

Experiência

Bocal convergente

seu livro – Manual de Hidráulica – editado pela Editora Edgard Blücher Ltda – na 7ª edição página 66) define de uma forma clara os bocais:

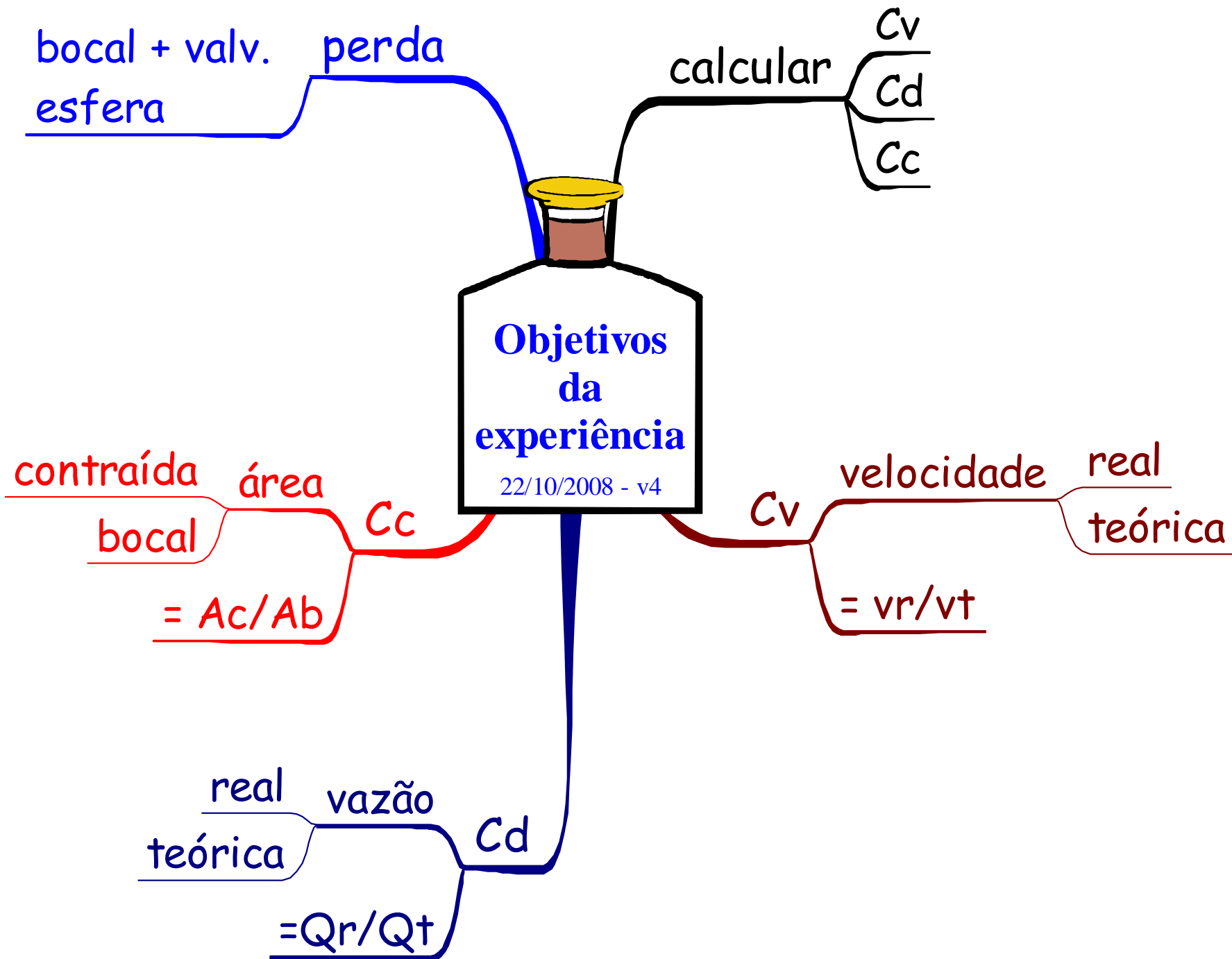
“Os bocais ou tubos adicionais são constituídos por peças tubulares adaptadas aos orifícios. Servem para dirigir o jato. O seu comprimento deve estar compreendido entre vez e meia (1,5) e três (3,0) vezes o seu diâmetro. De um modo geral, consideram-se comprimentos de 1,5 a 3,0D como bocais, de 3,0 a 500D como tubos muito curtos; de 500 a 4000D (aproximadamente) como tubulações curtas; e acima de 4000D como tubulações longas.” Os bocais geralmente são classificados em : cilindros (interiores ou reentrantes) e exteriores - cônicos (convergentes e divergentes).



**Portanto nesta experiência
trata de um bocal cônico
convergente acoplado a
um orifício.**



**Então é por isto que é
denominada de experiência do
bocal convergente!**



Não esquecer das condições:

escoamento incompressível e
em regime permanente ...

