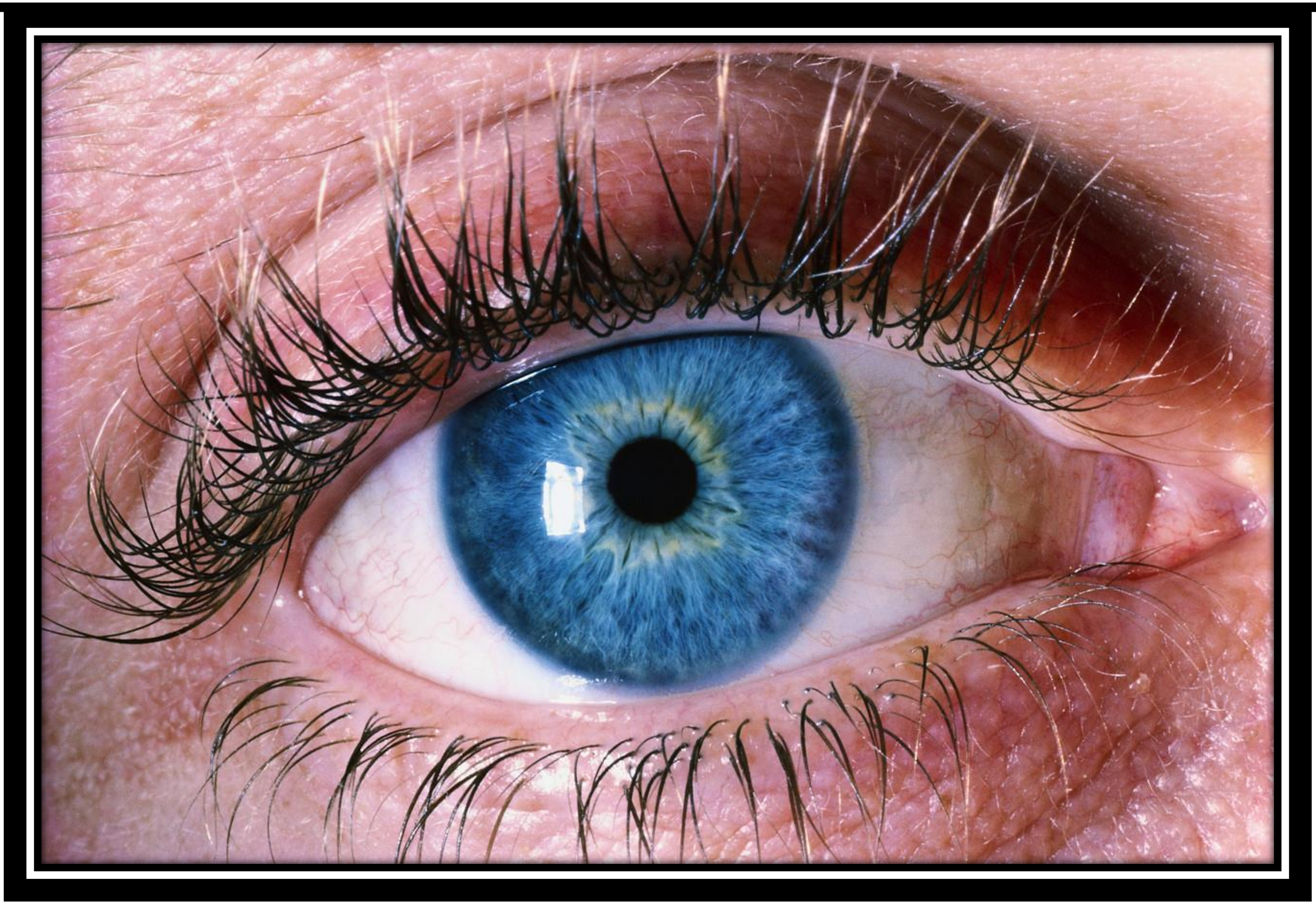
Aula 11 de FT

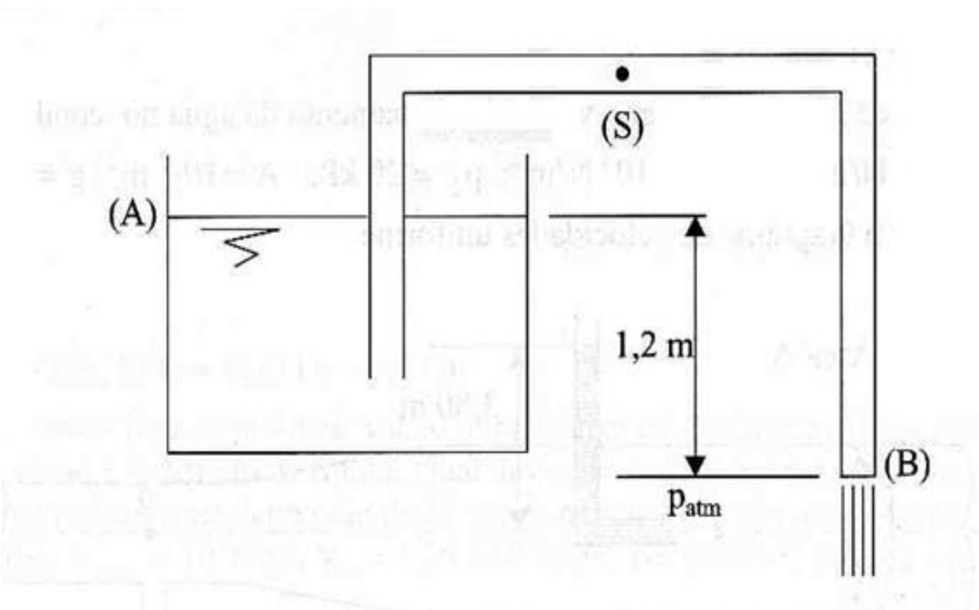
Primeiro semestre de 2014

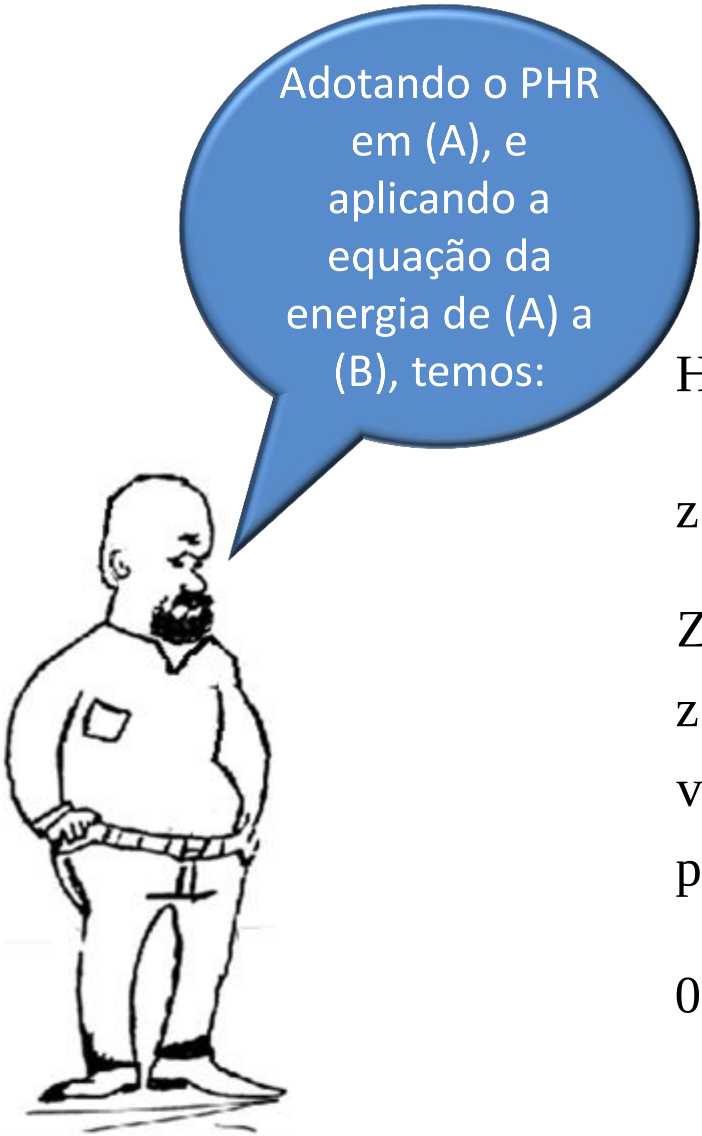


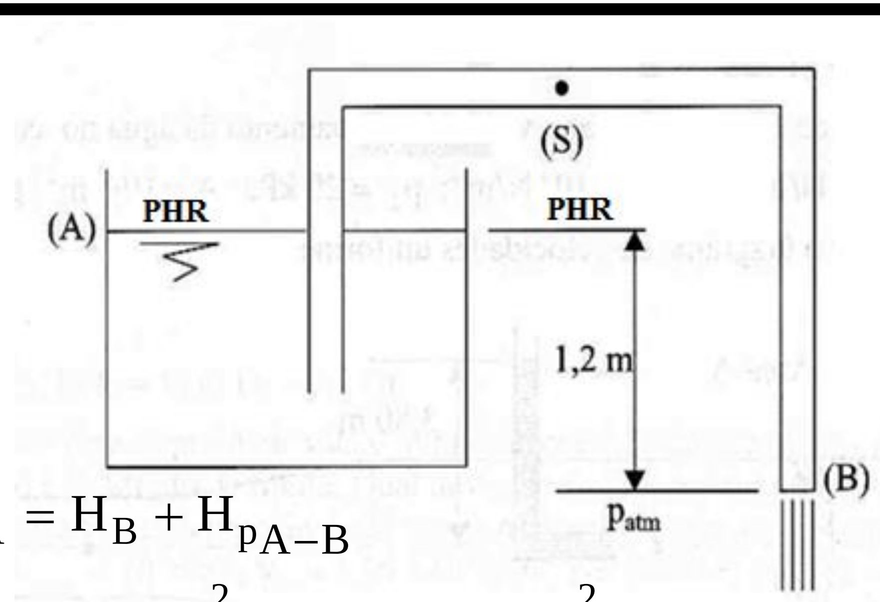
VAMOS VOLTAR A VER ALGUNS EXERCÍCIOS DA AULA ANTERIOR

4. Considerando que no ponto S do sifão da figura a pressão não deve cair abaixo de 32 kPa (abs) e que para esta pressão limite a perda de carga de (A) a (S) é 0,300 m e de (S) a (B) é 0,377 m, calcule:
   a. a velocidade média do escoamento;
   b. a máxima altura do ponto S em relação ao ponto (A)

Dados: $p_{atm} = 100$ kPa; $\gamma_{água} = 9800$ N/m³







$$H_A = H_B + H_{p_{A-B}}$$

$$z_A + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{v_A^2}{2g} = z_B + \frac{p_B}{\gamma} + \frac{v_B^2}{2g} + H_{p_{A-B}}$$

