



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.

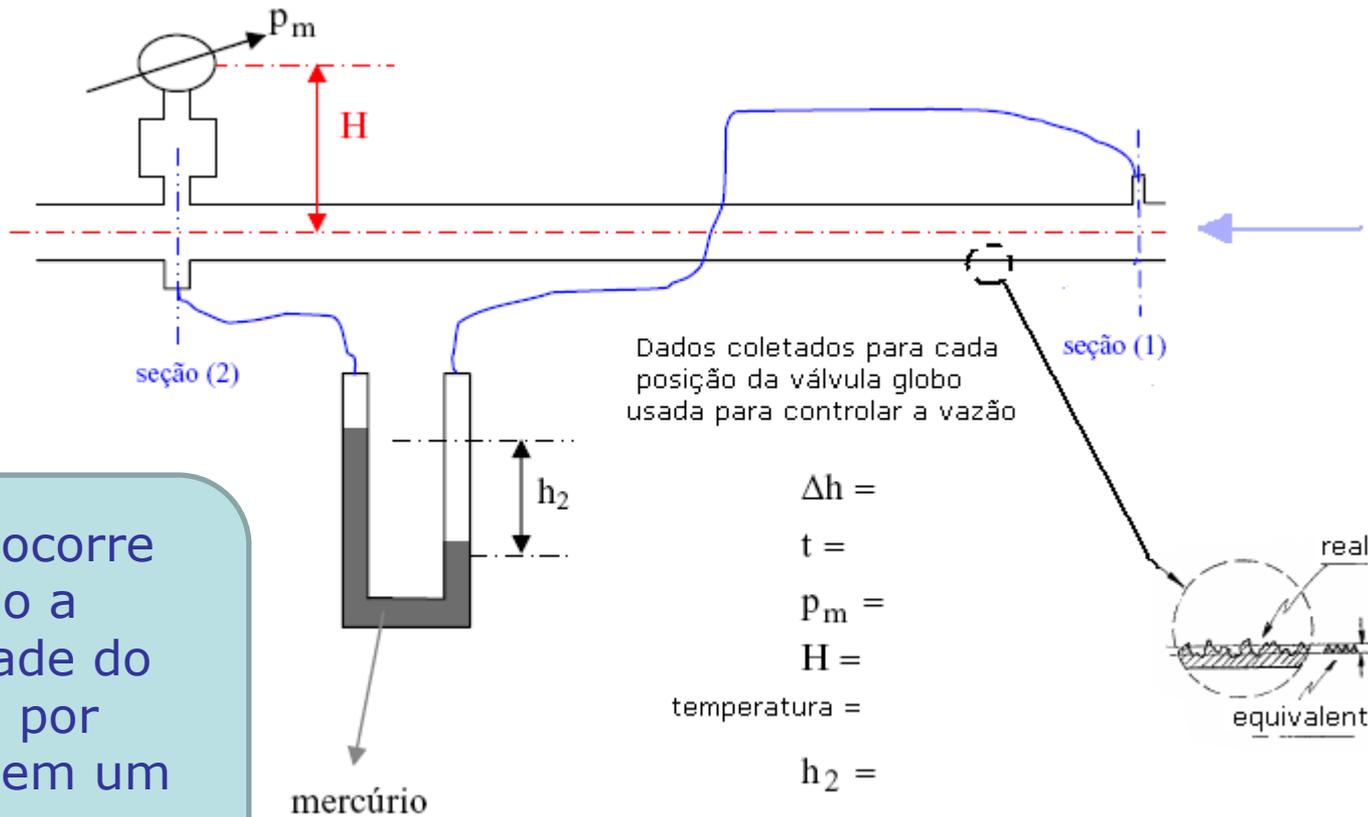


Experiência de perda de carga localizada, a perda ocorre devido a presença de um acessório hidráulico (singularidades)



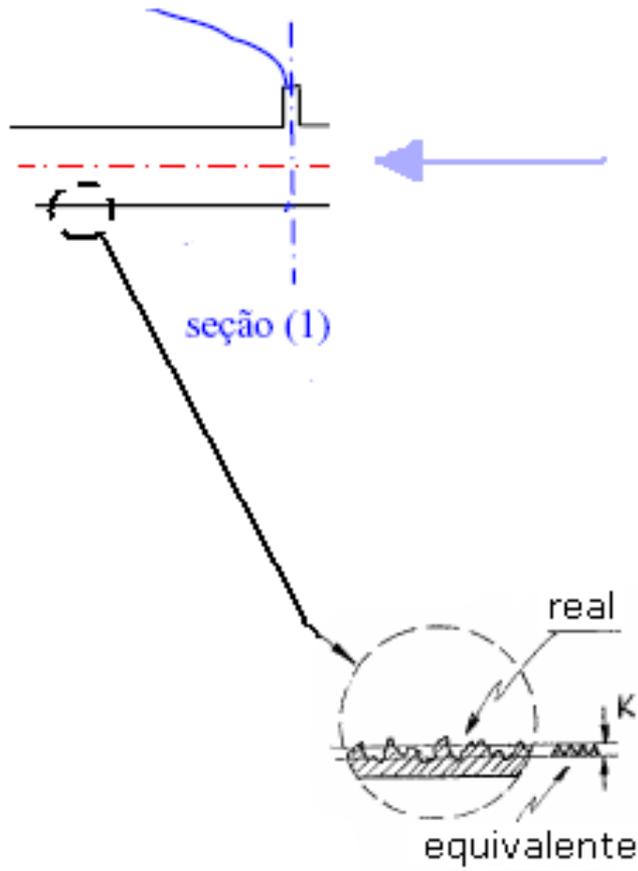
Vamos iniciar com
a experiência de
perda de carga
distribuída



