

# Experiência de perda de carga

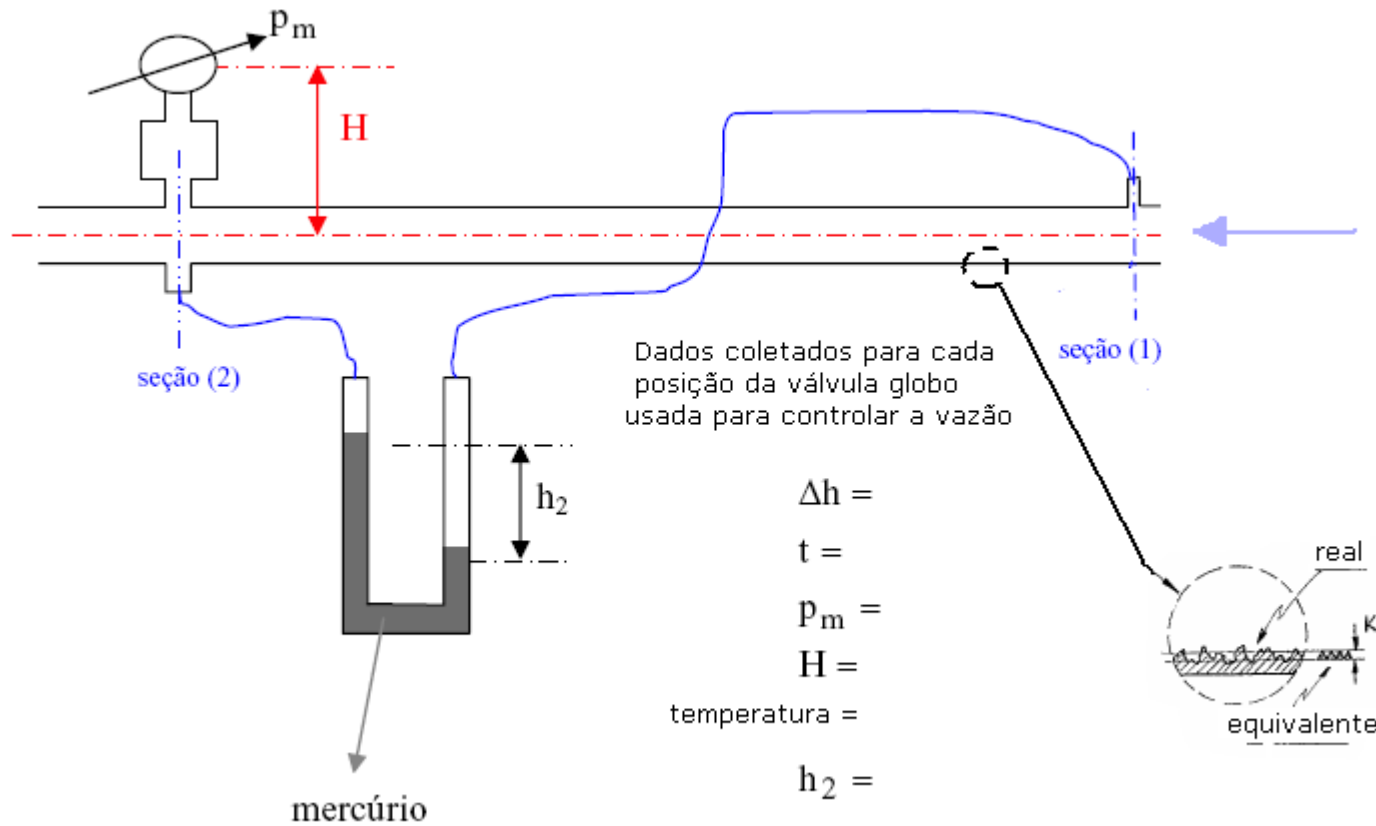
A perda ocorre devido a viscosidade do fluido e a presença de singularidades

# Singularidades?



Acima alguns exemplos

# 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 medos ...deve-se calcular pela formula 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

$g$  → aceleraãoda gravidade

$Q$  → vazãodo escoamento

$A$  → área da seãoformada 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.