Portanto a massa específica e o peso específico permanecem praticamente constantes ao longo do escoamento e as propriedades em uma dada seção do escoamento não mudam com o tempo, para isto o nível do reservatório tem que permanecer constante.

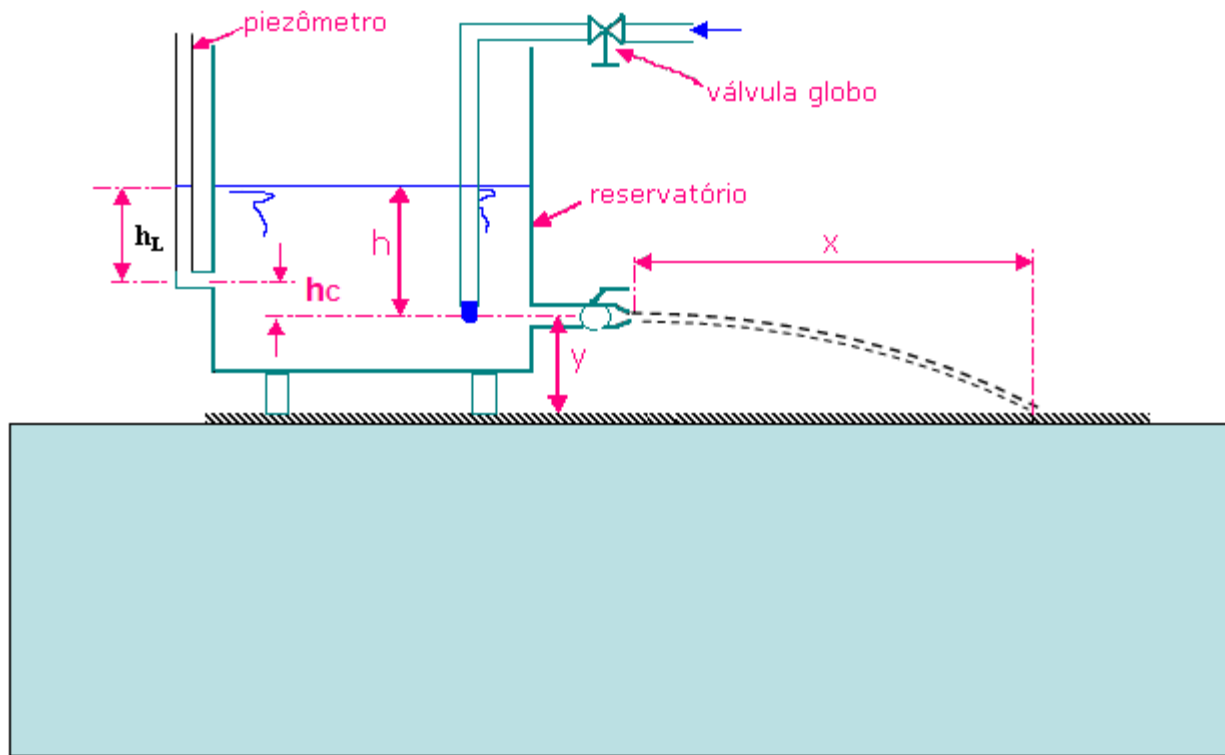
O reservatório mencionado é representado abaixo e pertence ao laboratório do Centro Universitário da FEI



O Manoel da mecflu está mostrando o escoamento no bocal convergente



Esquemáticamente teríamos:



Determinação da velocidade
média teórica no bocal, ou
simplesmente velocidade
teórica

Aplica-se a equação da energia entre (0) e (1)

$$H_{\text{inicial}} + H_{\text{máquina}} = H_{\text{final}} + H_{p_{i-f}}$$

$$H_0 = H_1 + H_{p_{0-1}}$$

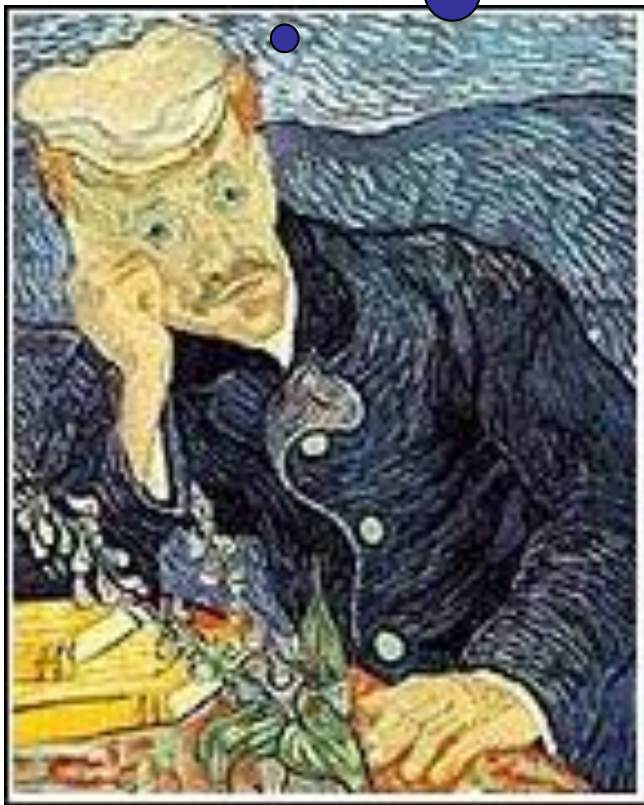
$$Z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_{p_{0-1}}$$

