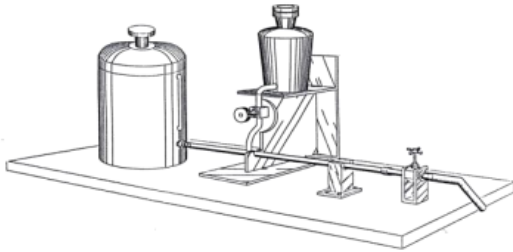


Prática 1

Determinação do número de Reynolds, utilizando o aparato experimental

Introdução:

Em 1883, procurando observar o comportamento do escoamento dos líquidos, Osborne Reynolds empregou um dispositivo como esquematizado na Figura abaixo que consiste de um tubo de vidro inserido em um recipiente com paredes de vidro. Um corante (azul de metileno) foi introduzido na entrada do tubo. Ao abrir a válvula de controle de vazão, ele observou dois escoamentos diferentes do corante inserido no interior do tubo: o primeiro, com a válvula pouco aberta, onde o corante segue ao longo de linhas retilíneas de movimento do fluido, definido como laminar, e o outro ao abrir mais a válvula, a velocidade do fluido aumenta e o corante inserido move-se em trajetórias sinuosas da maneira mais indireta possível. Este regime de escoamento foi definido como turbulento. Portanto, ele descreveu como visualizar escoamentos **laminares e turbulentos** dos fluidos em movimento.



Regime laminar: $Re \leq 2100$

Regime de transição: $2100 < Re \leq 4000$

Regime turbulento: $Re > 4000$

Objetivo: Determinar o regime de escoamento: laminar, transição e turbulento. Calcular o fator de atrito f .

Aparelhagem: Balde, termômetro, proveta graduada de 2 litros e cronômetro digital.

Material: Água e solução de azul de metileno.

Procedimento:

Dados: Diâmetro interno do tubo de vidro em metros, $D = 0,012 \text{ m}$

Passos:

- 1- Colocar água no tanque até atingir a altura da marca do indicador de nível;
- 2- Determinar a temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) dentro do tanque utilizando termômetro digital;
- 3- Determinar a massa específica (kg/m^3) e a viscosidade da água (kg/m.s);
- 4- Abrir as válvulas da tubulação e do tanque de azul de metileno (corante) para permitir o escoamento água e do corante no interior do duto de vidro. Manter uma vazão baixa ajustando a posição das válvulas;
- 5- Após estabelecer o regime permanente e verificar o tipo de escoamento (Laminar, transição ou turbulento), determinar a vazão volumétrica através da medição do volume de água coletado utilizando uma proveta, em um determinado tempo ($\text{vazão} = \text{volume}/\text{tempo}$);
- 6 – Anotar os dados de tempo, volume e tipo de escoamento;
- 7 - Repete-se o passo 4 aumentando a abertura da válvula e, conseqüentemente aumentando a vazão da água na tubulação até atingir outros valores para o limite do regime laminar;

8 - Realize o procedimento para o regime transiente e turbulento por meio do ajuste da abertura da válvula de água na tubulação.

Tabela 1 – Dados experimentais

Tempo (s)	Volume (mL)	Q (m ³ /s)	Re	<i>f</i>	Tipo de escoamento

Cálculos:

- 1- Calcular o número de Reynolds para cada vazão e determinar o regime de escoamento (laminar, transição e turbulento).
- 2 – Construir o gráfico número de Reynolds (Re) (ordenada y) em função da vazão (Q) (ordenada x).
- 3- Construir o gráfico fator de atrito (f) (ordenada y) em função do número de Reynolds (Re) (ordenada x) **na região laminar**. Esse gráfico tem escala log.
- 4 – Discutir os resultados.
- 5 – Inserir fotos dos regimes de escoamentos na discussão dos resultados.

Equações:

$$\mu = \frac{1,78 \times 10^{-3}}{1 + 0,0337T + 0,000221T^2}$$

$$\rho = 999,71704 + 0,07894 \times T - 0,00864 \times T^2 + 5,6752 \cdot 10^{-5} \times T^3 - 1,94502 \cdot 10^{-7} \times T^4$$

$$\rho \equiv \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \quad (\text{massa específica da água})$$

$$\mu \equiv \left[\frac{\text{kg}}{\text{m.s}} \right] \quad (\text{viscosidade dinâmica da água})$$

