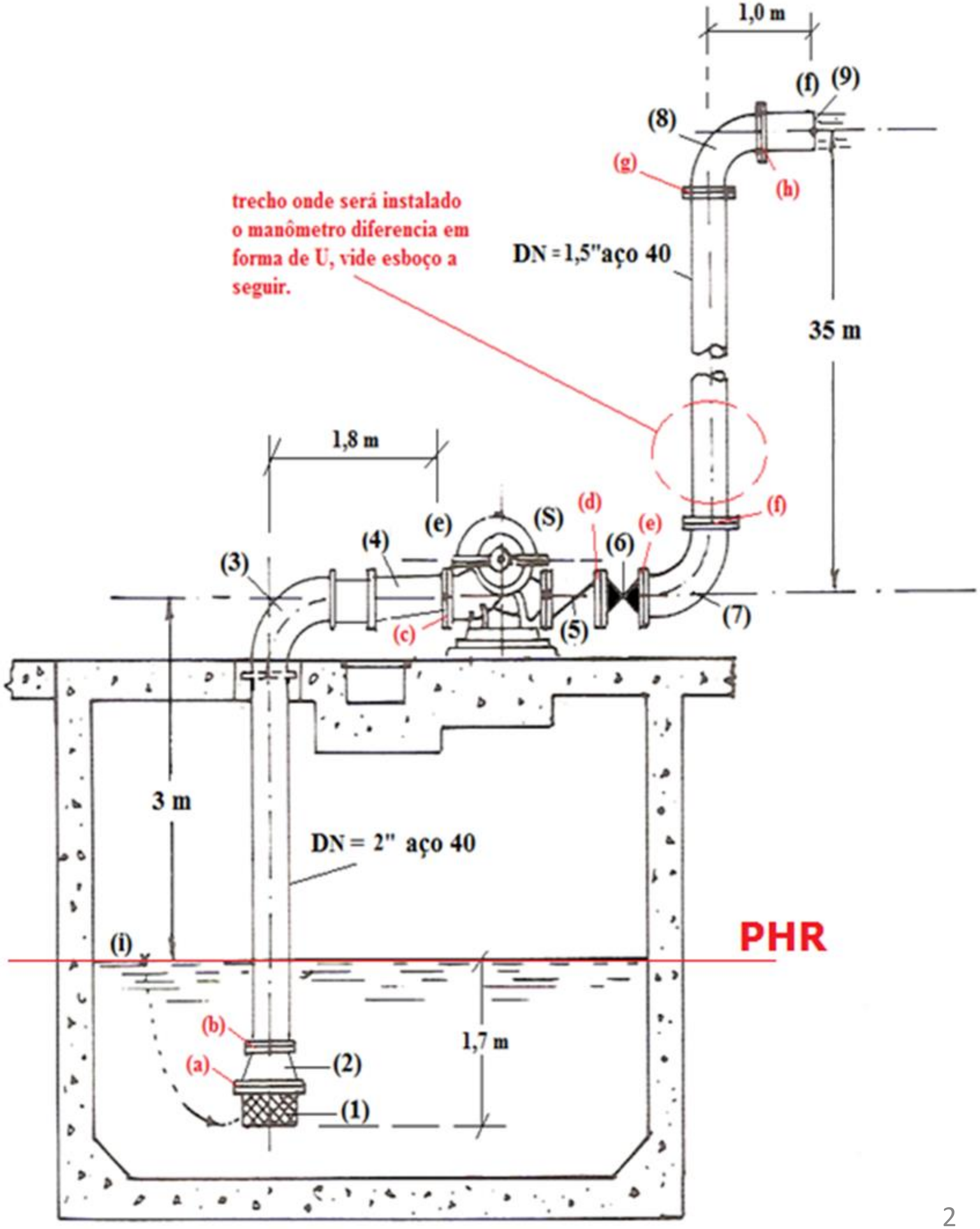
# Terceira aula de laboratório da disciplina Me5330

