



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas

Cursos de Engenharias

PRÁTICA N° 4: Fator de atrito em tubos de seção circular.

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°4 : Fator de atrito em tubos de seção circular.

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 presente relatório aborda o cálculo do fator de atrito em tubos de seção circular, uma variável crucial para entender a dinâmica dos fluidos e a perda de carga em sistemas de tubulação. Através da aplicação de equações como Bernoulli, Darcy-Weisbach e Colebrook-White, foi possível determinar o fator de atrito para diferentes tubos e condições de escoamento. Os resultados obtidos estão de acordo com a literatura e demonstram a importância de compreender o fator de atrito no projeto e dimensionamento de sistemas de tubulação, bem como em simulações numéricas de escoamento.

Palavras-chave: Fator de atrito; Tubos de seção circular; Dinâmica dos fluidos; Perda de carga; Equações de Bernoulli;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 OBJETIVOS	5
3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	5
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	7
6 CONCLUSÃO	7
REFERÊNCIAS	8

1 INTRODUÇÃO

O fator de atrito em tubos de seção circular é uma medida da resistência oferecida pelo fluido à sua passagem através do tubo. É uma grandeza importante em problemas de dinâmica dos fluidos, pois afeta diretamente a perda de carga no escoamento de fluidos em tubulações.

O fator de atrito depende de diversos fatores, como a rugosidade interna da parede do tubo, a velocidade do fluido, a viscosidade do fluido e a geometria do tubo. Em tubos de seção circular, o fator de atrito pode ser calculado por meio de equações empíricas ou por meio de soluções analíticas para o escoamento laminar ou turbulento.

No caso do escoamento laminar, o fator de atrito é dado por uma fórmula analítica conhecida como a Lei de Poiseuille. Já para o escoamento turbulento, existem diversas equações empíricas que podem ser utilizadas, sendo a mais comum a Equação de Colebrook-White, que relaciona o fator de atrito com a rugosidade da parede, o diâmetro interno do tubo e a velocidade do fluido.

O conhecimento do fator de atrito é fundamental para o projeto e dimensionamento de sistemas de tubulação, pois permite estimar as perdas de carga e as pressões ao longo do sistema. Além disso, o fator de atrito também pode ser utilizado em simulações numéricas de escoamento para prever a distribuição de velocidades e pressões em sistemas de tubulação.

2 OBJETIVOS

Determinar o valor do fator de atrito para tubos de seção circular com diferentes comprimentos e diâmetros internos.

3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

1. Módulo didático de **“Fator de Atrito em Dutos de Seção Circular”**.
2. Balança.
3. Balde de 60 litros.
4. Cronômetro.
5. Termômetro.

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para calcular o fator de atrito nos tubos de seção circular envolveu a aplicação das equações de Bernoulli, Darcy-Weisbach e Colebrook-White.

A equação de Bernoulli é utilizada para relacionar a energia cinética, potencial e de pressão ao longo do escoamento do fluido (White, 2011). Portanto foi aplicado a equação de *Bernoulli* entre dois pontos do escoamento para determinar a perda de carga (Δh):

$$\Delta h = (p_1 - p_2) / (\rho g) + v_1^2 / (2g) - v_2^2 / (2g) + z_1 - z_2 \quad (1)$$

onde p_1 e p_2 são as pressões nos pontos 1 e 2, ρ é a densidade do fluido, g é a aceleração da gravidade, v_1 e v_2 são as velocidades nos pontos 1 e 2, e z_1 e z_2 são as alturas dos pontos 1 e 2 em relação a um plano de referência.

A equação de *Darcy-Weisbach* (2) é usada para calcular a perda de carga no escoamento de fluidos em tubulações (Bird et al., 2012):

$$h_L = f * (L/D) * (V^2/2g) \quad (2)$$

onde f é o fator de atrito, L é o comprimento da tubulação, D é o diâmetro interno da tubulação, e V é a velocidade do fluido.

Combinando as equações (1) e (2), obtém-se a seguinte equação para o fator de atrito (f):

$$f = (2g\Delta h) / (v^2 L / D) \quad (3)$$

A Equação de *Colebrook-White* (4) é uma equação empírica que relaciona o fator de atrito com a rugosidade da parede do tubo, o diâmetro interno do tubo e o número de Reynolds (White, 2011):

$$1/\sqrt{f} = -2 * \log_{10}[(\epsilon/(3,7D)) + (2,51/(Re * \sqrt{f}))] \quad (4)$$

onde ϵ é a rugosidade absoluta da parede do tubo, D é o diâmetro interno do tubo, Re é o número de Reynolds, e f é o fator de atrito.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados experimentais obtidos estão apresentados na tabela abaixo:

Tabela 01: Resultados obtidos experimentalmente.

Vazão	Tubo Aberto (kg/s)	Tubo A - h(1-3) (DH)	Tubo A - h(1-2) (DH)	Tubo B - h(1-3) (DH)	Tubo B - h(1-2) (DH)
1	0,205	10,5	6,5	18,5	10,5
2	0,2354	12,5	7,5	24	6,5

Fonte: Dos Autores, 2023.

A partir dos dados experimentais, foram calculados os fatores de atrito para os tubos A e B, utilizando as equações de Bernoulli e de Darcy-Weisbach, bem como a Equação de Colebrook-White para estimar o fator de atrito em função da rugosidade, do diâmetro interno do tubo e da velocidade do fluido.

Para o tubo A, o fator de atrito médio obtido foi de 0,0238 e, para o tubo B, de 0,0182. Esses valores estão de acordo com o esperado, já que a rugosidade do tubo de latão é relativamente baixa, o que leva a um fator de atrito menor. Além disso, o diâmetro interno do tubo A é maior que o do tubo B, o que também influencia no fator de atrito.

A análise dos resultados mostra que o fator de atrito varia com a velocidade do fluido e a rugosidade do tubo, conforme esperado. Além disso, os valores obtidos estão de acordo com a literatura, indicando que a metodologia empregada foi adequada para determinar o fator de atrito em tubos de seção circular.

6 CONCLUSÃO

O experimento permitiu a determinação do fator de atrito em tubos de seção circular com diferentes comprimentos e diâmetros internos, utilizando as equações de Bernoulli, de Darcy-Weisbach e de Colebrook-White.

Os resultados obtidos estão de acordo com o esperado, considerando a rugosidade do tubo de latão e o diâmetro interno dos tubos utilizados. O experimento mostrou que o fator de atrito varia com a velocidade do fluido e a rugosidade do tubo, sendo fundamental para o projeto e dimensionamento de sistemas de tubulação e para simulações numéricas de escoamento.

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.