

# Aula 1 de laboratório de mecânica dos fluidos – ME4310

07/02/2013

Como o laboratório  
vai me ajudar a  
passar de mecânica  
dos fluidos?



$$A = \text{fator} \times M_{\text{provas}}$$

$$M_{\text{provas}} = \frac{\sum P}{2}$$

E o que  
estudaremos  
no laboratório  
e como  
obteremos o  
fator?



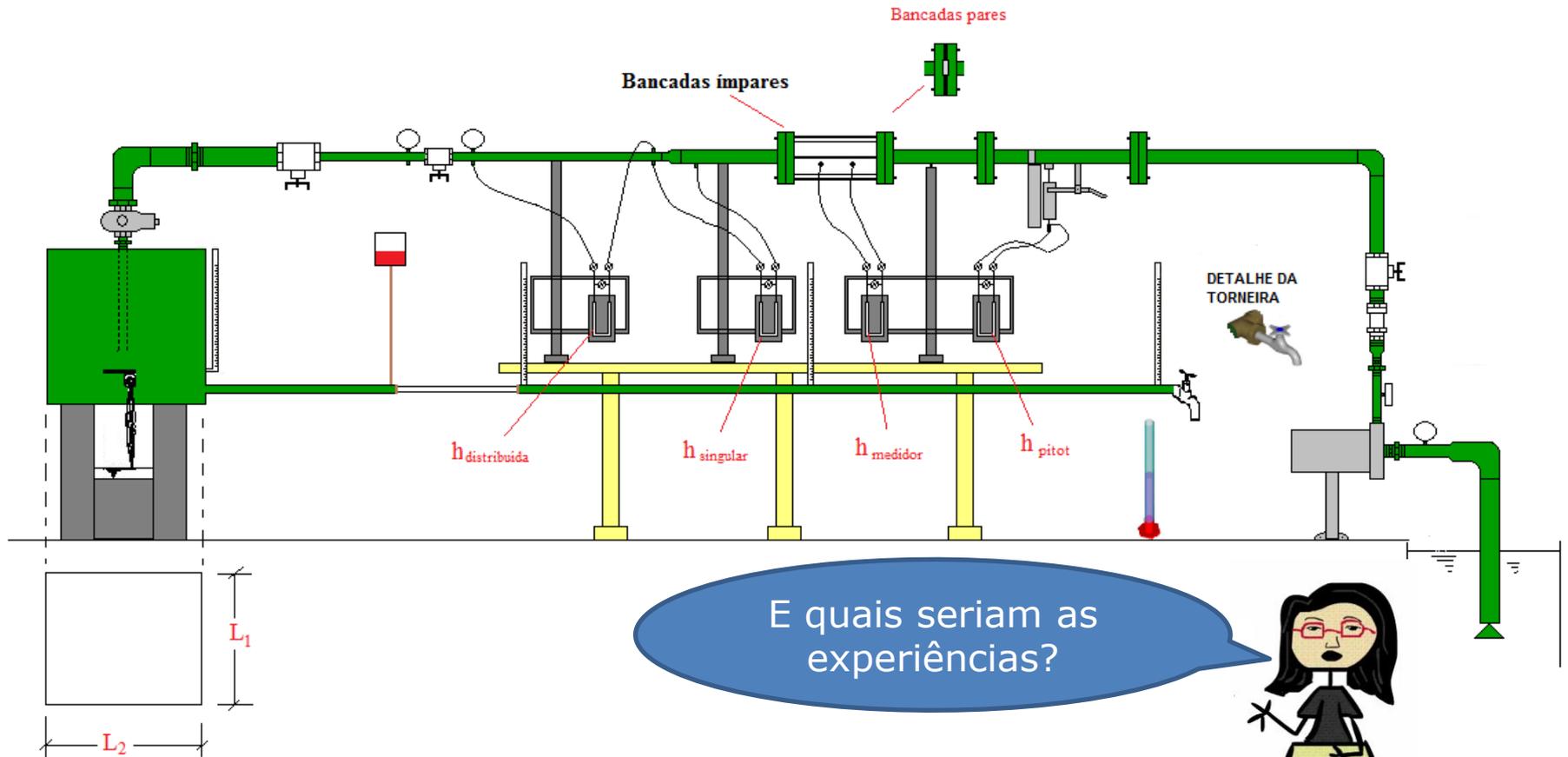
O fator será obtido através das notas dos relatórios entregues e relativos as experiências realizadas.