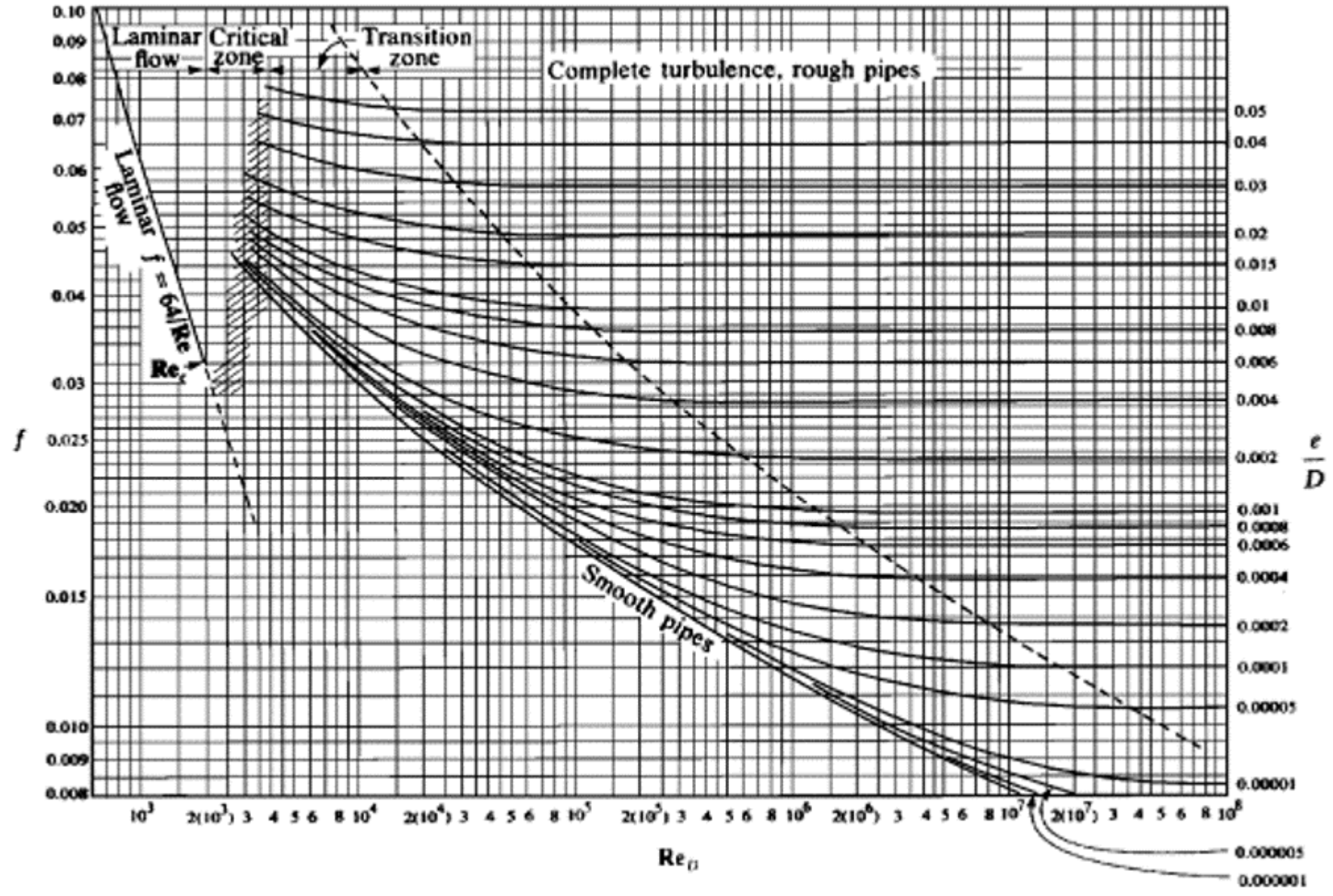
$$\text{Re} = \frac{\rho \times v \times D_H}{\mu} = \frac{v \times D_H}{\nu}$$