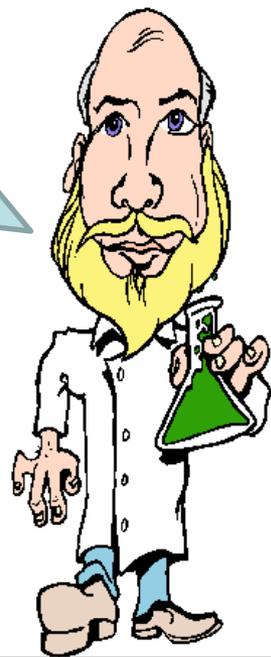


A perda ocorre devido a viscosidade do fluido, por exemplo em um tubo de aço



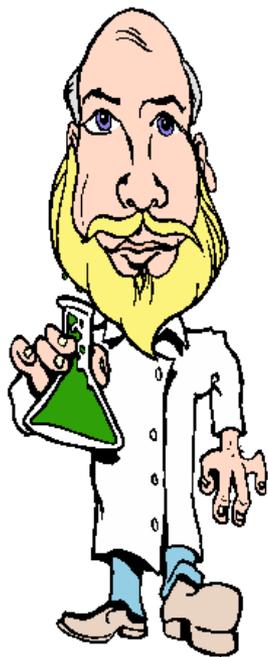


A rugosidade equivalente K , uma das responsáveis pela perda distribuída aumenta com o passar do tempo.



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

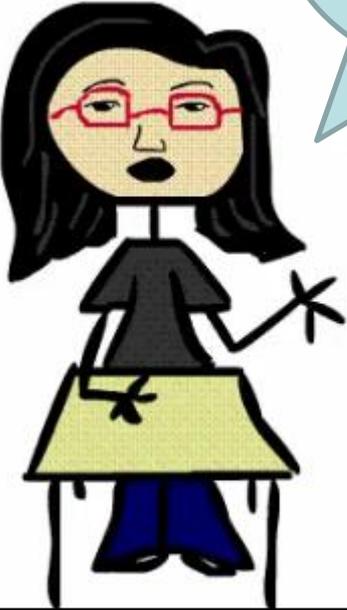
D_H → diâmetro hidráulico que em conduto forçado = D_{int}

v → velocidade média do escoamento

g → aceleração da gravidade

Q → vazão do escoamento

A → área da seção formada pelo fluido

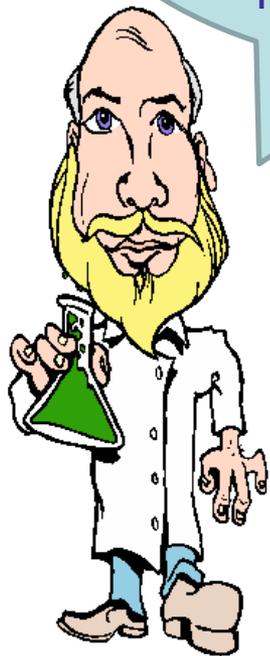


Como achar
o f?



Existem
duas
maneiras:

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



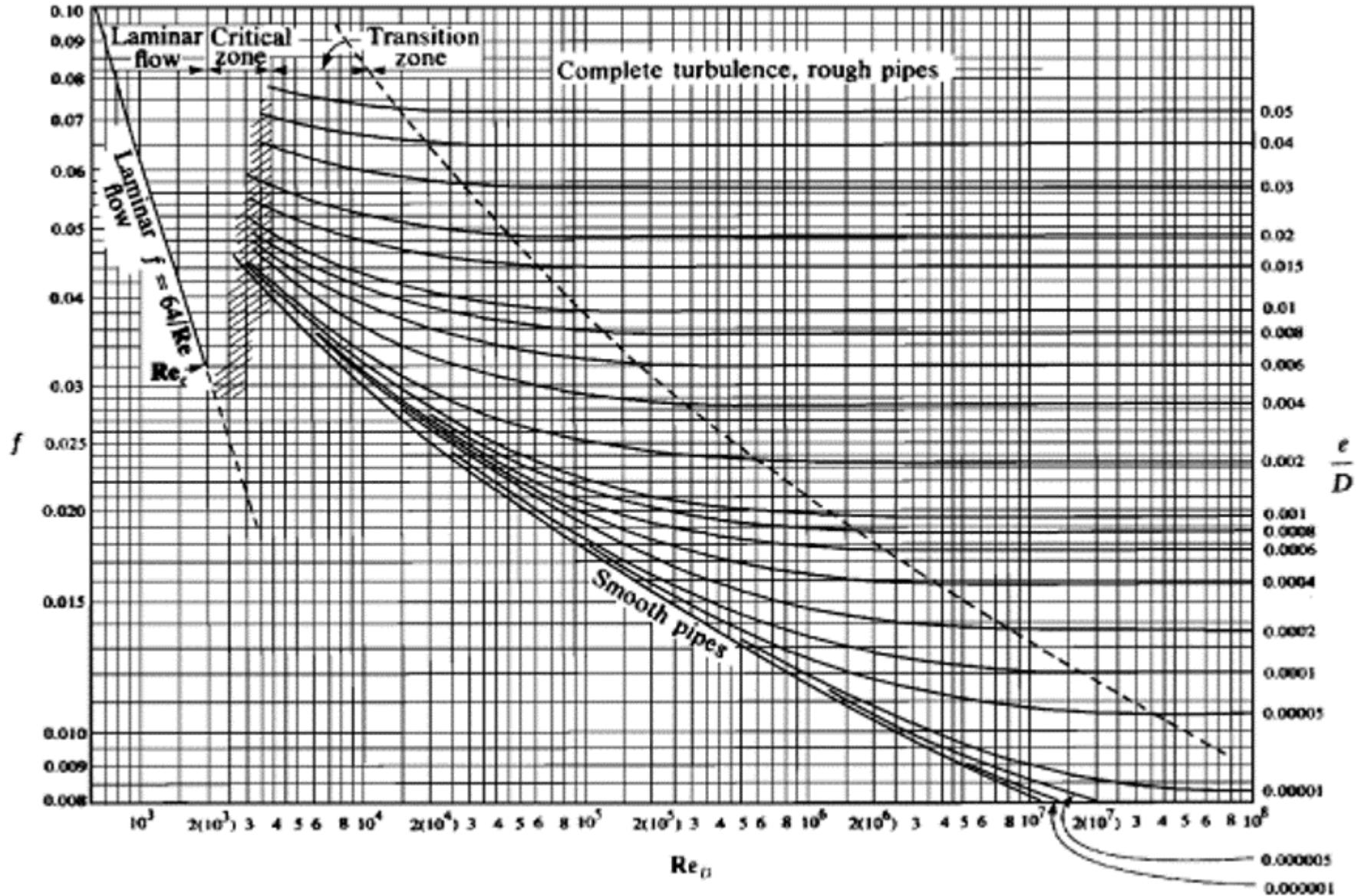
$$Re = \frac{\rho \times v \times D_H}{\mu} = \frac{v \times D_H}{\nu}$$

