

PERDA DE CARGA LOCALIZADA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODO EMPÍRICO E TEÓRICO

Marcos Vinicius Aguilar Botelho – marcos_vinicius.aguilar@hotmail.com
Faculdades Doctum de Caratinga
Rua João Pinheiro, nº 147, Centro
35300-037 – Caratinga – Minas Gerais

Matilde Gomes Gonçalves – matildegg2@gmail.com
Faculdades Doctum de Caratinga
Rua João Pinheiro, nº 147, Centro
35300-037 – Caratinga – Minas Gerais

Renato Martins Dias Filho – renatomartinsdiasfilho@gmail.com
Faculdades Doctum de Caratinga
Rua João Pinheiro, nº 147, Centro
35300-037 – Caratinga – Minas Gerais

Thaiane Moreira Eler – thaianemoreiraeler@gmail.com
Faculdades Doctum de Caratinga
Rua João Pinheiro, nº 147, Centro
35300-037 – Caratinga – Minas Gerais

Prof. Orientador MSc Reginaldo Eustaquio – reginaldo.eustaquio@doctum.edu.br
Faculdades Doctum de Caratinga
Rua João Pinheiro, nº 147, Centro
35300-037 – Caratinga – Minas Gerais

Resumo: *O presente trabalho técnico científico desenvolvido em laboratório de Mecânica dos Fluidos utilizando uma bancada de condutos fechados tem o objetivo de determinar o coeficiente de perda de carga localizada na presença de: registro de esfera em latão 03/4'', Registro de gaveta 03/4'' fixado em tubo de 03/4'', Filtro em Y de 03/4'' e Registro Globo 03/4'' fixado em tubo de 03/4''. O cálculo para se obter o valor análogo depende de coeficientes experimentais estabelecidos com análise dimensional e mensurados a partir de uma amostra estatística. Para a realização deste experimento utilizou-se de uma bancada hidráulica e um manômetro. Inicialmente, mede-se o diâmetro das tubulações e conectam-se as mangueiras do manômetro no medidor de Venturi para medição de pressão evitando sempre a admissão de ar. Após essa etapa, liga-se a bomba da bancada e observa-se a variação de pressão de acordo com a altura.*

Palavras-chave: *Perda de carga. Hidráulica. Condutos fechados.*

1 – INTRODUÇÃO

Perda de carga pode ser definida como sendo a perda de energia que o fluido sofre durante o escoamento em uma tubulação. É o atrito entre o fluido e a tubulação, quando o fluido está em movimento. Pode ser maior ou menor devido a alguns fatores tais como: o tipo de fluido (viscosidade do fluido), o tipo de material do tubo (um tubo com paredes rugosas causa, por exemplo, maior turbulência), o diâmetro do tubo e a quantidade de conexões e registros, existentes no trecho analisado. O estudo dessa variável é de suma importância para a construção civil visto que se necessita do conhecimento de tal para o correto dimensionamento e posicionamento de bombas, turbinas e acessórios em projetos hidráulicos. O objetivo do referido estudo é explanar conhecimentos previamente adquiridos em sala de aula e pesquisas bibliográficas com a intenção de mostrar os resultados empíricos e compará-los aos resultados teóricos.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Miguel Moreira (2007, p.3), a Equação de Bernoulli é utilizada, dentre as suas aplicações, para estimar a velocidade de um fluido ao longo de um conduto, bem como descrever seu comportamento. O Roteiro de experiência de laboratório “Perdas de carga distribuída e localizada em escoamento turbulento e medidores de vazão” publicado pela EPUSP (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo), complementa a ideia de Moreira, afirmando que o líquido ao escoar libera calor, dissipando desta forma parte de sua energia, sendo que esta não mais será restaurada em forma potencial e/ou cinética. Este processo é denominado como perda de carga. Para cálculo desta perda, adota-se que tal fator é dado pela diferença de carga entre o ponto inicial e o ponto final do trecho analisado, sendo influenciada diretamente pelo atrito existente ao longo da tubulação, tendo que este gera a diminuição da velocidade de escoamento. Por ora, Eliezer S. Gervásio (2002, p.6) conclui em sua obra que a Equação de Bernoulli está diretamente ligada ao cotidiano do engenheiro, ora nos processos de verificação e/ou experimentação laboratorial, ora no dimensionamento propriamente dito, sendo assim uma ferramenta de extrema importância para o engenheiro dentro do campo de projetos hidráulicos.