Se  $\text{Re} \leq 2000 \rightarrow$  escoamento laminar

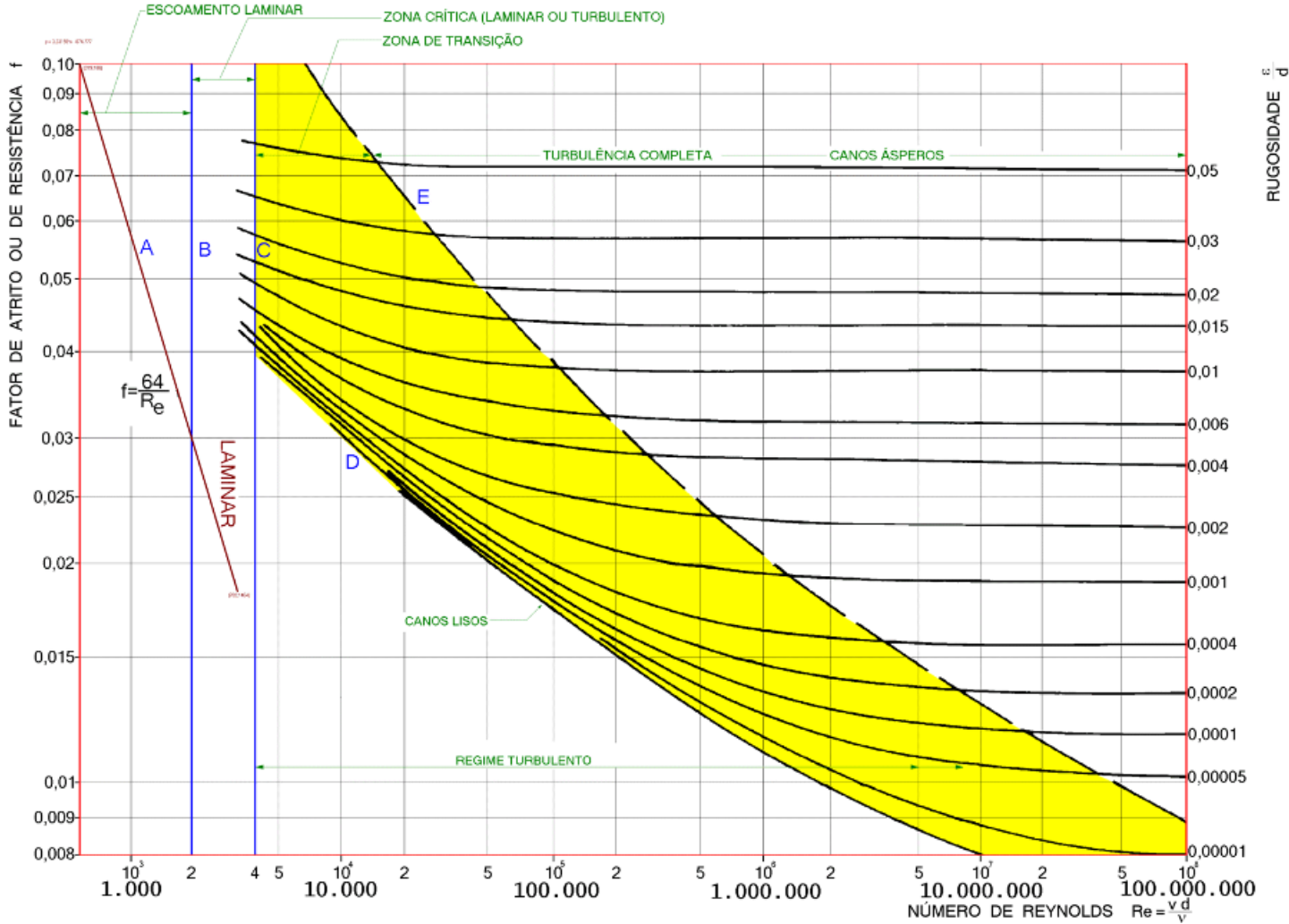
$$\therefore f = \frac{64}{\text{Re}}$$

Para o escoamento turbulento recorre-se aos diagramas

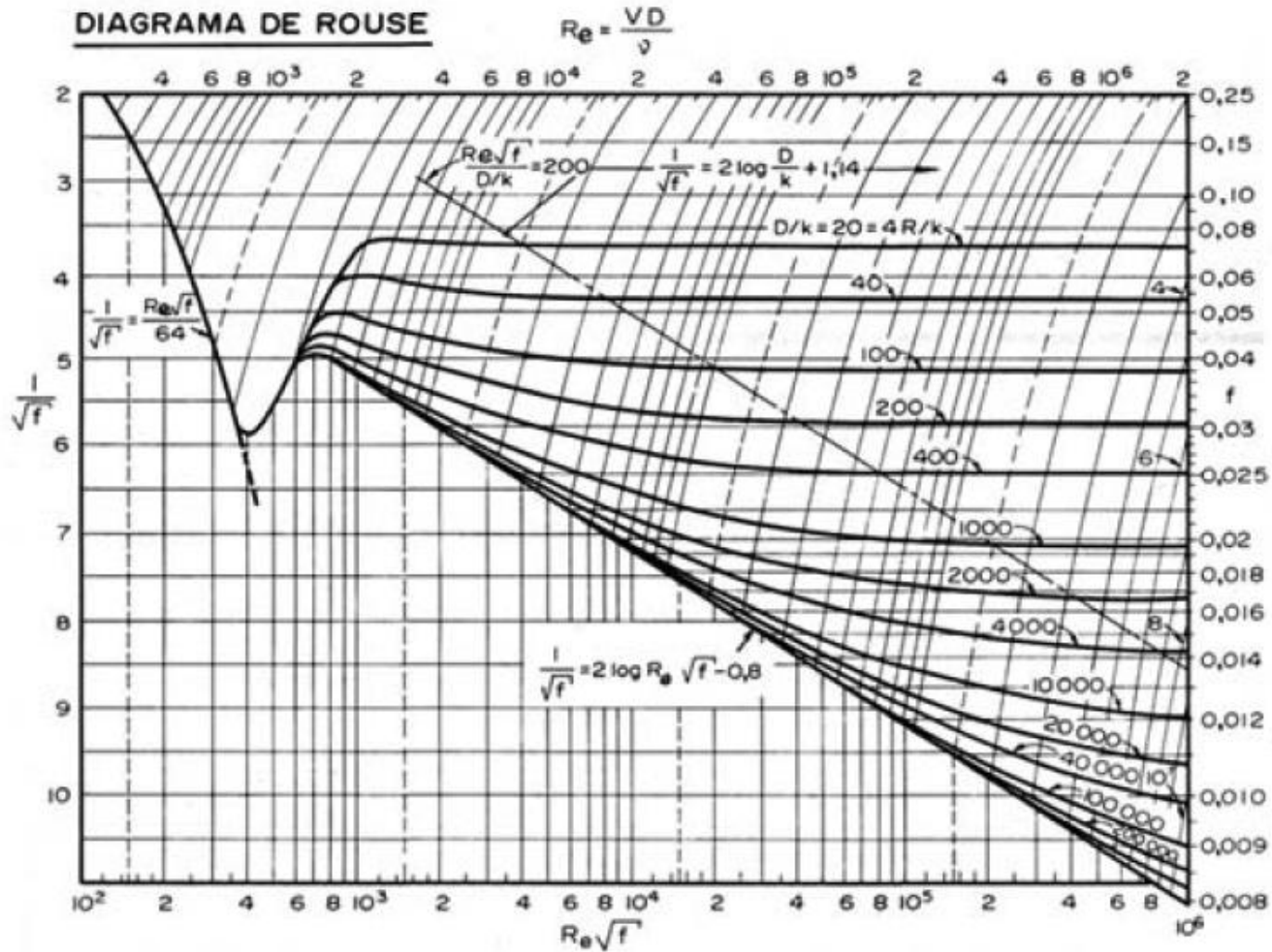
# Diagrama de Moody



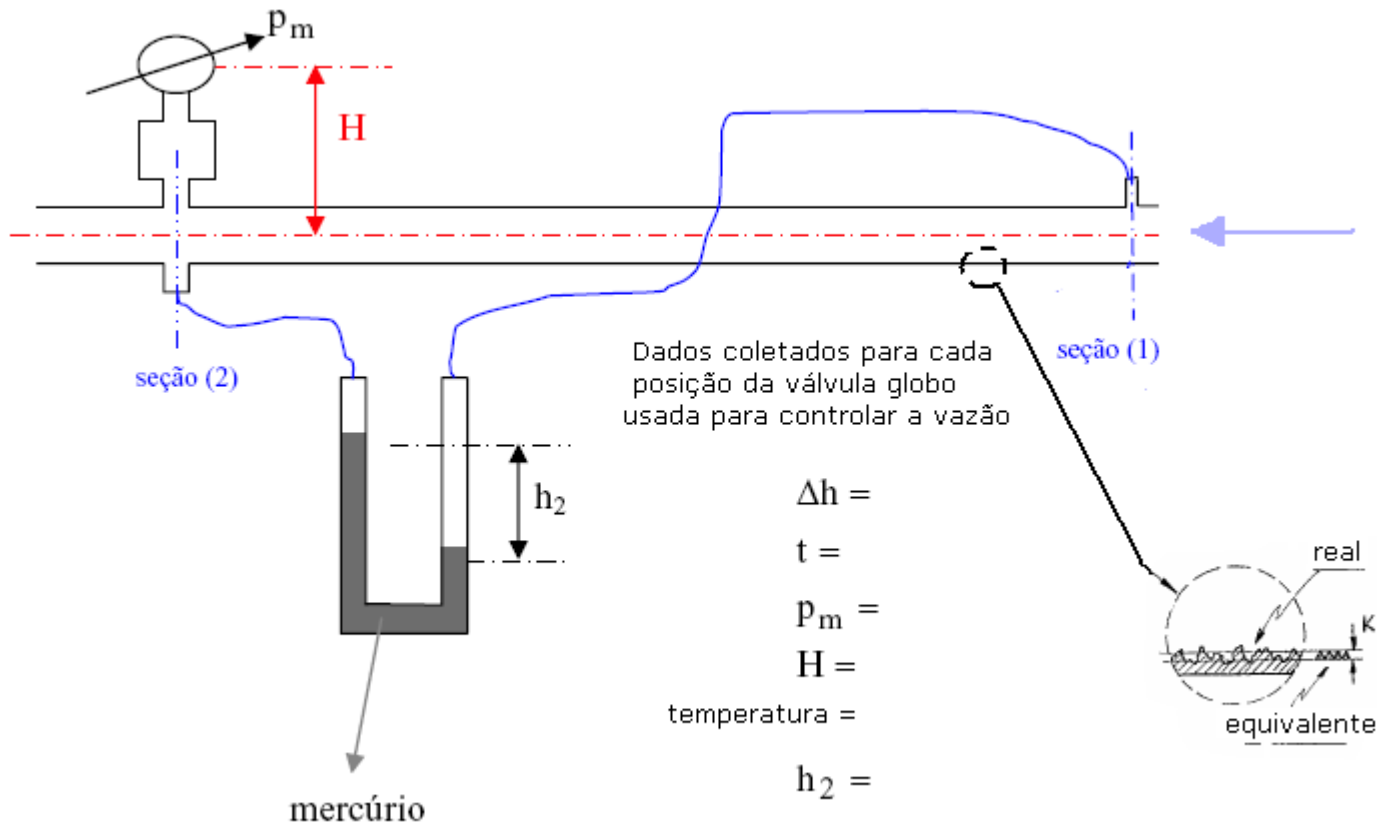
