



Felipe Alexander Julio

Gabriela Nunes

Marcus Bruno Fernandes Silva

Pétrus Damasceno

**DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA POR  
ACESSÓRIOS**

**LAVRAS – MG**

**2017**



FELIPE ALEXANDER JULIO  
GABRIELA NUNES  
MARCUS BRUNO FERNANDES SILVA  
PÉTRUS DAMASCENO

**DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA POR ACESSÓRIOS**

Pré-projeto entregue e apresentado à Professora  
Renata de A. B. L. Corrêa como requisito da  
disciplina GNE334.

Professora Renata de A. B. L. Corrêa  
Orientadora

**LAVRAS – MG**

**2017**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>Referencial Teórico . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>Aplicabilidade . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Motivação . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Descrição do Projeto . . . . .</b>	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>Materiais Utilizados . . . . .</b>	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>Montagem . . . . .</b>	<b>9</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>11</b>

## INTRODUÇÃO

### 1.1 Referencial Teórico

Segundo Munson, Young e Okiish (2004) “a mecânica dos fluidos é a parte da mecânica aplicada que se dedica à análise do comportamento dos líquidos e gases, tanto em equilíbrio quanto em movimento. Obviamente, o escopo da mecânica dos fluidos abrange um vasto conjunto de problemas.”

Na análise do escoamento de fluidos é necessário o balanço de massa e de momento para desenvolvimento de equações apropriadas aos fenômenos a serem analisados (Cremasco 2014). A descrição matemática da fluidodinâmica é dada pelas equações de massa (1.1) e equações do movimento (1.2).

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \rho \mathbf{u} = 0 \quad (1.1)$$

$$\rho \left( \frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \vec{\nabla} \rho \mathbf{u} \right) = \rho \vec{\nabla} \varphi - \vec{\nabla} P + \vec{\nabla} \cdot \boldsymbol{\tau} \quad (1.2)$$

onde  $\rho$  é a massa específica do fluido,  $\mathbf{u}$  é a sua velocidade,  $\vec{\nabla} \varphi$  é o vetor intensidade do campo,  $\vec{\nabla} P$  é o gradiente de pressão e  $\boldsymbol{\tau}$  é a tensão extra, dinâmica ou viscosa.

Ao manipular as equações (1.1) e (1.2), considerando que o fluido se encontra em regime permanente, é invíscido e incompressível, chega-se a equação simplificada para a energia mecânica:

$$\left( z + \frac{P}{\rho g} + \frac{u^2}{2g} \right)_1 = \left( z + \frac{P}{\rho g} + \frac{u^2}{2g} \right)_2 + h_L \quad (1.3)$$

onde os subíndices 1 e 2 indicam dois pontos de escoamento distintos, e  $h_L$  é a perda de carga dada em unidades de comprimento.

Conforme Cremasco (2014), um fluido em um sistema de escoamento que apresente acessórios estará sujeito a uma perda de carga, uma vez que, segundo o

autor, quando o fluido entra em contato com um acessório ocorre a separação de uma camada do escoamento, formando correntes turbulentas que dissipam energia mecânica. Essa energia dissipada representa a conversão irreversível de energia mecânica em energia térmica não desejada e a perda de energia por transferência de calor (Fox, McDonald e Pritchard 2014).

A perda de carga oriunda de um acessório em um sistema de escoamento é definida por meio da equação:

$$h_L = k_f \frac{u^2}{2g} \quad (1.4)$$

onde  $k_f$  é o coeficiente de perda de carga localizada característico do acessório,  $u$  é a velocidade média do fluido e  $g$  é a aceleração local da gravidade.

Ainda conforme o autor,  $k_f$  é constante apenas em regime turbulento. Podem ser encontradas na literatura tabelas que apresentam os valores de  $k_f$  para válvulas e acessórios específicos.

De acordo com Potter, Wiggert e Ramadan (2015), o regime turbulento é caracterizado pelo movimento aleatório das partículas do fluido na trajetória do escoamento. Tal regime pode ser previsto por um número adimensional denominado por número de Reynolds, o qual é calculado, para tubulações cilíndricas, conforme:

$$Re = \frac{uD}{\nu} \quad (1.5)$$

onde  $D$  é o diâmetro característico da tubulação e  $\nu$  é a viscosidade cinemática do fluido.

Ainda conforme Potter, Wiggert e Ramadan (2015), valores para o número de Reynolds acima de 2000 são características de um escoamento em regime turbulento, sendo este o valor mínimo usado na maioria das aplicações em engenharia. Entretanto, tal valor pode variar em decorrência da geometria e da rugosidade das paredes da tubulação.

Portanto, além do cálculo adimensional, pode ser realizada uma análise qualitativa por meio do despejo de partículas corantes na corrente de escoamento, avaliando se ocorre uma mistura imediata, ou não. Caso não, o regime é laminar.

