

**Experiência de
perda de carga**





Experiência de perda de carga distribuída (h_f), a perda devido a viscosidade do fluido e a rugosidade do tubo.

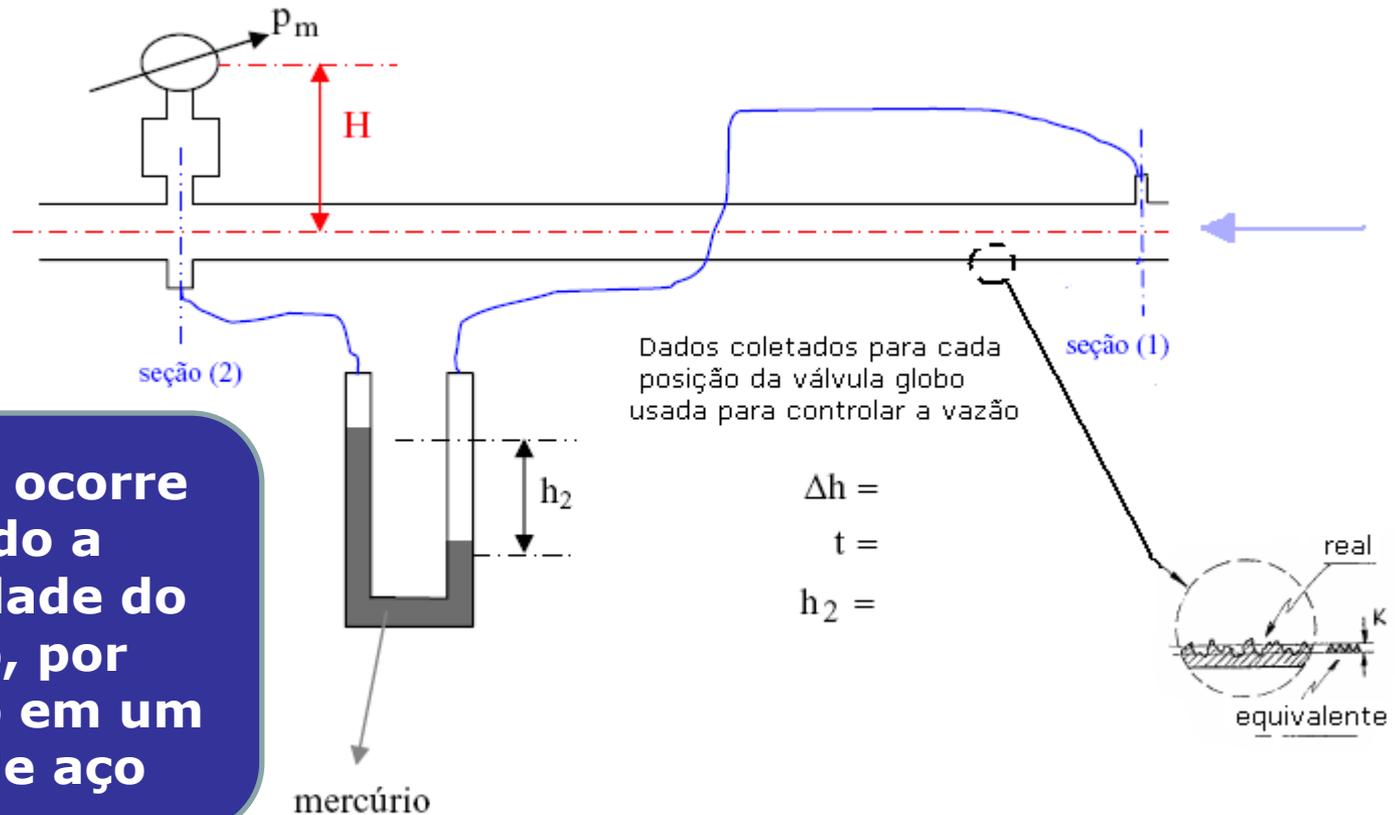


Experiência de perda de carga localizada, a perda ocorre devido a presença de um acessório hidráulico (singularidades)



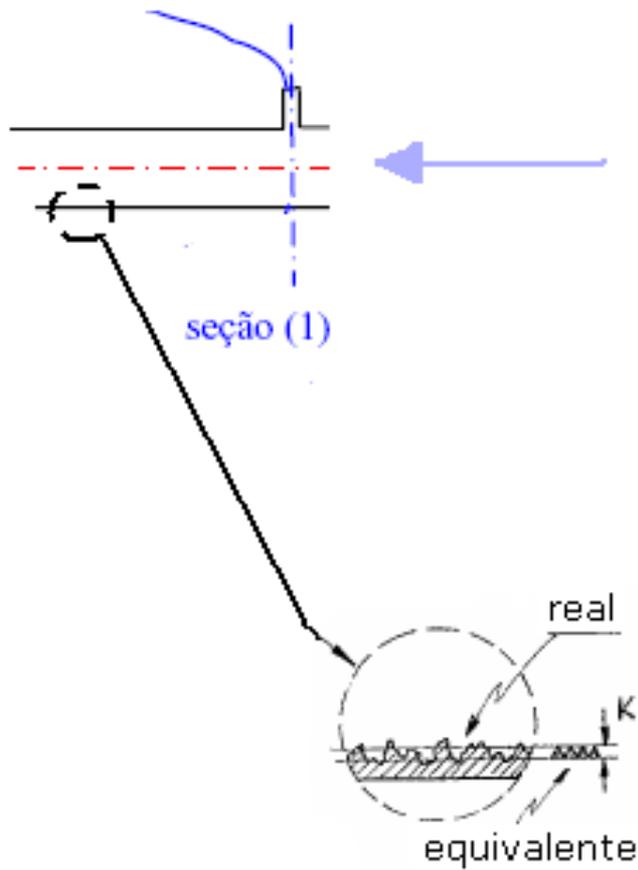
**Vamos iniciar
com a
experiência de
perda de carga
distribuída**



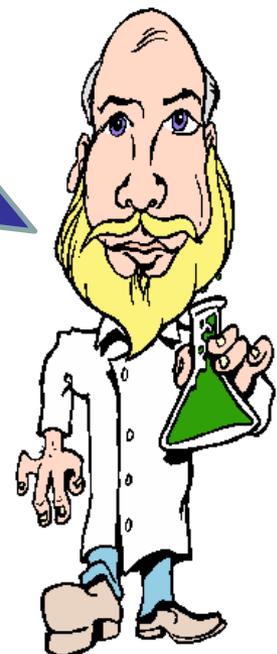


A perda ocorre devido a viscosidade do fluido, por exemplo em um tubo de aço





**A rugosidade
equivalente K ,
uma das
responsáveis
pela perda
distribuída
aumenta com o
passar do
tempo.**



E no tubo liso não ocorrem as perdas distribuídas?





