



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas

Cursos de Engenharias

**PRÁTICA N° 3: Um Estudo de Calibração do Rotâmetro e da Queda de Pressão
em Venturi e Placa de Orifício**

Isaac Miranda Camargos	201810484
Naely Garcia Medeiros	202010470
Nataly Souza Moura	202011285
Nicole Maia Argondizzi	201811344

Disciplina: Laboratório de Engenharia Química 1
Professor(a): Marcelo Bacci da Silva

Uberaba - MG

2023

Isaac Miranda Camargos

Naely Garcia Medeiros

Nátaly Souza Moura

Nicole Maia Argondizzi

PRÁTICA N° 3: Um Estudo de Calibração do Rotâmetro e da Queda de Pressão em Venturi e Placa de Orifício

Relatório destinado para a disciplina de Laboratório de Engenharia Química 1 do 6° período do curso de Engenharia Química para fins avaliativos do prof. Dr. Marcelo Bacci da Silva.

Uberaba - MG

2023

RESUMO

O relatório aborda os diferentes tipos de medidores de vazão, que são dispositivos usados para medir o fluxo de líquidos, gases ou vapor em uma tubulação. Os tipos de medidores de vazão incluem medidores de vazão de rotor, medidores de vazão de turbina, medidores de vazão de fluxo positivo, medidores de vazão de massa e medidores de vazão de velocidade. Cada tipo de medidor de vazão é adequado para medir fluxos específicos e em diferentes condições de operação. Os medidores de vazão são usados em uma variedade de aplicações, incluindo indústrias de processamento, água e esgoto, petróleo e gás, mineração e geração de energia. O relatório descreve como os medidores de vazão de rotor e de turbina funcionam, e como o medidor de vazão tipo Venturi e o medidor de vazão tipo placa de orifício funcionam como medidores de vazão de pressão diferencial. Também são discutidas as vantagens e desvantagens de cada tipo de medidor de vazão e como escolher o medidor de vazão certo para uma determinada aplicação.

Palavras-chave: Calibração; Venturi; Placa de Orifício; Rotâmetro; Queda de Pressão;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	6
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	8
6 CONCLUSÃO	11

1 INTRODUÇÃO

Os medidores de vazão são dispositivos utilizados para medir o fluxo de líquidos, gases ou vapor em uma tubulação. Existem diferentes tipos de medidores de vazão, cada um adequado para medir fluxos específicos e em diferentes condições de operação. Os medidores de vazão mais comuns incluem medidores de vazão de rotor, medidores de vazão de turbina, medidores de vazão de fluxo positivo, medidores de vazão de massa e medidores de vazão de velocidade. Esses dispositivos são utilizados em uma variedade de aplicações, incluindo indústrias de processamento, água e esgoto, petróleo e gás, mineração e geração de energia. Este relatório abordará os diferentes tipos de medidores de vazão, suas aplicações e como eles funcionam. Também discutiremos as vantagens e desvantagens de cada tipo de medidor de vazão e como escolher o medidor de vazão certo para uma determinada aplicação.

Os medidores de vazão de rotor, também conhecidos como medidores de vazão de disco ou medidores de vazão de roda, utilizam um rotor que gira dentro de uma câmara de medida. A velocidade de rotação do rotor é proporcional ao fluxo de líquido, gás ou vapor através da tubulação. Esses medidores são ideais para aplicações com fluxos baixos a moderados e são comumente usados em sistemas de água e esgoto, indústrias de processamento e sistemas de refrigeração.

Os medidores de vazão de turbina utilizam uma turbina que gira dentro de uma câmara de medida. A velocidade de rotação da turbina é proporcional ao fluxo de líquido, gás ou vapor através da tubulação. Esses medidores são ideais para aplicações com fluxos moderados a altos e são comumente usados em indústrias petrolíferas e de gás, indústrias químicas e sistemas de geração de energia.

O medidor de vazão tipo Venturi é um medidor de vazão de pressão diferencial que utiliza o princípio da contração e expansão de um fluxo para medir a vazão. Ele consiste em uma tubulação com uma seção constrita (a chamada "seção de Venturi") seguida de uma seção expandida. Quando o fluido passa pela seção constrita, sua velocidade aumenta e sua pressão diminui, criando uma diferença de pressão entre a entrada e a saída do medidor. Essa diferença de pressão é proporcional à vazão do fluido e pode ser medida com sensores de pressão. O medidor tipo Venturi é amplamente utilizado em aplicações de gás e vapor, especialmente em sistemas de processamento e indústrias químicas.

