

Segunda aula de FT

Primeiro semestre de 2014



Gostaria de reforçar a metodologia adotada para desenvolver este curso e que está alicerçada na certeza que o(a) engenheiro(a) tem que resolver problemas e criar oportunidades para construir seu sucesso profissional.

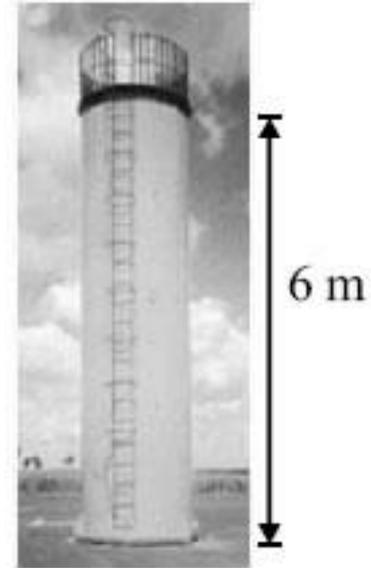


Vamos praticar mais uma vez isto!

Para atender seu pedido vamos iniciar este encontro com mais um exercício, aproveitando para rever o que foi abordado na primeira aula.



A figura ao lado mostra um reservatório de água na forma de um cilindro circular reto, com 6 m de altura. Quando está completamente cheio, o reservatório é suficiente para abastecer, por um dia, 900 casas cujo consumo por casa é de 500 litros de água. Sabendo que ele está situado na cidade de Amparo que tem a aceleração da gravidade igual a $9,8 \text{ m/s}^2$ e que a água pode ser considerada a uma temperatura de 25°C com a massa específica igual a 997 kg/m^3 pede-se:



- o diâmetro aproximado da base do reservatório;
- o peso que o volume total da água exerce na base do reservatório.

É praticamente igual ao que fizemos na primeira aula, só muda o formato do reservatório, mas isto é importante para fixarmos os conceitos abordados.



A black and white cartoon illustration of a lecture hall. A professor with a beard and a white shirt stands at the front, looking towards the students. Several students are seated at desks, some looking at the professor, some looking at their books or papers. The scene is framed by a thick black border.

Não podemos resolver nenhum problema da engenharia, ou da mecânica dos fluidos aplicada, sem recorrer ao sistema de grandezas e medidas em uso, no caso o SI, e sem os fundamentos da análise dimensional.

Agora o bicho vai pegar.

Vai nada!



As equações fundamentais da mecânica dos fluidos, como de todas as ciências exatas, expressam de fato relações entre grandezas mensuráveis, como comprimento, massa, força e tempo. Para expressar essas relações da forma mais útil possível, precisamos de um sistema de grandeza coerente, isto é, composto, por um lado, um número limitado de variáveis fundamentais chamadas grandezas de base, em segundo lugar, grandezas derivadas, definidas em função das de base.



Ao lado, exemplos de grandezas fundamentais do SI.

$$\text{SI} \begin{cases} \text{comprimento} = L = \text{metro} = m \\ \text{tempo} = T = \text{segundo} = s \\ \text{massa} = M = \text{quilo} = \text{kg} \end{cases}$$



Portanto no SI, área (A) e volume (V) são grandezas derivadas e podem ser definidas pelas expressões ao lado:

SI → grandezas derivadas $\left\{ \begin{array}{l} \text{área} = A = L^2 = m^2 \\ \text{volume} = V = L^3 = m^3 \end{array} \right.$



Relações importantes:

$$1 \text{ litro} = 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ metro} = 1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm}$$