$$Z_A = 0 \to \text{PHR}$$

$$z_B = -1{,}2\text{m} \to \text{abaixo do PHR}$$

$$v_A = 0 \to \text{condição de regime permanente}$$

$$p_A = p_B = p_{atm} = 0 \to \text{escala efetiva}$$

$$0 = -1{,}2 + \frac{v_B^2}{2 \times 9{,}8} + 0{,}3 + 0{,}377$$

$$\therefore v_B = \sqrt{19{,}6 \times (1{,}2 - 0{,}3 - 0{,}377)} \cong 3{,}2\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \to \text{(a)}$$

$$H_S = H_B + H_{p_{S-B}}$$

$$z_S + \frac{p_S}{\gamma} + \frac{v_S^2}{2g} = z_B + \frac{p_B}{\gamma} + \frac{v_B^2}{2g} + H_{p_{A-B}}$$

$$Z_S = ? \rightarrow \text{PHR}$$

$$z_B = -1{,}2\text{m} \rightarrow \text{abaixo do PHR}$$

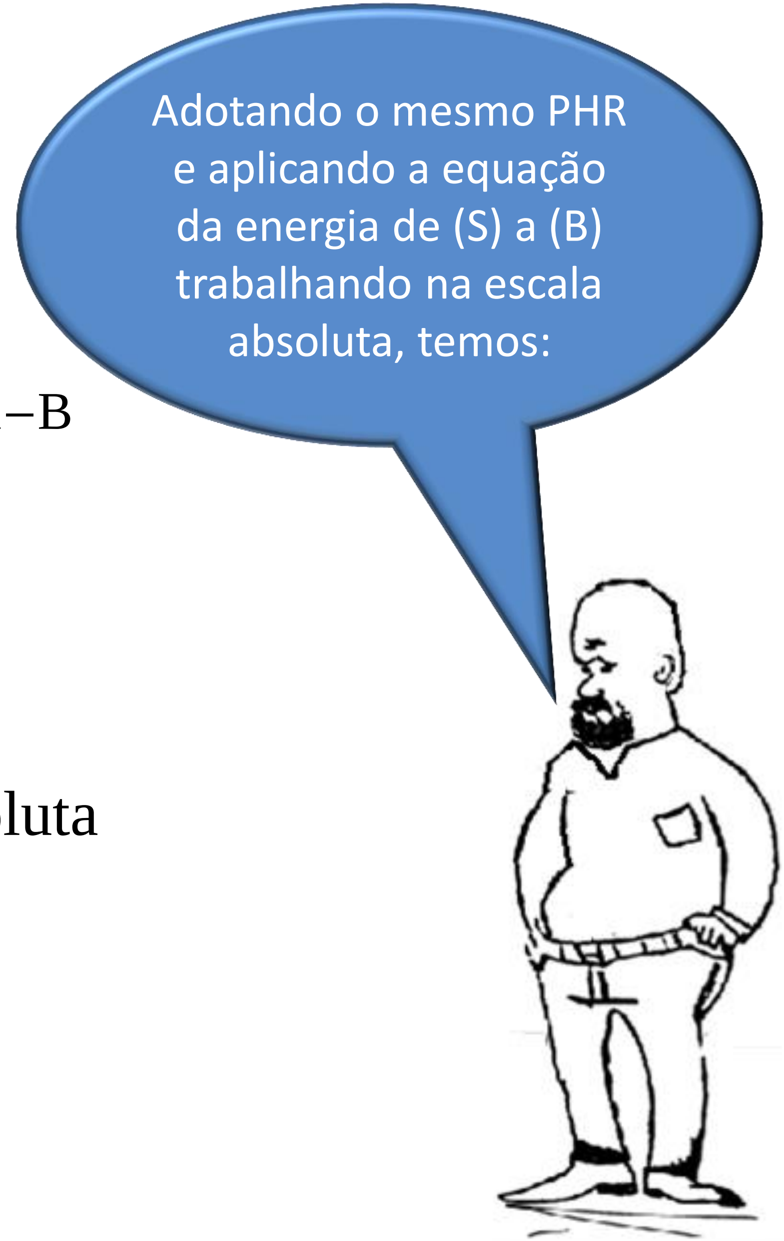
$$v_S = v_B \rightarrow \text{mesmo diâmetro}$$