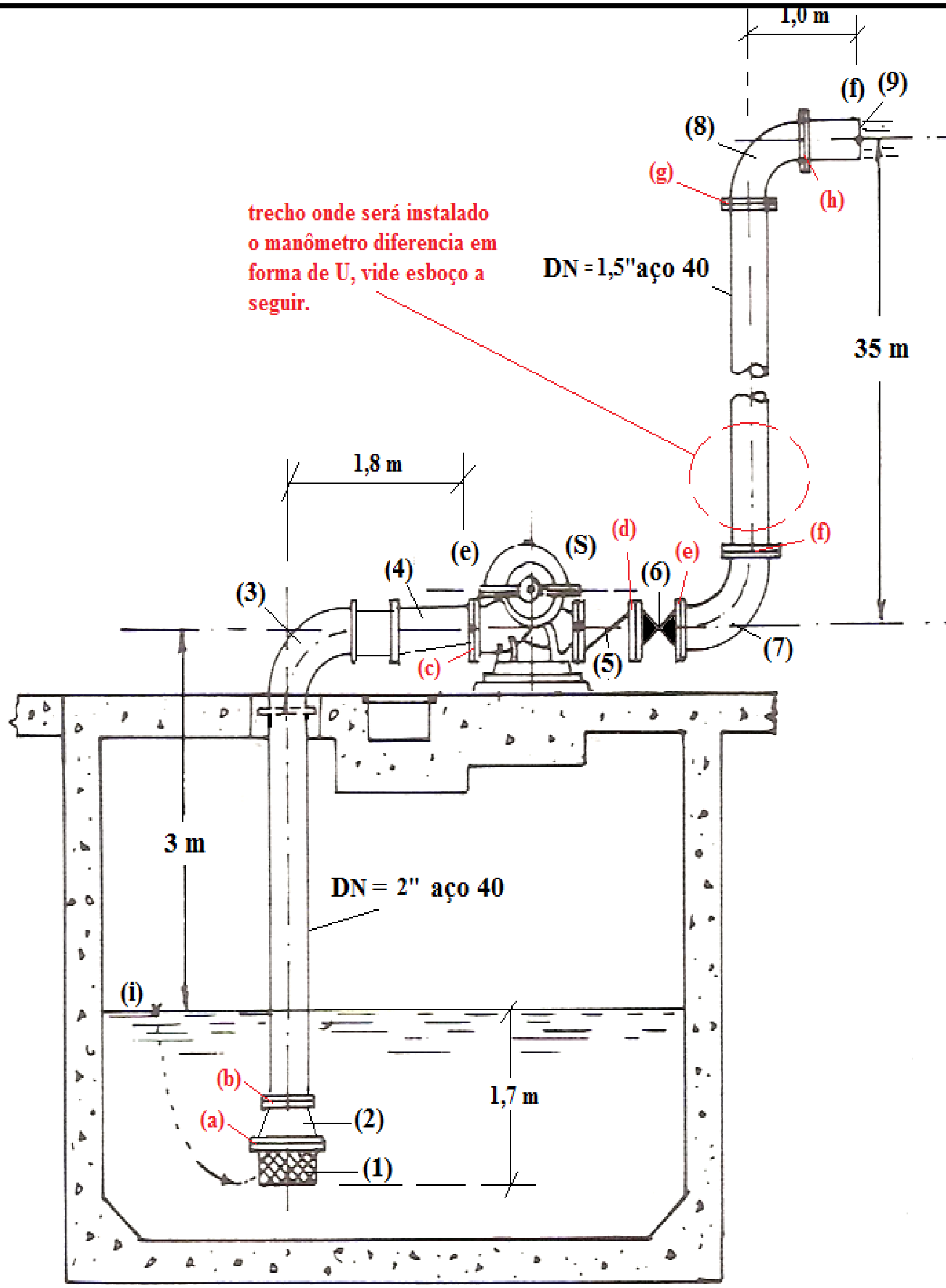
Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio

28/08/2013

## 4ª Etapa do projeto: obtenção da equação da CCI

A instalação ao lado fez parte da terceira questão da P1 do segundo semestre de 2012 e supondo que o fluido bombeado é a água a $74^0F$, obtenha a equação da CCI.






1 – válvula de poço da Mipel de 3″

2 – redução concêntrica da Tupy 3″x 2″

3 – curvas fêmeas de $90^0$ de 2″

4 - redução excêntrica de 2″ x 1,5′

5 – válvula de retenção horizontal de 1,5″

6 - Válvula globo reta sem guia de 1,5″

7 e 8 – curvas fêmeas de $90^0$ de 1,5″

9 - saída da tubulação de 1,5″

Outros dados:

(a) – niple duplo de 3";

(b) – niple duplo de 2";

(c), (d), (e), (f), (g) e (h) – niples duplos de 1,5"


A equação da CCI representa a carga que deve ser fornecida ao fluido transportado, para que ele escoe com uma vazão Q. No caso de uma instalação com uma entrada e uma saída, a CCI é obtida aplicando-se a equação da energia entre a seção inicial e final.

Importante: a equação da CCI sempre será escrita em função da vazão, portanto onde existir a velocidade média, esta deve ser substituída pela vazão que será a nossa variável independente. Em alguns casos a CCI também ficará em função dos “f”.

$$H_{inicial} + H_{sistema} = H_{final} + H_{p_{totais}}$$

$$0 + H_S = 38 + 29730{,}5 \times Q^2 + H_{p_{3''}} + H_{p_{2''}} + H_{p_{1{,}5''}}$$

$$H_{p_{3''}} = f_{3''} \times \frac{(0 + 32{,}01)}{0{,}0779} \times \frac{Q^2}{19{,}6 \times \left(47{,}7 \times 10^{-4}\right)^2}$$

$$H_{p_{3''}} = f_{3''} \times 921415{,}3 \times Q^2$$

$$H_{p2''} = f_{2''} \times \frac{(6{,}5 + 1{,}75)}{0{,}0525} \times \frac{Q^2}{19{,}6 \times \left(21{,}7 \times 10^{-4}\right)^2}$$

$$H_{p2''} = f_{2''} \times 1702625{,}4 \times Q^2$$

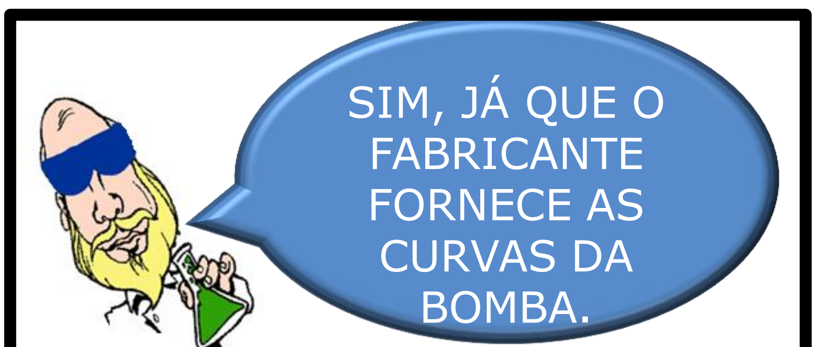
$$H_{p1{,}5''} = f_{1{,}5''} \times \frac{(36 + 36)}{0{,}0408} \times \frac{Q^2}{19{,}6 \times \left(13{,}1 \times 10^{-4}\right)^2}$$

