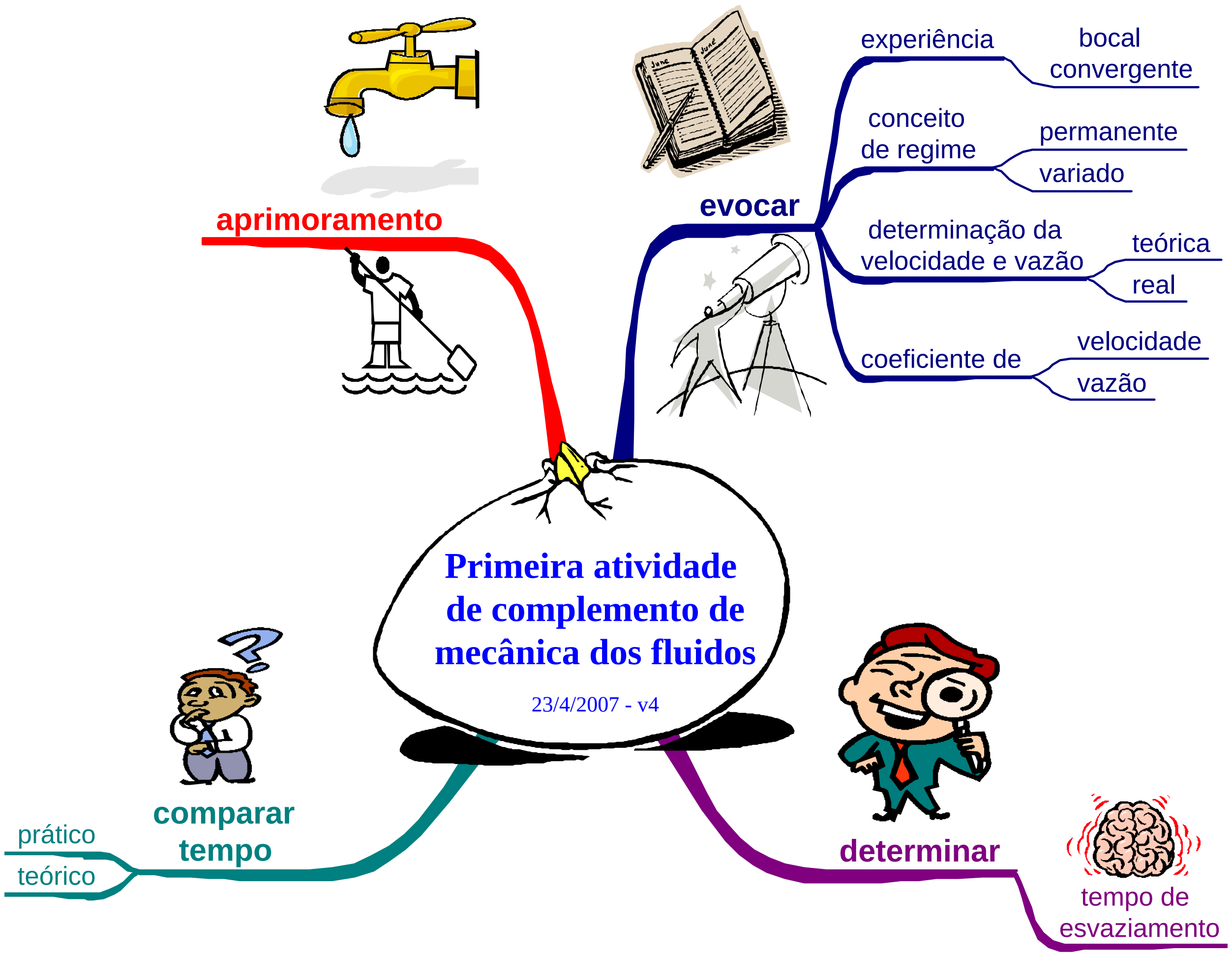
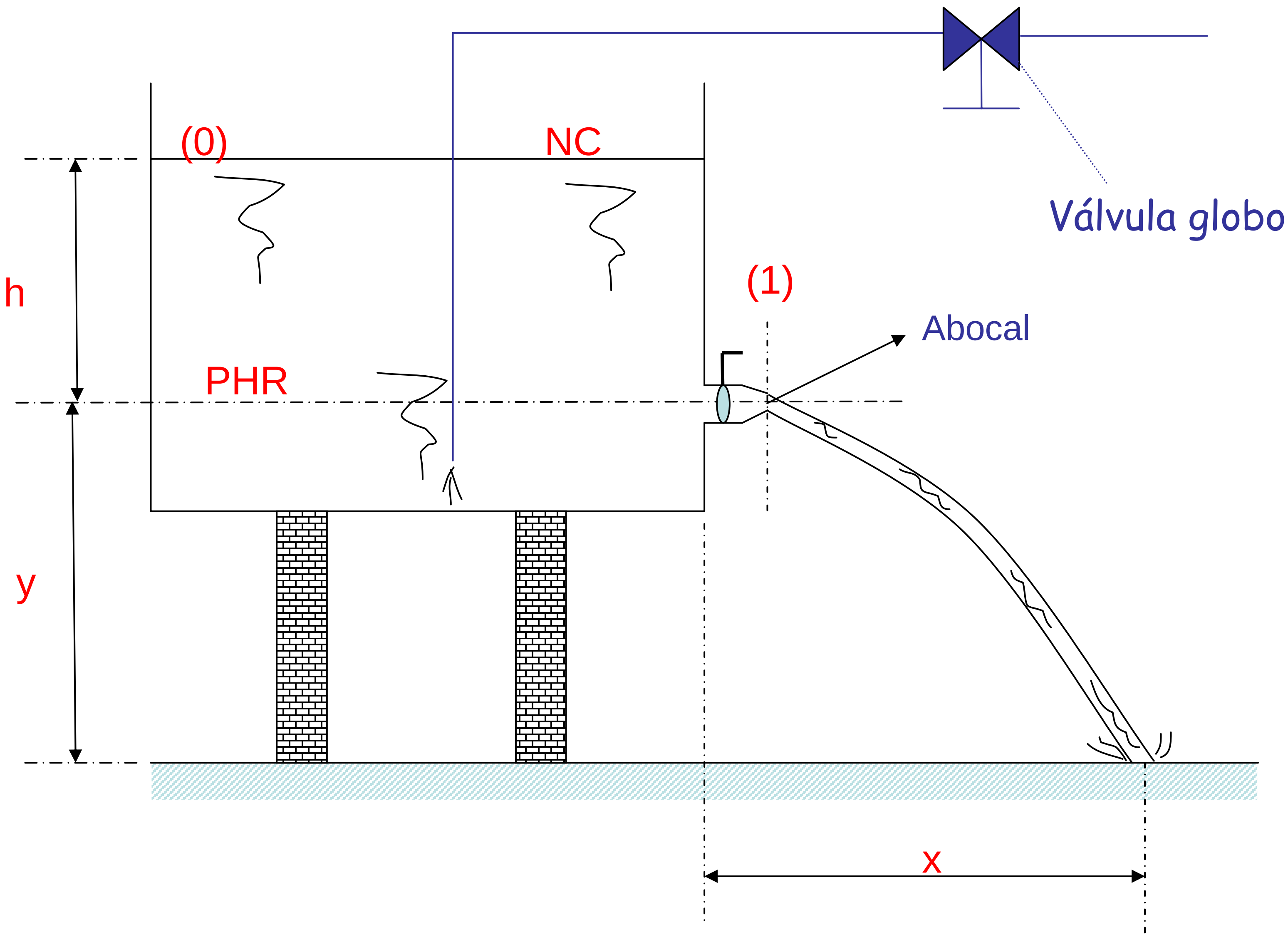
Complemento de mecânica dos fluidos

Aplicação da equação da continuidade de forma integral para um volume de controle


Primeira atividade de complemento de mecânica dos fluidos
23/4/2007 - v4
aprimoramento
evocar
experiência
bocal convergente
conceito de regime
permanente
variado
determinação da velocidade e vazão
teórica
real
coeficiente de
velocidade
vazão
comparar tempo
prático
teórico
determinar
tempo de esvaziamento

Experiência do bocal convergente



(0)
NC
Válvula globo
h
(1)
Abocal
PHR
y
x

Para refletir

Perguntas

1. O que significa NC?
2. Como se obtém nível constante?
3. Para que se deseja o NC?
4. E para que se deseja ter o escoamento em regime permanente?

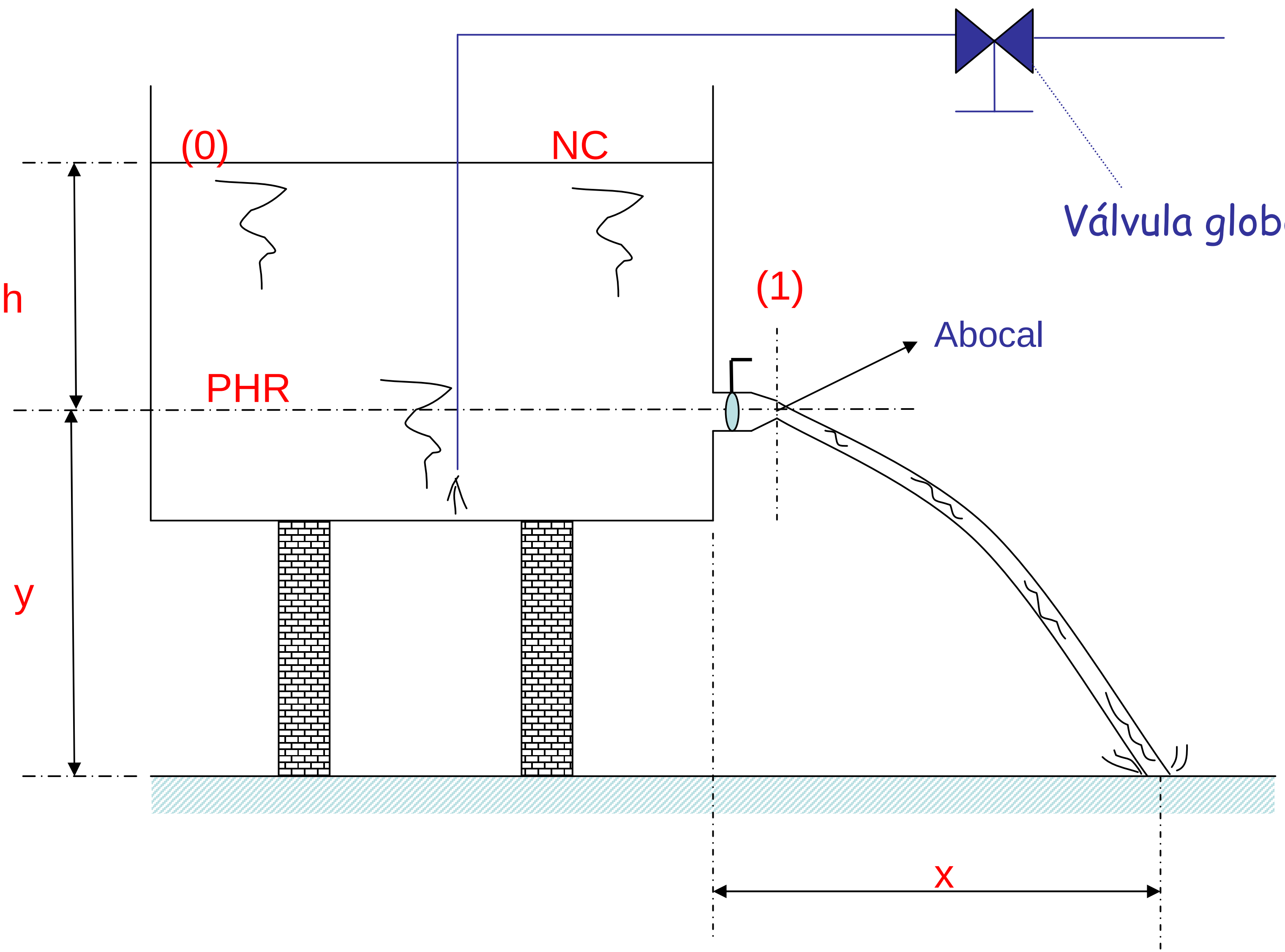
Respostas

1. NC = nível constante
2. Controlando a válvula globo e garantindo que a vazão que entra é igual a vazão que saí.
3. Para se ter o escoamento em regime permanente.
4. Porque tudo o que estudamos só era válido se o escoamento ocorresse em regime permanente.

Exemplo de estudo do escoamento em regime permanente: a equação da energia para o escoamento com uma entrada e uma saída:

$$H_{inicial} + H_{máquina} = H_{final} + H_{perdas}$$

Como ficaria a equação da energia anterior aplicada entre (0) e (1)?



$$H_0 + 0 = H_1 + H_{p_{bocal}}$$

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

$$h + \frac{p_{atm}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{atm}}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_{p_{bocal}}$$

A equação anterior é válida para as duas escalas de pressão, seja absoluta, seja efetiva.

Se fosse considerada a escala efetiva de pressão, qual seria a alteração da equação?

Passaríamos a considerar a pressão atmosférica igual a zero, já que é ela que se considera como o zero da escala efetiva, portanto:

$$h + 0 + 0 = 0 + 0 + \frac{v_1^2}{2g} + H_{p_{bocal}}$$

$$h = \frac{v_1^2}{2g} + H_{p_{bocal}} \rightarrow V_1 = \sqrt{2gh - H_{p_{bocal}}}$$

Ao considerar o fluido como um fluido ideal, tem-se a perda no bocal igual a zero, isto porque o fluido ideal é aquele que tem viscosidade igual a zero.

Daí pode-se determinar a velocidade teórica do escoamento:

$$V_1 = \sqrt{2gh} = v_{teórica}$$

Como se obtinha neste caso a velocidade real?

Aplicando-se os conceitos abordados no estudo de um lançamento inclinado:

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

$$x = v_{real} \times t$$

$$v_r = \frac{x}{\sqrt{\frac{2y}{g}}} = x \sqrt{\frac{g}{2y}}$$

Tendo-se a velocidade teórica e a velocidade real pode-se determina o coeficiente de velocidade:

$$c_v = \frac{V_{real}}{V_{teórica}}$$

Como se pode determinar a vazão real?

A primeira possibilidade seria:

$$Q_{real} = v_{real} \times A_{contraída}$$

A dificuldade para se utilizar a equação anterior está na determinação da área contraída, daí se buscar uma nova possibilidade.

Qual seria a outra maneira para se determinar a vazão real?

Seria se evocando a sua determinação de forma direta, ou seja:

$$Q = \frac{volume}{tempo} = \frac{A_{tanque} \times \Delta h}{t}$$

$$Q = \frac{0{,}546 \times \Delta h}{t}$$

Como a variação do nível (Δh) era obtida?

Seria desligando-se a bomba e deixando o nível descer e cronometrando-se o tempo?

Não, já que neste caso teríamos o escoamento em regime variado e tudo o que se aprendeu em mecflu básico foi para regime permanente.

Portanto, mantendo-se a bomba ligada, deve-se fechar o bocal e cronometrar o tempo para o nível subir um Δh.

Já a vazão teórica pode ser obtida da seguinte forma:

$$Q_{teórica} = v_{teórica} \times A_{bocal}$$

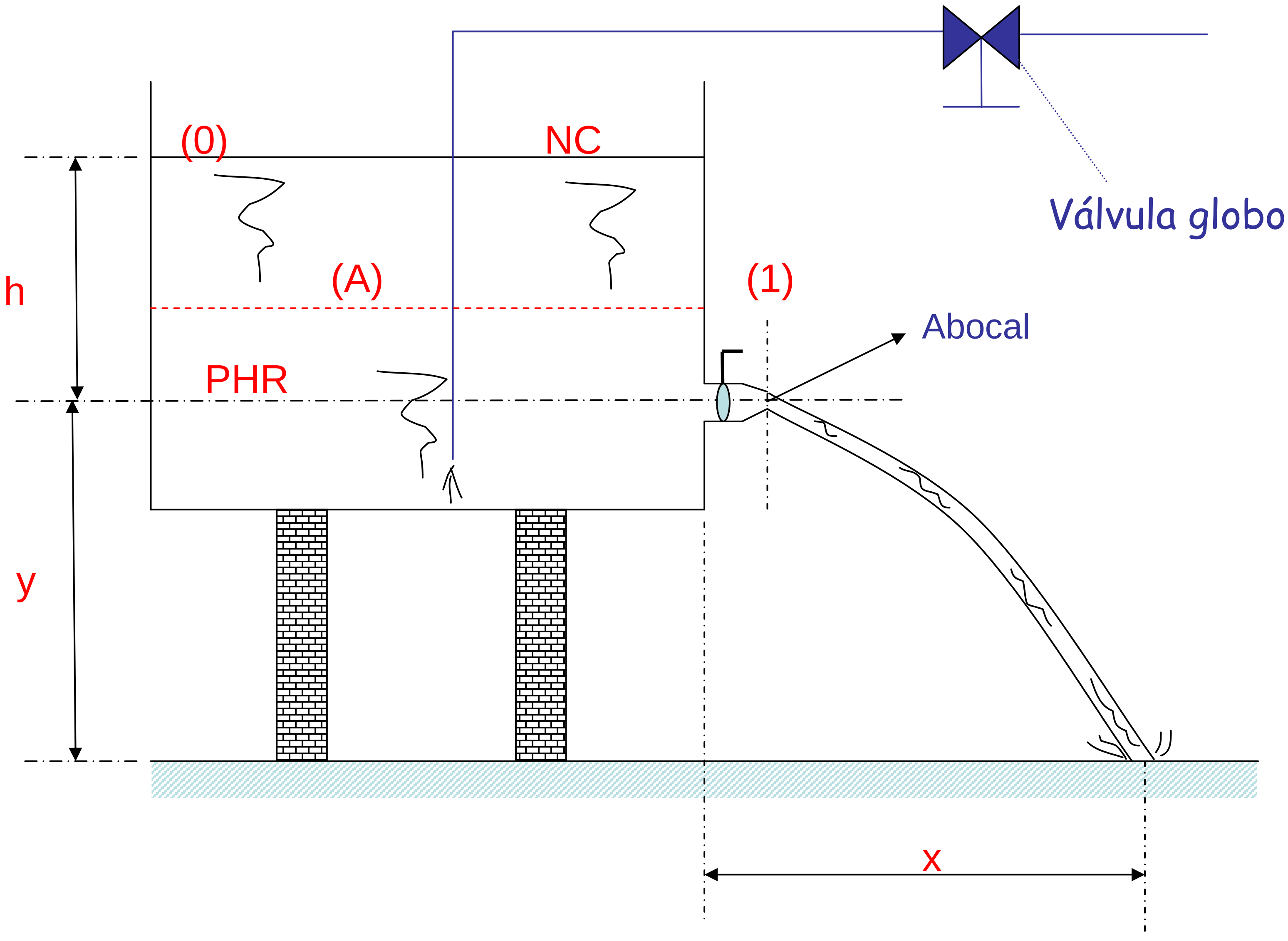
$$Q_{teórica} = A_{bocal} \times \sqrt{2gh}$$

Tendo-se a vazão real e a vazão teórica, pode-se determinar o coeficiente de vazão:

$$c_d = \frac{Q_{real}}{Q_{teórica}}$$

Esta consiste em determinar o tempo de esvaziamento do nível (0) para o nível (A) e compará-lo com o obtido pela expressão:

$$t = \frac{2 \times A_{tanque}}{C_d \times A_{bocal} \times \sqrt{2g}} \left(\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2} \right)$$


Válvula globo
(0)
NC
h
(A)
(1)
Abocal
PHR
y
x

Importante:

1. Deve-se determinar o coeficiente de vazão, tanto para o nível (0), como para o nível (A).
2. Repetir o ensaio no mínimo cinco (5) vezes, tanto para o nível (0), como para o nível (A)

Cuidado ao determinar h, mesmo porque $h = h_L + h_C$

h_L

h_C