**Também
ocorrem!**

Como calcular as perdas devido a viscosidade dos fluidos, ou seja, as distribuídas?



**Sem medo ...
Recorremos
a fórmula
universal**



$$h_f = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{v^2}{2g} = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

f → coeficiente de perdede carga distribuída

L → comprimento da tubulação

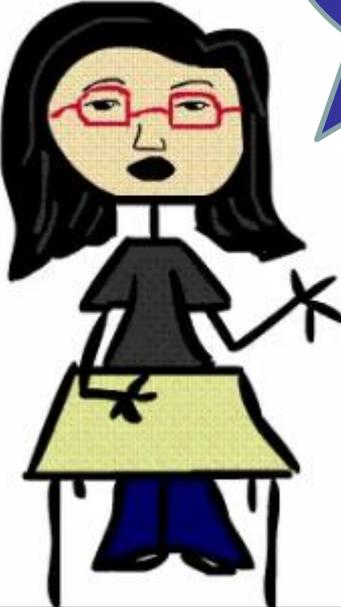
D_H → diâmetro hidráulico que em conduto forçado = D_{int}

v → velocidade média do escoamento

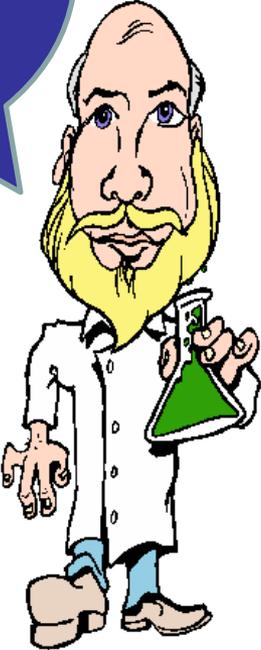
g → aceleração da gravidade

Q → vazão do escoamento

A → área da seção formada pelo fluido

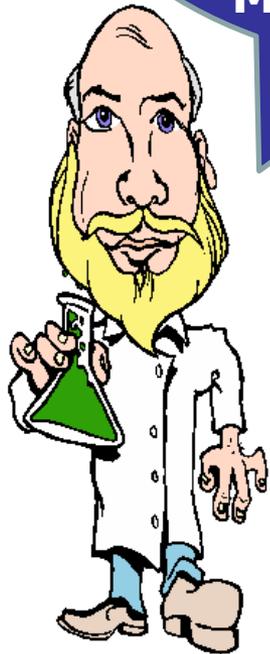


Como
achar o f?



Existem
duas
maneiras:

**Para projetos:
calculando-se
número de
Reynolds e se
precisar através do
diagrama de
Moody ou Rouse.**



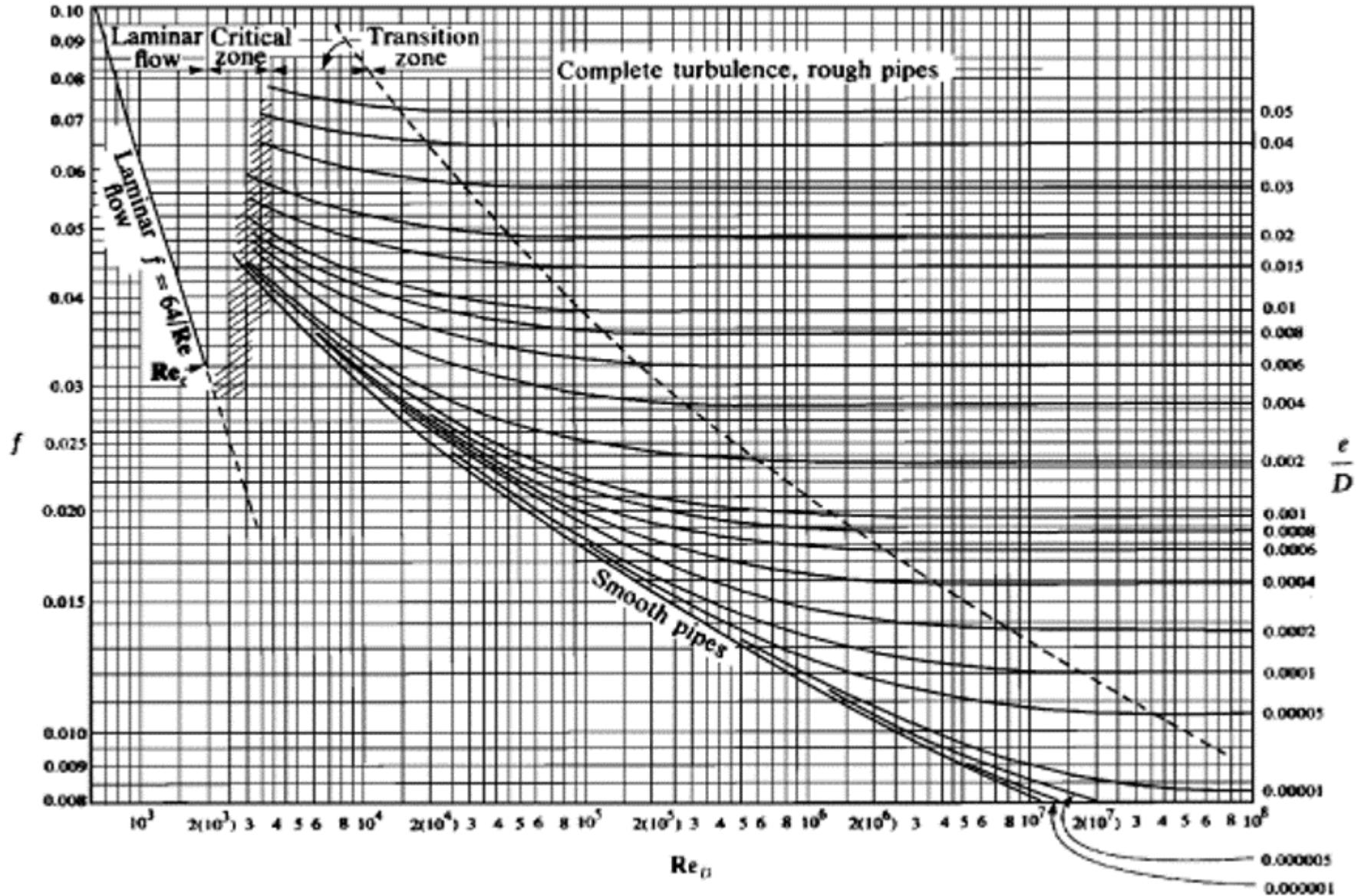
$$Re = \frac{\rho \times v \times D_H}{\mu} = \frac{v \times D_H}{\nu}$$

