



Laboratório de Engenharia Química I

Prof. Geronimo V. Tagliaferro

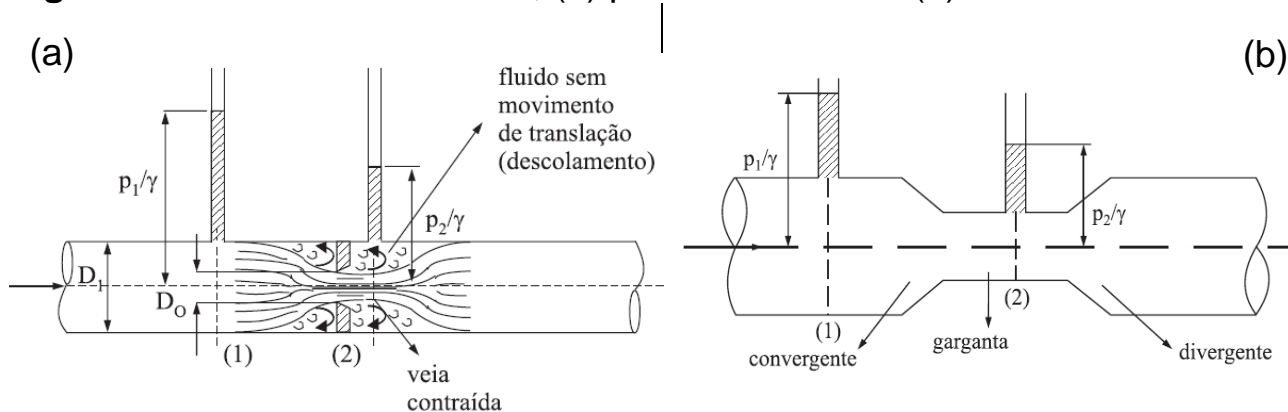
Prática 2

Medidas de Vazão em Líquidos: determinação da vazão com utilização de placa de orifício, Venturi e rotâmetro

Introdução

A medição de vazão de fluidos está presente a todo o momento em nosso dia, como exemplo o hidrômetro das residências, o marcador de uma bomba de combustível nos veículos, etc. Os medidores de vazão são fundamentais nas estratégias econômicas dos processos industriais, pois, são utilizados para o controle do processo, análise e garantia de qualidade, produtividade; segurança; análise de eficiência, perdas e rendimento; balanço de massa, balanço de energia; transações comerciais, medições contábeis, etc. Dessa forma, a vazão pode ser definida como sendo a quantidade volumétrica ou mássica de um fluido que escoar através de uma seção de uma tubulação ou canal por unidade de tempo. Existem três tipos fundamentais de medidores de vazão: indiretos, diretos e especiais. Em nossa prática será trabalhado o conceito indireto de medição com os medidores tubo de venturi, placa de orifício e rotâmetro. Os medidores tubo de venturi e placa de orifício, utilizam os conceitos de perda de carga variável e área constante (Fig 1), já o rotâmetro, tem perda de carga constante e área variável.

Figura 1 – Medidores de vazão, (a) placa de orifício e (b) tubo de venturi



Como a vazão será proporcional à perda de carga entre os pontos (1) e (2), devido à conservação da energia e massa, a equação de Bernoulli e da continuidade pode ser utilizada para medir a vazão em relação à diferença de pressão nesses pontos.

Objetivo: Aplicar os conceitos da perda de carga na medição da vazão, utilizando a conservação da energia e massa. Calibrar os medidores de placa de orifício, tubo de venturi e rotâmetro.



Materiais: Balde, cronômetro e aparato experimental. Fluido do processo água.

Dados: Placa de orifício, $d_{po} = 12 \text{ mm}$ e $D_{po} = 26 \text{ mm}$
Tubo de venturi, $d_{ve} = 10 \text{ mm}$ e $D_{ve} = 26 \text{ mm}$

Procedimento experimental:

Passo 1 – Medir a massa do balde e a temperatura da água no reservatório do aparato experimental.

$m_{balde} =$

$T_{\text{água}} =$

Passo 2 – Calibrar o medidor rotâmetro. Abrir as válvulas de trajeto, ajustar as válvulas para a recirculação, ligar a bomba do sistema, ajustar a válvula de vazão para a menor vazão 6,5 l/min. Medir a diferença de pressão no manômetro. Abrir a válvula de coleta da massa de água, coletar água no balde por um determinado tempo (10 s), fechar a válvula e medir a massa de água coletada. Repetir o processo três vezes. Fazer esse procedimento para outras vazões até a vazão máxima de 65 l/min. Obs: Anotar os dados na Tabela 1.