## **1.2 Aplicabilidade**

O cálculo da perda de carga é necessário em qualquer tipo de planejamento e instalação de tubulações, uma vez que o mesmo está relacionado diretamente com o material utilizado e as características da tubulação.

Algumas situações que requerem uma análise da perda de carga podem ser exemplificadas como: possível cavitação em bombas, danos à tubulação de edifícios, insuficiência na captação de água e/ou esgoto para tratamento e controle de fluxo em reatores e outros equipamentos da indústria química.

## **1.3 Objetivos**

O objetivo desse projeto é determinar a perda de carga e o coeficiente de perda de carga localizada em um tubo conectado a dois reservatórios com um fluxo de água constante através de acessórios (individualmente) como registros e cotovelos a partir da variação de pressão entre os pontos anterior e posterior aos acessórios.





## MOTIVAÇÃO

Para o desenvolvimento de um projeto industrial que envolva transporte de fluidos é necessário o conhecimento do estado energético-mecânico do fluido para que o mesmo possa ser deslocado conforme a necessidade do sistema. Avaliando, neste caso, a necessidade ou não da utilização de sistemas fluidomecânicos (bombas, compressores, por exemplo).

A aferição do estado energético-mecânico do fluido em um determinado ponto de uma tubulação, por exemplo, requer a investigação precisa dos pontos na tubulação por onde passou e o estado inicial do mesmo. Desta forma, elencar-se-á as perdas de carga envolvidas durante o processo e, poder-se-á, então, determinar o estado de um fluido em um ponto e avaliar se será necessário a injeção, ou remoção, de carga (energia) ao sistema. A presença de acessórios em uma tubulação é quase que inevitável, seja por necessidades de otimização de espaço, seja por segurança ou por qualquer outro motivo que seja necessária a instalação de uma válvula, por exemplo. Portanto, a investigação da perda de carga em um escoamento é vital ao desenvolvimento de um projeto que atenda, com qualidade e segurança, o objetivo do sistema.



## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### 3.1 Materiais Utilizados

Tabela 3.1 – Custos

Material	Valor (R\$)
Adaptador (conexão entre balde e cano)	1,00 - 5,00
Baldes	20,00 - 30,00
Canos PVC	25,00 - 50,00
Cola Durepoxi	10,00 - 20,00
Cotovelos 90°	1,00 - 5,00
Cronômetro	10,00 - 20,00
Registro rosqueável	30,00 - 50,00
Suportes para a estrutura (madeira)	20,00 - 50,00
Trena	10,00 - 15,00
Tubos transparentes (manômetro)	15,00 - 20,00
Válvula esférica	30,00 - 50,00
<b>TOTAL</b>	<b>172,00 - 315,00</b>

### 3.2 Montagem

A estrutura se inicia com um recipiente posicionado a uma elevação considerável do nível convencionado como  $z = 0$ . Esse recipiente será um balde de alta capacidade volumétrica, o qual possuirá um “ladrão” na sua cota máxima, afim de evitar-se transbordamento do fluido excedente e também estará ligado, em sua parte inferior, à tubulação de PVC através de um adaptador, e após essa conexão será instalado um registro para controle da saída do fluido. A seguir, a tubulação fará uma curva de 90°, descendo até o nível  $z = 0$ , onde fará uma nova curva de 90° e prosseguirá reta até o local onde será acoplado o acessório escolhido. Inicialmente, será analisada a perda de carga em uma válvula esférica e para tal é necessário medir a diferença de pressão no tubo antes e depois da válvula, com o auxílio de um manômetro.

Manômetros são instrumentos utilizados para determinação da diferença de pressão entre dois pontos de um fluido através da diferença de elevação entre estes dois pontos. Dessa forma, o manômetro será constituído de dois tubos transparentes acoplados ao tubo de PVC, um deles um pouco antes da válvula e o outro um pouco depois. Nesses tubos serão medidas as colunas de líquido.

Em seguida, a estrutura irá terminar com a tubulação despejando o fluido em um outro recipiente de capacidade volumétrica conhecida de forma que, através da cronometragem do tempo que esse recipiente leva para completar seu volume, seja possível determinar a vazão volumétrica.

## REFERÊNCIAS

- 1 MUNSON, B. R.; YOUNG, D. F.; OKIISHI, T. H. **Fundamentos da Mecânica dos Fluidos**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2004.
- 2 CREMASCO, M. A. **Operações Unitárias em Sistemas Particulados e Fluidomecânicos**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2014.
- 3 FOX, R. W.; MCDONALD, A. T.; PRITCHARD, P. J. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 8. ed. São Paulo: LTC, 2014.
- 4 POTTER, M. C.; WIGGERT, D. C.; RAMADAN, B. H. **Mecânica dos Fluidos**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.