Se $Re \leq 2000 \rightarrow$ escoamento laminar

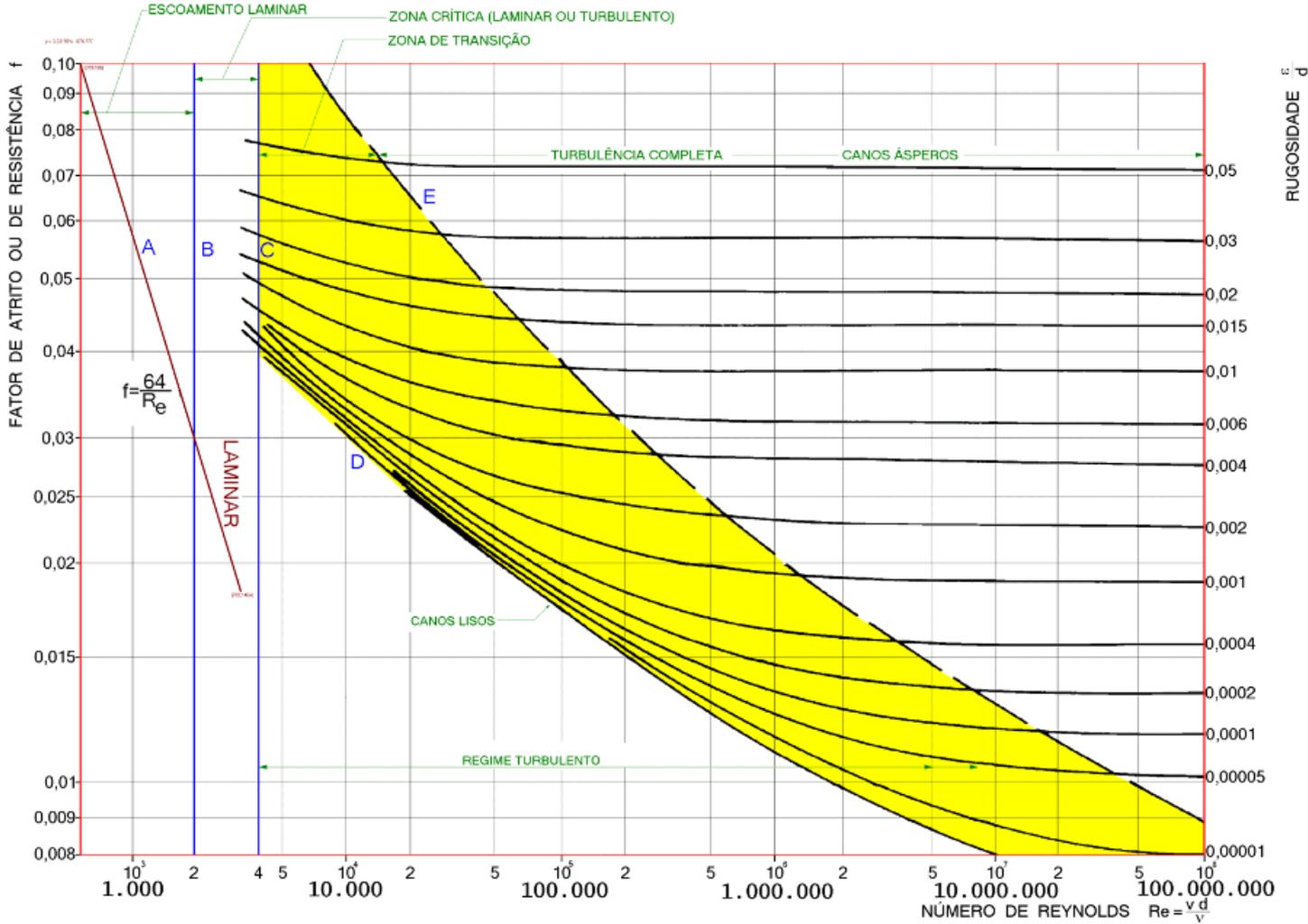
$$\therefore f = \frac{64}{Re}$$

Para o escoamento turbulento recorre - se aos diagramas :