3 – METODOLOGIA

3.1 Materiais

- Bancada de hidráulica;
- Manômetro digital;
- Manual da Bancada de Hidráulica LD98D

3.2 Métodos

Os acessórios analisados neste trabalho foram: registro de esfera em latão 03/4” (Figura 1), registro de gaveta 03/4” (Figura 2) fixado em tubo de 03/4”, filtro em Y de 03/4” (Figura 3) e registro Globo 03/4” (Figura 4) fixado em tubo de 03/4”. Primeiramente ligou-se

a bancada para expulsão do ar presente na mesma. Consequente ao desligamento da bancada, acoplou-se a mangueira para medição da pressão nos manômetros e na extremidade da singularidade registro de esfera em latão 03/4". Ligou-se o sistema novamente e anotou-se a vazão e a diferença entre as pressões P1 (extremidade inicial) e P2 (extremidade final). O procedimento repetiu-se para os demais acessórios hidráulicos citados anteriormente. Em posse dos valores, realizou-se a previsão de P2 com o auxílio da equação de Bernoulli na presença de perda de carga para fins comparativos entre o campo teórico e prático.

Figura 1: Registro Esfera 3/4"



Fonte: Acervo do autor, 2017

Figura 2: Registro Gaveta 3/4"



Fonte: Acervo do autor, 2017

Figura 3: Filtro Y 3/4"



Fonte: Acervo do autor, 2017

Figura 4: Registro Pressão 3/4" (Globo)



Fonte: Acervo do autor, 2017

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 – Cálculo das velocidades

Através da fórmula da vazão descrita abaixo, isola-se “v” para encontrar a velocidade de escoamento.

$$Q = v \cdot A \quad (1)$$

Sendo: Q = vazão do conduto
 v = velocidade de escoamento
 A = área do conduto

- Registro gaveta 3/4":

$$\begin{aligned} 0,00111 &= v \cdot (3,14 \times 0,01^2) \\ 0,00111 &= v \cdot 0,000314 \\ v &= \frac{0,00111}{0,000314} = 3,54 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Registro esfera 3/4":

$$\begin{aligned} 0,00111 &= v \cdot (3,14 \times 0,01^2) \\ 0,00111 &= v \cdot 0,000314 \\ v &= \frac{0,00111}{0,000314} = 3,54 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Registro globo 3/4":

$$0,000417 = v \cdot (3,14 \times 0,01^2)$$

$$0,000417 = v \cdot 0,000314$$

$$v = \frac{0,000417}{0,000314} = 1,33 \text{ m/s}$$

- Filtro em Y 3/4":

$$0,000417 = v \cdot (3,14 \times 0,01^2)$$

$$0,000417 = v \cdot 0,000314$$

$$v = \frac{0,000417}{0,000314} = 1,33 \text{ m/s}$$

4.2 – Cálculo da perda de carga nas singularidades

Através da fórmula da perda de carga localizada descrita abaixo, encontra-se o valor de "hf"

$$hf = \frac{k_i \cdot v_i^2}{2g} \quad (2)$$

Sendo: hf = perda de carga, em m.c.a., entre dois pontos da tubulação
 ki = coeficiente empírico de perda de carga em peças especiais
 vi = velocidade média do fluxo (m/s)
 g = aceleração da gravidade (adotada 10 m/s² para simplificação)

- Registro gaveta 3/4":

$$hf = \frac{0,2 \cdot (3,54)^2}{20}$$

$$hf = 0,1253 \text{ m}$$

- Registro esfera 3/4":

$$hf = \frac{0,05 \cdot (3,54)^2}{20}$$

$$hf = 0,0313 \text{ m}$$

- Registro globo 3/4":

$$hf = \frac{10 \cdot (1,33)^2}{20}$$

$$hf = 0,8844 \text{ m}$$

- Filtro em Y 3/4":

$$hf = \frac{0,6 \cdot (1,33)^2}{20}$$

$$hf = 0,0531 \text{ m}$$

4.3 – Aplicação da equação de Bernoulli

Com os dados obtidos anteriormente, substitui-se as incógnitas da equação de Bernoulli, descrita abaixo, com o intuito de obter a pressão dinâmica no conduto.

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{v_1^2}{2g} - hf = z_2 + \frac{P_2}{\gamma_2} + \frac{v_2^2}{2g} \quad (3)$$

Sendo:

z_1 = altura do ponto 1

P_1 = pressão dinâmica no ponto 1

$\gamma_1 = \gamma_2$ = peso específico do fluido (adotado 10000 N/m³ para simplificação)

v_1 = velocidade do fluido no ponto 1 (m/s)

g = aceleração da gravidade (m/s²)

hf = perda de carga, em m.c.a., entre dois pontos da tubulação

z_2 = altura do ponto 2

P_2 = pressão dinâmica no ponto 2

v_2 = velocidade do fluido no ponto 2 (m/s)

☐ Considerando $z_1 = z_2$ e velocidade desprezível devido à curta distância, tem-se que:

- Registro gaveta 3/4":

$$\frac{48000}{10000} - 0,1253 = \frac{P_2}{10000}$$

$$P_2 = (4,8 - 0,1253) \times 10000 = 46747 \text{ Pa ou } \cong 46,75 \text{ Kpa}$$

- Registro esfera 3/4":

$$\frac{61000}{10000} - 0,0313 = \frac{P_2}{10000}$$

$$P_2 = (6,1 - 0,0313) \times 10000 = 60687 \text{ Pa ou } \cong 60,69 \text{ Kpa}$$

- Registro globo 3/4":

$$\frac{77000}{10000} - 0,8844 = \frac{P2}{10000}$$

$$P2 = (7,7 - 0,8844) \times 10000 = 68156 \text{ Pa ou } \cong 68,16 \text{ Kpa}$$

- Filtro em Y 3/4":

$$\frac{84000}{10000} - 0,0313 = \frac{P2}{10000}$$

$$P2 = (8,4 - 0,0313) \times 10000 = 83469 \text{ Pa ou } \cong 83,47 \text{ Kpa}$$

Após a elaboração do memorial de cálculo, pode-se observar grande diferença entre os conhecimentos teóricos e empíricos. Segundo os resultados obtidos pelos cálculos através da equação de Bernoulli, a variação de pressão seria demasiadamente menor que a que foi dada pelo manômetro digital.

Enquanto no campo teórico a pressão variou no máximo 10 Kpa, na prática a variação foi de mais de 70 Kpa, uma diferença de 700%.

5 – CONCLUSÃO

Após o estudo comparativo entre a teoria e a prática, a principal teoria desenvolvida é de que o manômetro digital utilizado em laboratório não foi devidamente calibrado, devido à grande diferença de pressão determinada pelo mesmo. Outra hipótese que pode ser levada em consideração é a velocidade com que houve aumento da rotação na tubulação: o rotâmetro (Figura 5) foi levado à máxima velocidade em poucos segundos, o que pode ter causado entrada de água no sistema, empurrando o mesmo para baixo, alterando assim a medição de vazão e consecutivamente os cálculos realizados.

Figura 5: Rotâmetro: aparelho utilizado para medição de vazão



Fonte: Acervo do autor, 2017

Analisando os resultados pode-se inferir que os objetivos propostos foram atingidos, pois, mesmo havendo uma grande diferença entre o campo teórico e empírico, foi possível desenvolver uma teoria que explique de maneira clara e objetiva o que ocorreu nesse acontecimento.

Agradecimentos

Ao professor Reginaldo Eustáquio pelas orientações e incentivo ao longo do trabalho, à Rede de Ensino DOCTUM pelo apoio e fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

EPUSP - Departamento de Engenharia Mecânica. **Perdas de carga distribuída e localizada em escoamento turbulento e medidores de vazão.** Disponível em: <http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5817712/LEQ%20I/PME2230.RL.Escoamento_Turbulento.Medidores_Vazao.site.pdf>. Acesso em: 23/06/2017.

GERVÁSIO, E. S. **Alteração no diâmetro e na perda de carga em tubos de polietileno submetidos a diferentes pressões.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.7, n.1, p.182-185, 2003.

MOREIRA, Miguel. **A equação de Bernoulli da Hidráulica.** Disponível em: <http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:1j0xUiD57CoJ:scholar.google.com/+A+Equa%C3%A7%C3%A3o+de+Bernoulli+da+Hidr%C3%A1ulica&hl=pt-BR&as_sdt=0,5>. Acesso em: 26/06/2017.

LOCAL LOAD LOSS: COMPARATIVE STUDY BETWEEN EMPIRICAL AND THEORETICAL METHOD

Abstract: *The present scientific technical work to be developed in a laboratory of Fluid Mechanics using a bench of closed conduits has the objective of determining the coefficient of localized loss of load in the presence of: registration of ball in brass 03/4 ", Register of 03/4 " drawer fixed in 03/4 " tube, 03/4 " Y Filter and 03/4 " Globe Drain fixed in 03/4 " tube. The calculation to obtain the analogue value depends on experimental coefficients established with dimensional analysis and measured from a statistical sample. For this experiment a hydraulic bench and a manometer were used. Initially, the diameter of the pipes is measured and the pressure gauge hoses are connected to the Venturi meter for pressure measurement, always avoiding air intake. After this step, the bench pump is switched on and the pressure variation according to height is observed.*

Keywords: *Loss of load. Hydraulics. Conduits closed.*