Adotando – se o PHR no eixo do orifício

$$h + 0 + 0 = 0 + 0 + \frac{v_1^2}{19,6} + H_{p_{0-1}}$$

$$h = \frac{v_1^2}{19,6} + H_{p_{0-1}}$$

Uma equação
com duas
incógnitas e
agora?



Para sair desta, vamos considerar o fluido como ideal (viscosidade igual a zero), isto transforma a equação da energia na equação de Bernoulli onde se tem $H_{p\ 0-1} = 0$, o que nos permite determinar a velocidade média teórica do escoamento, isto porque não se considerou as perdas.



Portanto:

$$h = \frac{v_1^2}{19,6} + H_{p0-1}$$

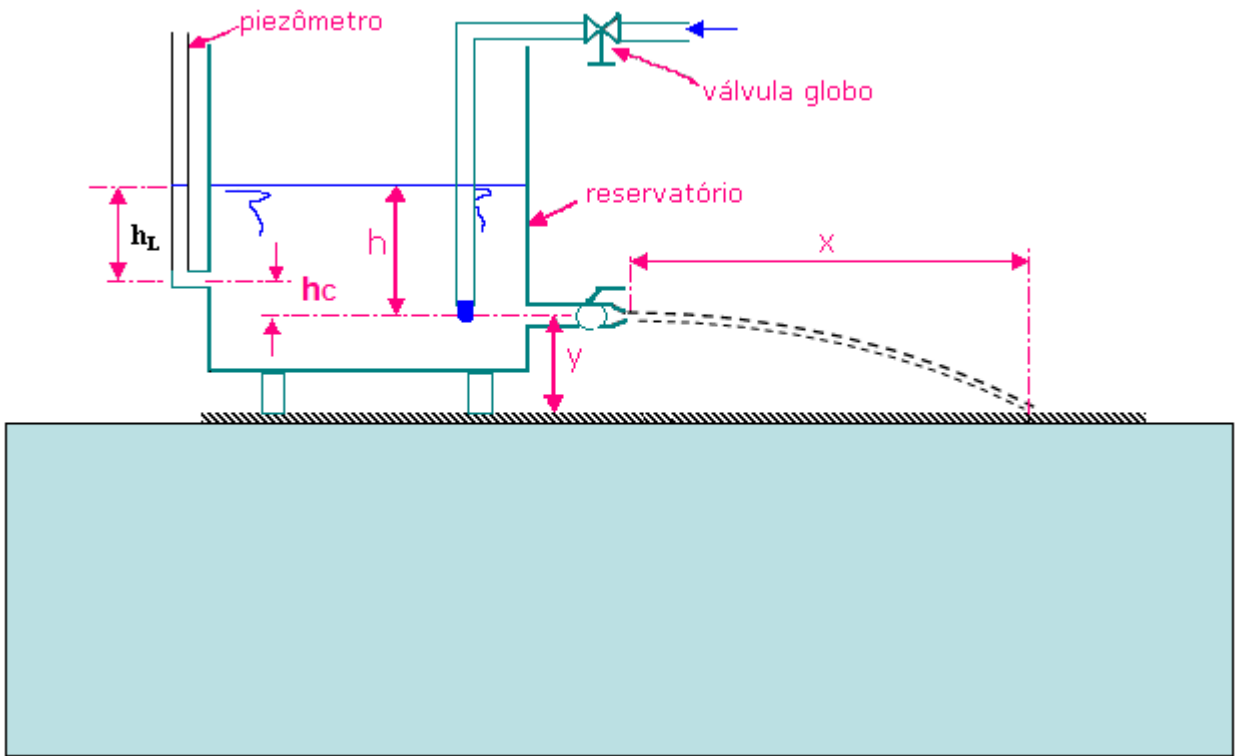
$$h = \frac{v_1^2}{19,6}$$

$$\therefore v_1 = v_{\text{teórica}} = \sqrt{h \times 19,6}$$

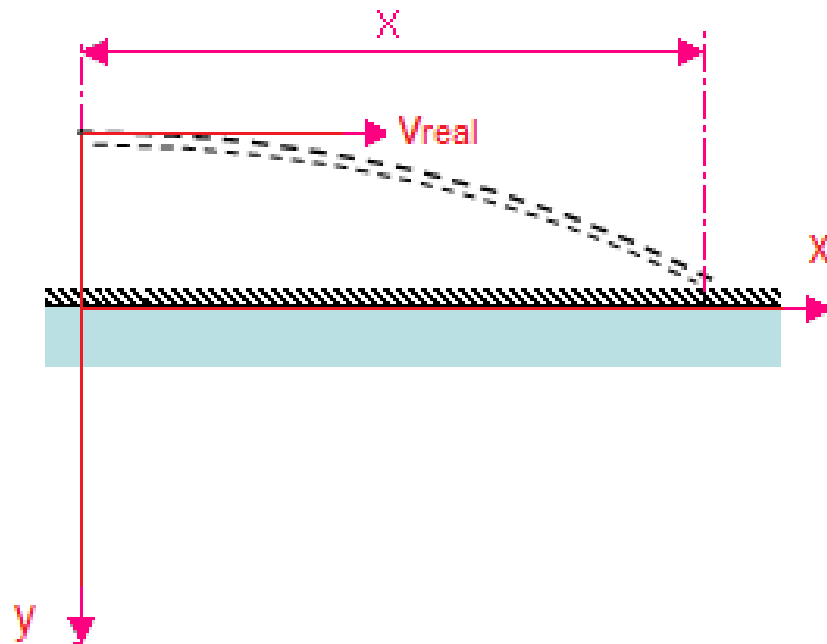
Analisando novamente a figura observa-se um lançamento inclinado no jato lançado!



Através dele nós determinaremos a velocidade real



Evocando-se os conceitos abordados nos estudos do lançamento inclinado divide-se o movimento em outros dois:



No eixo y tem-se uma queda livre:

$$y = \frac{1}{2} \times g \times t^2$$

Observa-se que são dados:

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ e } y$$

portanto pode-se determinar:

$$t = \sqrt{\frac{2 \times y}{g}}$$

Já no eixo x tem-se um movimento uniforme com a velocidade igual a velocidade real.