$$p_B = p_{atm} = 100000\text{Pa} \rightarrow \text{escala absoluta}$$

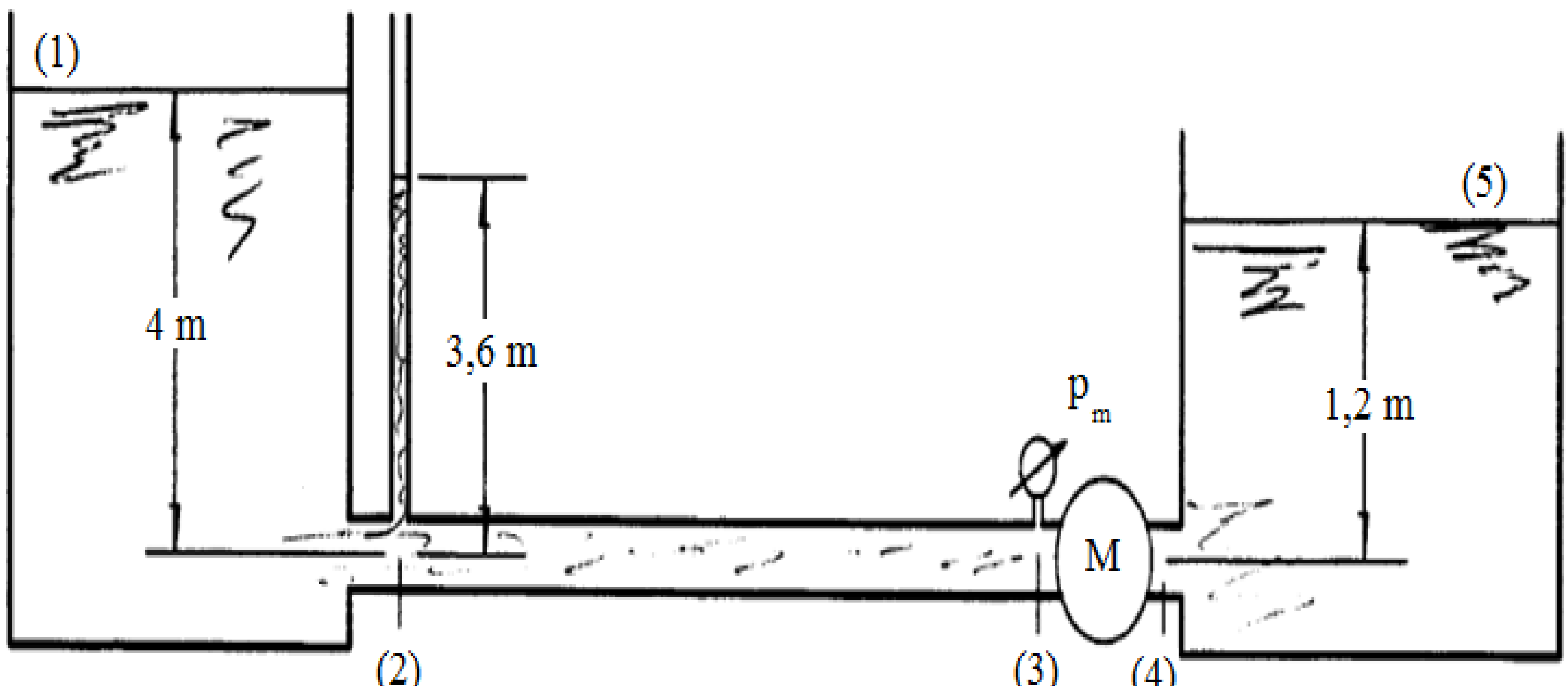
$$p_S = 32000\text{Pa} \rightarrow \text{escala absoluta}$$

$$z_S + \frac{32000}{9800} = \text{-}1{,}2 + \frac{100000}{9800} + 0{,}377$$

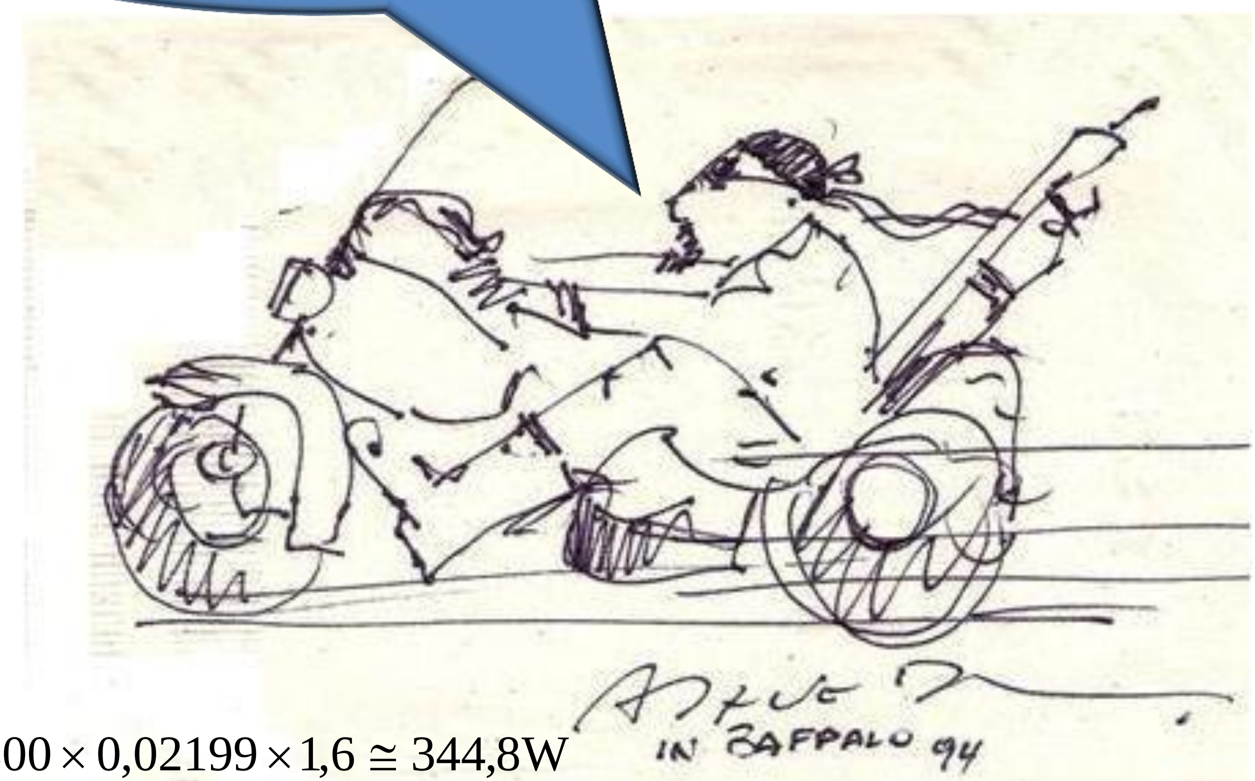
$$\therefore z_B \cong 6{,}12\text{m} \rightarrow (\text{b})$$



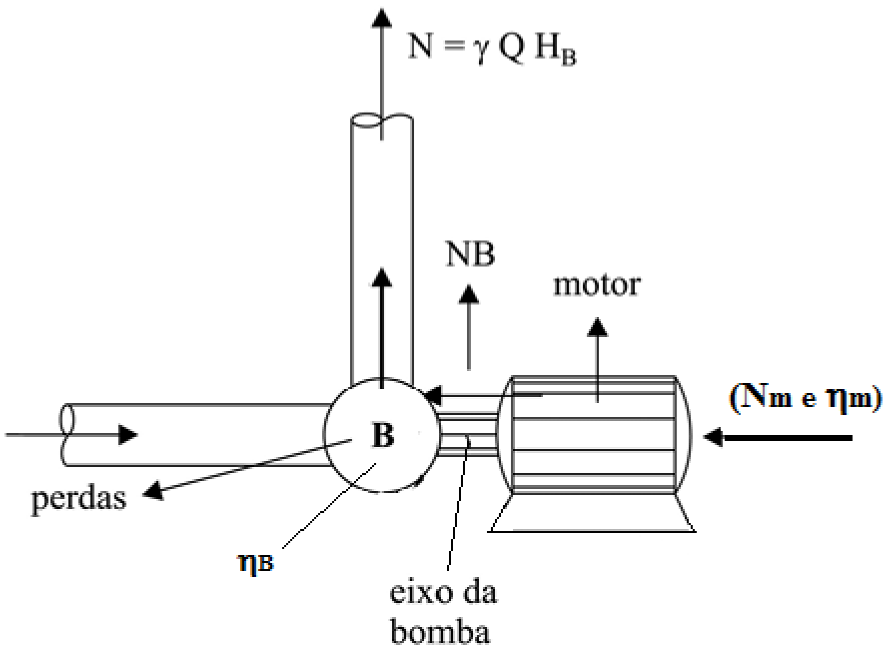
5. O conduto da figura tem diâmetro interno igual a 100 mm e a pressão no manômetro é pm = 0,24 kgf/cm². As perdas de carga entre as seções 1 e 2 e entre as seções 4 e 5 são desprezíveis. O fluido é a água com peso específico igual a 9800N/m³. Determinar:
   a. a vazão;
   b. a perda de carga na tubulação;
   c. o tipo de máquina;
   d. a potência hidráulica (N) e a potência da máquina (Nm) sabendo que seu rendimento é 72%.