O medidor de vazão tipo placa de orifício é um medidor de vazão de pressão diferencial que também utiliza o princípio da contração e expansão de um fluxo para medir a vazão. Ele consiste em uma placa com um orifício precisamente usinado instalado na tubulação. Quando o fluido passa pelo orifício, sua velocidade aumenta e sua pressão diminui, criando uma diferença de pressão entre a entrada e a saída do medidor. Essa diferença de pressão é proporcional à vazão do fluido e pode ser medida com sensores de pressão. O medidor tipo placa de orifício é amplamente utilizado em aplicações de líquido, especialmente em sistemas de água e esgoto, indústrias de processamento e sistemas de refrigeração.

2 OBJETIVOS

Na realização deste experimento objetivou-se:

- Determinar a curva de calibração do rotâmetro.
- Estabelecer a relação queda de pressão no venturi e a vazão da bomba.
- Identificar a relação queda de pressão na placa de orifício e a vazão da bomba.
- Por último, utilizar os resultados obtidos para melhorar a precisão das medições de vazão.

Para tal, serão realizadas regressões lineares e ajustes de curvas.

3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Caixa d'água de 100 litros
- Bomba centrífuga (3/4 HP)
- Medidor de vazão tipo Venturi
- Medidor de vazão tipo placa de orifício confeccionados em acrílico
- Rotâmetro comercial (CONAUT) com um corpo acrílico, interligados por um sistema de tubos de PVC de 1"
- Manômetro diferencial tipo tubo em "U" confeccionado em vidro, tendo como fluidos manométricos Hg e H_2O .

4 METODOLOGIA

1. Encher o reservatório com água limpa até aproximadamente 5 cm do seu nível máximo.
2. Abrir totalmente as válvulas do tipo gaveta ($V_{Sistema}$ e $V_{Reciclo}$) e posicionar as válvulas do tipo esfera V_1, V_2, V_3 na posição aberta (perpendicularmente à tubulação).
3. Posicionar a válvula V e as válvulas localizadas na parte traseira do equipamento na posição aberta (vertical).
4. Posicionar o aparelho "tipo manivela" para que o fluxo de água seja despejado no reservatório.
5. Ligar o equipamento posicionando o seletor em liga (L) - para cima.

6. Retirar bolhas de ar do sistema:
 - 6.1. Com o equipamento funcionando, fechar totalmente a válvula $V_{Reciclo}$, girando-a no sentido horário, fazendo com que a vazão no sistema seja máxima.
 - 6.2. Verificar as mangueiras plásticas na parte traseira do equipamento e certificar se as bolhas de ar estão deixando o sistema.
 - 6.3. Abrir totalmente as válvulas $V_{Reciclo}$ e $V_{Sistema}$.
7. Calibrar os medidores tipo Venturi e placa de orifício, obtendo as constantes das equações que relacionam Q com $P^{\frac{1}{2}}$.
8. Estabelecer uma dada vazão volumétrica (Q) no sistema manipulando as válvulas $V_{Reciclo}$ e $V_{Sistema}$.
9. Medir a vazão mássica (W) de água através do sistema com o auxílio de um recipiente (balde) e de um cronômetro, e medir a temperatura da água (T) através de um termômetro.
10. Pesquisar em literaturas a densidade (ρ) da água a partir da temperatura medida.
11. Obter a vazão volumétrica (Q) dividindo a vazão mássica (W) pela densidade da água (ρ) na temperatura medida.
12. Medir as quedas ou diferenças de pressão (ΔP) através das medidas do desnível entre os meniscos (Δp) do manômetro.
13. Comparar os valores obtidos experimentalmente com os valores medidos pelos medidores Venturi, placa de orifício e rotâmetro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Iniciado os experimentos, água foi coletada em um balde em um tempo cronometrado e, por meio do cálculo da vazão média, foram obtidos os seguintes dados:

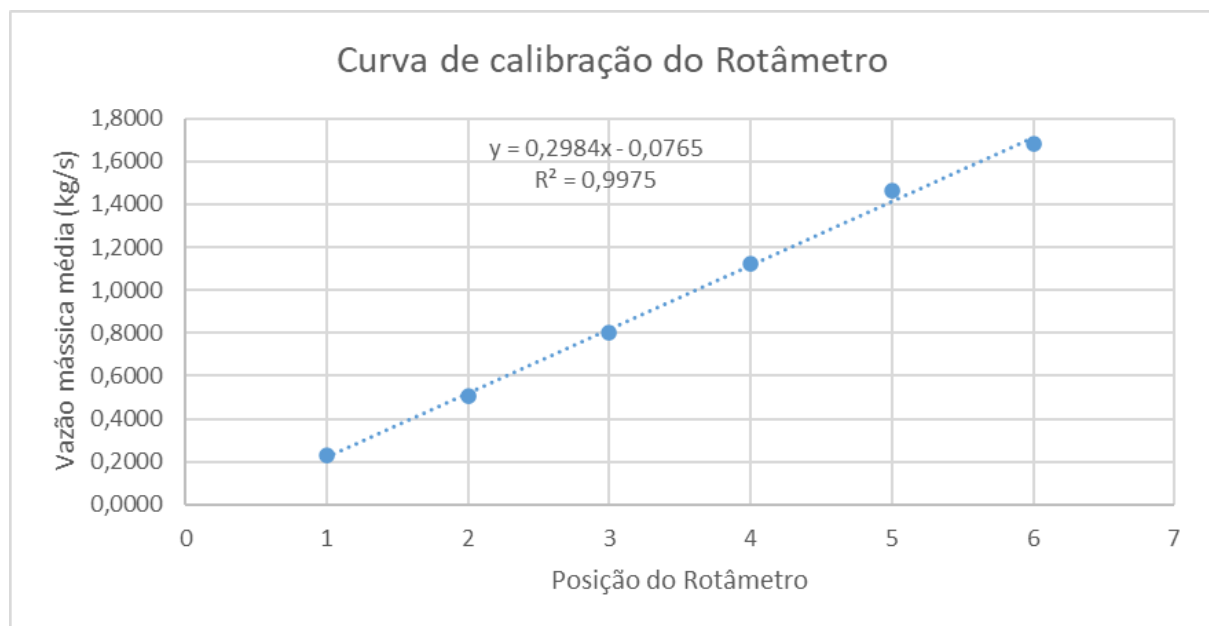
Tabela 1: Coletando Dados de Vazão Mássica Média por Meio de Medidas de Rotâmetro.

Rotâmetro	1	2	3	4	5	6
Vazão mássica média (kg/s)	0,23224	0,50439	0,80162	1,12508	1,46156	1,68195

Fonte: Dos Autores, 2023.

Na sequência foi determinada a regressão linear da (vazão mássica média x posição do Rotâmetro), curva de calibração do Rotâmetro, para que fosse possível estimar a vazão do sistema por meio da equação do gráfico 1.

Gráfico 1: Posição do Rotâmetro versus Vazão Mássica (kg/s).



Fonte: Dos Autores, 2023.

E a equação obtida foi:

$$y = 0,2984x - 0,0765 \quad (1)$$

Onde:

- y: Vazão real (kg/s)
- x: Posição do Rotâmetro

Determinada a curva de calibração do Rotâmetro, foi determinada a diferença de pressão na Placa de orifício e no Venturi, por meio de uma manômetro tubo em U preenchido com mercúrio e utilizando a equação 2, assim obtendo os dados para a placa de orifício e para a placa de venturi.

$$\Delta P = (p_{Hg} - p_{H2O})g\Delta h \quad (2)$$

Tabela 2: Dados obtidos para a placa de orifício.

Δh (m)	ΔP (pascal)	Rotâmetro
1,165	20291,76	3
0,281	34557,48	4
0,425	52266,66	5

Fonte: Dos Autores, 2023.

Tabela 3: Dados obtidos para o Venturi.

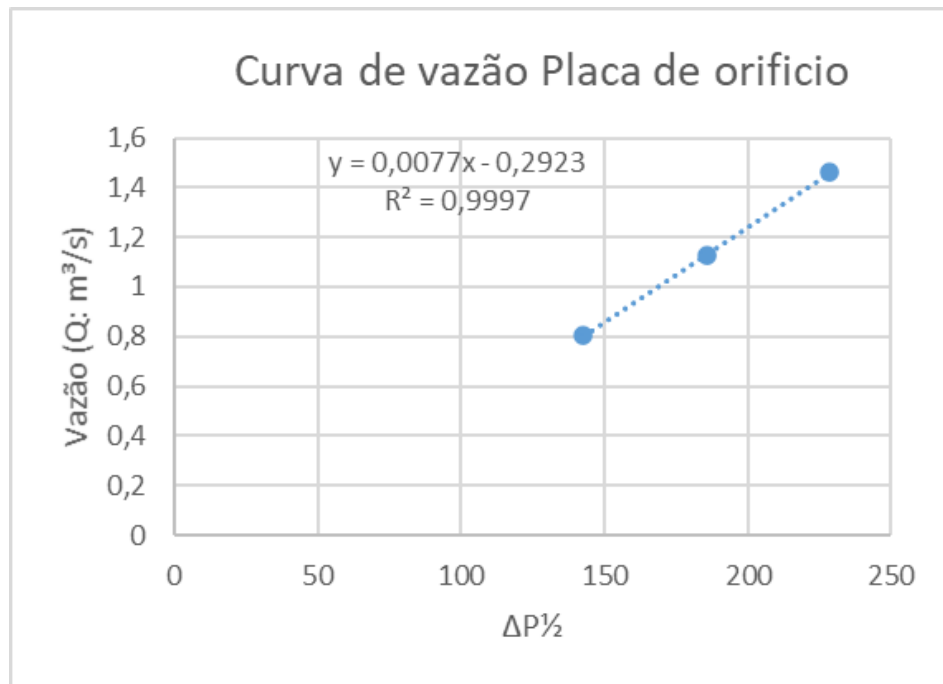
Δh (m)	ΔP (pascal)	Rotâmetro
1,152	18693,01	3
0,27	33204,70	4
0,42	51651,76	5

Fonte: Dos Autores, 2023.