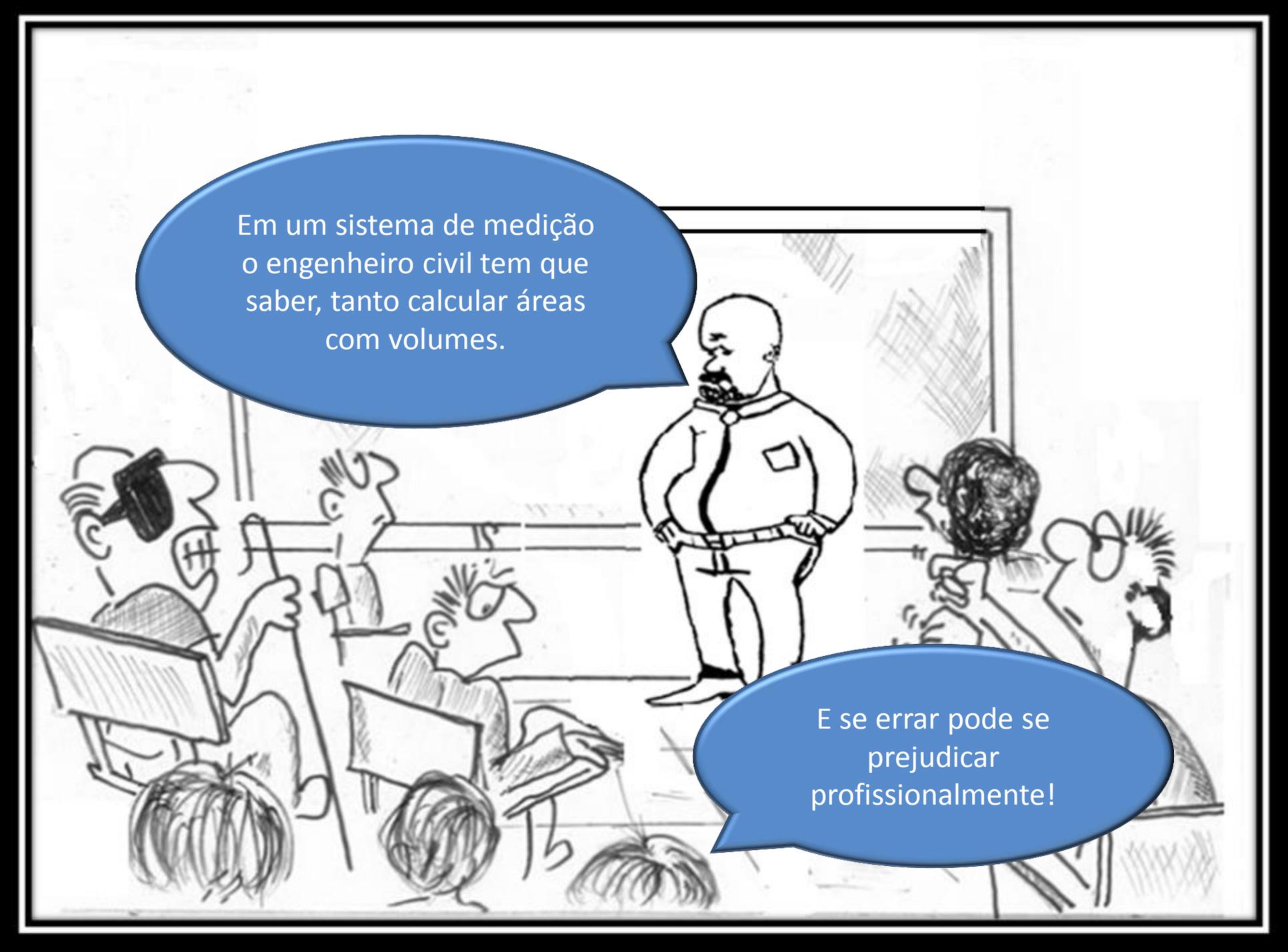
No exercício, necessitamos saber calcular a área da base e o volume de cilindro circular reto.



$$V = A_{\text{base}} \times h$$

$$6 \text{ m} \quad A_{\text{base}} = \pi \times R^2$$

$$A_{\text{base}} = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

A black and white cartoon illustration of a classroom. A lecturer with a beard and a white shirt stands at the front with his hands on his hips, looking towards a group of students. The students are seated at desks, some looking at the lecturer, others looking at their papers or books. The drawing style is simple and sketchy.

Em um sistema de medição
o engenheiro civil tem que
saber, tanto calcular áreas
com volumes.

E se errar pode se
prejudicar
profissionalmente!



No caso do exercício,
uma simples regra de
três permite determinar
o volume total do
cilindro circular reto.