Importante observar que o que une os dois movimentos é o tempo, ou seja, o tempo para percorrer y em queda livre é igual ao tempo para percorrer x em movimento uniforme com velocidade real.

Logo:

$$X = v_r \times t$$

$$\therefore v_r = \frac{X}{t}$$

Determinação da vazão
real
após se ter a certeza que
o nível permaneceu
constante e se registrou
 x e h_L .



Fecha-se o bocal e o nível do tanque sobe Δh em Δt , logo:

$$Q_{\text{real}} = \frac{\text{Volume}}{\text{tempo}} = \frac{A_{\text{tanque}} \times \Delta h}{t}$$

Cálculo da vazão teórica

Tendo-se a velocidade teórica e a área do orifício é possível calcular a vazão teórica, já que:

$$Q_{\text{teórica}} = v_{\text{teórica}} \times A_{\text{orifício}}$$

$$Q_t = v_{\text{teórica}} \times \frac{\pi \times D_o^2}{4}$$

Até este ponto, calculou-se:

Q_r

Q_t

v_r

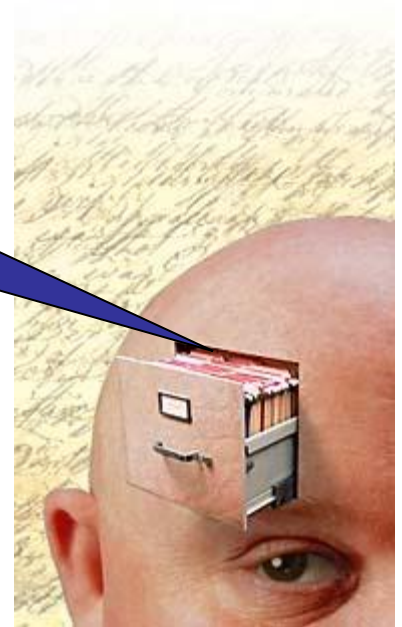
v_t

**O que
faremos com
todos estes
parâmetros
calculados?**



Vamos introduzir os conceitos de:

- 1. Coeficiente de vazão – C_d**
- 2. Coeficiente de velocidade – C_v**
- 3. Coeficiente de contração – C_c**
- 4. Outra maneira de se calcular a vazão real - Q_r**



$$C_d = \frac{\text{vazãoreal}}{\text{vazãoteórica}} = \frac{Q_r}{Q_t}$$

$$C_v = \frac{\text{velocidadereal}}{\text{velocidadeteórica}} = \frac{v_r}{v_t}$$