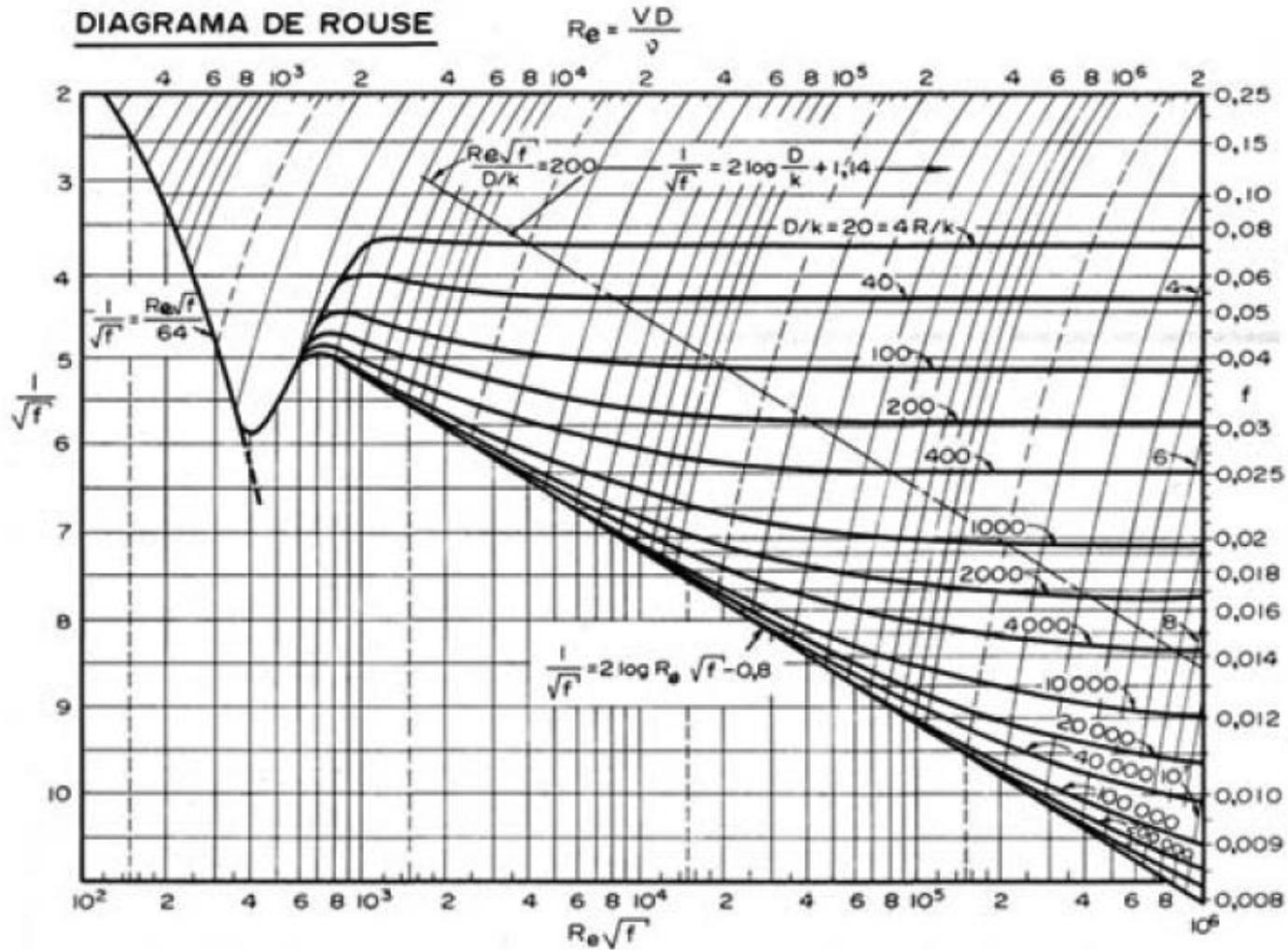
Diagrama de Moody

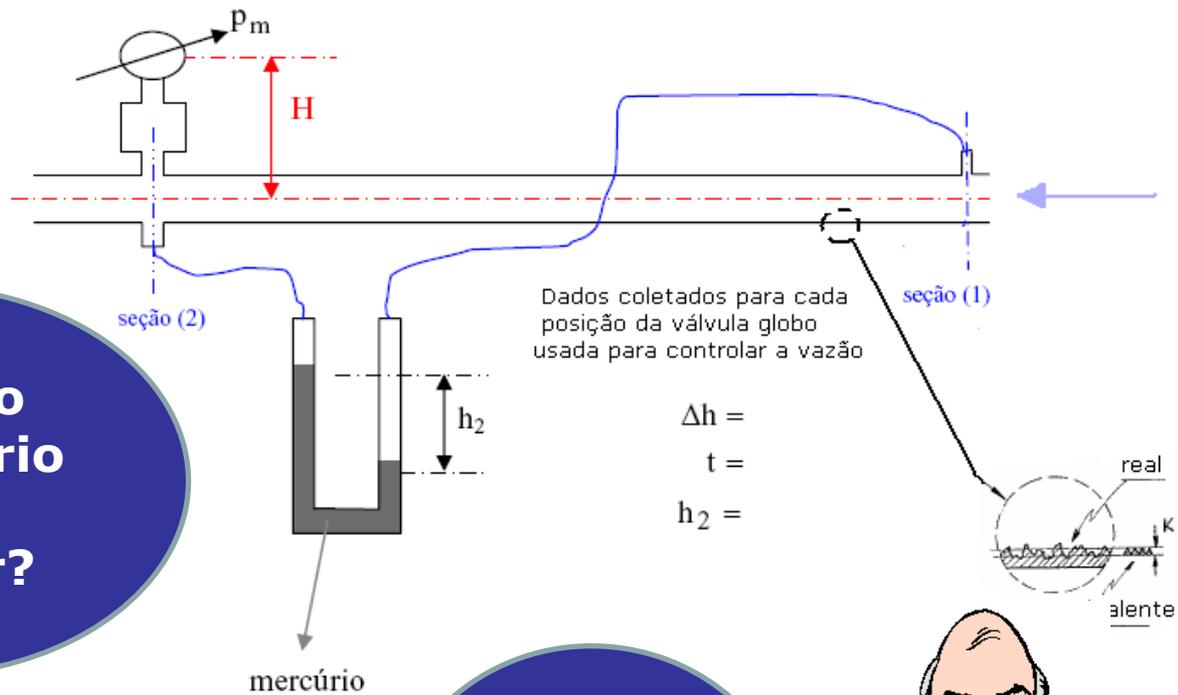


Detalhes do Moody



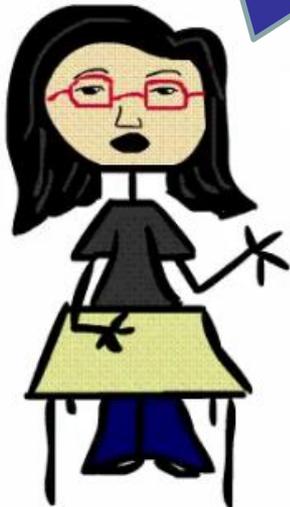
Rouse



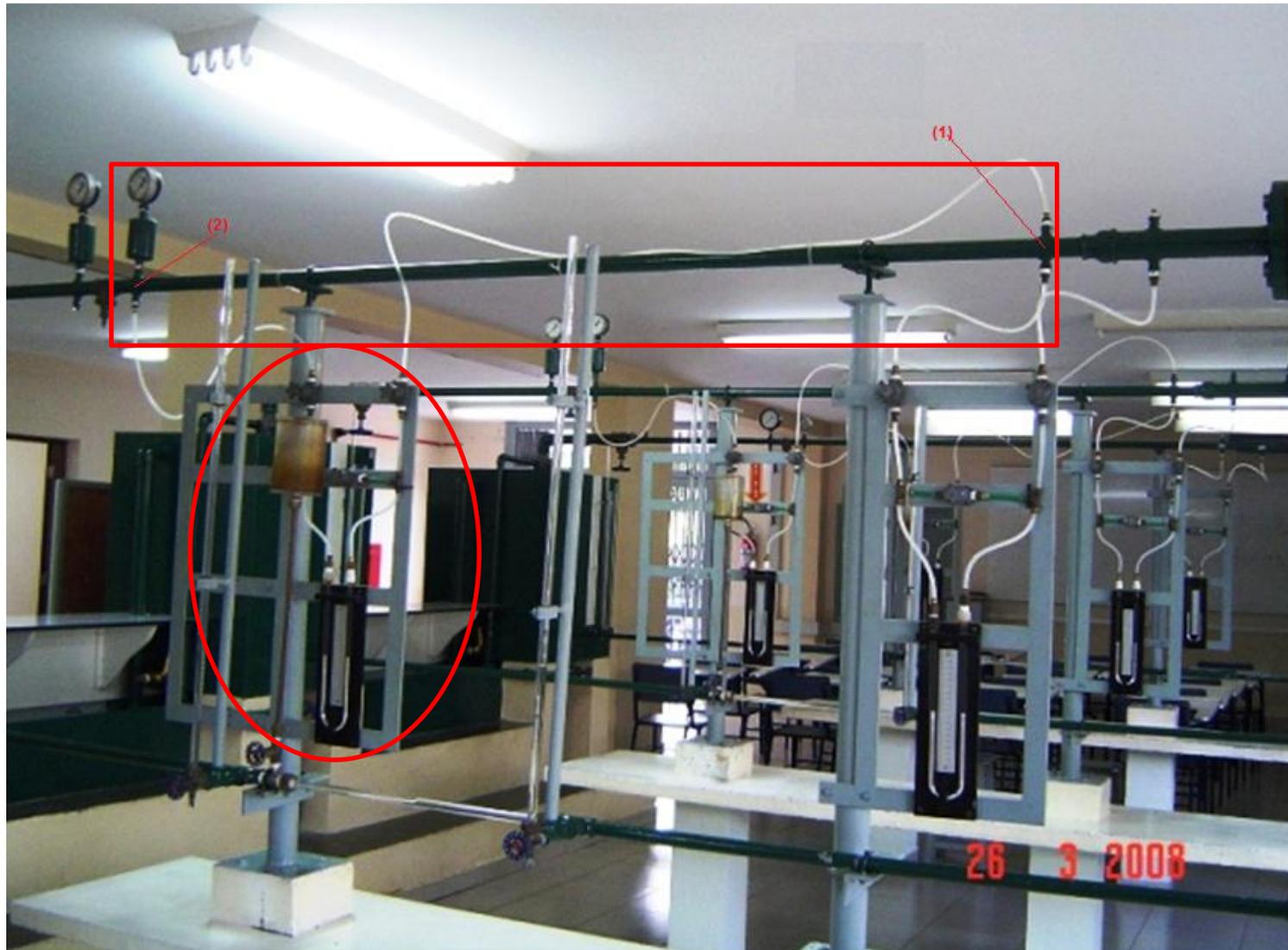


E para o laboratório como calcular?

Vamos localizar o esquema anterior na bancada.



Trecho da bancada do laboratório



Aplicamos a equação da energia de (1) a (2)

$$H_1 = H_2 + H_{p1-2}$$

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{f1-2}$$

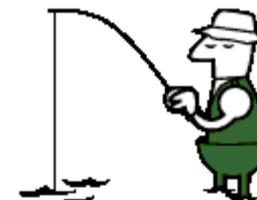