O cálculo de N_B (potência da bomba) ficou para a esta aula, pois estaremos estudando o conceito de potências e rendimentos das máquinas hidráulica, na semana passada só calculamos a potência do fluido:



$$d) \Rightarrow N = \gamma \times Q \times H_M = 9800 \times 0{,}02199 \times 1{,}6 \cong 344{,}8W$$

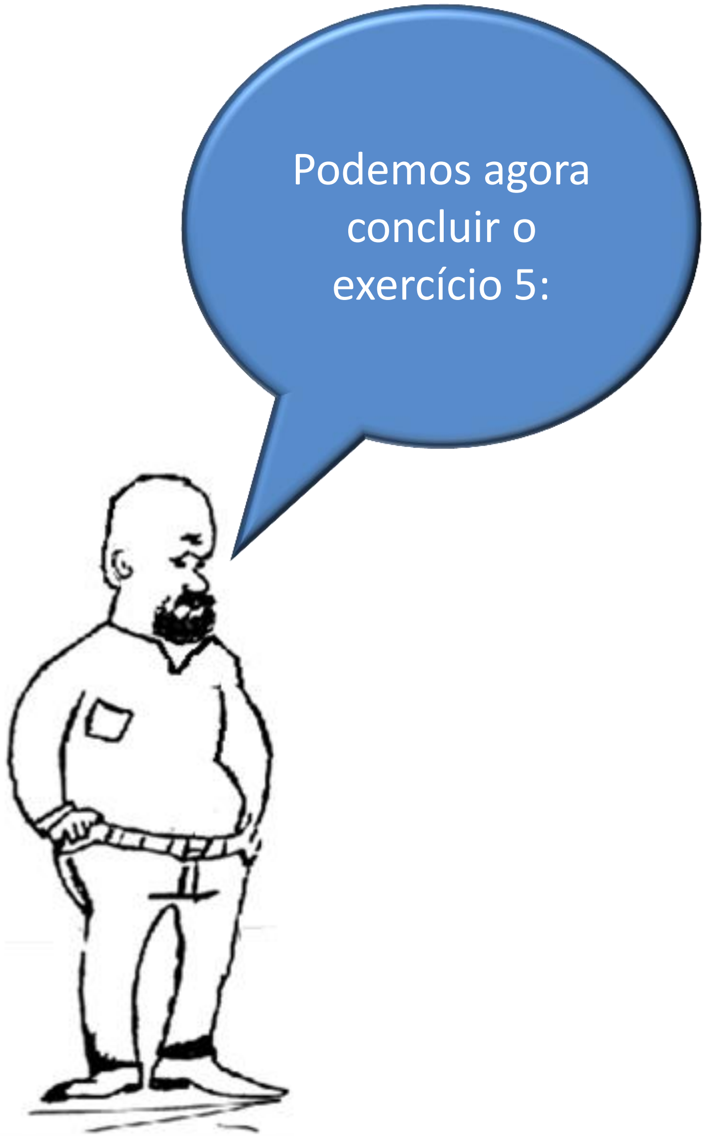


O rendimento da máquina é sempre a potência útil (que saí da máquina) sobre a potência posta em jogo (potência que entra na máquina), portanto para o conjunto motobomba, temos:

$$\eta_m = \frac{N_B}{N_m};\ \eta_B = \frac{N}{N_B}$$

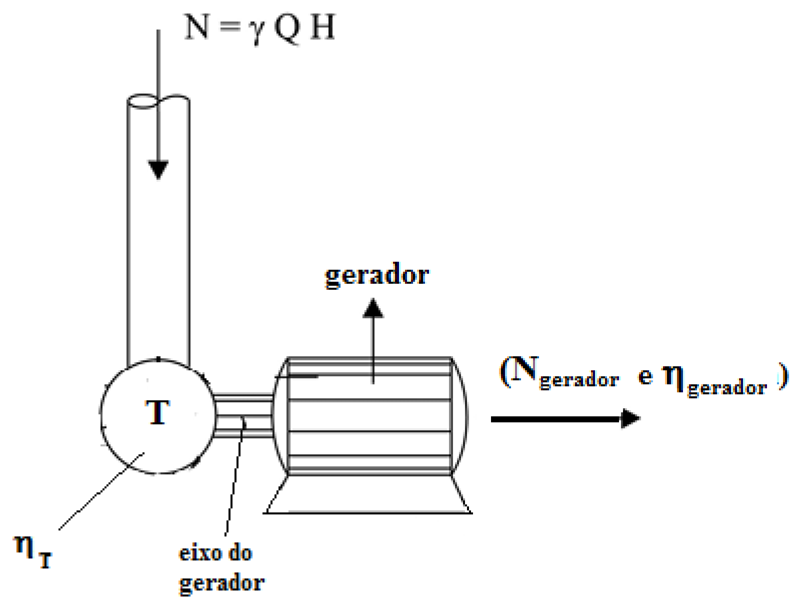
$$\eta_{global} = \frac{N}{N_m} = \eta_m \times \eta_B$$

$$\therefore N_B = \frac{N}{\eta_B} = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{\eta_B}$$



$$N_B = \frac{N}{\eta_B} = \frac{344{,}8}{0{,}72}$$

$$\therefore N_B \cong 478{,}9W$$



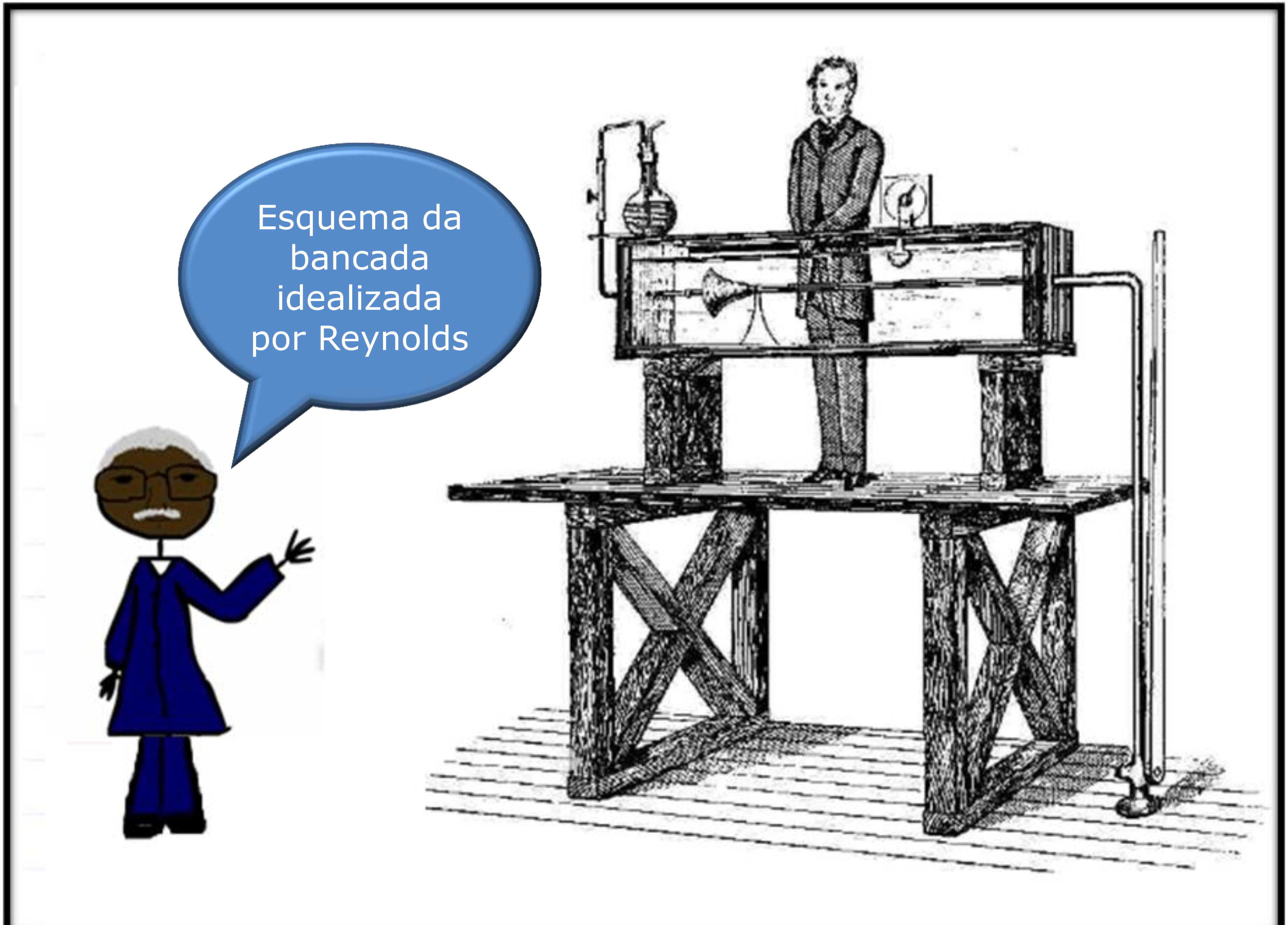
Para turbina, teríamos:

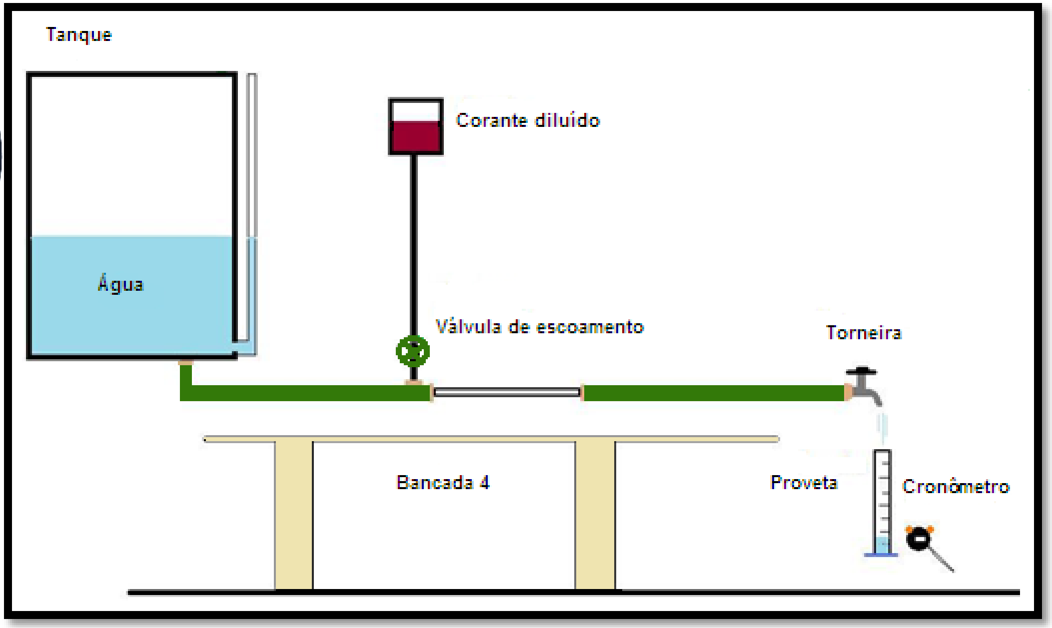
$$\eta_T = \frac{N_T}{N}; \eta_{gerador} = \frac{N_{elétrica}}{N_T}$$

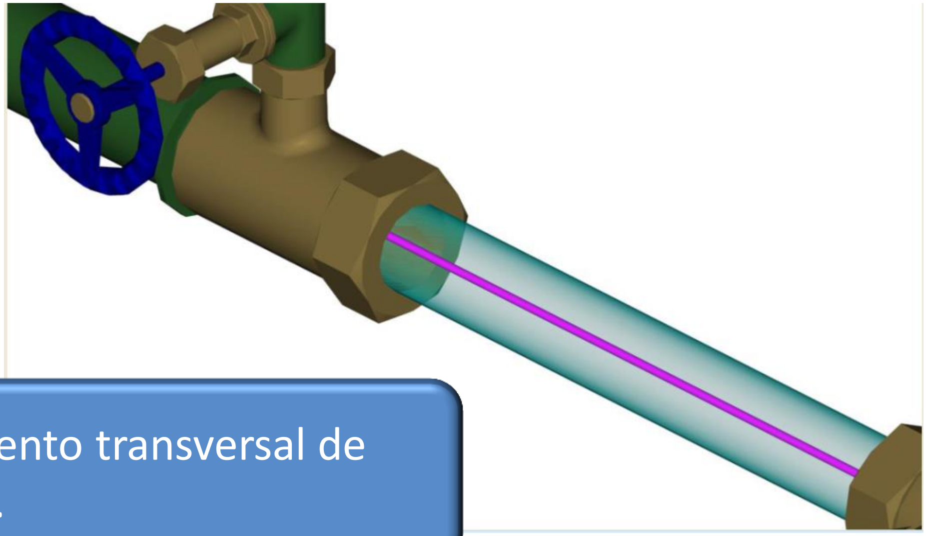
$$\eta_{global} = \frac{N_{elétrica}}{N} = \eta_T \times \eta_{gerador}$$

$$\therefore N_T = \eta_T \times N = \eta_T \times \gamma \times Q \times H_T$$

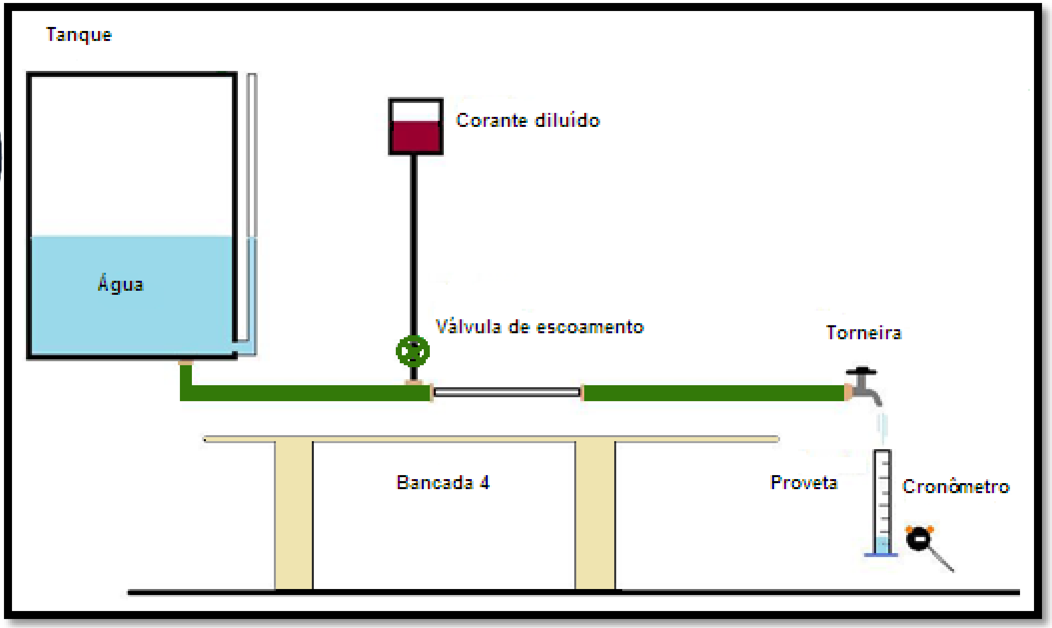

Vamos estudar agora a classificação dos fluidos segundo o deslocamento transversal de massa, para isto vamos recordar a experiência de Reynolds.