$$C_c = \frac{\text{áreacontraída}}{\text{área do orifício}} = \frac{A_c}{A_o}$$

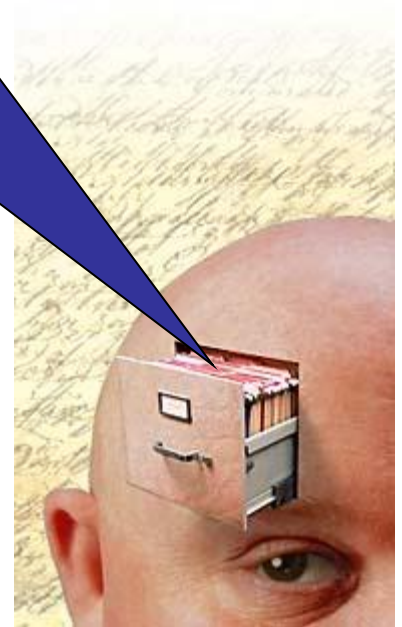
$$Q_r = v_r \times A_c = C_v \times v_t \times C_c \times A_o$$

$$Q_r = C_v \times C_c \times v_t \times A_o = C_v \times C_c \times Q_t$$

$$\frac{Q_r}{Q_t} = C_d = C_v \times C_c$$

**E ainda dá para se calcular a
perda no bocal + válvula
esfera + saída do
reservatório**

**Vamos analisar um exemplo
numérico ...**



Uma placa de orifício de diâmetro 23 mm é instalada na parede lateral de um reservatório.

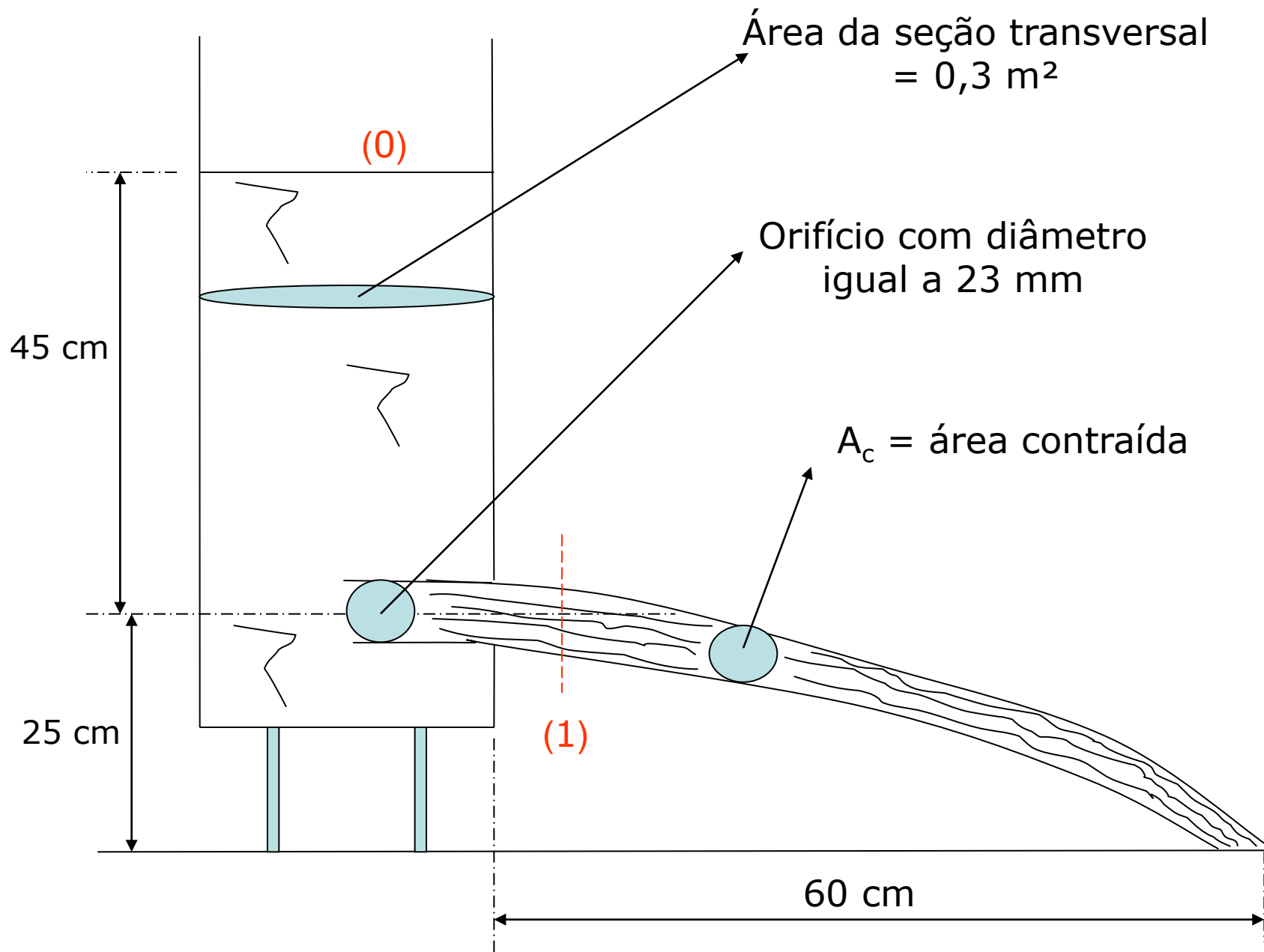
O eixo da placa fica 25 cm acima do piso.