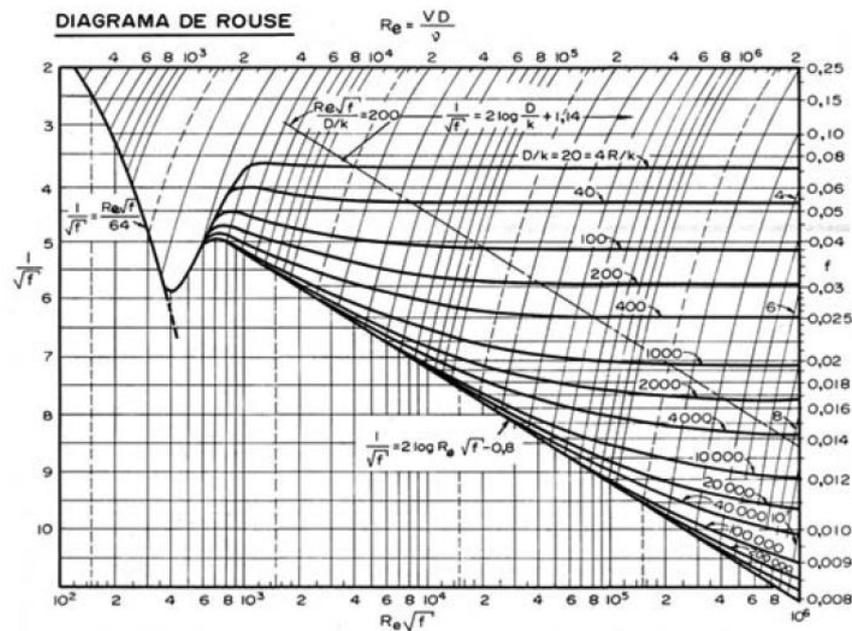
$$h_{f1-2} = \frac{p_1 - p_2}{\gamma} = h \times \left(\frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma} \right) = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$f = \frac{h \times \left(\frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma} \right) \times D_H \times 2g}{L \times v^2}$$

$$v = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} \rightarrow Q = \frac{A_{\text{tanque}} \times \Delta h}{t}$$