Regra de três
eu sei fazer!

$$1 \text{ casa} \rightarrow 500 \text{ L}$$

$$900 \text{ casa} \rightarrow x \text{ L}$$

$$\therefore x = 900 \times 500 = 450000 \text{ L}$$



E isto é o
volume total
do cilindro
circular reto,
portanto:

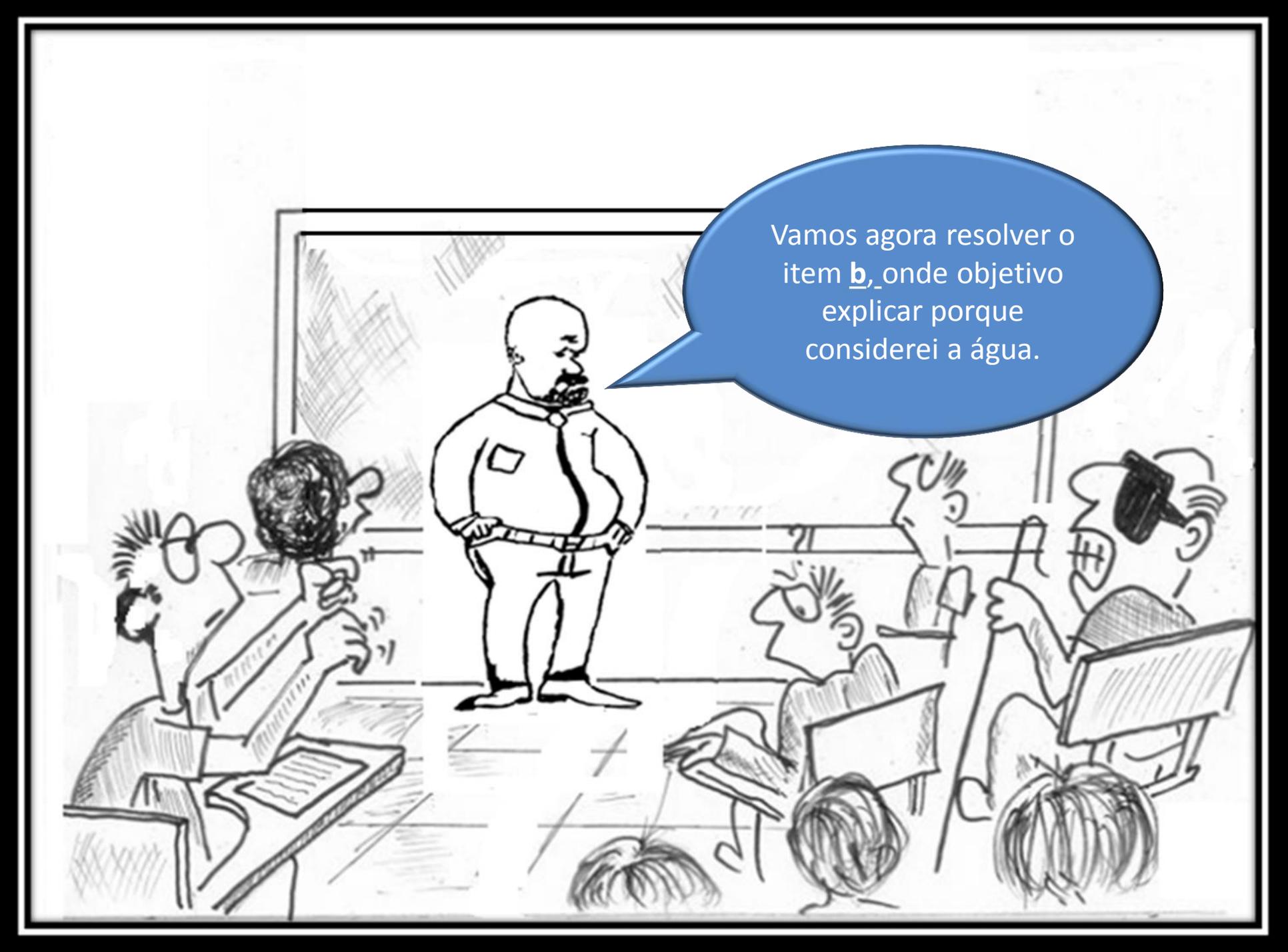
$$V = 450000 \text{ L} = 450 \text{ m}^3$$

$$450 \text{ m}^3 = \frac{\pi \times D^2}{4} \times 6$$

$$D^2 = \frac{450 \times 4}{\pi \times 6} \cong 95,5 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{95,5} \cong 9,77 \text{ m}$$

$$D \cong 9,8 \text{ m}$$



Vamos agora resolver o item **b**, onde objetivo explicar porque considere a água.