Passo 2 – Calibrar os medidores de placa de orifício e tubo de venturi utilizando o medidor rotâmetro. Ajustar as válvulas de trajeto para medidor de placa de orifício, ligar a bomba do sistema, ajustar a válvula de vazão para a menor vazão 6,5 l/min. Medir a diferença de pressão no manômetro. Abrir a válvula de coleta da massa de água, coletar água no balde por um determinado tempo (10 s), fechar a válvula e medir a massa de água coletada. Repetir o processo três vezes. Fazer esse procedimento para outras vazões até a vazão máxima de 65 l/min. Obs: Anotar os dados na Tabela 2. O aparato experimental está na figura 2.

Figura 2 – Aparato experimental

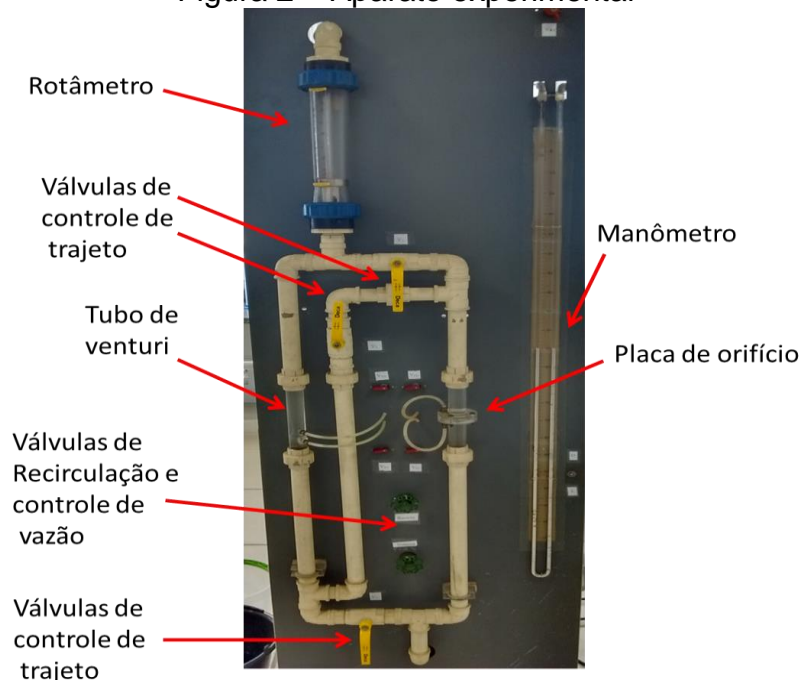




Tabela 1 – Dados de calibração do rotâmetro

Q (l/min)	Tempo (s)	Massa (kg)	cmHg ₁	cmHg ₂
6,5				
10				
20				
30				
40				
50				
60				
65				

Equação:

A vazão $Q = \alpha(\Delta p)^\beta$ sendo: α e β - constantes do equipamento.

Placa de orifício: $Q = kA_0\sqrt{2g\left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma}\right)}$ sendo $k = 0,64$ a constante do tubo e A_0 – área do orifício.

Tubo de venturi: $Q = \frac{CA_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4}}\sqrt{2g\left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma}\right)}$ sendo $C = 0,97$ a constante do

tubo e A_2 – área da garganta



Tabela 2 – Dados de calibração dos medidores placa de orifício e tubo de venturi

Q (l/min)	Tubo de venturi				Placa de orifício			
	Tempo (s)	Massa (kg)	cmHg ₁	cmHg ₂	Tempo (s)	Massa (kg)	cmHg ₁	cmHg ₂
6,5								
10								
20								
30								
40								
50								
60								
65								

O relatório deverá conter:

- Faça as curvas de Δp (y) em função da Q (vazão) (x) com os dados de calibração dos medidores.
- Comparar os valores experimentais de vazão com valores estimados para os dispositivos tendo como base suas dimensões, a diferença de pressão e as equações de conservação da massa e de energia. Usar as equações acima.
- Determinar a constantes β e α da placa de orifício e do tubo de venturi linearizando a equação proposta.
- Discutir os resultados.