# Detalhes do Moody



# Rouse



# E para o laboratório como calcular?



Aplicando-se a equação da energia de (1) a (2)

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

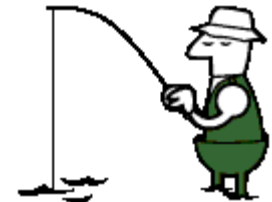
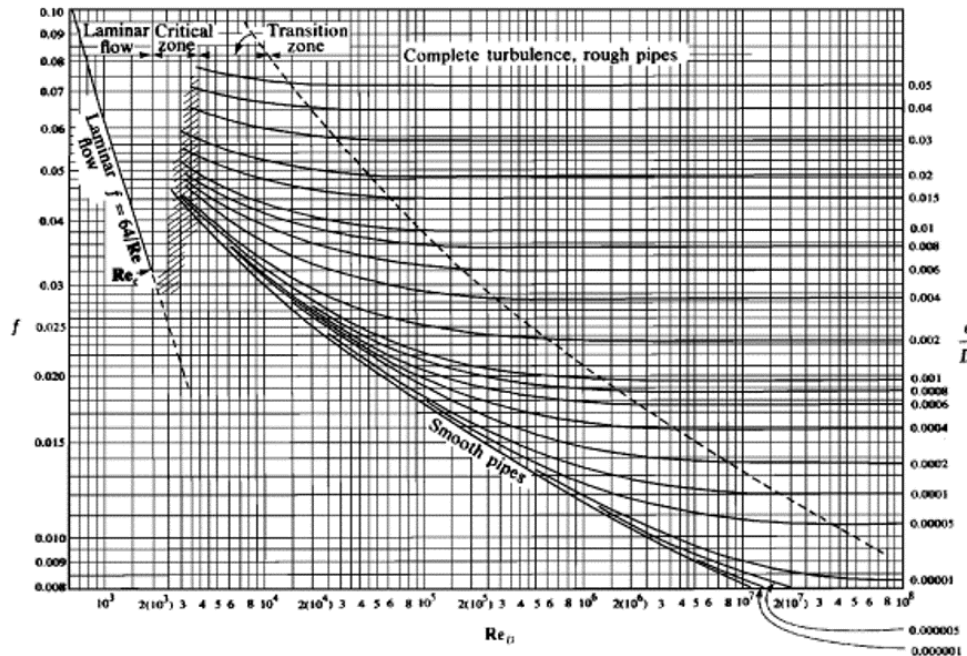
$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{f1-2}$$

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

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

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

Nesta experiência pede-se ainda, com o  $f$  e o  $Re$ , estimar o valor da rugosidade  $K$





E a perda de carga  
localizada?