A água porque é o fluido mais usado na engenharia civil e que tem as suas propriedades como massa específica e peso específico como propriedade importantes para o estudo de mecânica dos fluidos.



Resolvendo o problema:

$$\therefore \gamma = \rho \times g = 997 \times 9,8 \rightarrow \gamma \cong 9770,6 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} = \frac{G(\text{peso})}{450(\text{m}^3)}$$

$$G \cong 4396770\text{N}$$

Legal ficou mais
fácil que o
primeiro!



Gostaria neste ponto
mencionar com a massa
específica da água varia com a
temperatura e como
determinamos a aceleração da
gravidade.



Vimos inicialmente que o fluido inicialmente pode ser classificado em líquido e gás, sendo que o líquido tem volume próprio. Uma segunda classificação dos fluidos seria alicerçada no fato dele poder ser considerado incompressível ou compressível, isto em função da variação, ou não, da sua massa específica (ρ), caso ela permaneça constante, é considerado incompressível e este é o caso das aplicações d'água na engenharia civil, onde observamos processos isotérmicos, ou seja, processos que ocorrem à temperatura constante.

Mas, como ela varia com a temperatura?



Para não ter que recorrer a tabelas e para praticar a utilização da calculadora, vamos recorrer a expressão dada a seguir.



$$\rho = 1000 - 0,01788 \times \left| \text{temperatura em } ^{\circ}\text{C} - 4 \right|^{1,7}$$

$$[\rho] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Por outro lado, para justificar que na América Latina a aceleração da gravidade é aproximadamente igual a $9,8 \text{ m/s}^2$ e novamente praticar a utilização da calculadora, vamos recorrer a expressão dada a seguir para calcular a aceleração da gravidade em função da latitude e da altitude:



z = altitude em Km

φ = latitude em graus

$$g = 980,616 - 2,5928 \times \cos 2\varphi + 0,0069 \times (\cos 2\varphi)^2 - 0,3086 \times z$$

$$[g] = \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$$

Um exemplo, considerando que a cidade de Amparo tem os dados a seguir calcule a sua aceleração da gravidade

$$z = 630,9\text{m (altitude)}$$

$$\varphi = -22,7^{\circ}$$

$$g = 980,616 - 2,5928 \times \cos 2\varphi + 0,0069 \times (\cos 2\varphi)^2 - 0,3086 \times z$$

[z] → utilizado em km

$$g = 980,616 - 2,5928 \times \cos(2 \times -22,7) + 0,0069 \times (\cos(2 \times -22,7))^2 - 0,3086 \times 0,6309$$

$$g \cong 978,797516 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} \approx 978,8 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$$

$$g \cong 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Legal, vamos
fazer mais
alguns
exercícios!



Exercícios

1. Sabendo que a aceleração da gravidade depende da latitude e da altitude conforme mostra a equação a seguir, calcule a mesma para São Paulo, Santos, Carapicuíba, Campos do Jordão e Santos.

Dado:

$$g = 980,616 - 2,5928 \times \cos 2\varphi + 0,0069 \times (\cos 2\varphi)^2 - 0,3086 \times z$$

[z] → utilizado em km

2. Calcule a massa específica e o seu peso específico em Cotia, sabendo que ela está a 30°C sendo dado:

$$z = 762\text{m (altitude)}$$

$$\varphi = -23,69389^\circ$$

Vamos voltar a propor um problema e aproveitar para definir uma instalação de recalque que poderia ser a bancada de um laboratório.

