

BCJ0205-15

Fenômenos Térmicos

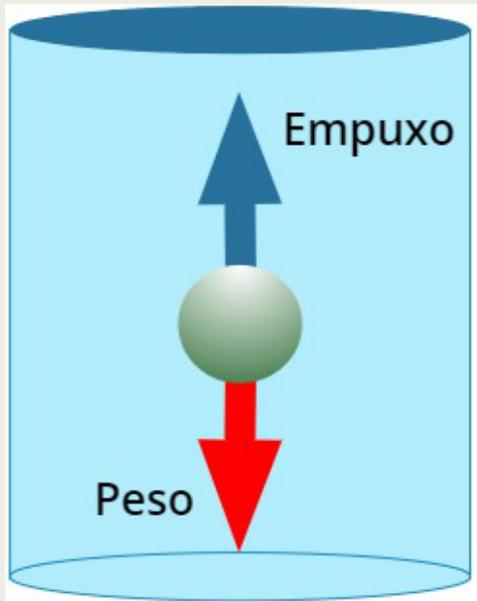
Prof. Paramita Barai

Modulo 1: Mecânica dos Fluidos

Capítulo 15 do livro texto
(Princípios de Física, Serway, Vol. 2)

Unidades 15.4, 15.5 (páginas 102–107)

1.4 – Força de Empuxo



- Quando um corpo sólido é imerso em um líquido, o líquido exerce uma força para cima sobre o sólido = **Força de Empuxo**
- Se considerarmos uma pequena bolsa de líquido em equilíbrio, a força de empuxo para cima equilibra a força gravitacional para baixo sobre ele.
 - *Módulo da força para cima = Peso do líquido na bolsa*

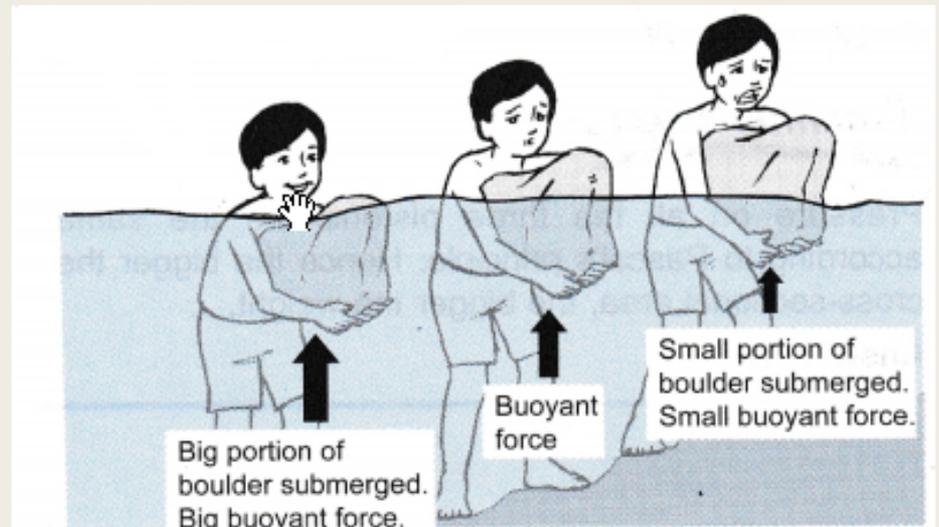
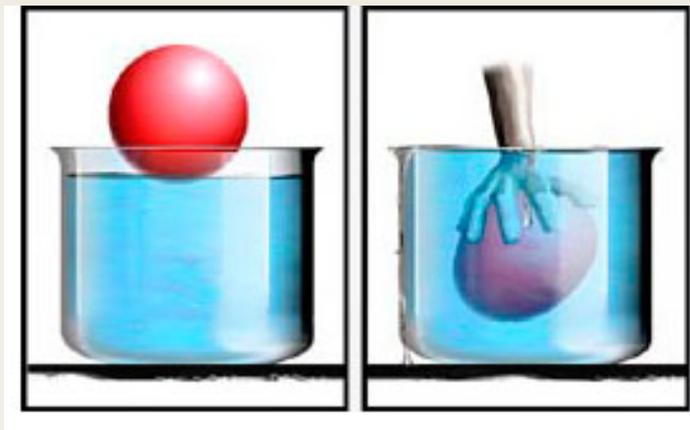
Força de Empuxo

- A forma e a composição do corpo sólido não importa para determinar a força de empuxo

PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

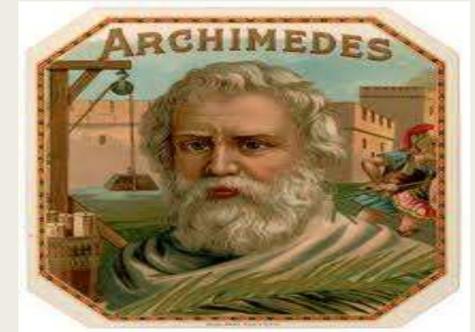
O valor do empuxo que atua sobre um corpo mergulhado em um líquido é igual ao peso do líquido deslocado.