Se $Re \leq 2000 \rightarrow$ escoamento laminar

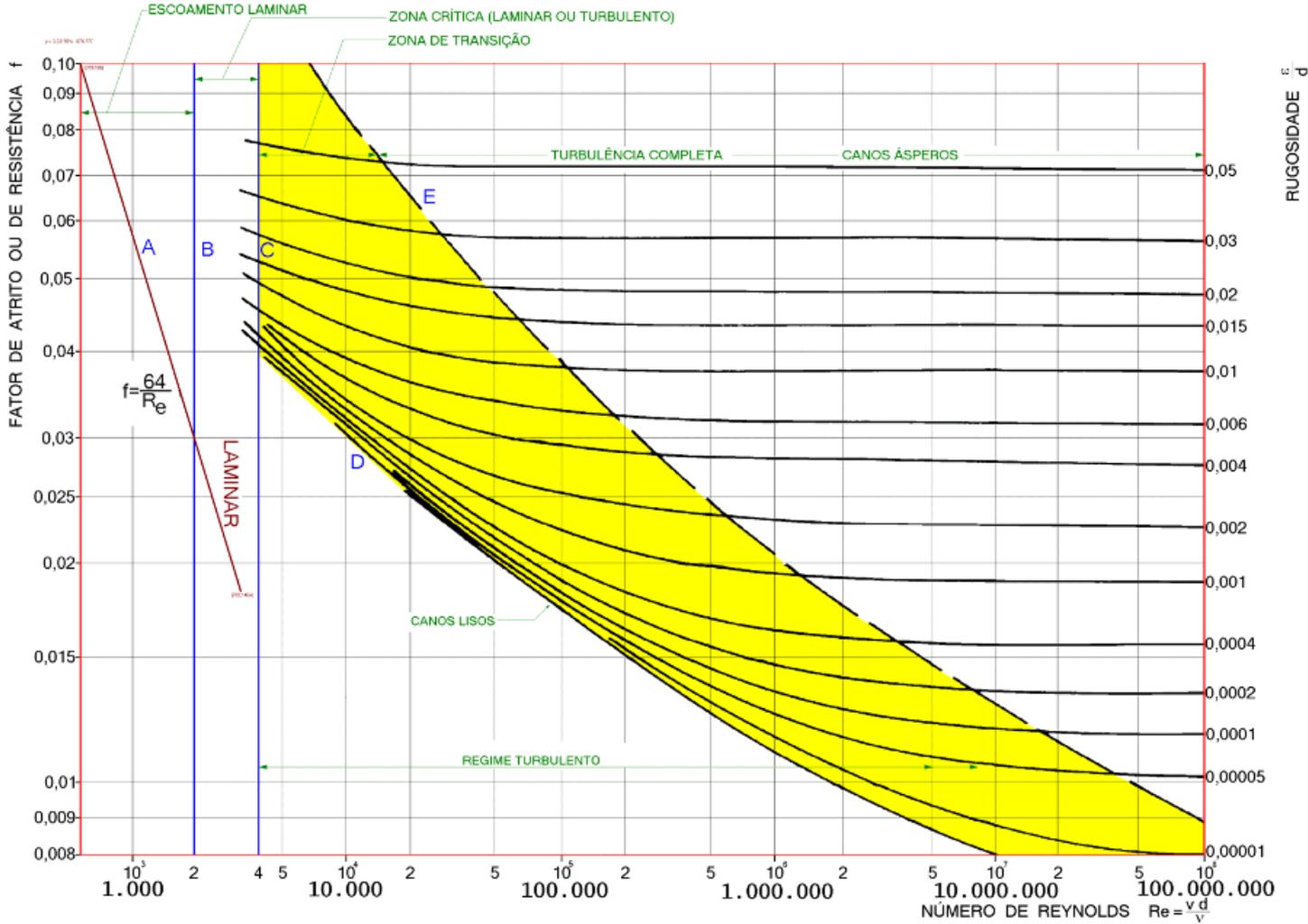
$$\therefore f = \frac{64}{Re}$$

Para o escoamento turbulento recorre - se aos diagramas :

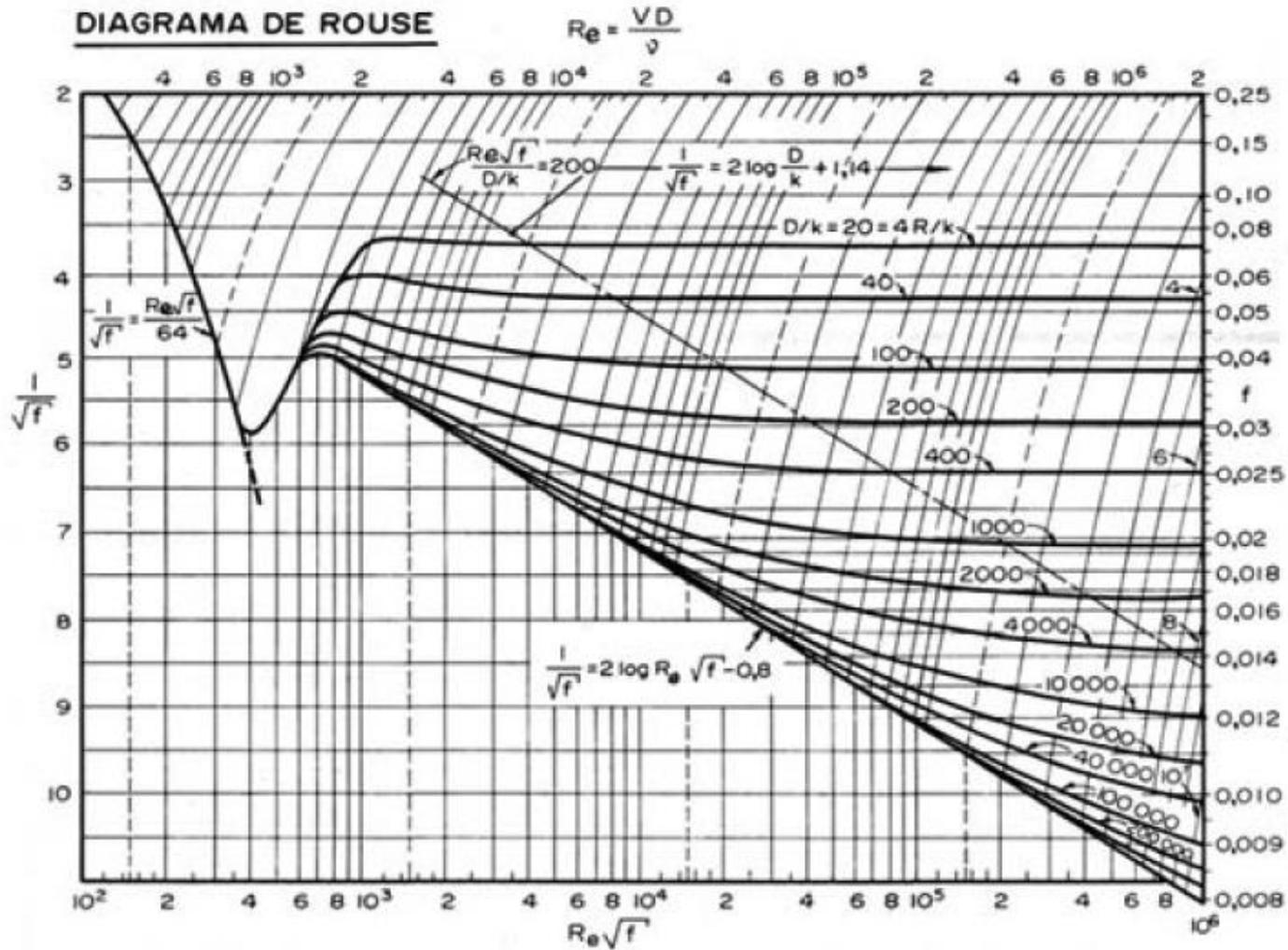
Diagrama de Moody

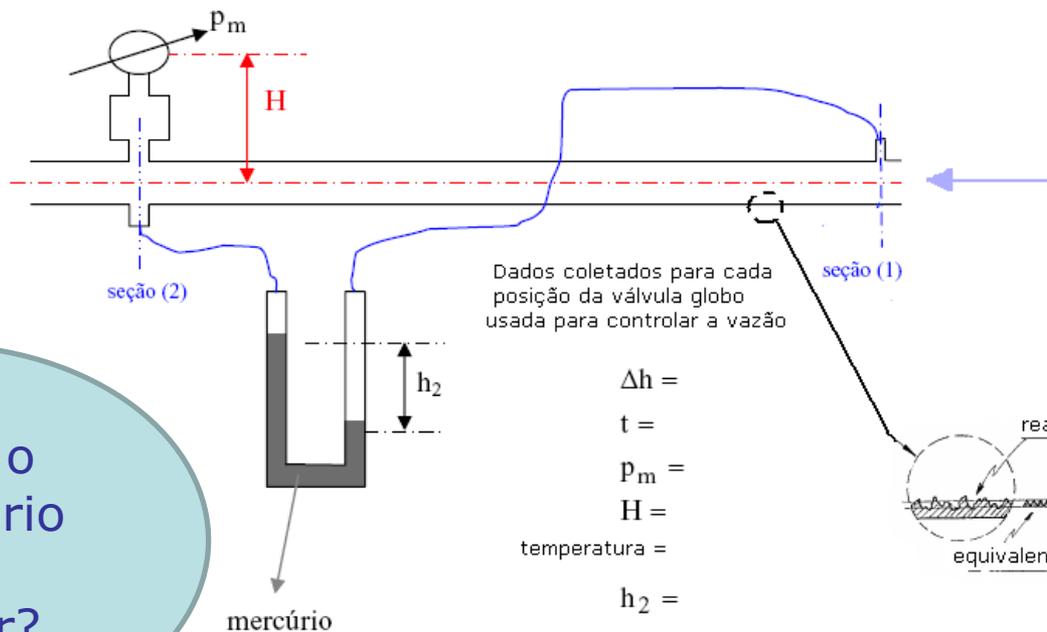


Detalhes do Moody



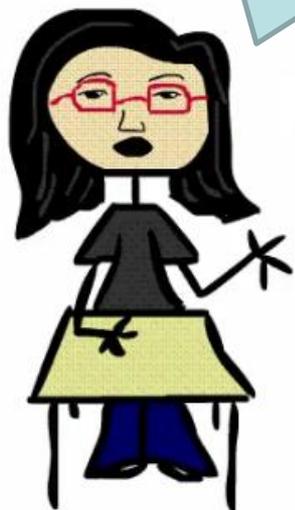
Rouse



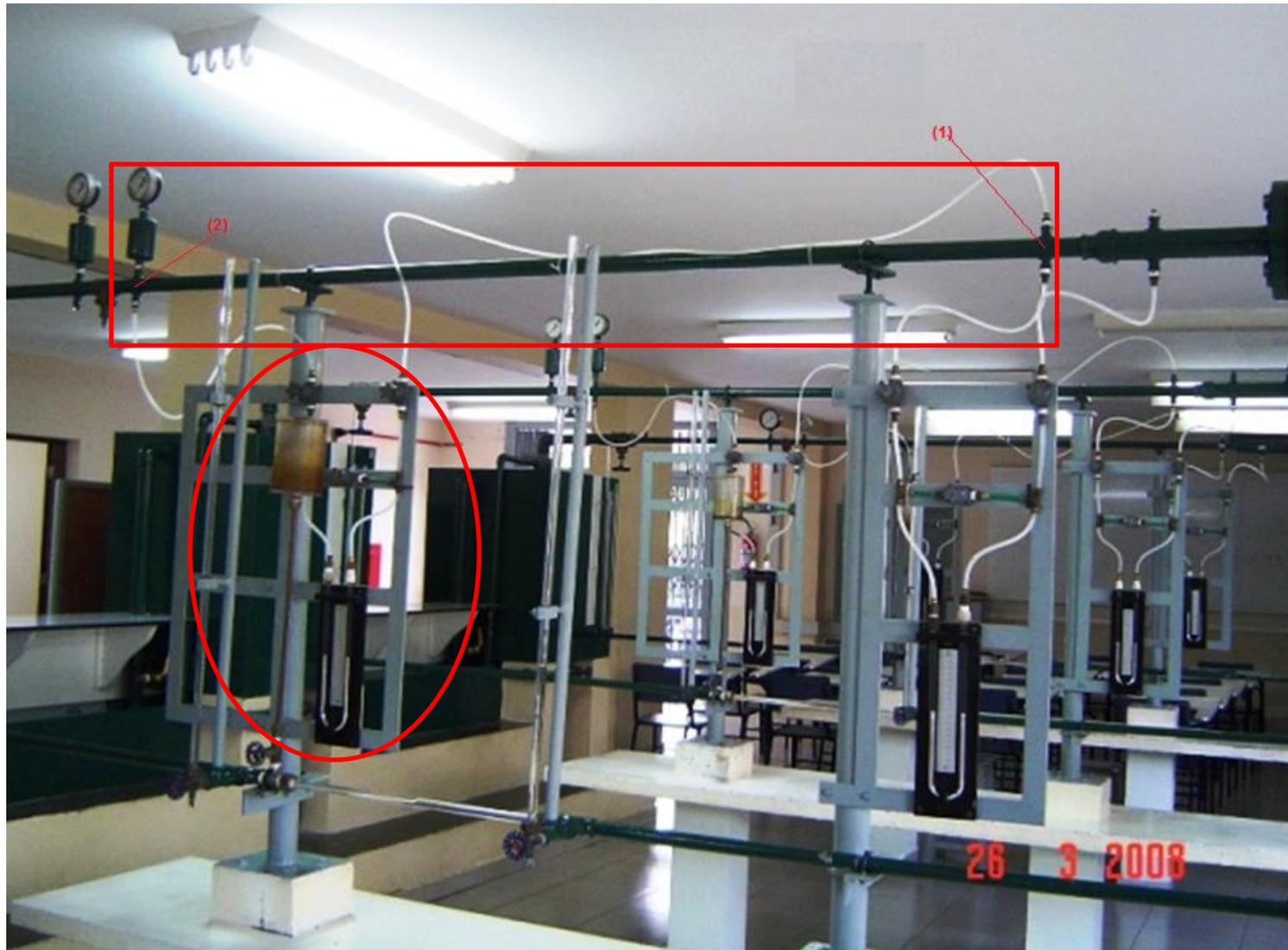


E para o laboratório como calcular?

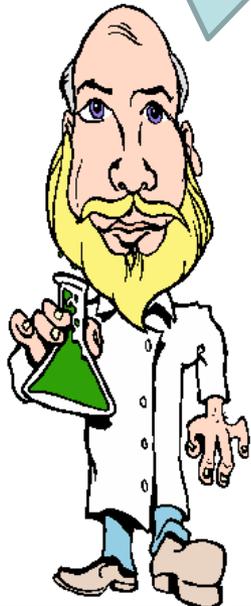
Vamos localizar o esquema anterior na bancada.



Trecho da bancada do laboratório



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



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

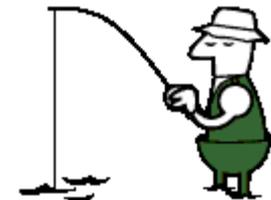
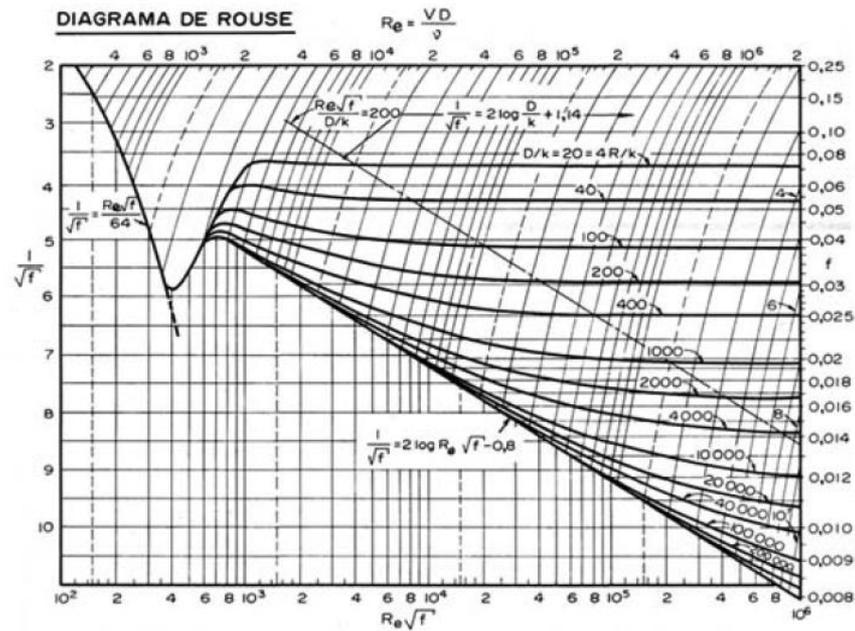
$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{f1-2}$$

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

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

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

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 indireta.