Ajusta-se a alimentação de água do reservatório para que o nível se estabilize a 45 cm acima do eixo do orifício. O jato de água que sai do orifício, alcança o piso a 60 cm do plano vertical que contém a placa de orifício.

Sendo A , a área da seção transversal do reservatório, num plano horizontal, igual a $0,3 \text{ m}^2$ e sabendo-se que quando o orifício é fechado com uma rolha o seu nível, anteriormente estável, sobe 10 cm em 30 segundos, pede-se determinar os coeficientes de velocidade, de descarga (ou vazão) e o de contração.

Para a engenharia o desenho
é uma das maneiras de
comunicação

Portanto vamos praticá-la
através do enunciado dado
para a questão



Respostas

Podemos resolver o problema proposto:

$$C_d = \frac{1 \times 10^{-3}}{1,23 \times 10^{-3}} \cong 0,81$$

$$C_v = \frac{2,61}{2,97} \cong 0,88$$

$$C_c = \frac{C_d}{C_v} = \frac{0,81}{0,88} \cong 0,92$$

E a perda no bocal:

$$0,45 = \frac{v_1^2}{19,6} + H_{p0-1}$$

$$v_1 = v_r = \frac{0,6}{0,23} \cong 2,61 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\therefore H_{p0-1} = 0,45 - \frac{2,61^2}{19,6} \cong 0,103 \text{ m}$$

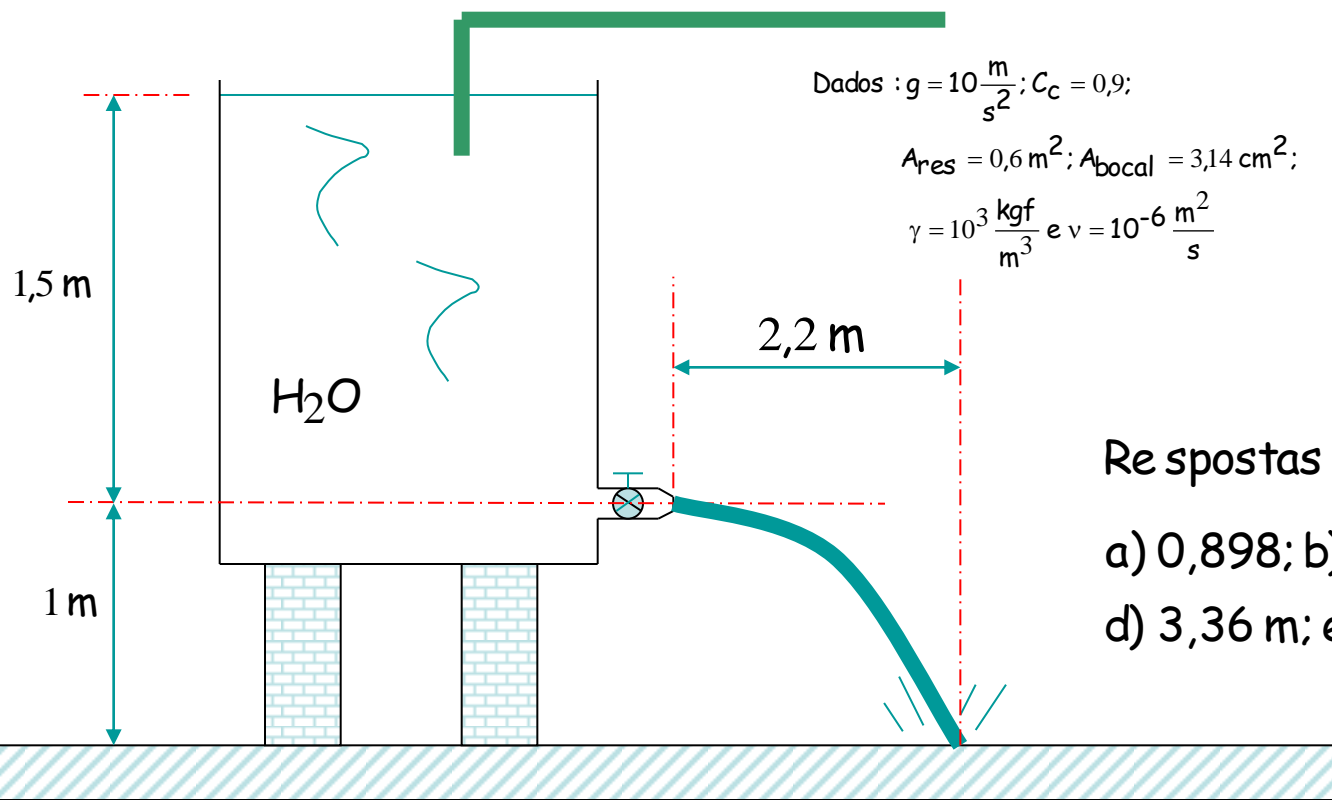
Vamos partir
para os
exercícios!



