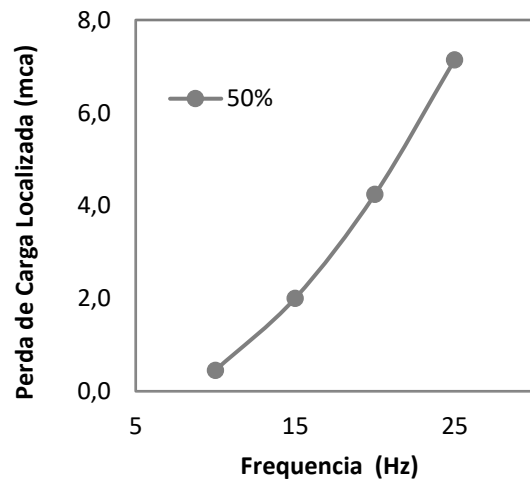


Figura 6: Perda de carga localizada considerando 50% de abertura da válvula de gaveta.

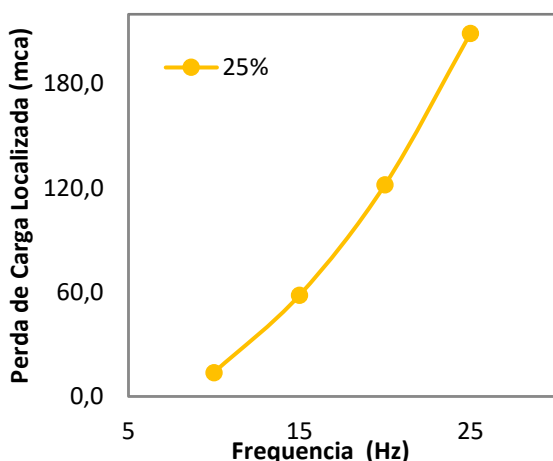


Figura 7: Perda de carga localizada considerando 25% de abertura da válvula de gaveta.

A perda de carga para a válvula com 25% de abertura se mostrou muito superior aos valores obtidos para 50, 75 e 100% de abertura, isso corrobora a desvantagem de uso das válvulas gaveta parcialmente abertas dado que apresenta incremento significativa no resultado da perda de carga. Esse comportamento foi comparado com os resultados experimentais disponíveis na literatura apresentados por De-sheng *et al.*, (2021) para válvula de gaveta. No estudo realizado por Gonçalves (2021), são apresentadas perdas de cargas para diversas aberturas da válvula, porém o autor não indicou o tipo de válvula utilizado no estudo.

A válvula do tipo gaveta é um acessório que deve ser utilizado completamente aberto ou completamente fechado como indica o manual do fabricante.

CONCLUSÃO

O intuito da presente pesquisa foi verificar o impacto da abertura parcial da válvula de gaveta na perda de carga localizada em uma bancada hidráulica didática.

Foi possível verificar o incremento da perda de carga para aberturas parciais da válvula de gaveta. Para aberturas de 75% e 50 % a perda de carga é baixa. Para válvula de gaveta com 25% de abertura foi observado incremento significativo da perda de carga. Os resultados corroboram a necessidade de uso da válvula gaveta completamente aberta ou completamente fechado.

REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, D. P.; CRISTIANINI, M. (2012) Using Computational Fluid Dynamics (CFD) for Evaluation of Fluid Flow Through a Gate Valve. Food Engineering: Vol. 8: Iss. 4, Article 21.
- AZEVEDO, N. J. (1998), Manual de hidráulica. 8. ed. São Paulo: Blücher.
- BAPTISTA, M. B. (2010), Fundamentos de engenharia hidráulica. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- BRUNETTI, F. (2008), Mecânica dos Fluidos. 2. ed. Pearson Prentice Hall.
- CHING-YI J. H. RAJINDER P. (1998) Pressure Losses in Globe and Gate Valves during Two-Phase Oil/ Water Emulsion Flow. Ind. Eng. Chem. Res. Vol. 37, p. 636-642
- DE-SHENG C., YONG-XIANG W., QI L., ZHE L., ZU-CHAO Z. WEI M. (2021). Study on the eccentric jet-flow characteristics induced by the opening regulation with a gate valve. Proc IMechE Part C: J Mechanical Engineering Science.
- GONÇALVES, J. R. (2021), estudo e análise de uma bancada de mecânica dos fluidos localizada na Universidade Federal Do Ceará – Campus RUSSAS. 54 p. TCC (Graduação).
- LOPEZ, M. G. (2012) Comparação de perdas de presión entre válvulas comerciales de distinto material. Universidad de San Carlos de Guatemala. 89 p. TCC (Graduação).
- NETO, H. J.; ALENCAR, S. H.; BERNARDES, M. E. C.; SILVA, F. G. B. (2008), Modelagem e simulação do comportamento de uma válvula de fluxo hidráulica com o uso de ferramenta de hidro informática, Revista Tecnologia, v.29, n.2, p.224-232, Fortaleza.
- PORTO, R. M. (2006), Hidráulica básica. 4. ed. São Carlos: EESC-USP.
- SOUZA, B. D.; ALVES, F. U; MARAT, V. V. (2009) Avaliação do escoamento de fluidos incompressíveis em tubulações usando CFD. VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Uberlândia, Minas Gerais.

- SOUZA, B. D.; ALVES, F. U; MARAT, V. V.
(2009) Avaliação do escoamento de fluidos incompressíveis em tubulações usando CFD. VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Uberlândia, Minas Gerais.
- TELLES, P. C. S. (2001), Tubulações Industriais: Materiais, Projeto, Montagem. Editora LTC.