Agora, vamos
abordar a
experiência de
perda de carga
singular

Exemplos de singularidades



Como calcular as perdas singulares (ou localizadas)?

Podemos 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 perdasingular 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:



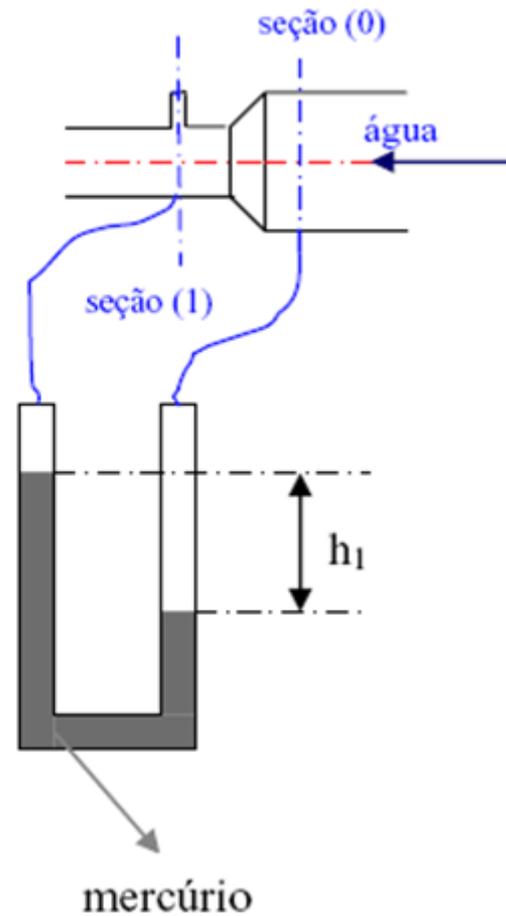
Dados coletados para cada
posição da válvula globo
controladora de vazão

$\Delta h =$

$t =$

$h_1 =$

temperatura =



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



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

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

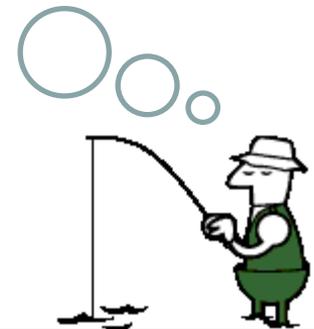
$$h_{s0-1} = \frac{p_0 - p_1}{\gamma} + \frac{v_0^2 - v_1^2}{2g} = K_S \times \frac{v_1^2}{2g}$$

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

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

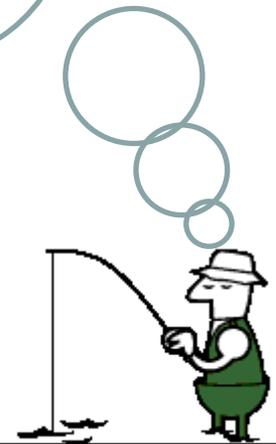
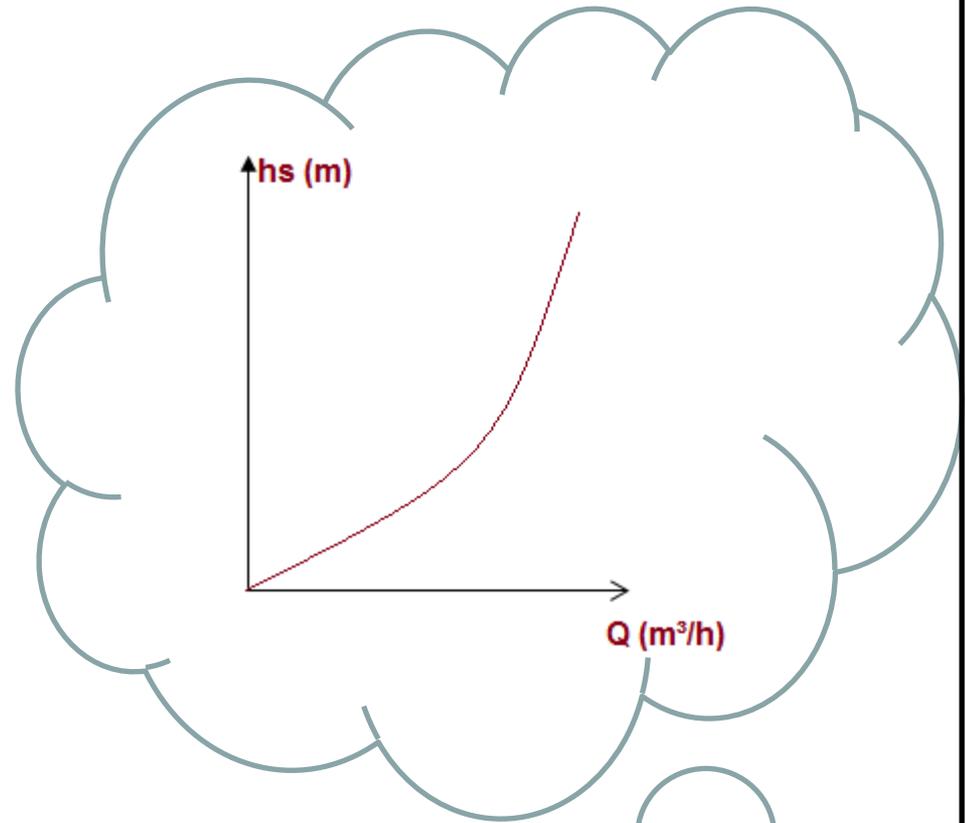


$$L_{eq} = \frac{K_S \times D_H}{f}$$



Pede-se
também:

$$h_s = f(Q)$$

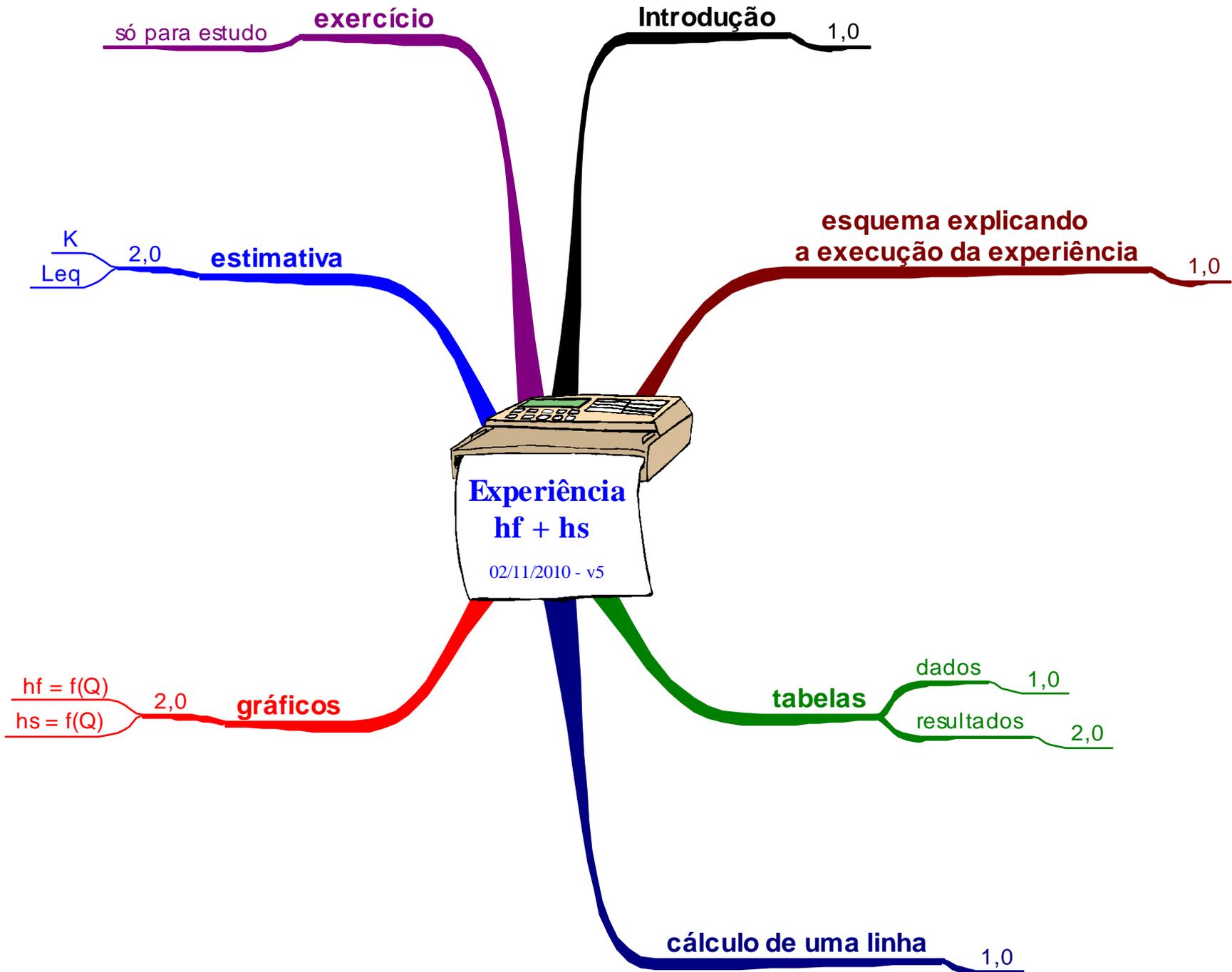


Trecho para determinação da perda singular





Mané
determinando a Q
para a experiência



Ex.13 (Ref.: Exp. 6)

Um grupo de alunos realizou a Experiência da Perda de Carga Distribuída no laboratório. O grupo reuniu-se na biblioteca e após vários cálculos preencheu a "Tabela Desenvolvimento". Conhecendo-se duas colunas desta tabela, levantar a curva que permite a comparação solicitada na experiência. Feita a comparação, explique por que a rugosidade medida não coincide com a rugosidade do material apresentada em tabelas.