- Isso explica porque:
 - *É difícil segurar uma bola de praia dentro da água*
 - *É mais fácil carregar uma pedra grande dentro de uma lagoa*



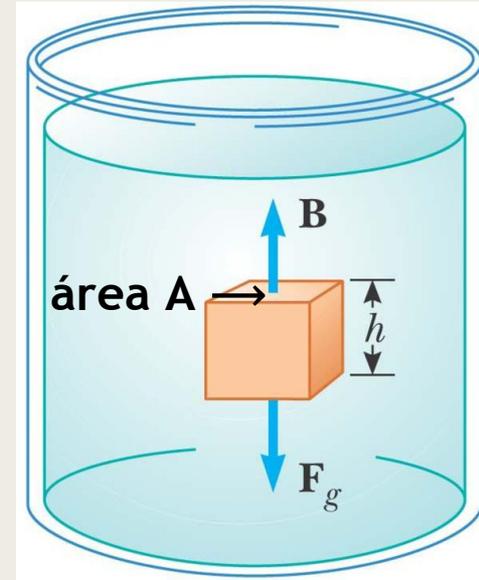
Arquimedes e seu Momento "Eureka"

- Arquimedes de Siracusa (287 BC - 212 BC) : cientista Grego antigo
- 2 histórias relevantes:
 - *Teve a ideia de Força de Empuxo enquanto tomava banho em uma banheira, então corria nua pelas ruas de Siracusa gritando "Eureka" (ou "Eu tenho" em grego).*
 - *Poderia dizer ao seu rei que uma coroa não é feita de ouro puro, pesando-a em água*



Princípio de Arquimedes : Equações

$$P_{\text{fundo}} = P_{\text{topo}} + \rho_{\text{fluido}} g h$$

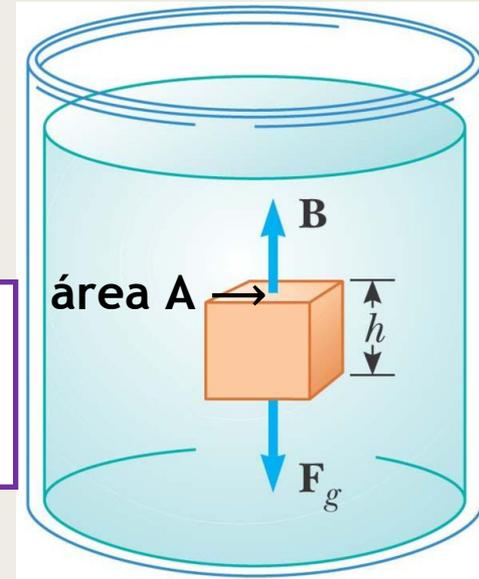


- Considere um cubo sólido (da área A e altura h) submerso em um fluido
- Pressão na base do cubo (P_{fundo}) causa força para cima, $F_{\text{fundo}} = P_{\text{fundo}} A$
- Pressão no topo do cubo (P_{topo}) causa força para baixo, $F_{\text{topo}} = P_{\text{topo}} A$

Princípio de Arquimedes : Equações

- A resultante dessas 2 forças é a Força de Empuxo, B :

$$B = F_{\text{fundo}} - F_{\text{topo}} = (P_{\text{fundo}} - P_{\text{topo}}) A = \rho_{\text{fluido}} g h A$$
$$\Rightarrow B = \rho_{\text{fluido}} g h A = \rho_{\text{fluido}} g V_{\text{desl}}$$