E aonde vamos fazer estas experiências?





Serão realizadas nas bancadas do laboratório



E quais seriam as experiências?





E como obtemos o fator de laboratório

A	0	1	2	3	4	5	6
B							
0	0,40	0,53	0,67	0,81	1,04	1,10	1,25
1	0,50	0,63	0,77	0,91	1,06	1,20	
2	0,60	0,73	0,87	1,01	1,16		
3	0,70	0,83	0,97	1,11			
4	0,80	0,93	1,07				
5	0,90	1,03					
6	1,00						

Através da  
tabela ao lado,  
ou a fórmula  
abaixo.



$$f = 0,13 * (\text{número de As})^{1,048} + 0,1 * (\text{número de Bs}) + 0,4$$

Como não é viável a realização das experiências de início, já que ainda não estudamos os conceitos necessários, vamos iniciar estudando o capítulo 2 da bibliografia básica, ou seja, **ESTÁTICA DOS FLUIDOS**.

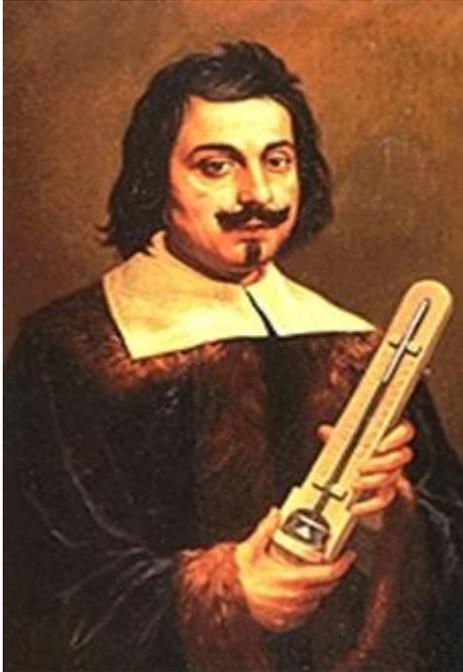


Vamos iniciar  
evocando a  
leitura do  
barômetro



!?





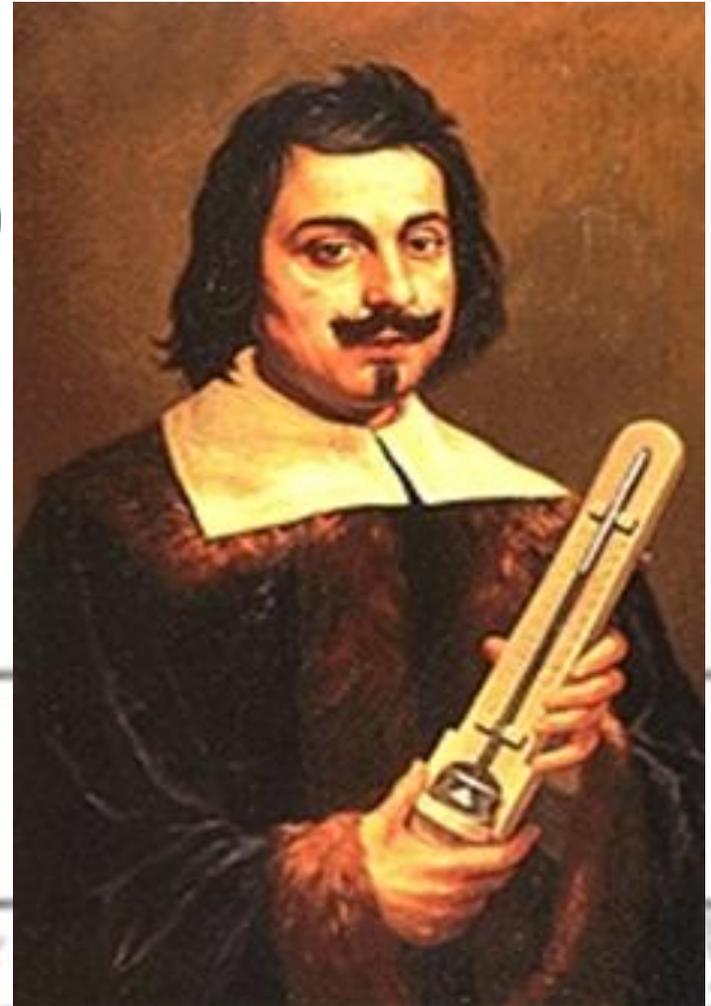
Ele foi idealizado  
pelo meu amigo  
Evangelista  
Torricelli em



Para que  
serve?



Para responder esta pergunta vou considerar um texto que muito me agrada.



## O barômetro

Há algum tempo recebi um convite de um colega para servir de árbitro na revisão de uma prova de Meteorologia Física. Tratava-se de avaliar uma questão de física, que recebera nota 'zero'.

O aluno contestava tal conceito, alegando que merecia nota máxima pela resposta, a não ser que houvesse uma 'conspiração do sistema' contra ele.

Professor e aluno concordaram em submeter o problema a um juiz imparcial, e eu fui o escolhido. Chegando à sala de meu colega, li a questão da prova, que dizia: 'Mostrar como se pode determinar a altura de um edifício alto com o auxílio de um barômetro'.

A resposta do estudante foi a seguinte: 'Leve o barômetro ao alto do edifício e amarre uma corda nele; baixe o barômetro até a calçada; em seguida corte a corda e meça seu comprimento; este comprimento será igual à altura do edifício'. Sem dúvida era uma resposta interessante, e de alguma forma correta, pois satisfazia o enunciado.

Por instantes vacilei quanto ao veredicto. Recompondo-me rapidamente, disse ao estudante que ele tinha forte razão para ter nota máxima, já que havia respondido a questão completa e corretamente. Entretanto, se ele tirasse nota máxima, estaria caracterizada uma classificação para um curso de Física, mas a resposta não confirmava isso.

Sugeri então que fizesse uma outra tentativa para responder à questão. Não me surpreendi quando meu colega concordou, mas sim quando o estudante resolveu encarar o que eu imaginei seria um bom desafio.

Segundo o acordo, ele teria seis minutos para responder à questão; isto após ter sido prevenido de que sua resposta deveria demonstrar, necessariamente, algum conhecimento de física.

Passados cinco minutos ele não havia escrito nada; apenas olhava pensativamente para o teto da sala.

Perguntei-lhe então se desejava desistir, pois eu tinha um compromisso logo em seguida, e não tinha tempo a perder. Mais surpreso ainda fiquei quando o estudante anunciou que não havia desistido. Na realidade tinha muitas respostas, e estava justamente escolhendo a melhor. Desculpei-me pela interrupção e solicitei que continuasse.

No momento seguinte ele escreveu esta resposta: 'Vá ao alto do edifício, incline-se numa ponta do telhado e solte o barômetro, medindo o tempo de queda desde a largada até o toque com o solo. Depois, empregando a fórmula  $h = \frac{1}{2}gt^2$  calcule a altura do edifício'.

Perguntei então ao meu colega se ele estava satisfeito com a nova resposta, e se concordava com a minha disposição em conferir praticamente nota máxima à prova.

Meu colega concordou, embora sentisse nele uma expressão de descontentamento, talvez inconformismo...

Ao sair da sala lembrei-me que o estudante havia dito ter outras respostas para o problema. Embora já sem tempo, não resisti à curiosidade e perguntei-lhe quais eram estas respostas.

Ah!, sim,' - disse ele - 'há muitas maneiras de se achar a altura de um edifício com a ajuda de um barômetro'.

Perante a minha curiosidade e a já perplexidade de meu colega, o estudante desfilou as seguintes explicações.

'Por exemplo, num belo dia de sol pode-se medir a altura do barômetro e o comprimento de sua sombra projetada no solo, bem como a do edifício. Depois, usando uma simples regra de três, determina-se a altura do edifício'.

'Um outro método básico de medida, aliás bastante simples e direto, é subir as escadas do edifício fazendo marcas na parede, espaçadas da altura do barômetro. Contando o número de marcas, ter-se-á a altura do edifício em unidades barométricas'.

'Um método mais sofisticado seria amarrar o barômetro na ponta de uma corda e balançá-lo como um pêndulo, o que permite a determinação da aceleração da gravidade ( $g$ ). Repetindo a operação ao nível da rua e no topo do edifício, tem-se  $2g$ s, e a altura do edifício pode, a princípio, ser calculada com base nessa diferença'.

'Finalmente', concluiu, 'se não for cobrada uma solução física para o problema, existem outras respostas. Por exemplo, pode-se ir até o edifício e bater à porta do síndico. Quando ele aparecer, diz-se: Caro Sr. síndico, trago aqui um ótimo barômetro; se o Sr. me disser a altura deste edifício, eu lhe darei o barômetro de presente'.

A esta altura, perguntei ao estudante se ele não sabia qual era a resposta esperada para o Problema. Ele admitiu que sabia, mas estava tão farto com as tentativas dos professores de controlar o seu raciocínio e a cobrar respostas prontas com base em informações mecanicamente arroladas, que ele resolveu contestar aquilo que considerava, principalmente, uma farsa.

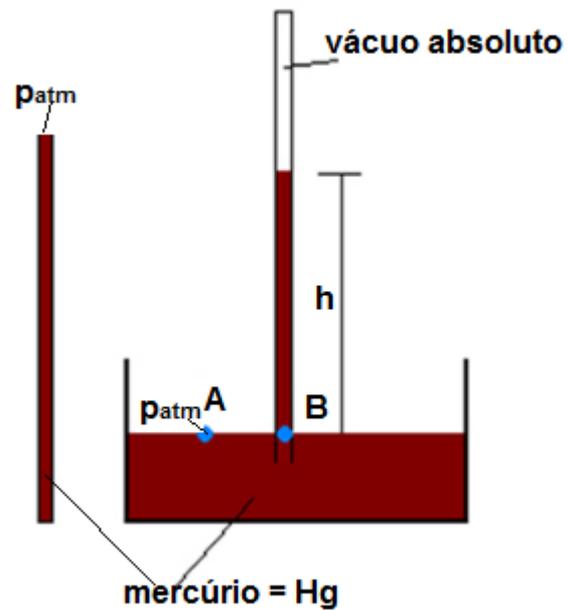
O estudante era **Niels Bohr**, o único Dinamarquês que ganhou o **Prêmio Nobel da Física em 1922** e o árbitro era Rutherford **Prêmio Nobel de Química em 1910**.

"Grandes espíritos sempre se defrontaram com oposição sem trégua das mentes medíocres - **Albert Einstein**".

Voltando a pergunta, podemos afirmar que o barômetro possibilita a determinação da pressão atmosférica.

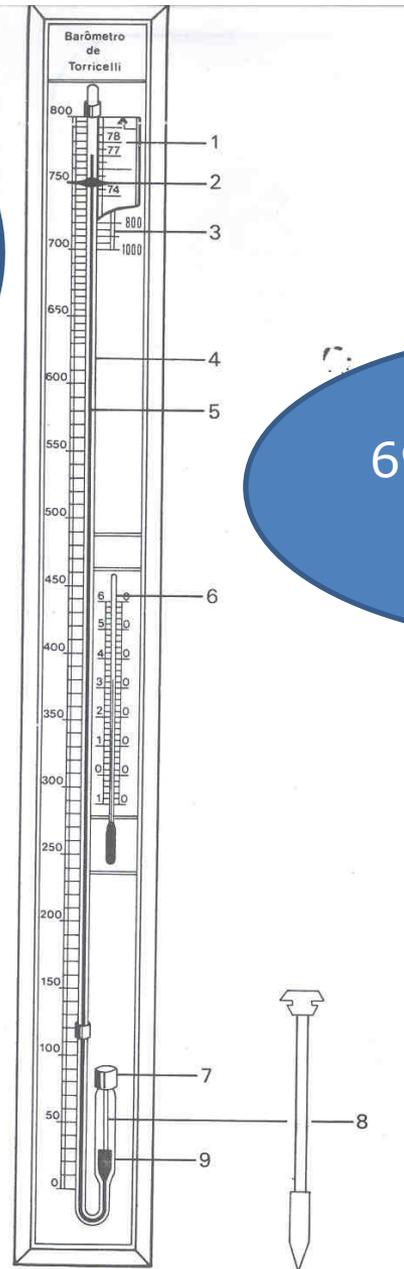


Esquemáticamente,  
temos:

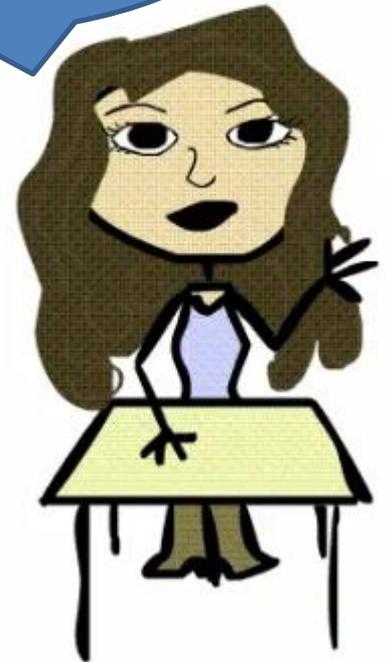


E no  
laboratório?

No laboratório,  
lemos por  
exemplo 698  
mm Hg



698 mmHg, isto  
é pressão?



Para responder a sua pergunta vou considerar uma unidade de pressão que geralmente podemos ver na calibragem dos pneus, onde temos uma pressão constante aplicada.



psi ou  
 $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$



Capítulo 2:  
Estática  
dos  
Fluidos

2.1 – Conceito de  
pressão



Considerando  
uma pressão  
constante ou  
média:

$$p = \frac{|F_N|}{A} \Rightarrow [p] = \frac{[F_N]}{[A]}$$

$$\text{SI} \rightarrow [p] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa}$$

Outras unidades comumente utilizadas

$$[p] = \text{psi} = \frac{\text{lbf}}{\text{pol}^2} \rightarrow [p] = \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$14,7 \text{psi} = 101234 \text{Pa}$$

$$1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 10^4 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = 9,8 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$



E se for um  
ponto fluido?

# pressão em um ponto fluido pertencente a um fluido

contínuo

incompressível

repouso

$$|dF_N| = \int p \times dA$$

Se a pressão for constante  $\Rightarrow |dF_N| = p \times A$

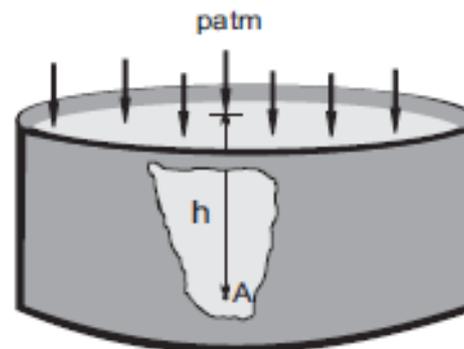
nesta situação, tem-se:  $p = \frac{|dF_N|}{A}$