1

O nível de água do reservatório esquematizado a seguir é mantido constante. Para esta situação pede-se:

1. o coeficiente de velocidade;
2. o número de Reynolds teórico;
3. ao fechar o bocal, determinar o tempo para que o nível suba 10 cm;
4. pressurizando o reservatório a uma pressão igual a $0,2 \text{ kgf/cm}^2$, determinar o novo alcance do jato;
5. determinar o "coeficiente de perda singular do bocal".



Respostas :

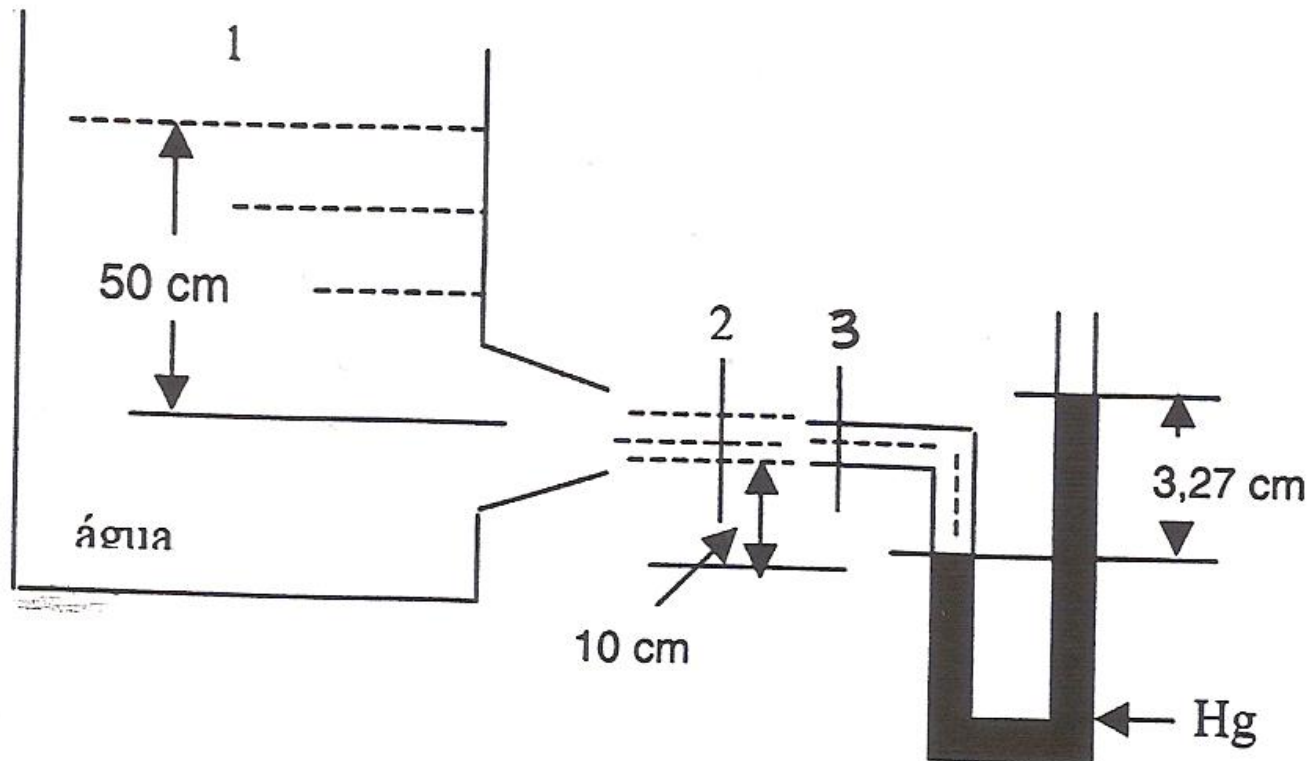
- a) 0,898; b) $\cong 1,1 \times 10^5$; c) 43,2 s;
 d) 3,36 m; e) 0,24

2

Para a situação descrita abaixo, pede-se calcular:

1. A pressão da água no ponto 3 dentro do tubo de Pitot.
2. A velocidade real e teórica da água na seção 2.
3. A vazão real de água que saí do tanque.