Então, por fim, para melhorar a precisão nas medidas de vazão, se relacionou a queda de pressão medida com a vazão mássica do sistema, pela expressão:

$$Q = a * \Delta P^{1/2} + b \quad (3)$$

Gráfico 2: Curva de vazão da placa de orifício em relação a queda de pressão.



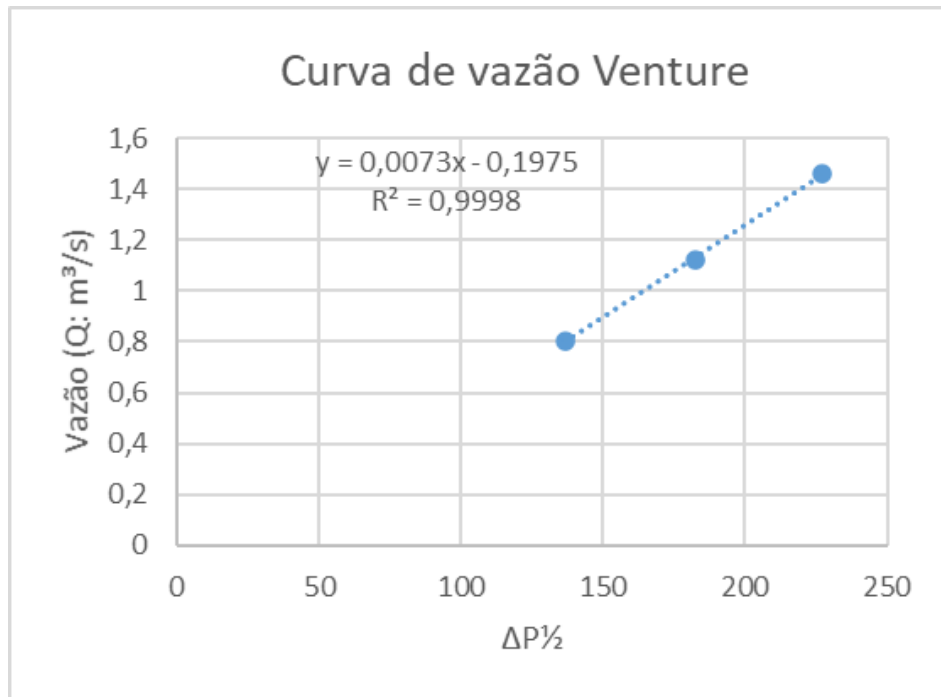
Fonte: Dos Autores, 2023.

E a equação obtida foi:

$$y = 0,0077x - 0,2923 \quad (4)$$

Sendo y a vazão e X a queda de pressão.

Gráfico 3: Curva de vazão do Venturi em relação a queda de pressão.



Fonte: Dos Autores, 2023.

E a equação obtida foi:

$$y = 0,0073x - 0,1975 \quad (5)$$

Sendo y a vazão e X a queda de pressão.

6 CONCLUSÃO

Nesse experimento, objetivou-se estabelecer a relação entre a queda de pressão e a vazão da bomba em um sistema de medição de vazão, por meio de medidores Venturi, placa de orifício e rotâmetro. Para isso, foram realizadas regressões lineares e ajustes de curvas. Os resultados experimentais foram comparados com os valores medidos pelos medidores. Foi possível determinar a curva de calibração do rotâmetro, estabelecer a relação queda de pressão no Venturi e a vazão da bomba, identificar a relação queda de pressão na placa de orifício e a vazão da bomba, e utilizar os resultados para melhorar a precisão das medições de vazão. Com esses resultados, é possível aprimorar a compreensão do sistema de medição de vazão e, conseqüentemente, obter medições mais precisas e confiáveis.

REFERÊNCIAS

BIRD, R. B.; STEWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N. **Fenômenos de Transporte**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2a Edição, 2012.

WHITE, F. M. **Mecânica dos Fluidos**. Porto Alegre: McGraw-Hill, Bookman, AMGH Editora Ltda, 6a Edição, 2011.