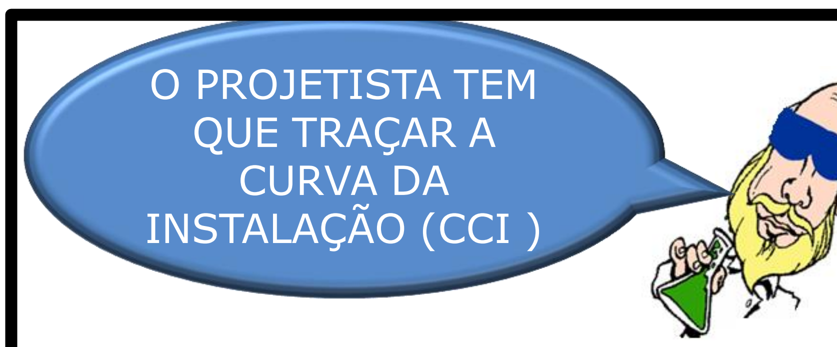
$$H_{p1{,}5''} = f_{1{,}5''} \times 52465482{,}5 \times Q^2$$


Manual de Curvas Características / Performance Curves Booklet / Manual de Curvas Características
Nº A2740/42/44.1P/E/S/6

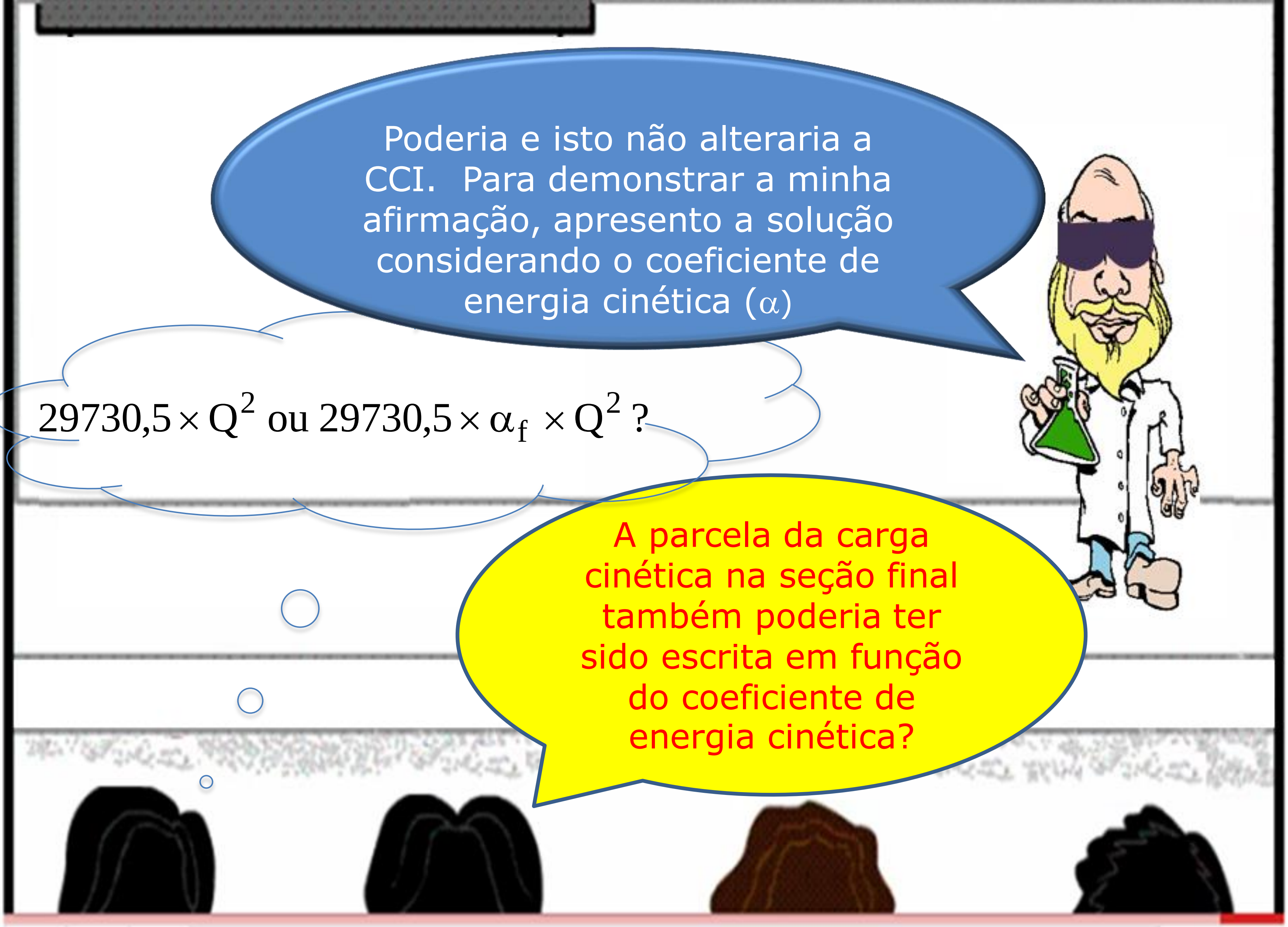
| KSB Meganorm | KSB Megabloc | KSB Megachem | KSB Megachem V |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |

**Bomba centrífuga com corpo espiral dividido radialmente.**
**Radially split volute casin pump.**
**Bomba centrífuga de carcasa espiral partida radialmente.**




$$H_S = 38 + 29730{,}5 \times Q^2 + f_{3''} \times 921415{,}3 \times Q^2 + f_{2''} \times 1702625{,}4 \times Q^2 + f_{1{,}5''} \times 52465482{,}5 \times Q^2$$


Poderia e isto não alteraria a CCI. Para demonstrar a minha afirmação, apresento a solução considerando o coeficiente de energia cinética ($\alpha$)
$29730{,}5 \times Q^2$ ou $29730{,}5 \times \alpha_f \times Q^2$ ?
A parcela da carga cinética na seção final também poderia ter sido escrita em função do coeficiente de energia cinética?

Atribuindo valores para a vazão, preenchemos a tabela a seguir:

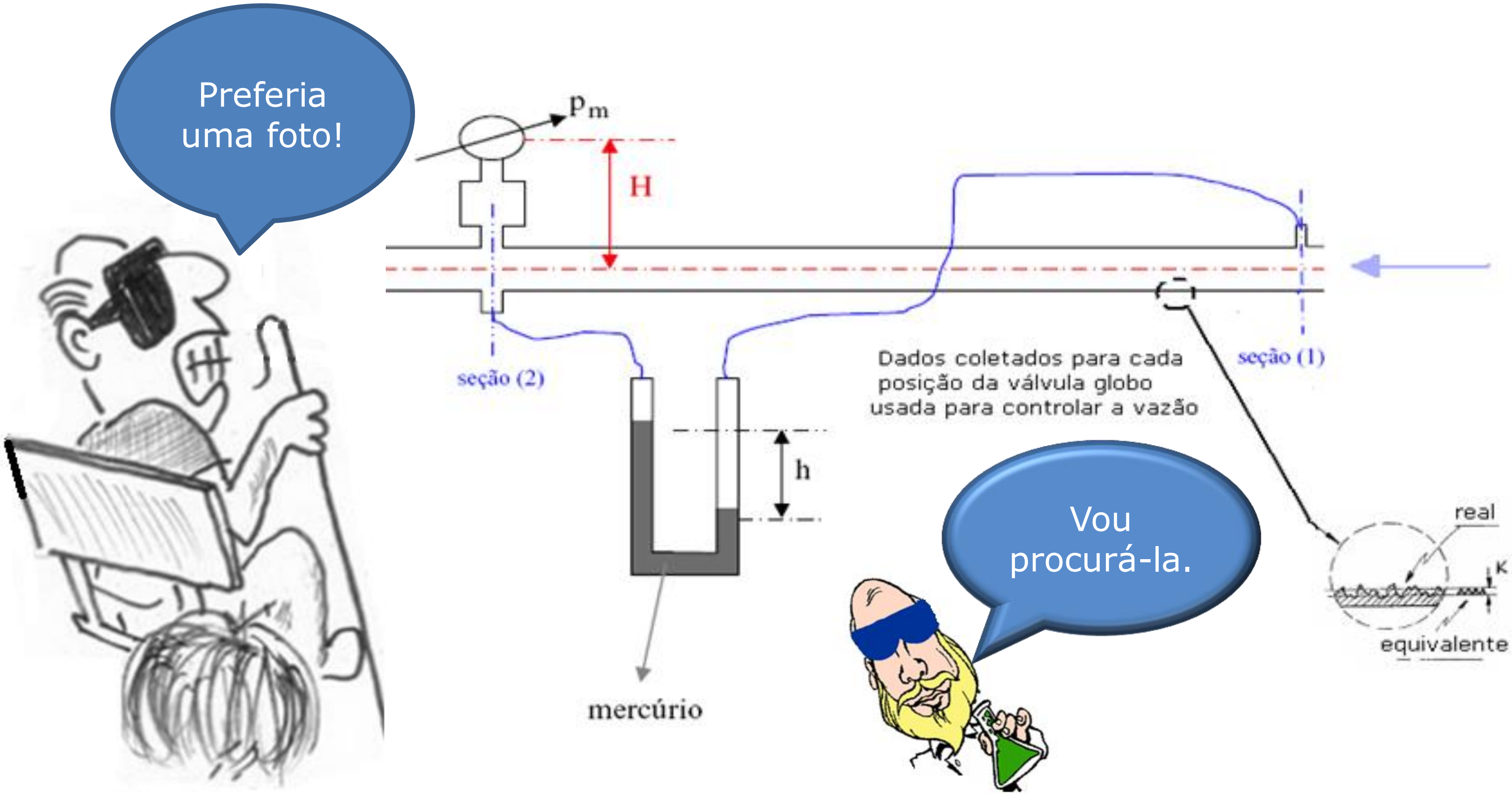
| Q ($m^3/h$) | $R_{e1,5''}$ | $\alpha_f$ | $f_{3''}$ | $f_{2''}$ | $f_{1,5''}$ | $H_S$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 22 | | | | | | |

Para a próxima aula tragam a CCI já traçada!

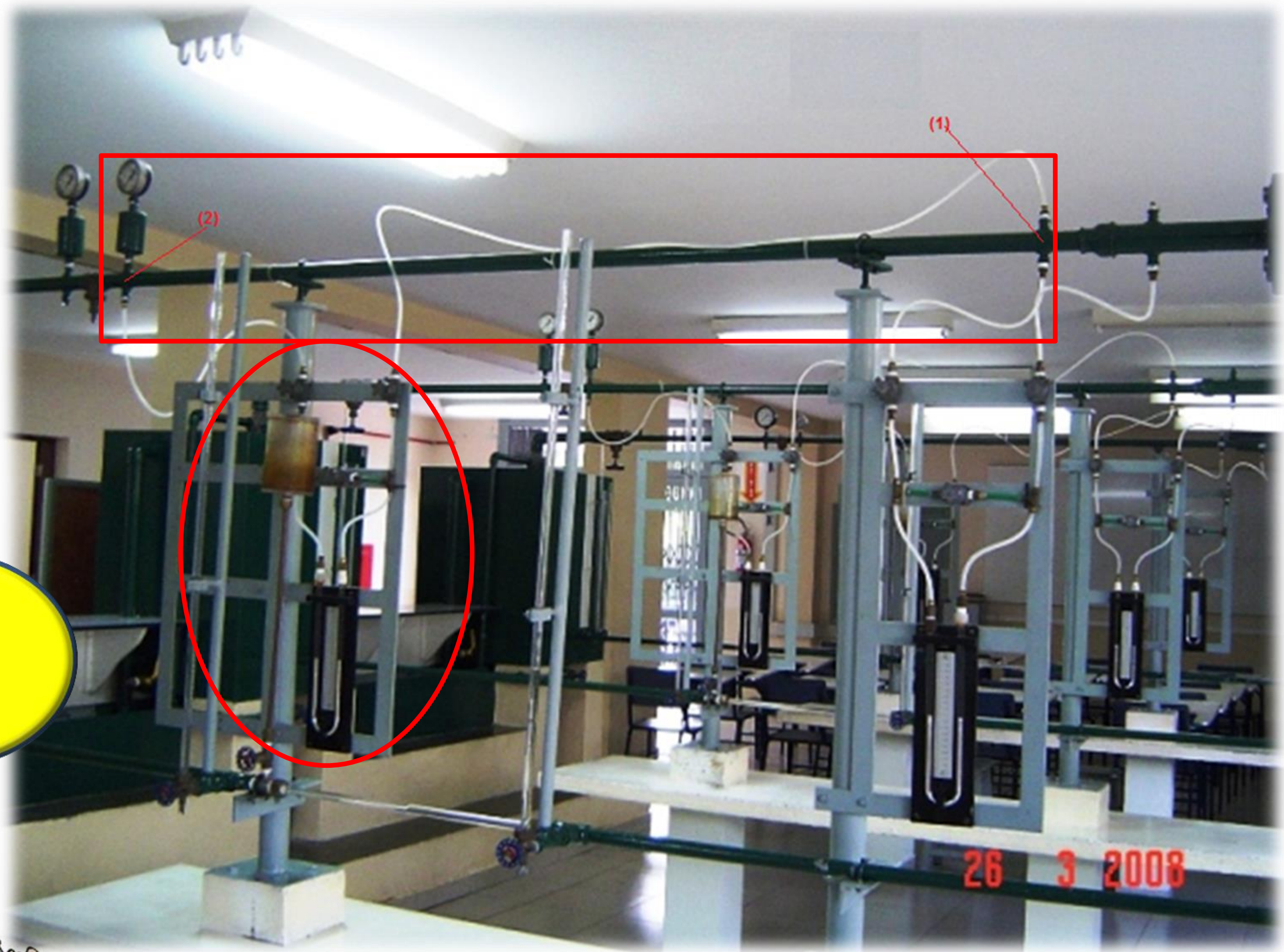

Neste ponto eu proponho mais uma atividade a ser desenvolvida na bancada do laboratório

Estime a vazão na bancada pelo diagrama de Rouse e calcule um coeficiente adimensional, que pode ser denominado de coeficiente de Rouse que será definido pela relação entre a vazão estimada pelo diagrama e a calculada no tanque.

Este é o esboço do trecho considerado na bancada para a estimativa da vazão.




Sua
foto!


(1)
(2)
26 3 2008

Aplicamos a equação da energia de (1) a (2) e determinamos a perda distribuída:

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

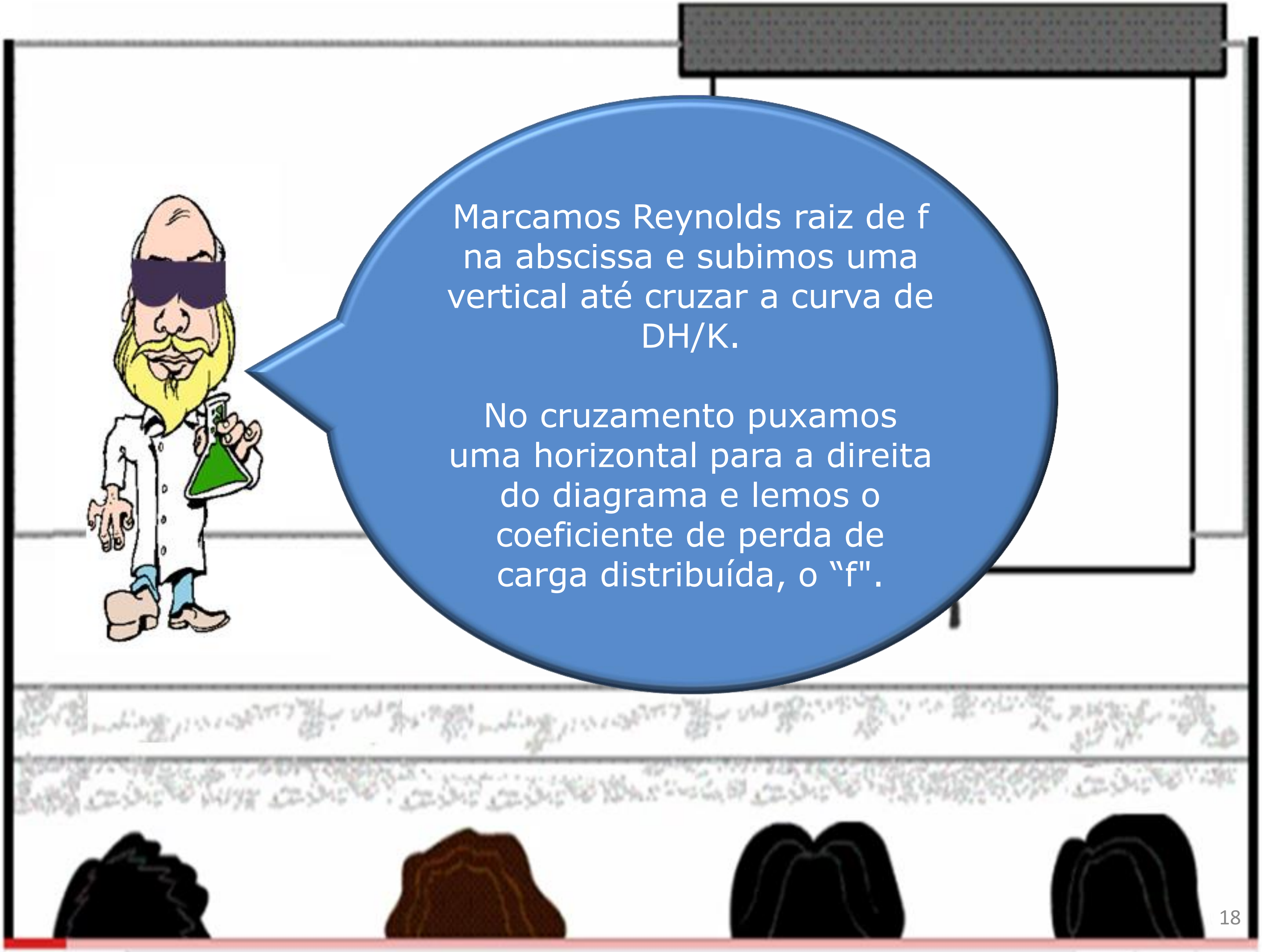
$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{f1-2}$$