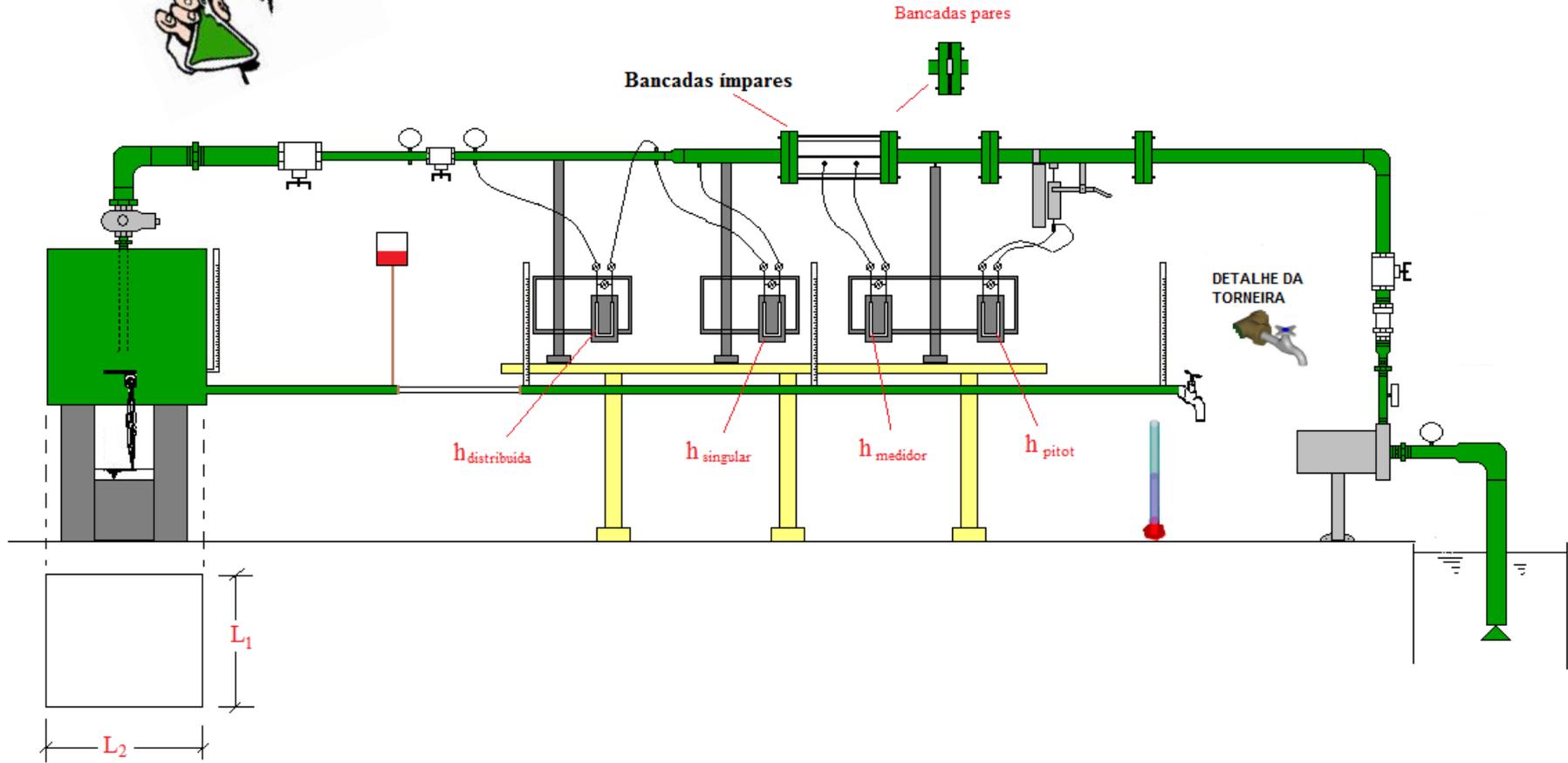




Foto das bancadas do laboratório do Centro Universitário da FEI!



Esquemáticamente temos:



Vamos recordar as leituras das pressões na entrada e saída da bomba!



No próximo slide temos a foto da bancada com os valores lidos.