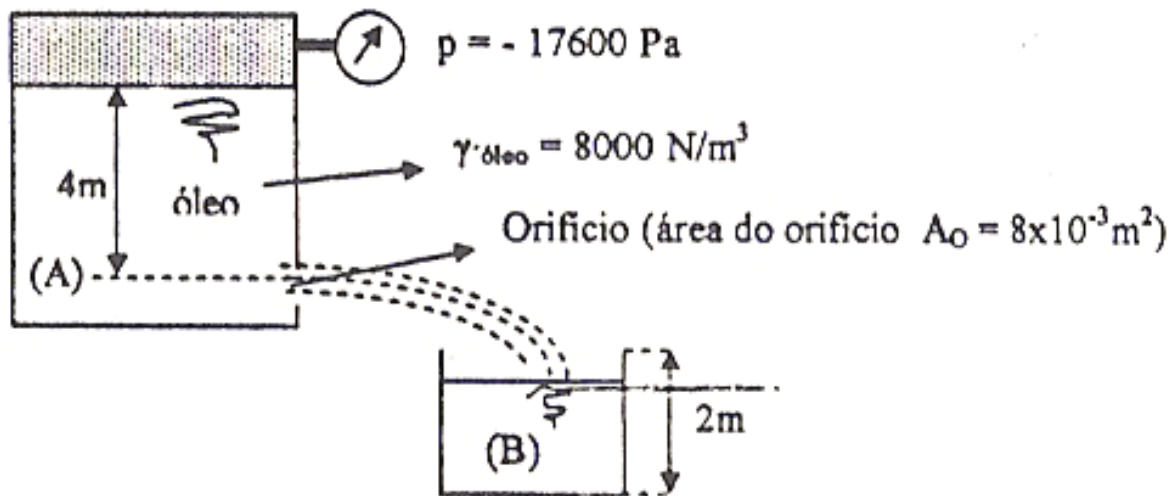
Dados: $C_C = 0,92$; diâmetro do bocal = 4 cm; $\gamma_{\text{água}} = 1000 \text{ kgf/m}^3$;
 $\gamma_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kgf/m}^3$ e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$



3

Na figura, o reservatório (B) é cúbico e enche em 200s. Sendo o reservatório (A) de grandes dimensões, pede-se:

- o coeficiente de descarga do orifício;
- a velocidade real do jato na saída do orifício, se o coeficiente de contração é 0,85.

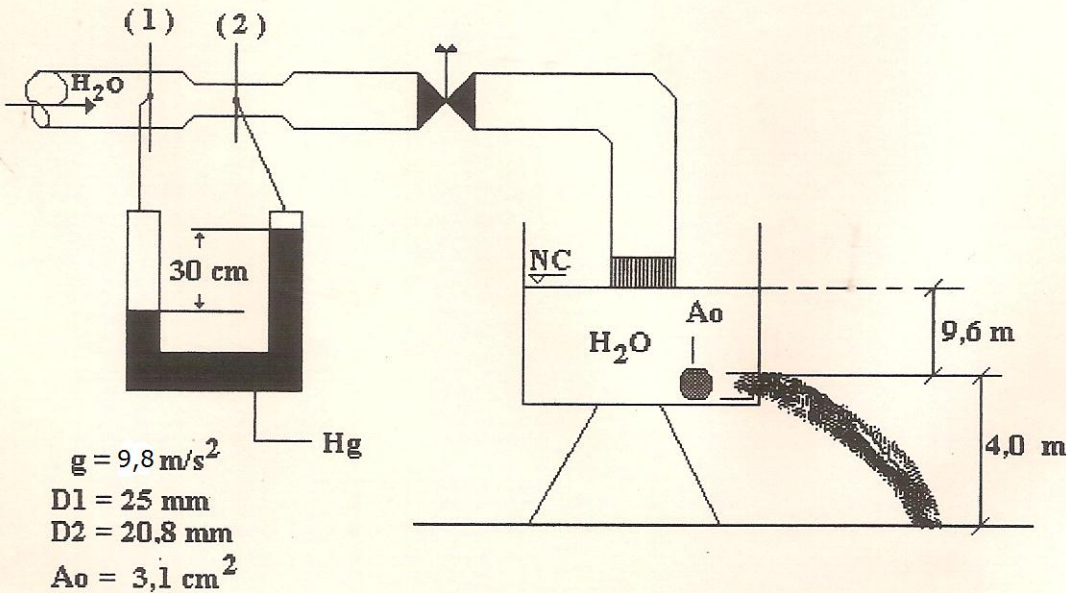


4

O esquema representado a seguir mostra o trecho de uma bancada do laboratório de FT onde realizou-se as experiências do Venturi e orifício. Sabe-se que para situação descrito utilizou-se o coeficiente de vazão de Venturi igual a 0,9. Pede-se :

a) → O coeficiente de vazão do orifício (resposta com 2 casas decimais);

b) → O alcance x sabendo-se que o coeficiente de contração é 0,90



c) → Sabendo-se que a água é transportada a 15° C, verifique se a Cd utilizado (vide curva característica do Venturi) é coerente.

Água a 15°C:

$$\gamma = 999,1 \text{ kg/m}^3;$$

$$\nu = 1,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