Nesta experiência,
com o f e o Re ,
estimamos o valor
da rugosidade K





Vamos também obter a
representação gráfica
da perda distribuída em
função da vazão

$$h_f = f(Q)$$

Onde a vazão
novamente será
determinada de
forma direta.



$$Q = \frac{V}{t}$$



**Agora, vamos
abordar a
experiência de
perda de carga
singular**

Exemplos de singularidades



**Como calcular as
perdas singulares
(ou localizadas)?**

**Podemos
também
calculá-las de
duas maneiras:**



Para projeto:



$$h_S = K_S \times \frac{v^2}{2g} = K_S \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

K_S → coeficiente de perda singular ou localizada

v → velocidade média do escoamento

g → aceleração da gravidade

Q → vazão do escoamento

A → área da seção formada pelo fluido

Existe outra maneira:

$$h_S = f \times \frac{L_{eq}}{D_H} \times \frac{v^2}{2g}$$

L_{eq} → comprimento equivalente → $L_{eq} = \frac{K_S \times D_H}{f}$

No
laboratório:



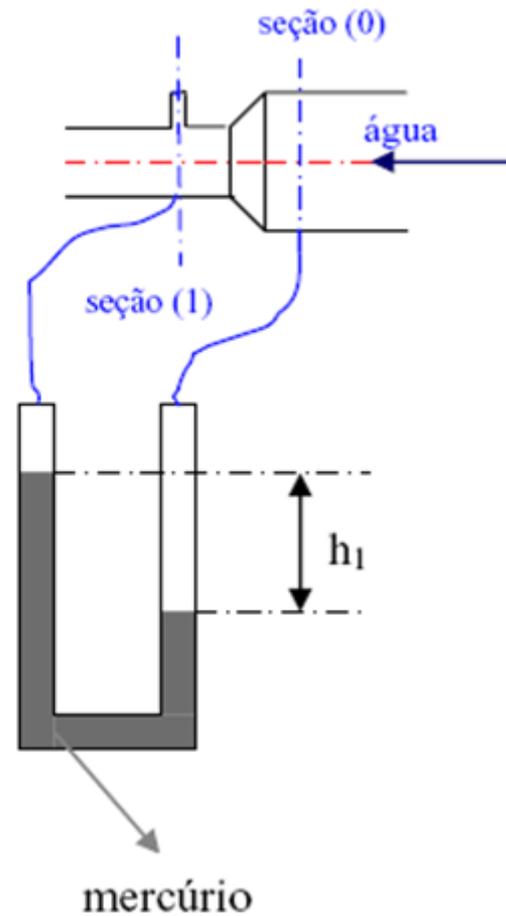
Dados coletados para cada
posição da válvula globo
controladora de vazão

$\Delta h =$

$t =$

$h_1 =$

temperatura =



Aplica-se
a equação
da energia
de (0) a
(1)



$$H_0 = H_1 + H_{p0-1}$$

$$Z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + h_{s0-1}$$

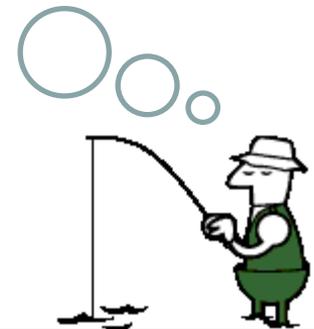
$$h_{s0-1} = \frac{p_0 - p_1}{\gamma} + \frac{v_0^2 - v_1^2}{2g} = K_S \times \frac{v_1^2}{2g}$$

$$\therefore K_S = \frac{\frac{p_0 - p_1}{\gamma} + \frac{v_0^2 - v_1^2}{2g}}{\frac{v_1^2}{2g}}$$

Nessa experiência
calcule também,
com K_S e o f , o L_{eq}

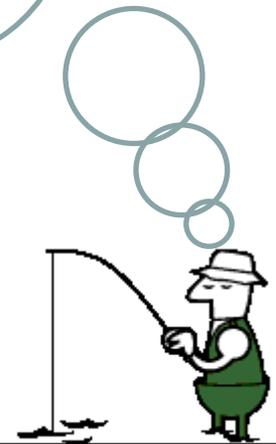
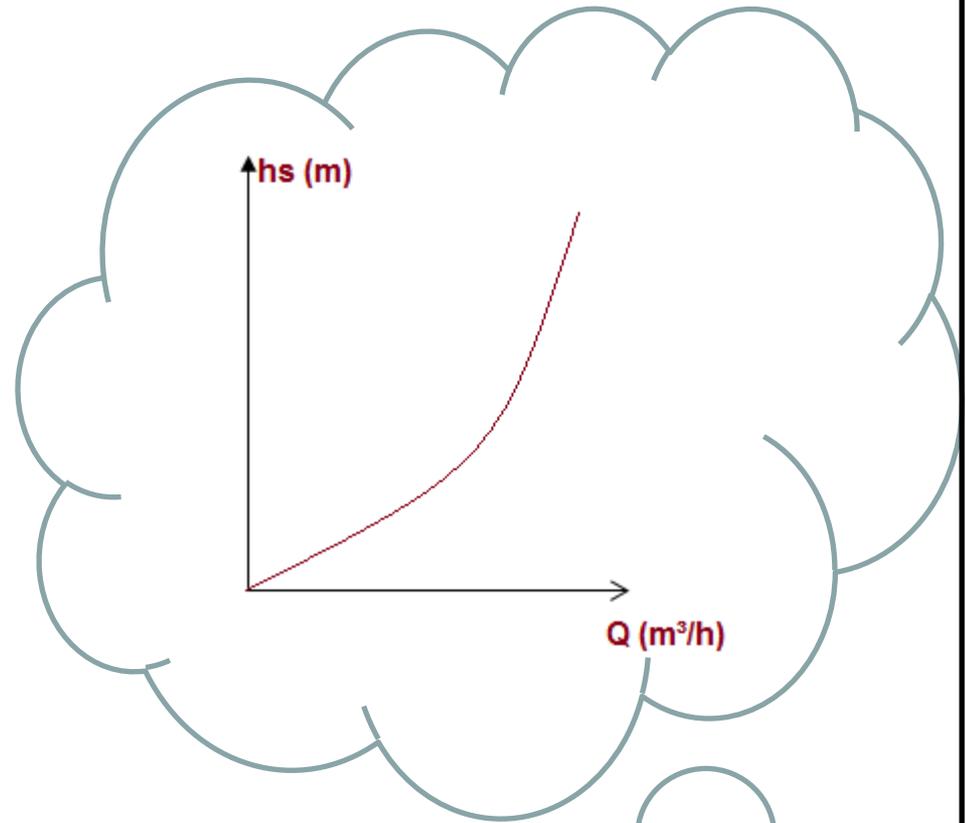


$$L_{eq} = \frac{K_S \times D_H}{f}$$



Pede-se
também:

$$h_s = f(Q)$$



Trecho para determinação da perda singular



Exercícios

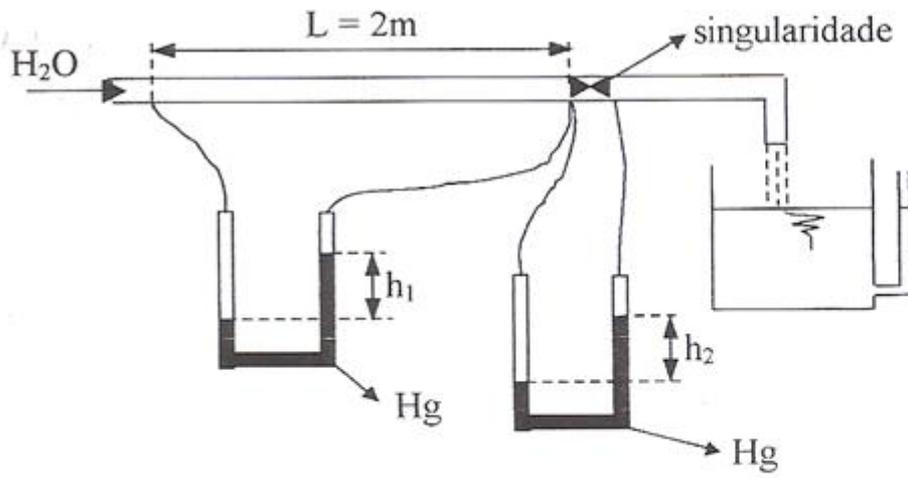
Na experiência de perda de carga distribuída, um aluno preencheu a primeira linha da tabela abaixo, mas posteriormente verificou que o diâmetro do tubo utilizado para os cálculos estava errado, sendo que o verdadeiro tinha 2 mm a menos.

1. Qual o verdadeiro valor do coeficiente de perda de carga distribuída?
2. Qual o comprimento da tubulação?

Δh (m)	t (s)	Q (L/s)	v (m/s)	h (m)	h_f (m)	f
0,2	24	2,27	2,23	0,033	0,395	0,023

Exercícios (cont)

As experiências de perda de carga distribuída e singular foram realizadas simultaneamente no laboratório. Baseado na figura e nos dados, preencher as lacunas na tabela mostrando os cálculos abaixo.

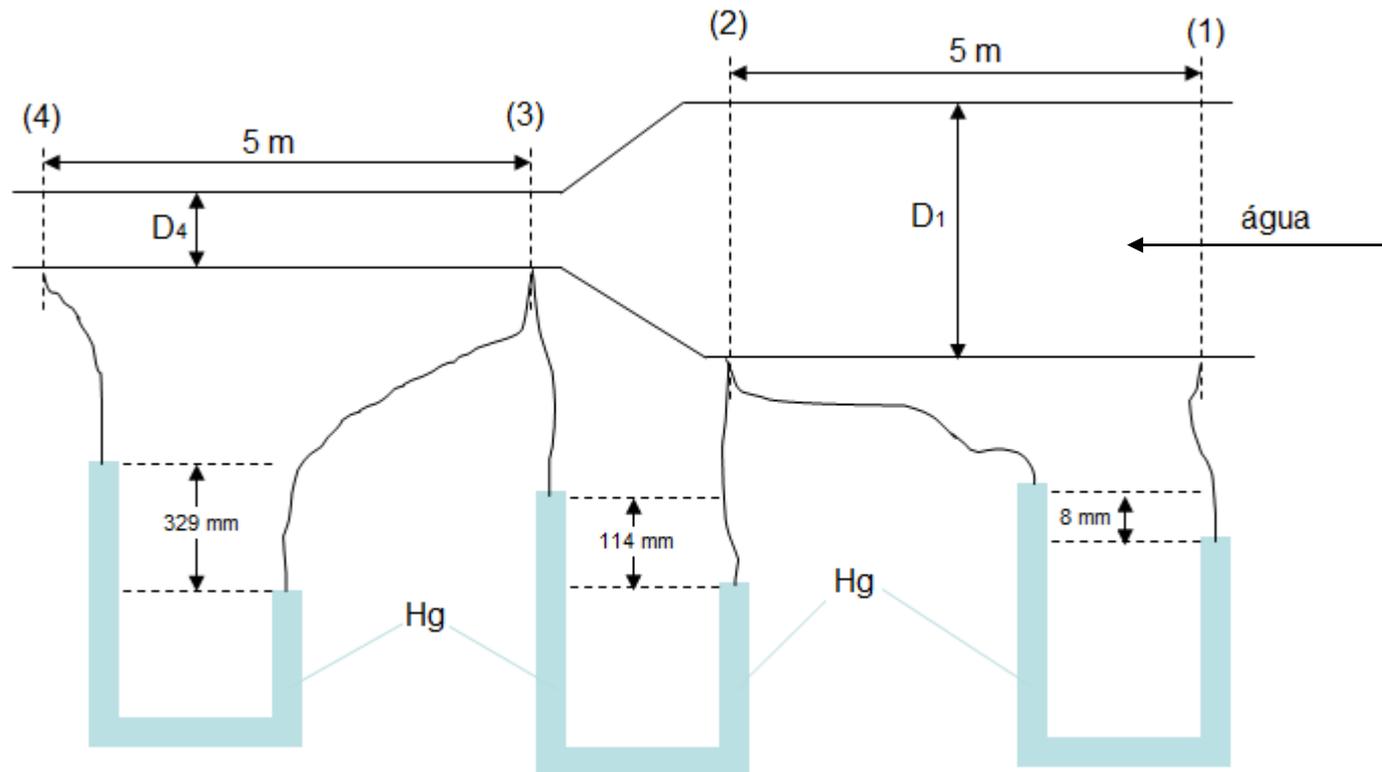


- Dados:
- $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 - $A_{\text{tanque}} = 0,5 \text{ m}^2$
 - $D_{\text{tubo}} = 5 \text{ cm (constante)}$
 - $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kgf/m}^3$
 - $\gamma_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kgf/m}^3$

