

UFPR - Setor de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica
TMEC-046 - Laboratório de Engenharia Térmica
Data : ___ / ___ / ___

Aluno : _____

Experimento 4 - Determinação do fator de atrito em tubos

A) Definição:

O fator de atrito, f (fator de atrito de Darcy), quantifica a perda de carga distribuída, que por sua vez representa uma das formas de transformação irreversível de energia mecânica de pressão em energia térmica, em um dado escoamento em tubulações de qualquer tipo. A perda de pressão ou perda de carga distribuída, em metros de coluna do fluido, está relacionada ao fator de atrito para escoamentos completamente desenvolvidos através da seguinte relação:

$$\frac{\Delta p}{\gamma} = \Delta h = f \frac{L}{D} \frac{\bar{V}^2}{2g} \quad [m]$$

Isolando o fator de atrito da expressão acima, e explicitando a velocidade média em função da vazão volumétrica e do diâmetro da tubulação obtemos:

$$f = \frac{g\pi^2 D^5}{8 L} \frac{\Delta h}{Q^2} \quad [-]$$

B) Objetivo:

O objetivo deste experimento é determinar o fator de atrito para tubulações de seção circular, em três diâmetros diferentes e dois tipos de materiais de fabricação diferentes (PVC e ferro galvanizado), em quatro pontos de vazões diferentes e, portanto, em quatro Re (número de Reynolds) diferentes.

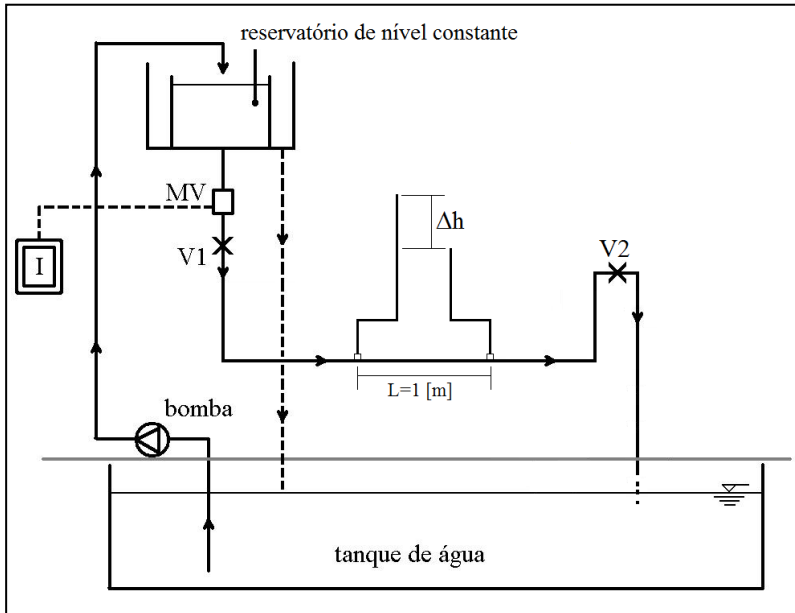
Pretende-se estimar a rugosidade relativa do material das tubulações e através da marcação dos pontos obtidos experimentalmente no diagrama de Moody.

C) Equipamentos:

- Medidor de vazão tipo tangencial Nivetec - Escala: 0 a ___ [l/s] Menor divisão: ___ [l/s]
 $Q = \frac{Q_i}{n} \quad Q_i = \text{_____}$
- Bomba hidráulica, reservatório de nível constante.
- Válvulas de controle e de abertura/fechamento

D) Descrição/Esquema:

Foi estabelecido escoamento de água em regime permanente através de tubulações de três diâmetros nominais (1/2, 3/4 e 1 pol.) diferentes e dois tipos de material de tubulações (PVC e ferro galvanizado) em quatro vazões diferentes, totalizando 24 pontos experimentais.



Para cálculo do fator de atrito em cada ponto experimental, além das constantes, são necessárias as medições de vazão e de diferença de pressão (perda de carga) entre os pontos distanciados de 1 [m] em cada tubulação.

Avaliou-se também o regime de escoamento (laminar, transição ou turbulento) através do cálculo do número de Reynolds.

$$Re = \frac{\bar{V}D}{\nu} = \frac{4Q}{\pi D^2} \frac{D}{\nu} = \frac{4Q}{\pi D \nu} \quad [-]$$

E) Dados coletados

Material: PVC											
	Δh_s	Δh_i	Q_i		Δh_s	Δh_i	Q_i		Δh_s	Δh_i	Q_i
N	[mm]	[mm]	[l/s]	N	[mm]	[mm]	[l/s]	N	[mm]	[mm]	[l/s]
1				1				1			
2				2				2			
3				3				3			
4				4				4			
Material: Ferro Galvanizado											
	Δh_s	Δh_i	Q_i		Δh_s	Δh_i	Q_i		Δh_s	Δh_i	Q_i
N	[mm]	[mm]	[l/s]	N	[mm]	[mm]	[l/s]	N	[mm]	[mm]	[l/s]
1				1				1			
2				2				2			
3				3				3			
4				4				4			

F) Parâmetros fixos:

- Comprimento das tubulações (L): 1 m.
- Rugosidade absoluta (tubos novos) : $e = 1,5 \times 10^{-6}$ m (PVC) ; $e = 50 \times 10^{-6}$ m (FG)
- Aceleração da gravidade (g): $9,79$ [m/s²]
- Viscosidade cinemática da água (ν): $1,0 \times 10^{-6}$ m²/s.