Recordando o conceito de peso específico:

$$\gamma = \frac{\text{peso}}{\text{volume}} = \frac{G}{V} \text{ e lembrando que ele é}$$

constante para um fluido incompressível,

tem-se:



$$pA = p_{atm} + \gamma \cdot h$$

## Pressão

26/08/2009 - v9



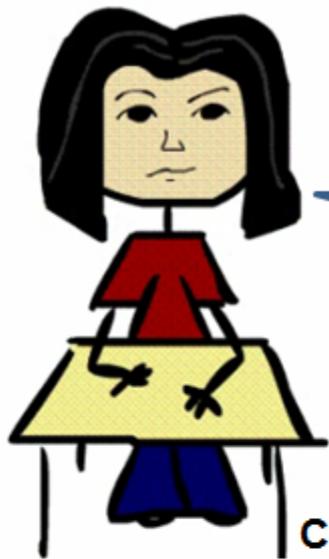
Por que?



PELA CONDIÇÃO DE UM FLUIDO CONTÍNUO O PONTO FLUIDO TERÁ SEMPRE UM DIMENSÃO ELEMENTAR ( $dA$ ) E ISTO IMPLICA QUE SOBRE ELE EXISTIRÁ UM PESO ( $dG$ ), O QUAL PODE SER DETERMINADO POR:

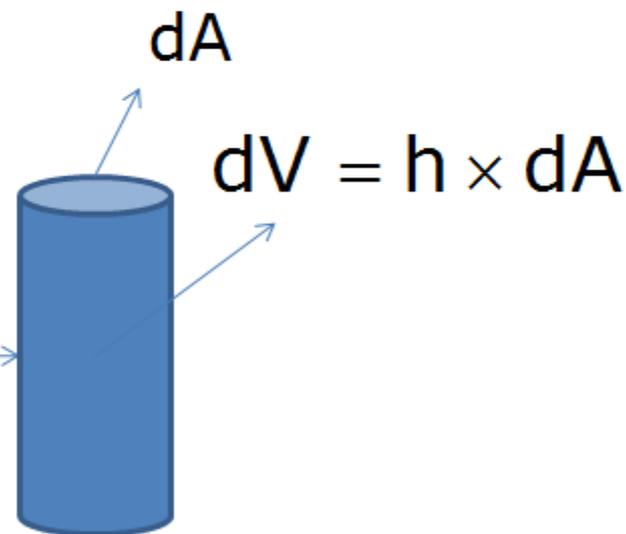
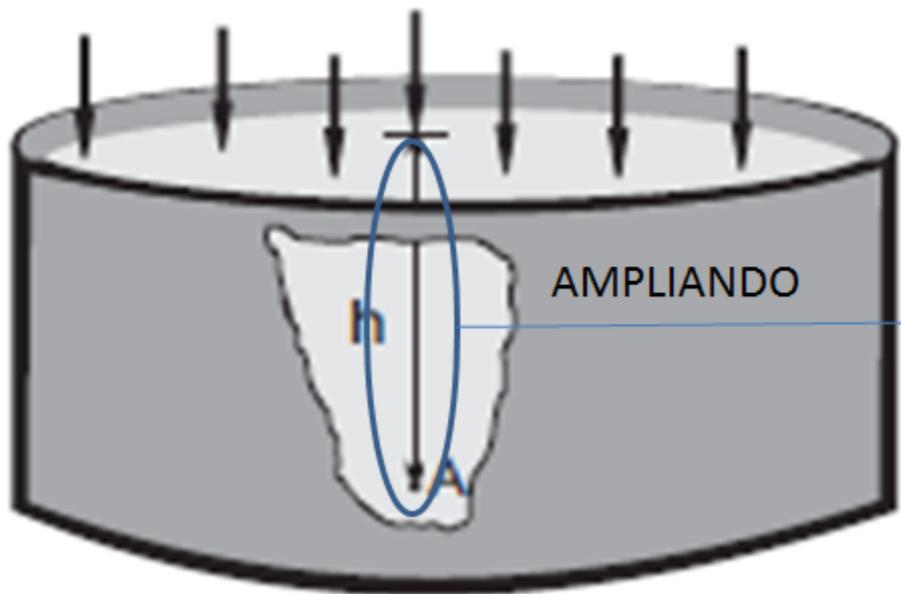
$$dG = \gamma \times dV$$

$$dG = \gamma \times h \times dA$$



AÍ FICOU  
FÁCIL!