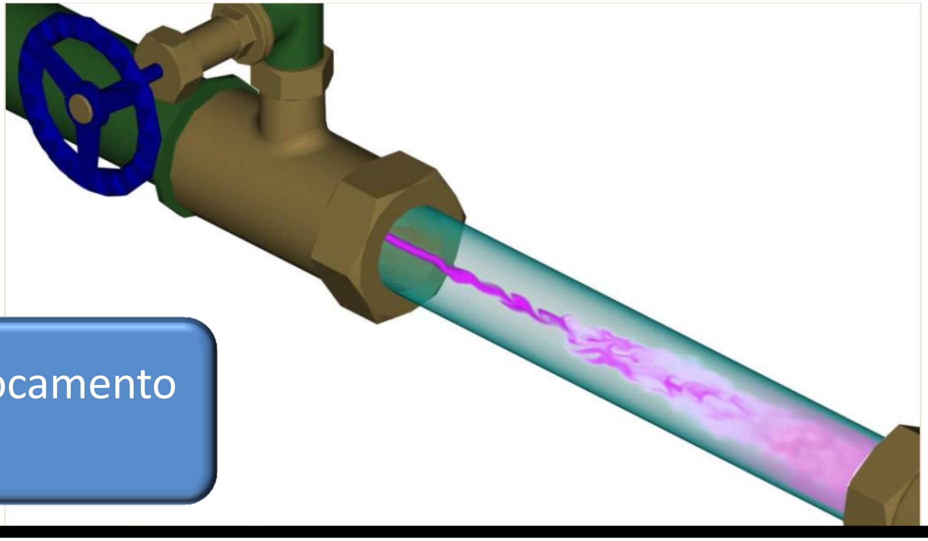

Esquema da bancada idealizada por Reynolds



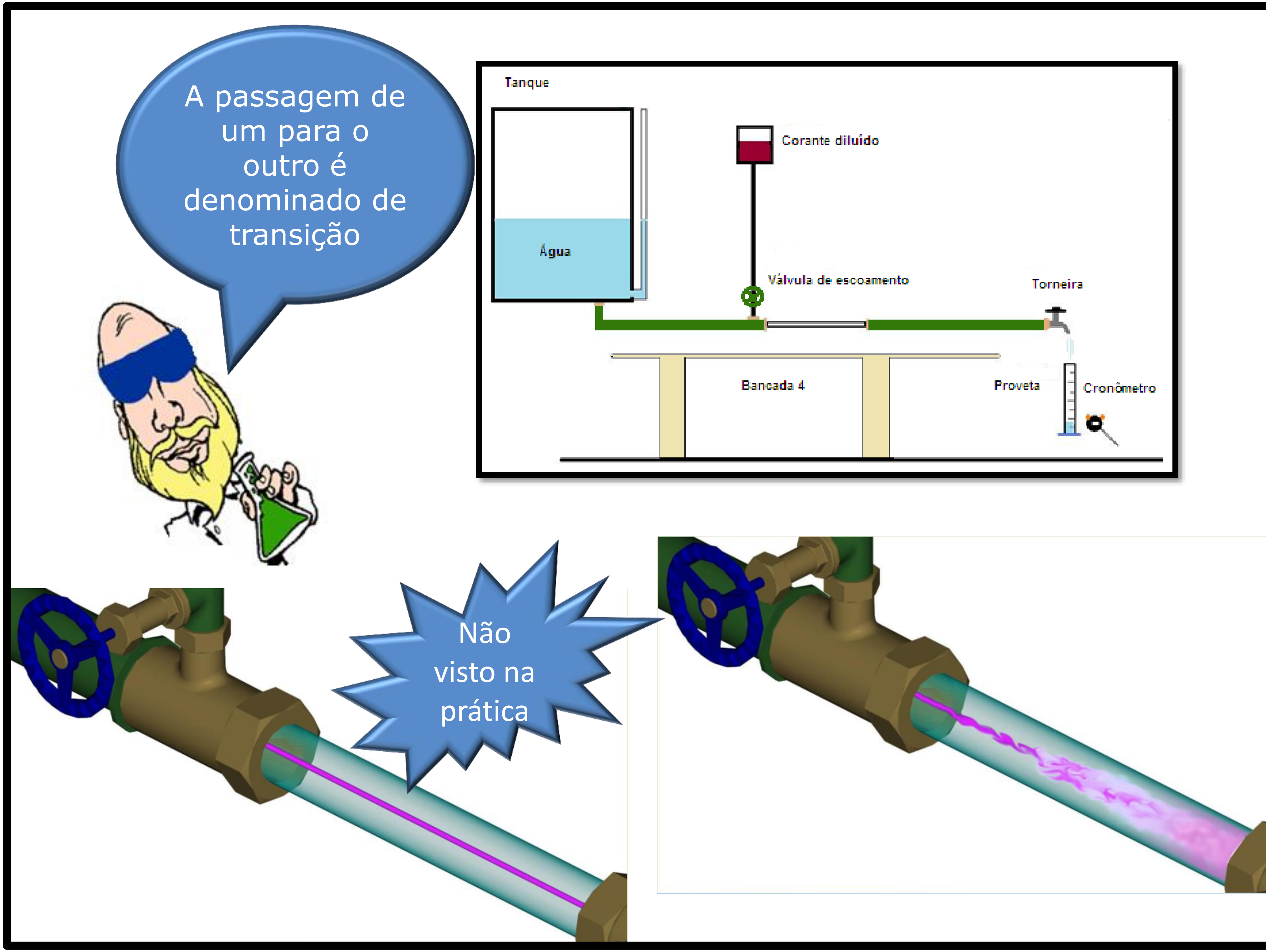


Laminar “sem” deslocamento transversal de massa.





Turbulento com predominância do deslocamento transversal de massa.


A passagem de um para o outro é denominado de transição
Tanque
Água
Corante diluído
Válvula de escoamento
Torneira
Bancada 4
Proveta
Cronômetro
Não visto na prática

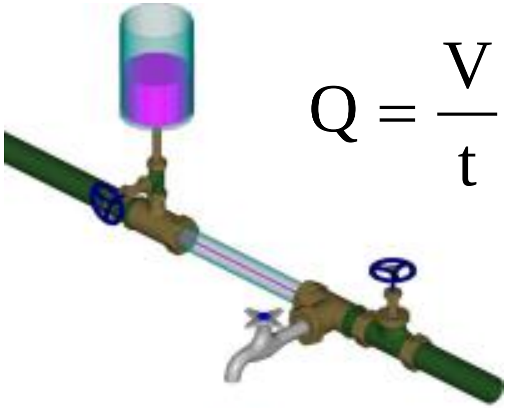

Com na prática não vemos o interior do tubo e nem injetamos um corante, vamos recorrer ao número de Reynolds para obter esta classificação.

$$R_e = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} = \frac{v \times D}{\nu}$$

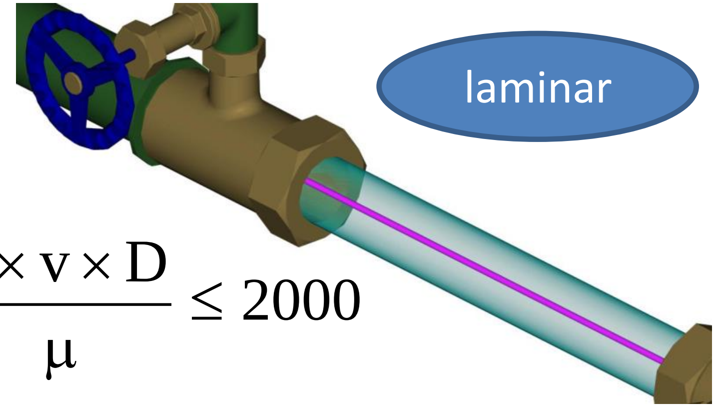
$\rho \rightarrow$ massa específica; $\mu \rightarrow$ viscosidade dinâmica