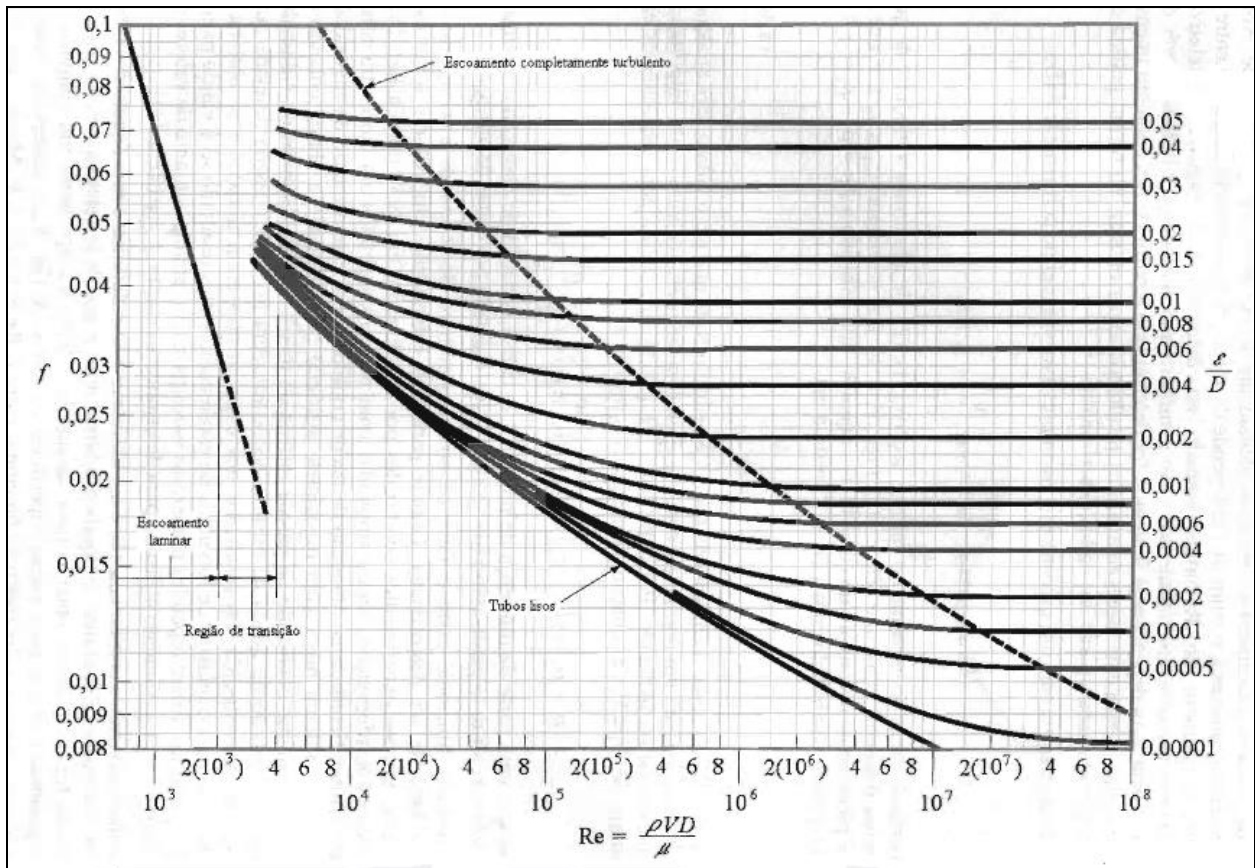
G) Cálculos:

Material: PVC														
D _n = 1/2 [in] D = 17,2 [mm]					D _n = 3/4 [in] D = 21,6 [mm]					D _n = 1 [in] D = 27,3 [mm]				
	Δh	V	Re	f		Δh	V	Re	f		Δh	V	Re	f
N	[mm]	[m/s]	-	-	N	[mm]	[m/s]	-	-	N	[mm]	[m/s]	-	-
1					1					1				
2					2					2				
3					3					3				
4					4					4				

Material: Ferro Galvanizado (FG)														
D _n = 1/2 [in] D = 17,6 [mm]					D _n = 3/4 [in] D = 22,2 [mm]					D _n = 1 [in] D = 27,5 [mm]				
	Δh	V	Re	f		Δh	V	Re	f		Δh	V	Re	f
N	[mm]	[m/s]	-	-	N	[mm]	[m/s]	-	-	N	[mm]	[m/s]	-	-
1					1					1				
2					2					2				
3					3					3				
4					4					4				

H) Relatório:

- Roteiro impresso e preenchido.
- Diagrama de Moody destacando os pontos experimentais.
- Calcule rugosidade relativa média de cada tubo e compare com rugosidade relativa média de respectivo tubo novo.
- Análise / Conclusões.



I) Análises / Conclusões: