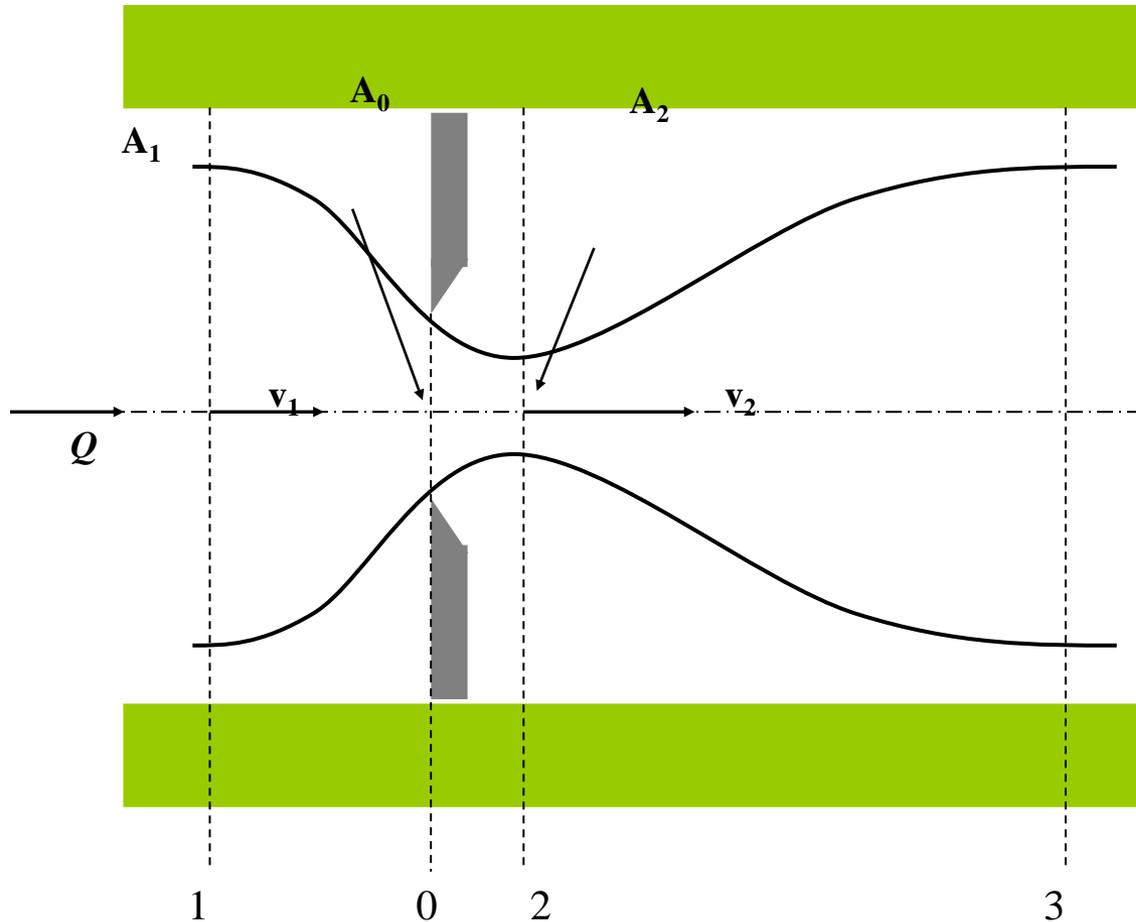


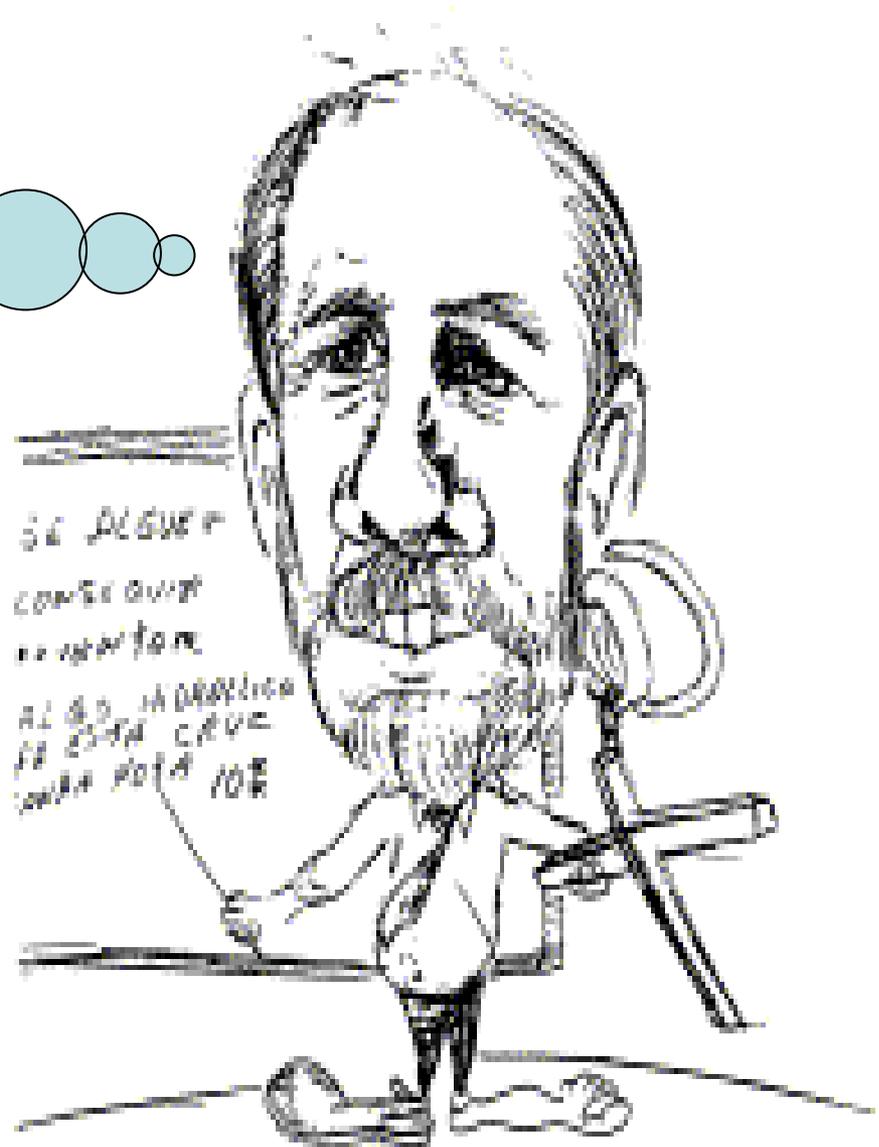
# Experiência

Medidores de vazão

# Tipos de medidores ensaiados: venturi e placa de orifício.



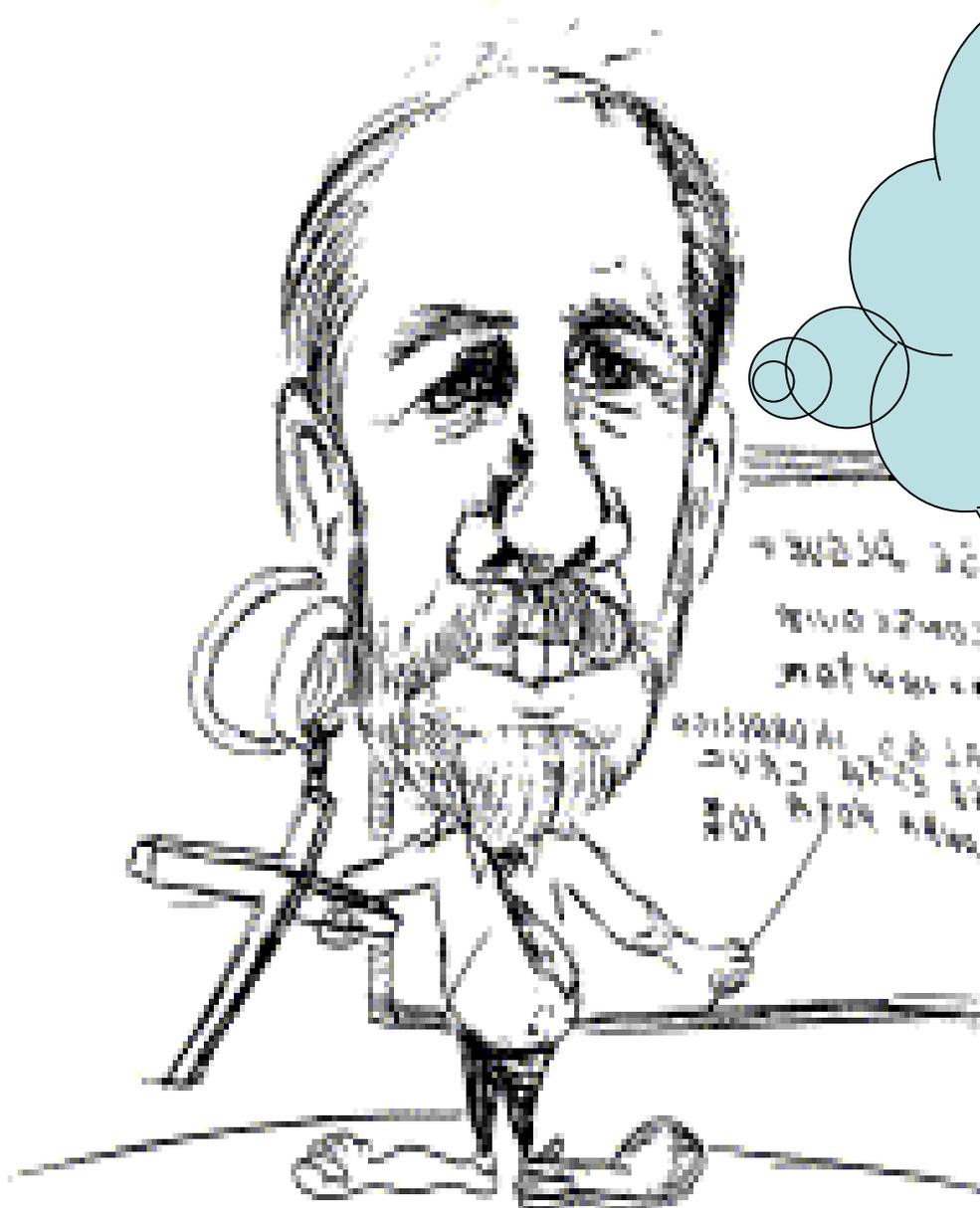
O que será que  
há de comum  
entre os  
medidores  
anteriores?



O que existe em comum é que em ambos os medidores observamos uma redução de área.

Esta redução ou contração de área no venturi origina a área da garganta e na placa de orifício origina a área contraída  $A_2$  que é diferente da área do orifício da placa.





OK!  
Mas o que será  
que esta  
contração de  
área vai  
originar?



Vai originar um aumento da carga cinética e em consequência uma diminuição da carga de pressão!

# Equacionamento dos medidores

Considerando fluido ideal e aplicando a equação de Bernoulli de 1 a 2, obtemos:

$$H_1 = H_2$$

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

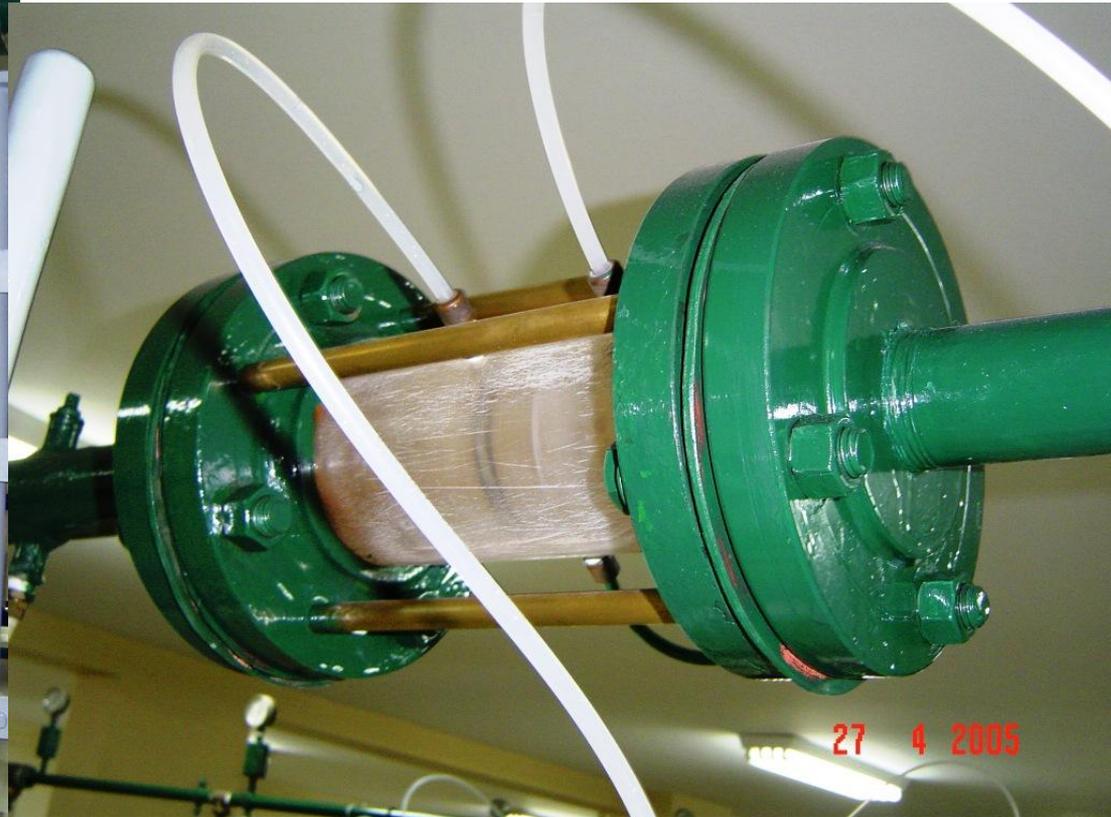
Como os medidores foram instalados em um plano horizontal nós temos que a carga potencial ( $z$ ) é constante, portanto:

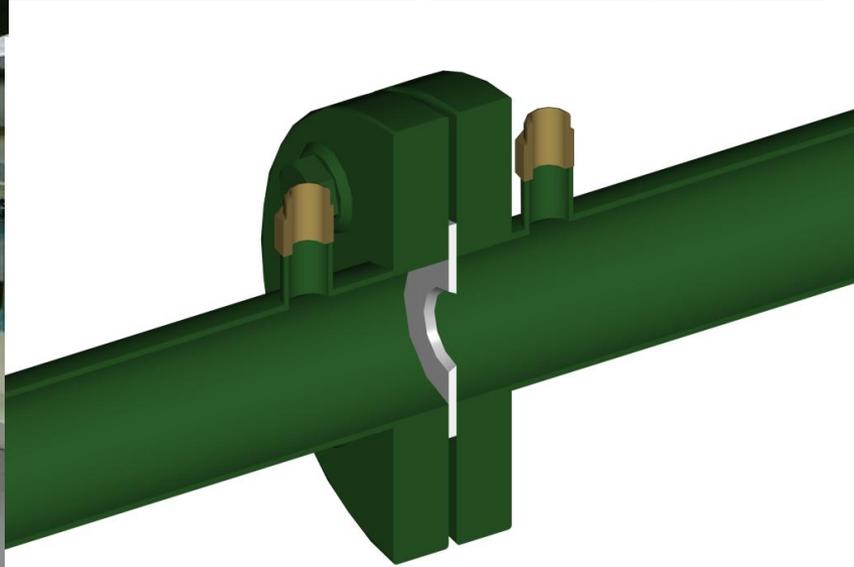
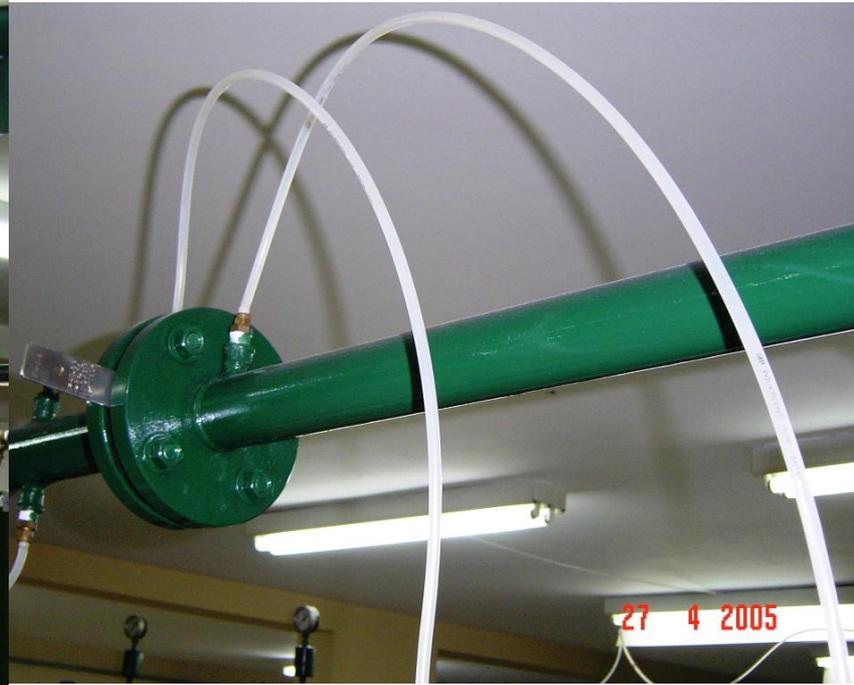
$$\frac{p_1 - p_2}{\gamma} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

$$\therefore v_2^2 - v_1^2 = 2g \times \frac{p_1 - p_2}{\gamma}$$

Pelo fato de  $v_2 > v_1$   
concluimos que  $p_1 > p_2$  o que  
comprova que existe um  
aumento de carga cinética e  
em consequência uma  
redução da carga de  
pressão.