$$h_{f1-2} = \frac{p_1 - p_2}{\gamma} = h \times \left(\frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma}\right)$$

Conhecida a perda calculamos:

$$Re\sqrt{f} = \frac{D_H}{\nu} \times \sqrt{\frac{h_f \times D_H \times 2g}{L}}$$

$$\frac{D_H}{K} = \frac{26{,}6 \times 10^{-3}}{4{,}6 \times 10^{-5}} \cong 578{,}3$$


Marcamos Reynolds raiz de f na abscissa e subimos uma vertical até cruzar a curva de DH/K.
No cruzamento puxamos uma horizontal para a direita do diagrama e lemos o coeficiente de perda de carga distribuída, o “f".

# Leitura do “f”

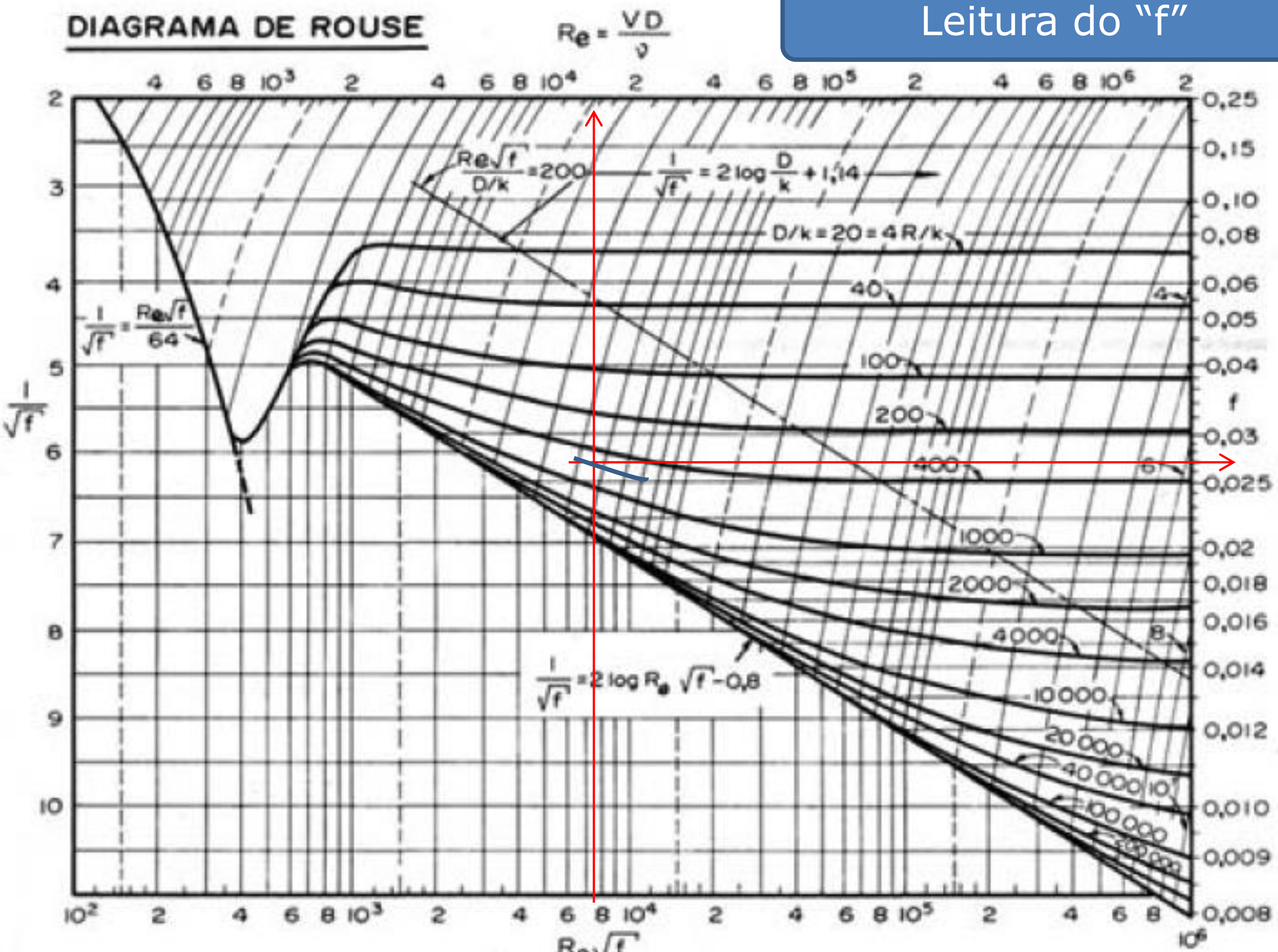
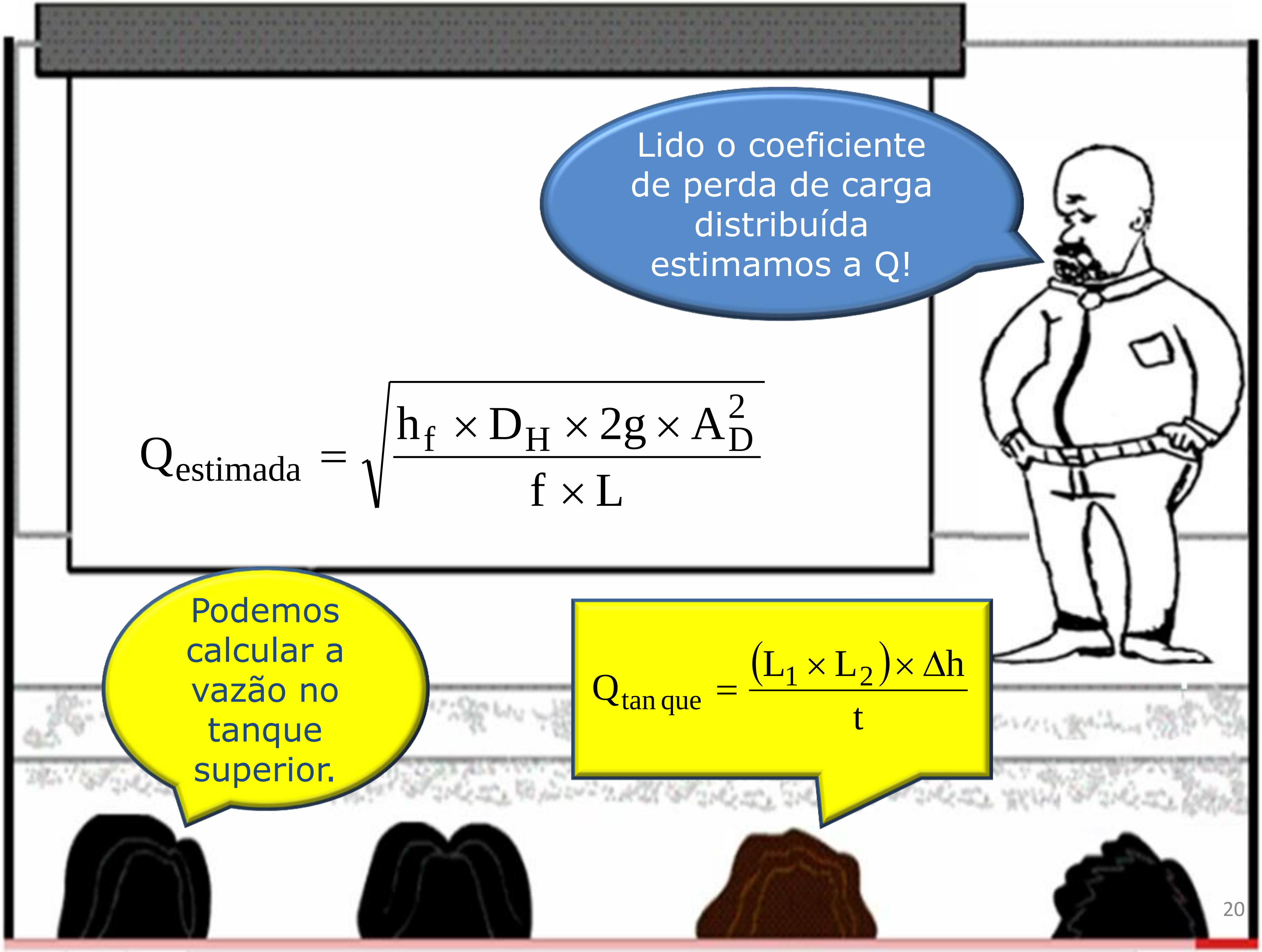
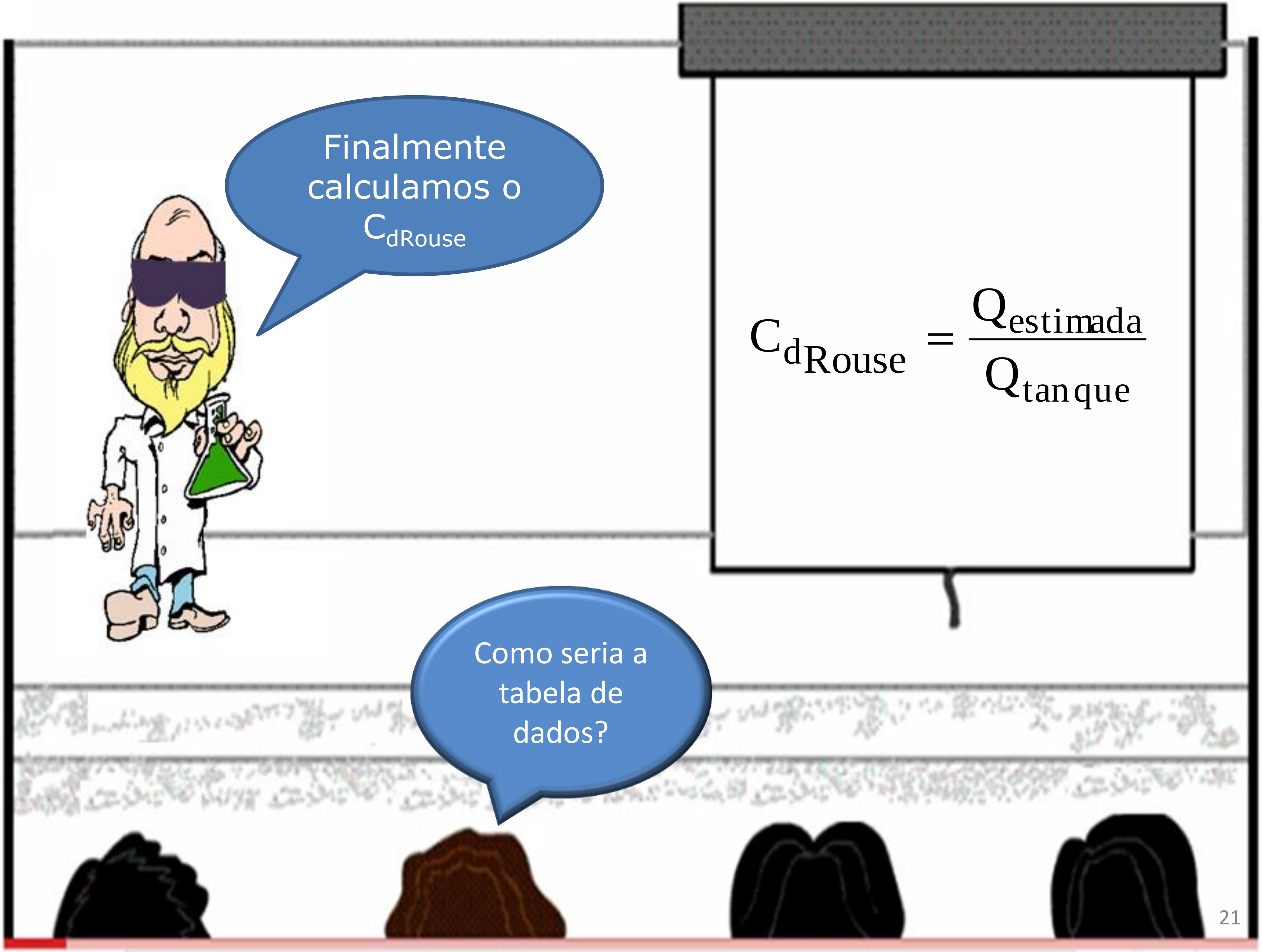
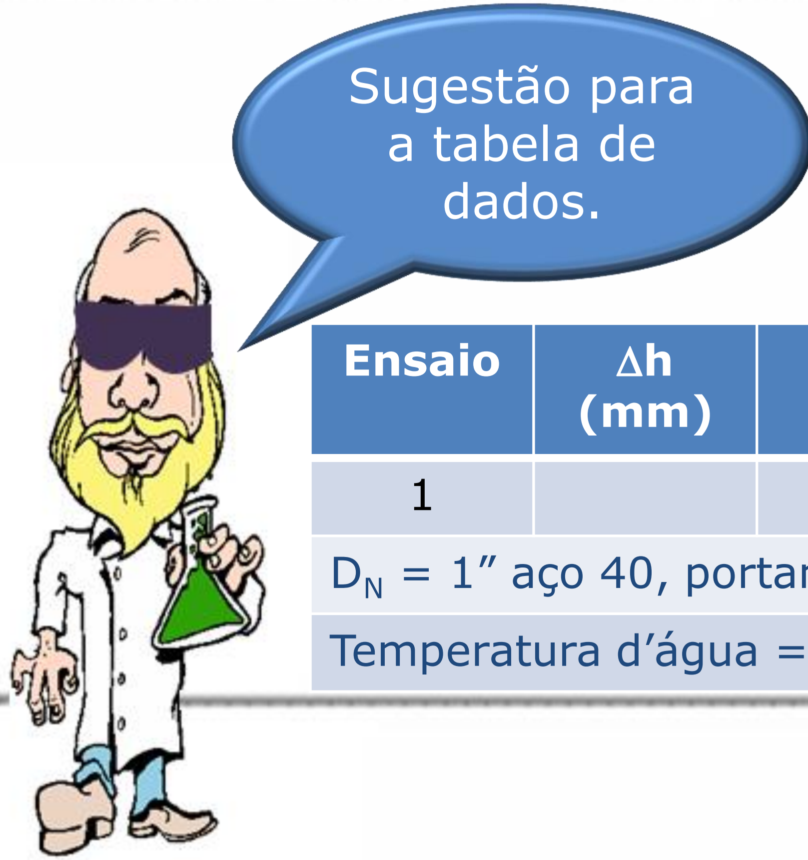