f	Re
0,04	1×10^5
0,034	2×10^5
0,034	4×10^5
0,03	8×10^5
0,032	1×10^6

Dados: $\gamma_{H_2O} = 1000 \text{ kgf} / \text{m}^3$

$\gamma_{Hg} = 13600 \text{ kgf} / \text{m}^3$

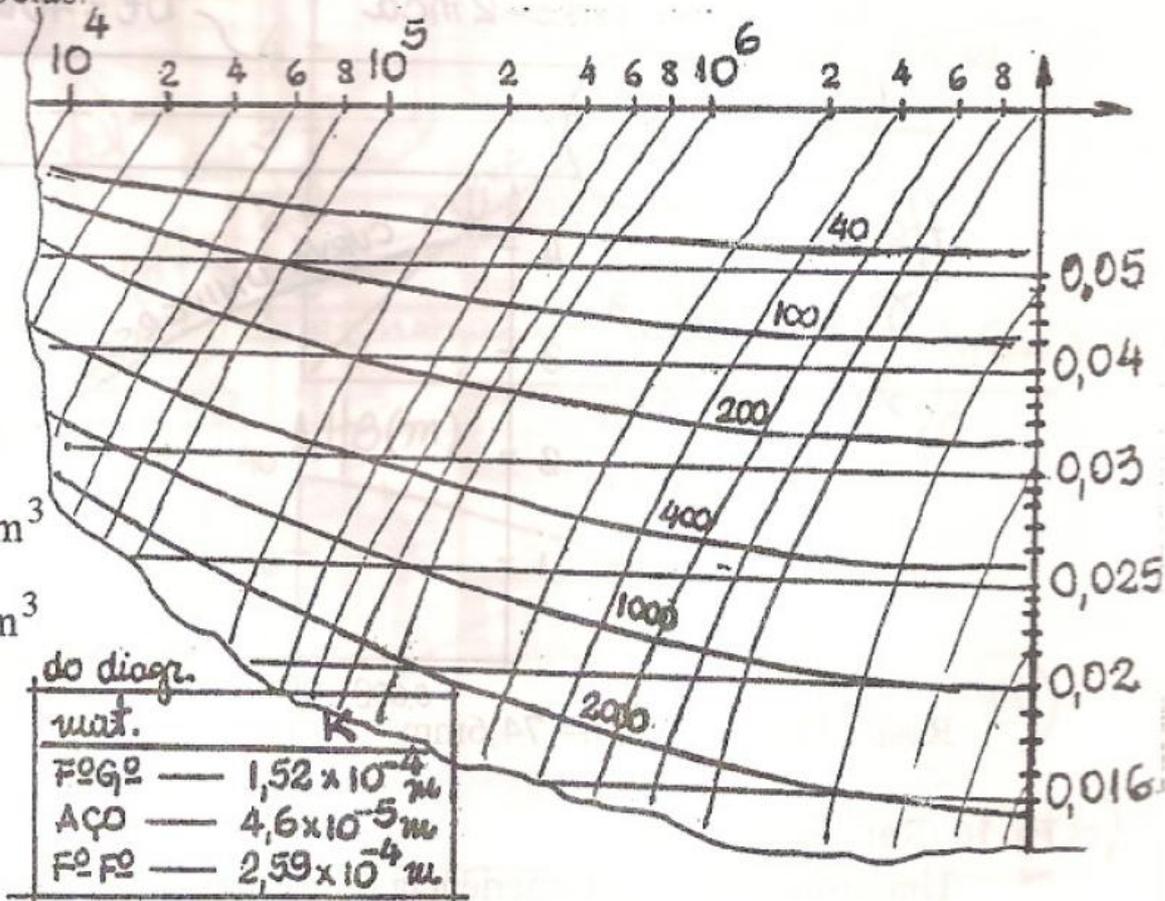
$D_{\text{tubo}} = 105 \text{ mm}$

Material FoFo

$L = 1,5 \text{ m}$

$\Delta h = 25 \text{ cm}$

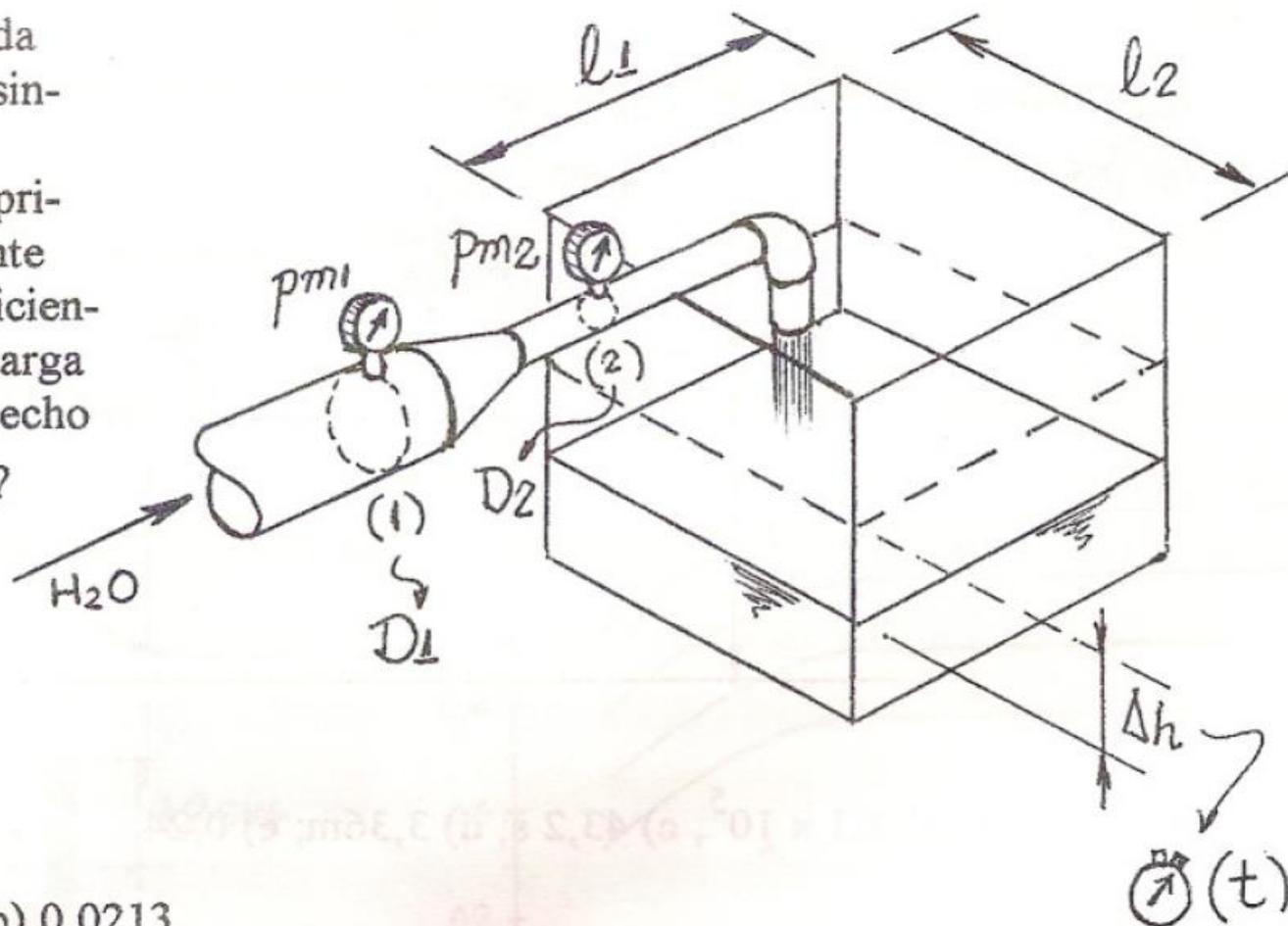
$t = 23 \text{ s}$



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:

- o coeficiente da perda de carga singular.
- 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