Isto também pode ser comprovado na própria bancada





Pela equação da  
continuidade aplicada a um  
escoamento incompressível  
e em regime permanente  
temos:

$$v_1 \times A_1 = v_2 \times A_2$$

# Importante:

No caso do venturi  $A_2 = A_{\text{garganta}} = A_d$  que é a área do diâmetro menor e que é facilmente determinada.

Porém no caso da placa de orifício esta área é muito difícil de se determinar e por este motivo se recorre a definição do coeficiente de contração ( $C_c$ )

$$C_C = \frac{A_{\text{contraída}}}{A_{\text{orificio}}} = \frac{A_2}{A_0}$$

$$\therefore A_2 = C_C \times A_0$$

No caso do venturi ele é projetado para  $C_c = 1,0$ , portanto:  $A_2 = A_{\text{garganta}}$

Considerando a placa de orifício,  
temos:

$$v_1 \times A_1 = C_C \times v_2 \times A_o$$

$$\therefore v_1 = v_2 \times C_C \times \frac{A_o}{A_1} = v_2 \times C_C \times \frac{D_o^2}{D_1^2}$$

Substituindo na equação anterior :

$$v_2^2 \left[ 1 - C_C^2 \times \left( \frac{D_o}{D_1} \right)^4 \right] = 2g \times \frac{p_1 - p_2}{\gamma}$$

Através de um manômetro diferencial em forma de U instalado entre as seções 1 e 2, obtemos:

$$p_1 - p_2 = h \times (\gamma_m - \gamma)$$

$$\therefore v_2 = \sqrt{\frac{2gh \times \left( \frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma} \right)}{1 - C_C^2 \times \left( \frac{D_o}{D_1} \right)^4}}$$

A velocidade  $v_2$  calculada anteriormente é teórica, isto porque consideramos um fluido ideal, ou seja, um fluido que escoar sem ter perda de carga.

Portanto, podemos determinar a vazão teórica e com a definição de coeficiente de velocidade a vazão real:

$$Q_{\text{teórica}} = v_2 \times A_2 = C_C \times A_o \times v_2$$

$$\text{Coeficiente de velocidade} \rightarrow C_v = \frac{v_{2_{\text{real}}}}{v_{2_{\text{teórico}}}}$$

$$\therefore Q_{\text{real}} = C_C \times A_o \times C_v \times \sqrt{\frac{2gh \times \left( \frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma} \right)}{1 - C_C^2 \times \left( \frac{D_o}{D_1} \right)^4}}$$

Pelo conceito de coeficiente de vazão ou descarga, para a placa de orifício, temos:

$$C_d = C_C \times C_v$$

$$\therefore Q_{\text{real}} = C_d \times A_o \times \sqrt{\frac{2gh \times \left( \frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma} \right)}{1 - C_C^2 \times \left( \frac{D_o}{D_1} \right)^4}}$$

Ou ainda:

$$K = \frac{C_d}{\sqrt{1 - C_C^2 \times \left(\frac{D_o}{D_1}\right)^4}}$$

$$\therefore Q_{\text{real}} = k \times A_0 \times \sqrt{2gh \times \left(\frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma}\right)}$$

# Para o Venturi

$$C_d = C_C \times C_v$$

$$\therefore Q_{\text{real}} = C_d \times A_G \times \sqrt{\frac{2gh \times \left( \frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma} \right)}{1 - \left( \frac{D_G}{D_1} \right)^4}}$$

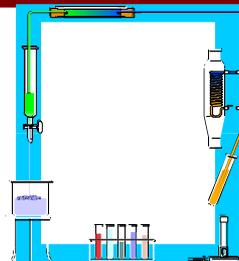
**Através da experiência  
deseja-se**

27/04/2005 - v4



**estudar os exercícios  
propostos**

**obter a curva de calibração**



**obter a curva característica**