Também 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 perdas 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

$\Delta h =$

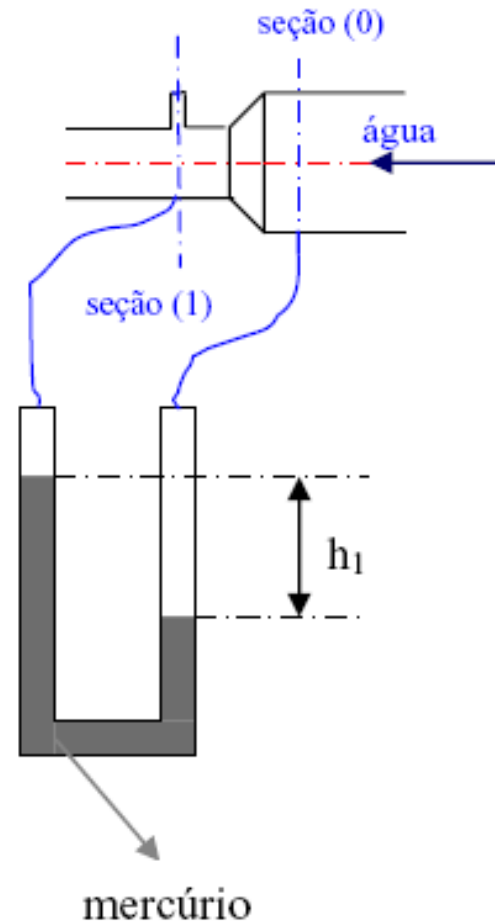
$t =$

$P_m =$

$H =$

$h_1 =$

temperatura =



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

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

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

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

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

Pede-se com  $K_S$  e o  $f$  calcule  
o  $L_{eq}$



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

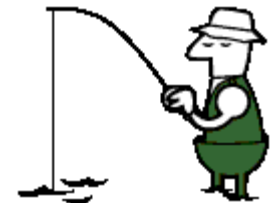


# Pede-se também ...

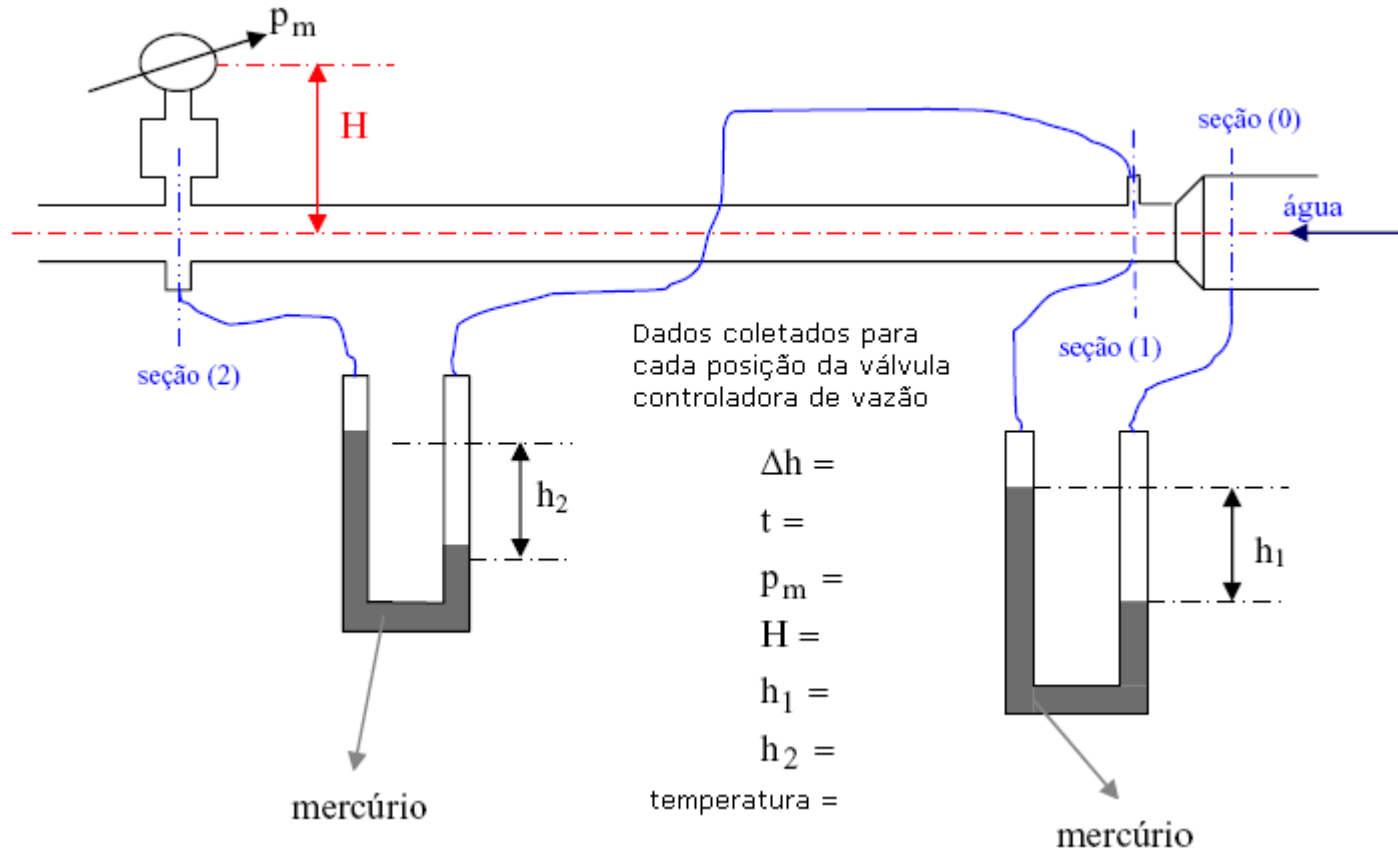


$$h_f = f(Q)$$

$$h_S = f(Q)$$



Portanto, no laboratório obtemos os dados simultaneamente para a  $h_f$  e a  $h_s$



# Trecho para determinação da perda distribuída e 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	$1 \times 10^5$
0,034	$2 \times 10^5$
0,034	$4 \times 10^5$
0,03	$8 \times 10^5$
0,032	$1 \times 10^6$