$$T \equiv [^{\circ}\text{C}]$$

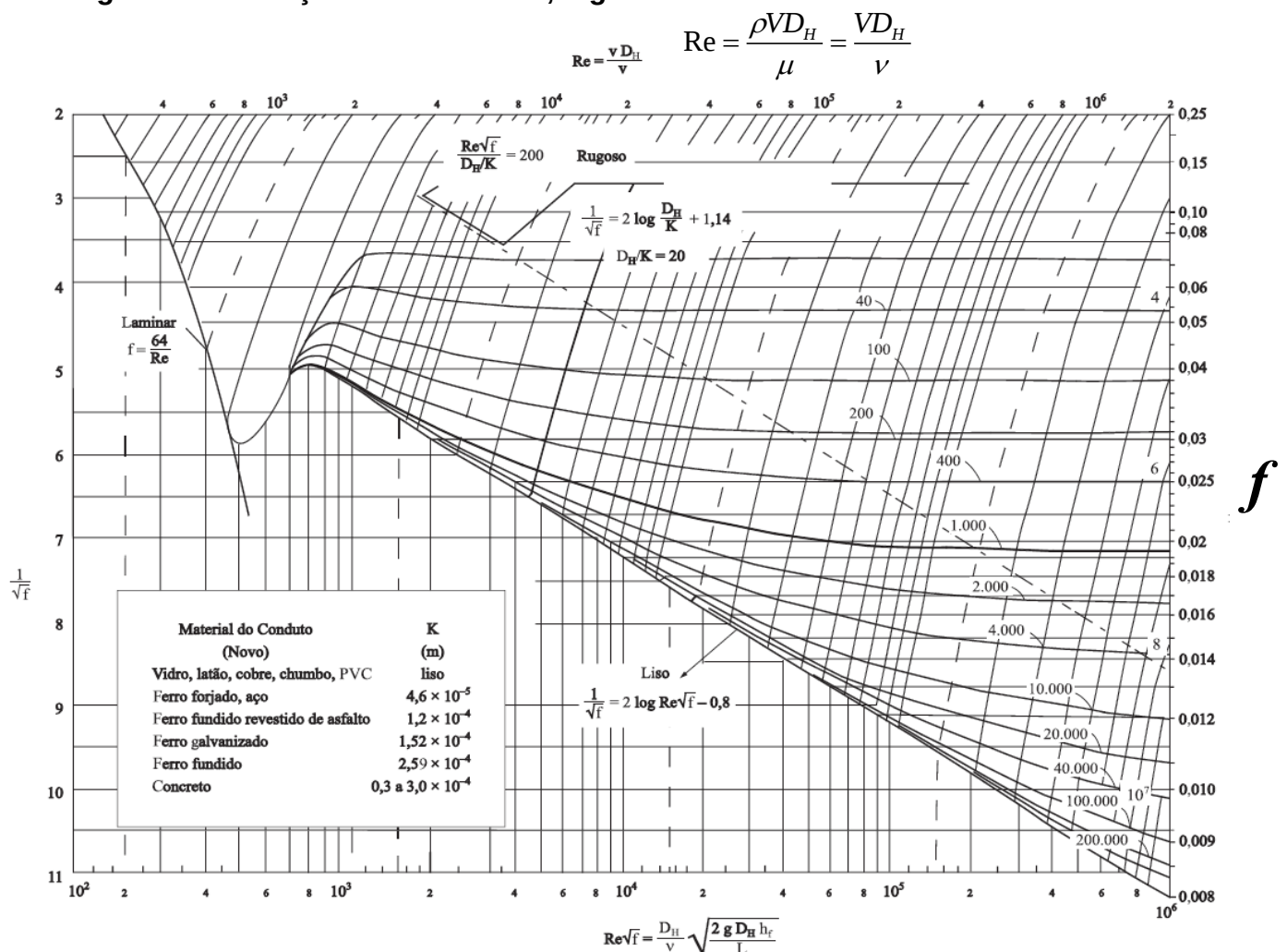
$$R_e = \frac{\rho \cdot \bar{v} \cdot D}{\mu} \quad \left. \begin{array}{l} \bar{v} = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} \end{array} \right\} \rightarrow R_e = \frac{4 \cdot \rho \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot \mu} \quad (\text{Número de Reynolds})$$

$$f = \frac{64}{Re} \quad (\text{Fator de atrito para Regime Laminar})$$

sendo:

- v - velocidade média do fluido, m/s
- D - diâmetro interno do tubo, m
- μ - viscosidade dinâmica do fluido kg/m.s
- ρ - massa específica do fluido, kg/m³

Para o regime de transição ou turbulento, o gráfico:



Referências:

- 1) FOX, R.W.; PRITCHARD, P.J.; McDONALD, A.T. Introdução à Mecânica dos Fluidos. Ed. Gen LTC, 7 ed, Rio de Janeiro/RJ, 2010.
- 2) ÇENGEL, Y.A.; COMBALA, J.M. Mecânica dos Fluidos: fundamentos e aplicações. McGraw-Hill Education (AMGH Editora Ltda), Porto Alegre/ RS, 2007.
- 3) Brunetti, Franco. Mecânica dos Fluidos, Ed Pearson, 2ª Ed, São Paulo, 2008.