Lemos a pressão no
vacuômetro e esta é
denominada de pressão
manométrica

$$p_{me} = -145\text{mmHg}$$

Lemos a pressão no manômetro
e esta também é denominada
de pressão manométrica

$$p_{ms} = 245\text{kPa}$$

$$p_{ms} = 245\text{kPa}$$

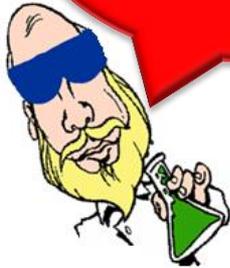
Vamos refletir sobre os valores de pressão lidos e responder algumas perguntas.



$$p_{me} = -145\text{mmHg}$$



Pelas pressões de entrada e saída da bomba, como podemos defini-la?



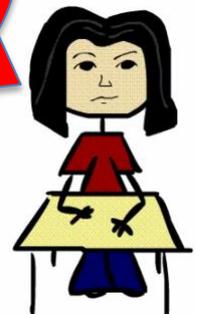
Bomba é um dispositivo que fornece pressão ao fluido



Quais as unidades de pressão observadas?



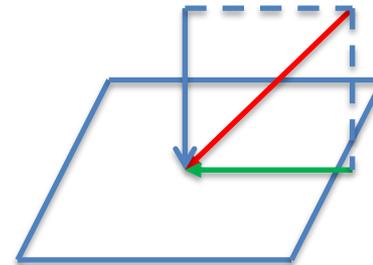
Como relacionar estas duas unidades de pressão (N/m² e mmHg)?



Considerando a unidade N/m^2 , podemos definir a pressão como sendo força por unidade de área.



Mas que tipo de força? normal ou tangencial?



Seria a força normal e se tratando de uma pressão constante, ou média, temos:

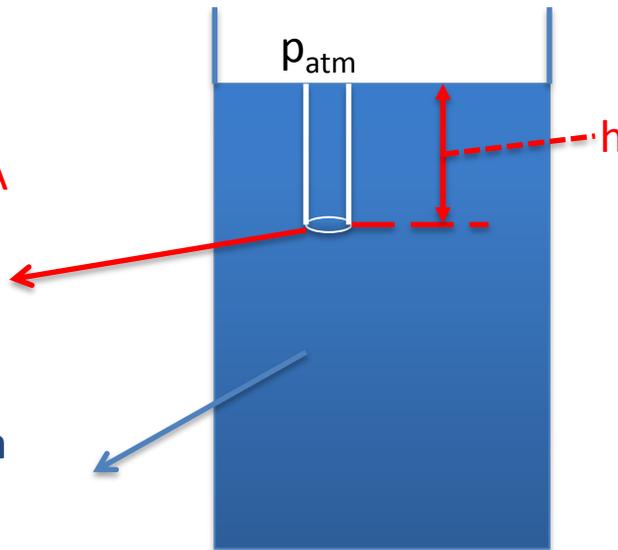
$$p = \frac{|F_N|}{A}$$



Vamos a partir deste ponto definir a pressão em um ponto fluido pertencente a um fluido em repouso, incompressível (massa específica e peso específico constante e contínuo)

Ponto com uma área dA
e que desejamos achar
o peso dG

Fluido contínuo,
incompressível e em
repouso com peso
específico γ



Como vou
achar o peso
 dG , já que
não dá para
usar a
balança?



Considerando a pressão
atmosférica igual a zero
(escala efetiva) e como para
o fluido incompressível o
peso específico fica
constante, temos:



$$dG = \gamma \times dV$$

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

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

$$p = \gamma \times h \rightarrow \text{para } p_{\text{atm}} = 0$$

A cota h é denominada de carga de pressão e sua unidade é sempre uma unidade de comprimento acrescida do nome do fluido considerado, exemplo: mmHg



$$h = \frac{p}{\gamma}$$

E o que significa mesmo considerar a pressão atmosférica igual a zero?





Quando consideramos a pressão atmosférica igual a zero, passamos a trabalhar na escala efetiva ou relativa, ou seja, aquela que adota como zero da escala a pressão atmosférica.

E nessa escala, temos pressões positivas, nulas e negativas.

Exatamente, vou deixar uma
problema proposto para a
próxima aula



Deseja-se determinar p_0 para verificar a viabilidade de se instalar um aparelho na seção (0), sabendo que o mesmo exige uma pressão mínima de 9,2 mca para o seu funcionamento.