Δh	t	h_1	h_2	Q	v	h_f	f	Re	h_s	k_s	L_{eq}
cm	s	cm	cm	L/s	m/s	m	-	-	m	-	m
5		1,3						10^5		8	

Na experiência de perda de carga singular utilizou-se trecho da bancada esquematizada a seguir. O tanque superior tem uma área de seção transversal igual a $0,5 \text{ m}^2$ e no piezômetro utilizado como medidor de nível observou-se uma subida d'água de 10 cm em um tempo de 25 s . Os tubos tem diâmetro respectivamente $D_1 = 50 \text{ mm}$ e $D_4 = 25 \text{ mm}$, sabendo que o peso específico da água e do mercúrio são respectivamente 9800 N/m^3 e 136000 N/m^3 , pergunta-se:

1. quanto vale o coeficiente de perda de carga singular?
2. qual o seu comprimento equivalente?



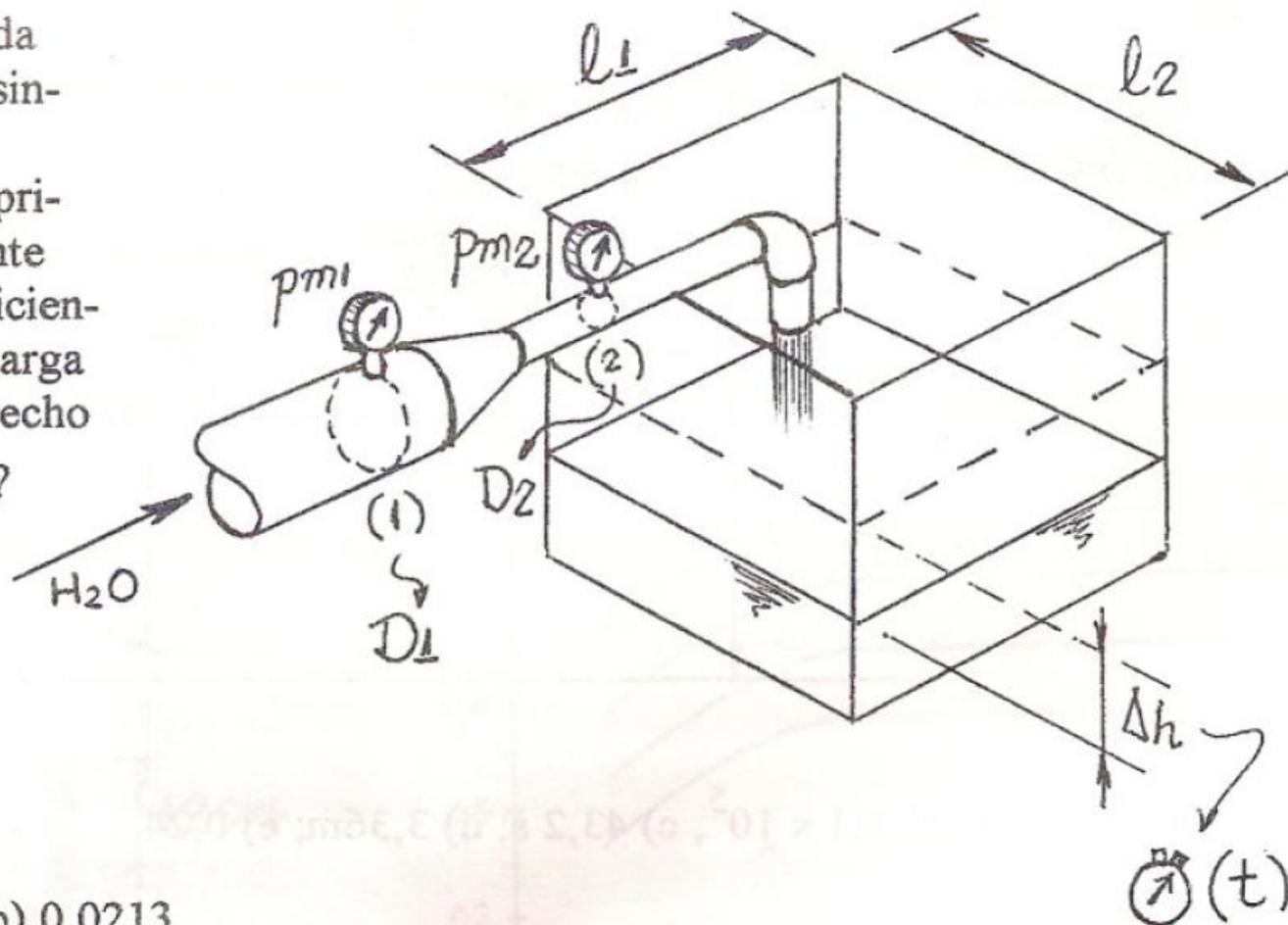
Ex. 14 (Ref.:Exp. 7)

Na Experiência de Perda de Carga Singular, foram obtidos os seguintes dados:

$p_{m1} = 0,82 \text{kgf/cm}^2$; $p_{m2} = 0,70 \text{kgf/cm}^2$; $l_1 = 60 \text{cm}$; $l_2 = 50 \text{cm}$; $t = 30 \text{s}$ para $\Delta h = 50 \text{cm}$; $D_1 = 80 \text{mm}$; $D_2 = 48 \text{mm}$; $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{kgf/m}^3$; $g = 9,8 \text{m/s}^2$. Pede-se:

a) o coeficiente da perda de carga singular.

b) sendo o comprimento equivalente 5m, qual o coeficiente da perda de carga distribuída no trecho de diâmetro D_2 ?



Resp.: a) 2,22; b) 0,0213