Considerando  $p_{atm} = 0$ , ou seja,  
trabalhando na escala efetiva.



$$\therefore dG = \gamma \times dV \Rightarrow p = \frac{dG}{dA} = \frac{\gamma \times h \times dA}{dA}$$

## 1 – Conceito de pressão

$$p = \frac{|dF_N|}{dA} \Rightarrow |F_N| = p \times dA$$

Supondo pressão constante ou média :

$$|F_N| = p \times A \Rightarrow p = \frac{|F_N|}{A}$$

Unidade no SI



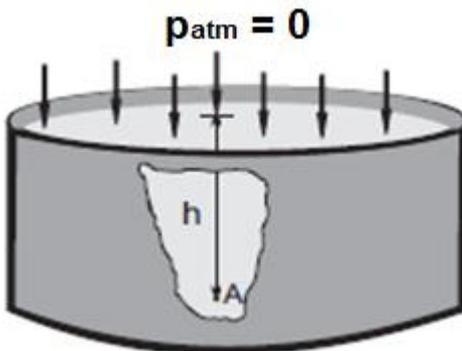
$$[p] = \frac{n}{m^2}$$

$$[p] = \text{Pa}$$

$$101234\text{Pa} = 14,7\text{psi}$$

$$1\text{psi} = 1 \frac{\text{lbf}}{\text{pol}^2}$$

Sintetizando



2 – Conceito de pressão em um ponto fluido na escala efetiva

$$p = \gamma \times \textcircled{h} \rightarrow \text{carga de pressão}$$



Importante: a carga de pressão não é pressão, ela é uma coluna de fluido que terá como unidade uma unidade de comprimento acrescida do nome do fluido considerado, exemplos: mmHg e mca

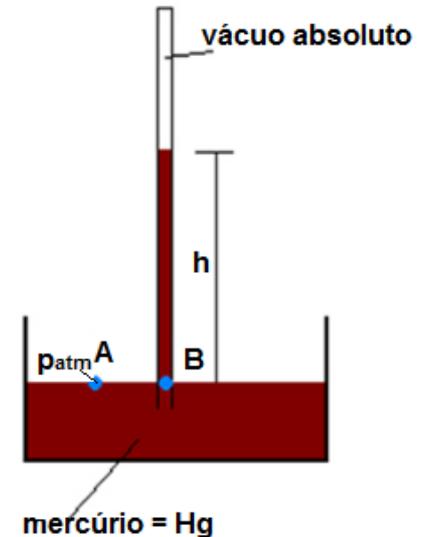
### 3 – Escala efetiva ou relativa

É aquela que adota como zero a pressão atmosférica, nesta escala podemos ter pressões positivas, nulas e negativas

### 4 – Barômetro

Dispositivo que trabalha na escala absoluta e que possibilita a determinação da pressão atmosférica através da carga de pressão lida no barômetro.

$$P_{\text{atm}} = \gamma_{\text{Hg}} \times h$$



Leitura do  
barômetro  
698 mmHg



$$\rho_{\text{Hg}} = 13546 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{\text{Hg}} = 13546 \times 9,8$$

$$\gamma_{\text{Hg}} = 132750,8 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

$$p_{\text{atm}} = 132750,8 \times 0,698$$

$$p_{\text{atm}} \cong 92660,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ (ou Pa)}$$

## 5. Escala absoluta

É aquela que adota como zero o vácuo absoluto, nesta escala só temos pressões positivas, teoricamente poderíamos ter pressão nula.

Relação entre a pressão absoluta e efetiva

$$p_{\text{abs}} = p + p_{\text{atm}}$$