DIAGRAMA DE ROUSE
Re = VD/ν
Re√f / (D/k) = 200
1/√f = 2 log D/k + 1,14
D/k = 20 = 4 R/k
40
100
200
400
1000
2000
4000
10000
20000
40000
100000
200000
1/√f = Re√f/64
1/√f = 2 log Re √f − 0,8
1/√f
Re√f
f
0,25
0,15
0,10
0,08
0,06
0,05
0,04
0,03
0,025
0,02
0,018
0,016
0,014
0,012
0,010
0,009
0,008


Lido o coeficiente de perda de carga distribuída estimamos a Q!
$$Q_{estimada} = \sqrt{\frac{h_f \times D_H \times 2g \times A_D^2}{f \times L}}$$
Podemos calcular a vazão no tanque superior.
$$Q_{tan\,que} = \frac{(L_1 \times L_2) \times \Delta h}{t}$$


Finalmente calculamos o $C_{dRouse}$
$C_{dRouse} = \frac{Q_{estimada}}{Q_{tanque}}$
Como seria a tabela de dados?




| Ensaio | $\Delta h$ (mm) | t (s) | $L_1$ (mm) | $L_2$ (mm) | h (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | |
| $D_N$ = 1” aço 40, portanto: $D_{int}$ = 26,6 mm e A = 5,57 cm² | | | | | |
| Temperatura d’água = | | | | | |