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

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

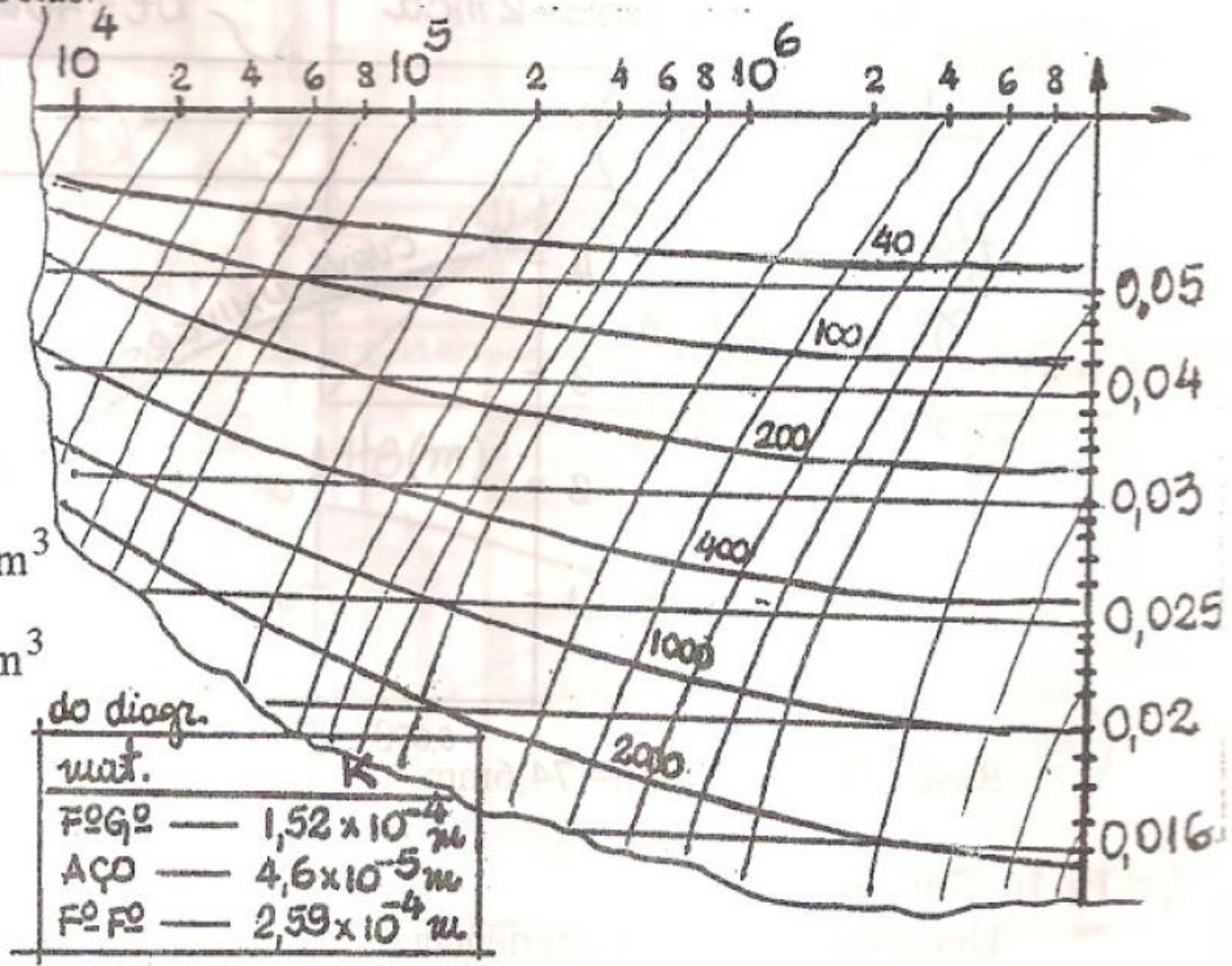
$D_{\text{tubo}} = 105 \text{ mm}$

Material FoFo

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