$\nu \rightarrow$ viscosidade cinemática; $v \rightarrow$ velocidade média

$D \rightarrow$ diâmetro interno

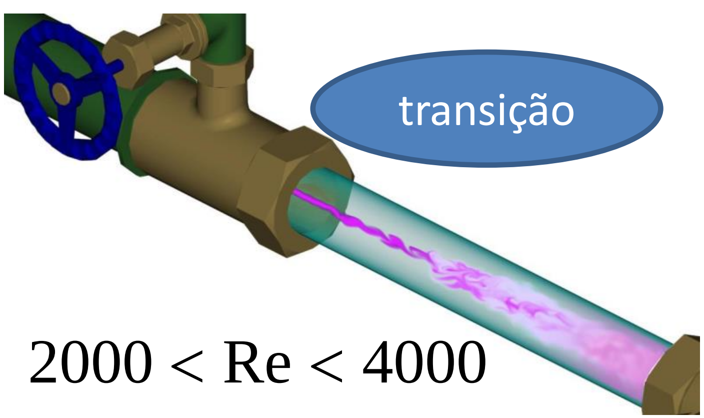


$$Q = \frac{V}{t} = v \times A$$

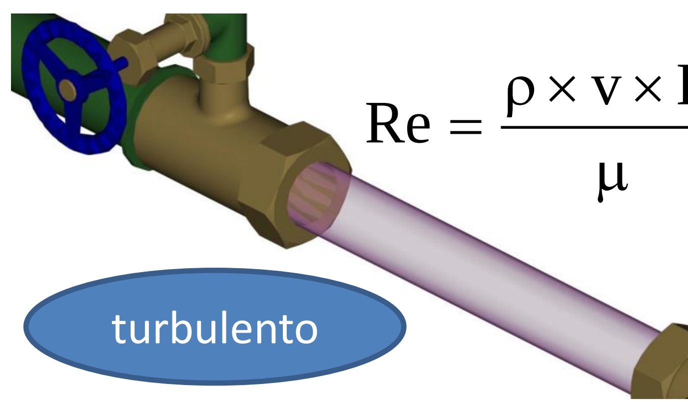


$$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} \leq 2000$$

TRECHO ONDE OCORREM OS ESCOAMENTOS, ONDE DETERMINAMOS A VAZÃO E ONDE VISUALIZAMOS OS TIPOS DE ESCOAMENTO INCOMPRESSÍVEIS.



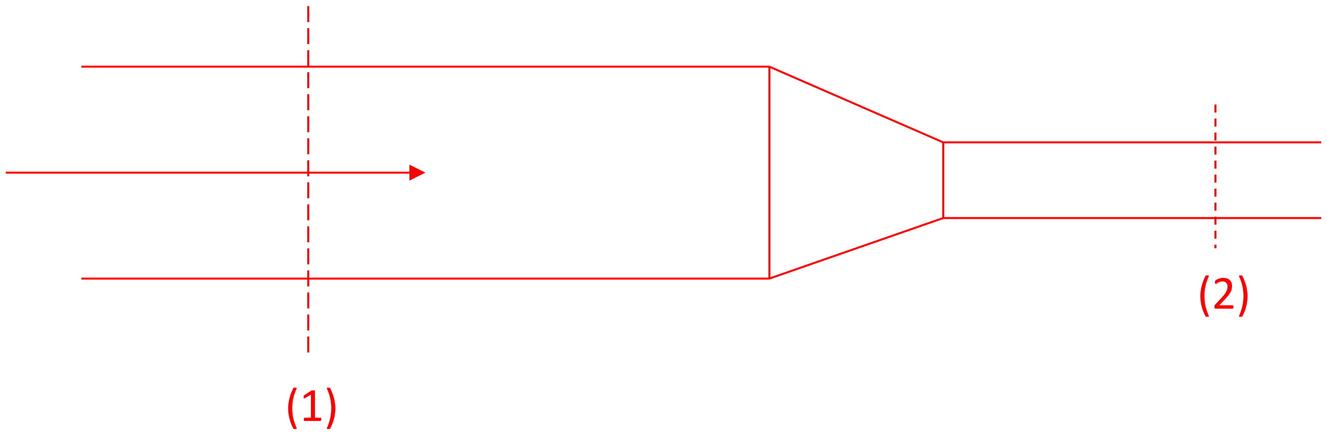
$$2000 < Re < 4000$$



$$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} \geq 4000$$


Vamos fazer
um exercício!

No tubo da figura a seção (1) tem um diâmetro D_1 = 18 cm e o líquido apresenta um escoamento laminar com número de Reynolds igual a 1998,8, já na seção (2) o escoamento é turbulento com número de Reynolds igual a 6000. Sabendo que a massa específica do fluido é 800 kg/m³ e sua viscosidade dinâmica é igual a 0,134 Pa * s, calcule o diâmetro da seção (2).



$$Re_1 = \frac{\rho \times v_1 \times D_1}{\mu} \therefore 1998{,}8 = \frac{800 \times v_1 \times 0{,}18}{0{,}134} \therefore v_1 \cong 1{,}86\,\frac{m}{s}$$

$$\text{Eq. continuidade} \Rightarrow Q_1 = Q_2 \rightarrow v_1 \times \frac{\pi \times D_1^2}{4} = v_2 \times \frac{\pi \times D_2^2}{4} \Rightarrow v_1 \times D_1^2 = v_2 \times D_2^2$$

$$v_2 \times D_2 = \frac{1{,}86 \times 0{,}18^2}{D_2} \Rightarrow (I)$$

Continuando a resolver o exercício:

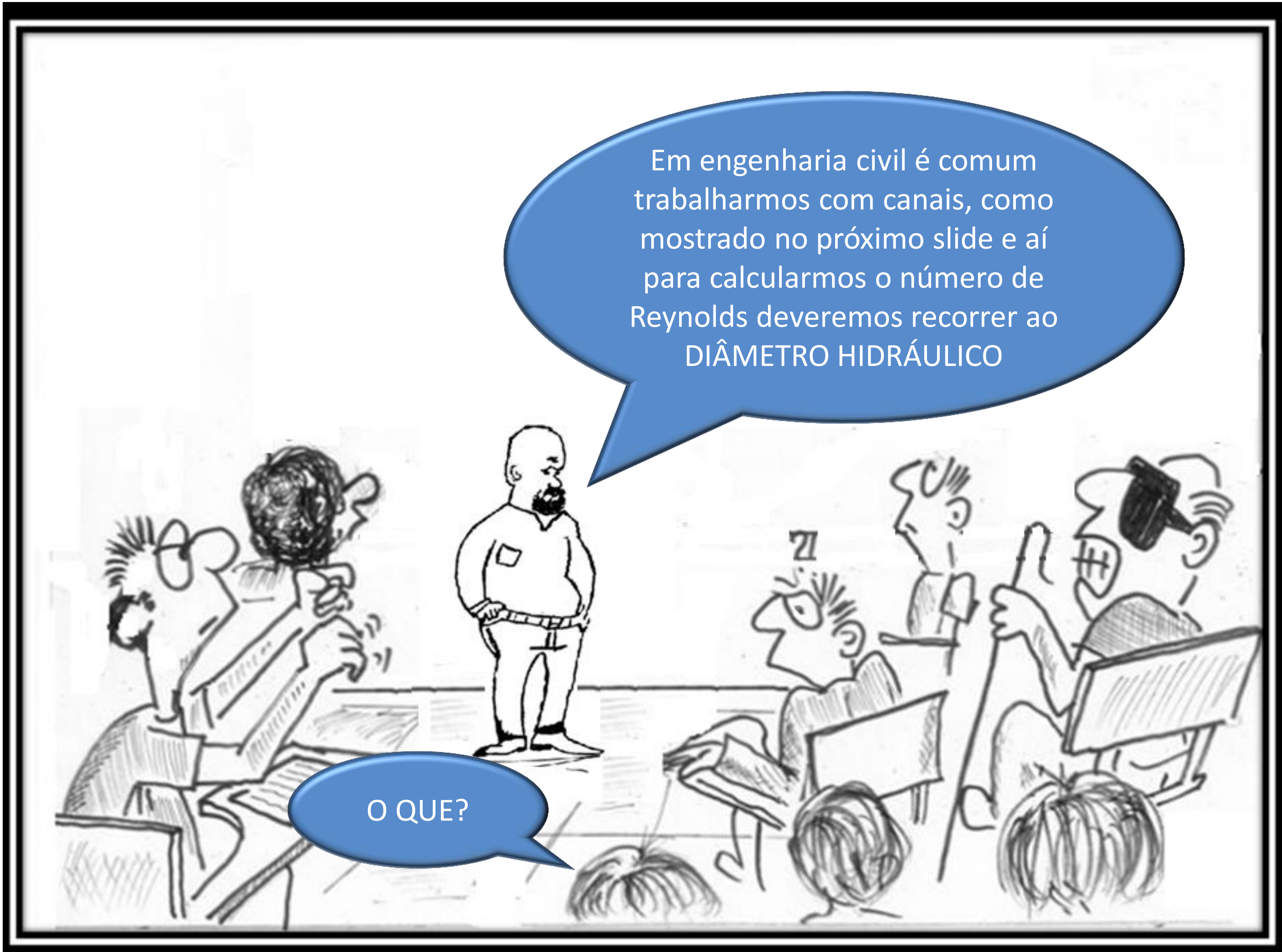
$$Re_2 = \frac{\rho \times v_2 \times D_2}{\mu} \Rightarrow 6000 = \frac{800 \times v_2 \times D_2}{0{,}134}$$