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

$t = 23 \text{ s}$

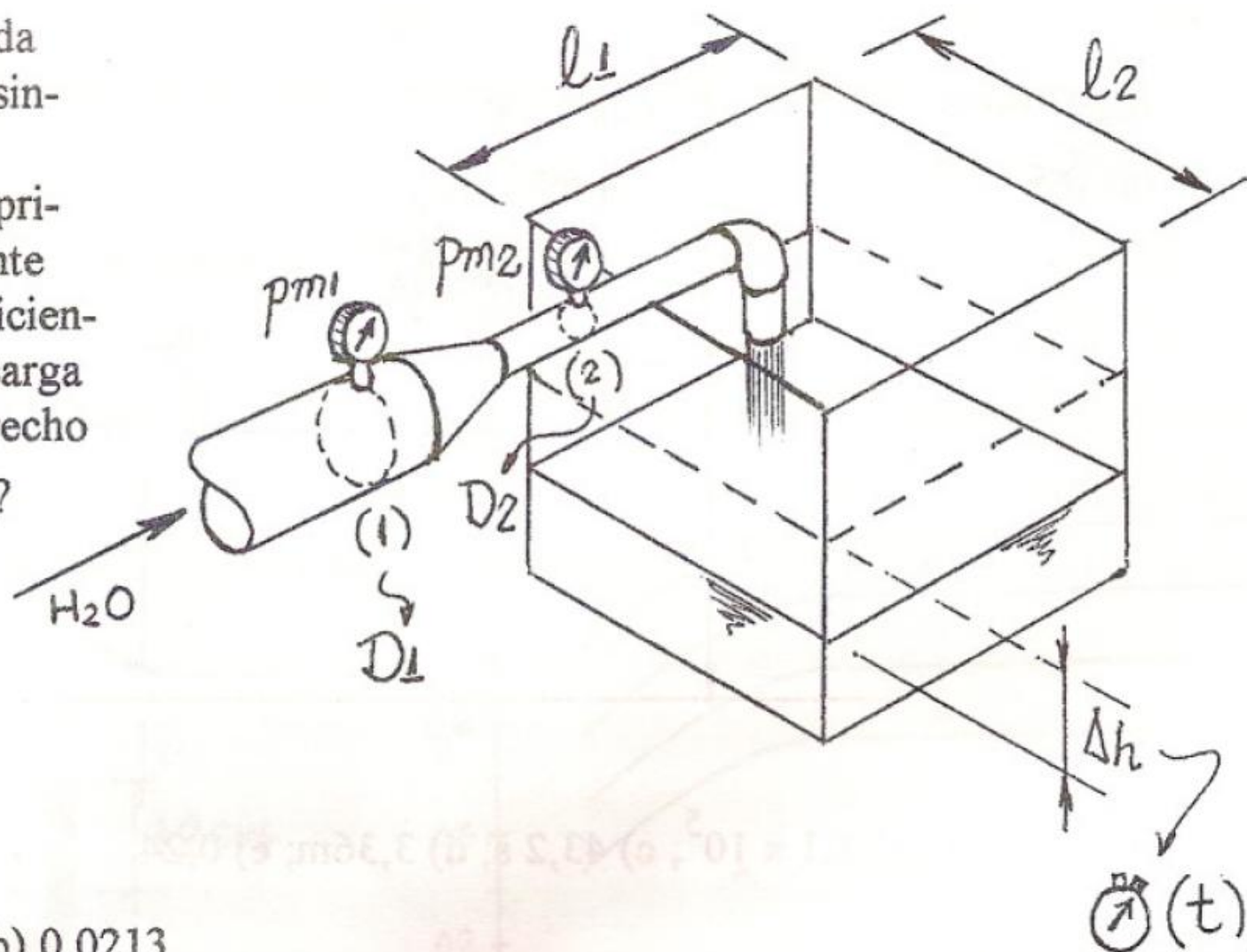


Ex. 14 (Ref.:Exp. 7)

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:

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