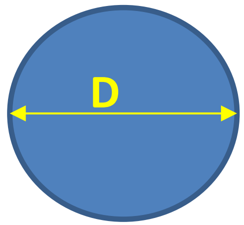
$$\therefore\ v_2 \times D_2 = \frac{6000 \times 0{,}134}{800} \Rightarrow (II)$$

De (II) em (I), resulta:

$$\frac{1{,}86 \times 0{,}18^2}{D_2} = \frac{6000 \times 0{,}134}{800}$$

$$\therefore\ D_2 = \frac{800 \times 1{,}86 \times 0{,}18^2}{6000 \times 0{,}134} \cong 0{,}06m = 6cm$$


Em engenharia civil é comum trabalharmos com canais, como mostrado no próximo slide e aí para calcularmos o número de Reynolds deveremos recorrer ao DIÂMETRO HIDRÁULICO
O QUE?



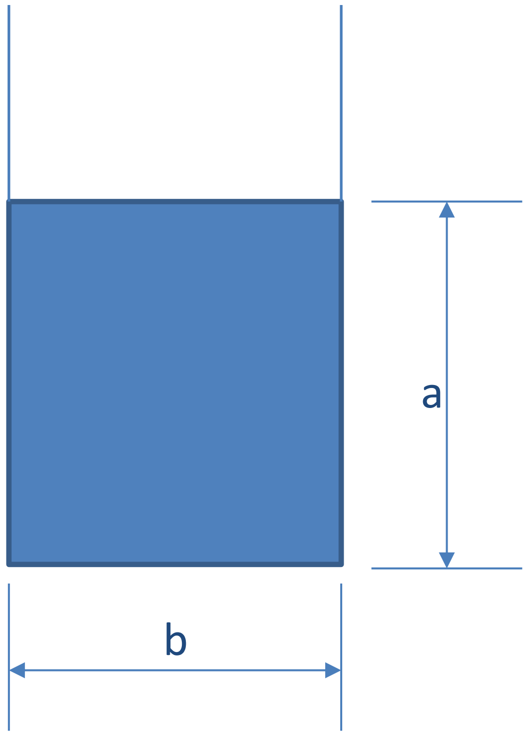
Diâmetro hidráulico foi definido para ao se considerar um conduto forçado (fluido em contato com toda a superfície interna) de seção transversal circular coincidir com o diâmetro interno, isto possibilitaria substituir em todas as fórmulas o diâmetro interno (D) pelo diâmetro hidráulico (D_H).

$$D_H = 4 \times \frac{\pi R^2}{2\pi R}$$

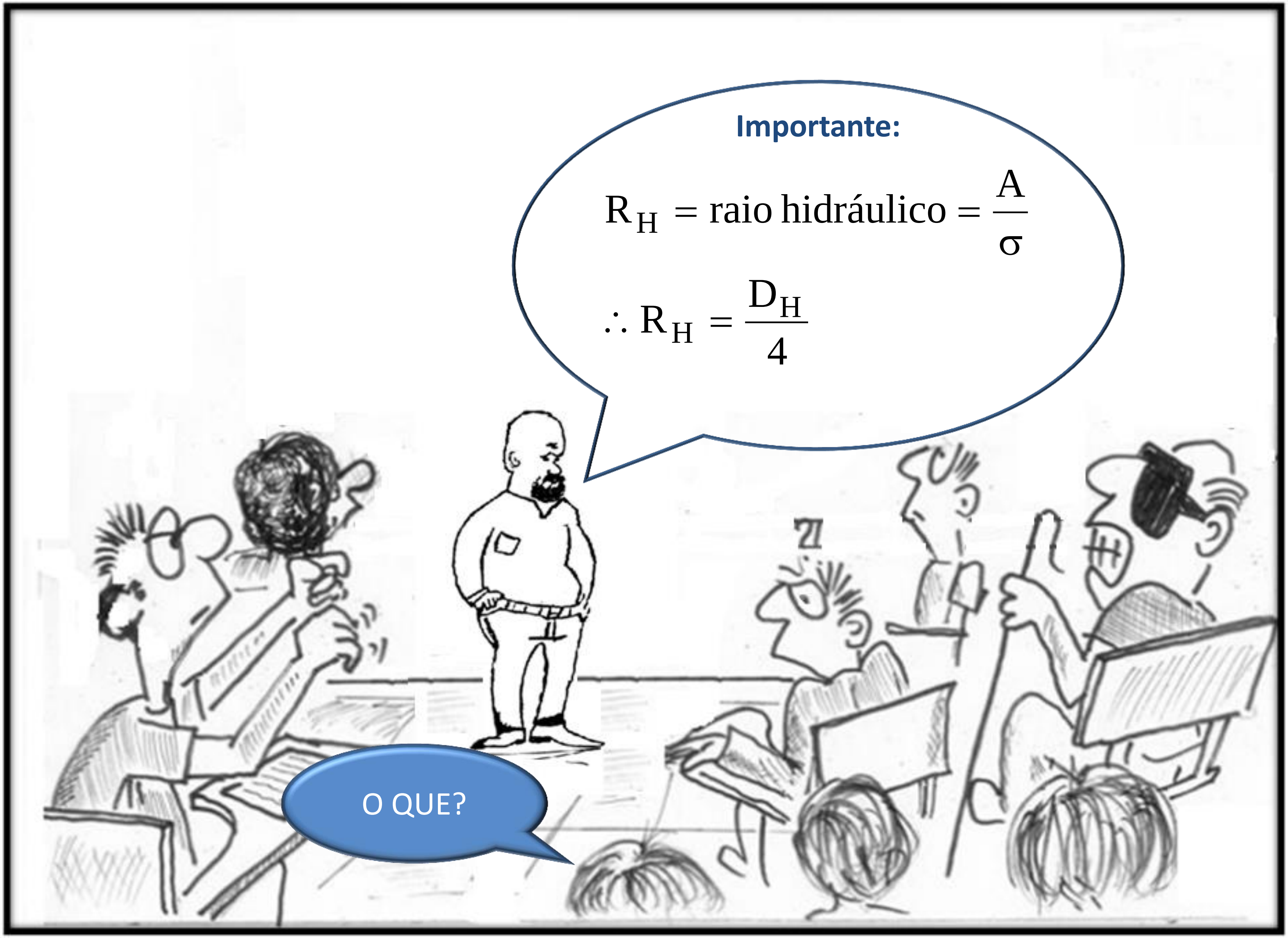
$$\therefore D_H = 2R = D$$

$$D_H = 4 \times \frac{\text{área da seção formada pelo fluido}}{\text{perímetro molhado}} = 4 \times \frac{A}{\sigma}$$

$$\sigma = \text{formado pelo contato do fluido com parede sólida}$$



$$D_H = 4 \times \frac{a \times b}{2a + b}$$


Importante:
$R_H = \text{raio hidráulico} = \frac{A}{\sigma}$
$\therefore R_H = \frac{D_H}{4}$
O QUE?