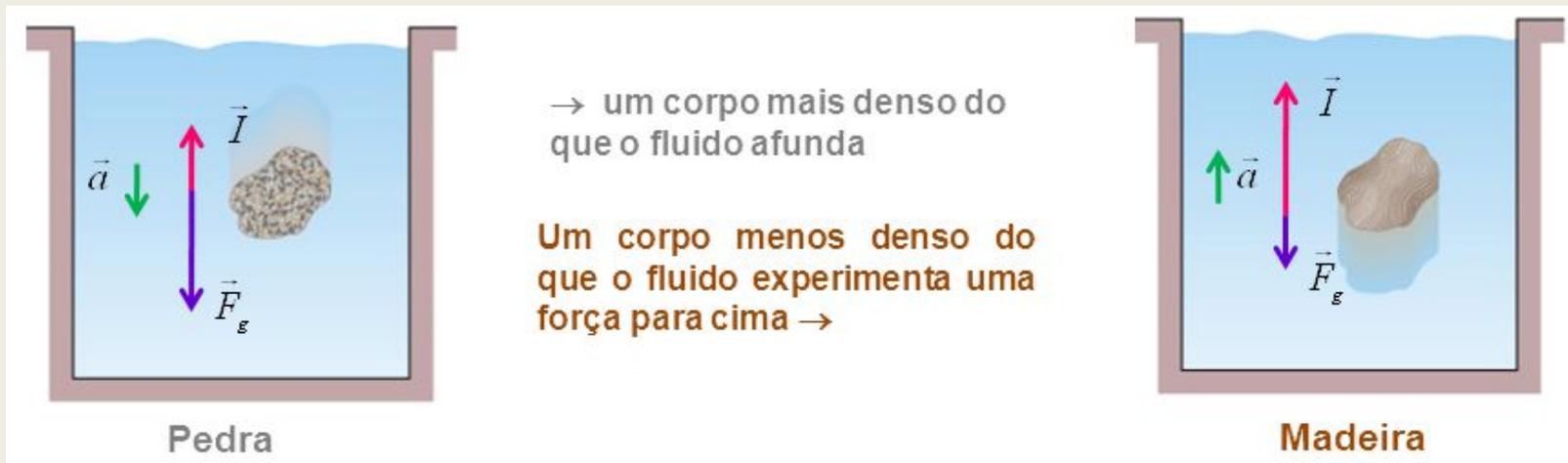
Volume do fluido deslocado pelo cubo = $V_{\text{desl}} = A h$

- Também, massa do fluido deslocado pelo cubo, $M = \rho_{\text{fluido}} V_{\text{desl}}$

$$\Rightarrow B = M g$$

✓ A força de empuxo é igual ao peso do fluido deslocado

Caso I: Corpo Totalmente Submerso



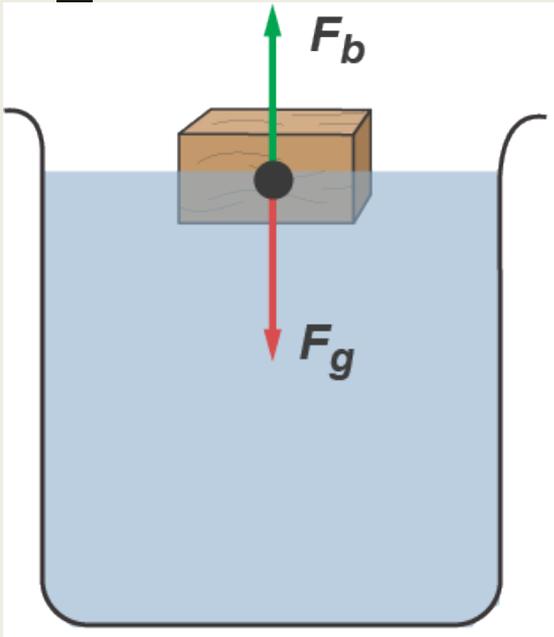
- Objeto sólido de volume V_{obj} (massa M , densidade ρ_{obj}) totalmente submerso em um fluido (i.e. $V_{desl} = V_{obj}$)
- Força de Empuxo (para cima), $B = \rho_{fluido} g V_{obj}$
- Peso do objeto sólido (para baixo), $F_g = M g = \rho_{obj} V_{obj} g$
- Força resultante no objeto sólido (para cima) = $B - F_g = (\rho_{fluido} - \rho_{obj}) g V_{obj}$

se $\rho_{fluido} > \rho_{obj}$ objeto acelera pra cima $|B| > |F_g|$

se $\rho_{fluido} < \rho_{obj}$ objeto afunda $|B| < |F_g|$

se $\rho_{fluido} = \rho_{obj}$ permanece em equilíbrio $|B| = |F_g|$

Caso II: Corpo Flutuante



- Objeto sólido de volume V_{obj} , e densidade $\rho_{obj} < \rho_{fluido}$, em equilíbrio estático flutuando na superfície do fluido
- Aqui, Volume do fluido deslocado, $V_{desl} < V_{obj}$
- Força de empuxo (para cima), $B = \rho_{fluido} g V_{desl}$
- Já que em equilíbrio: $B = F_g$

$$\Rightarrow \rho_{fluido} g V_{desl} = \rho_{obj} g V_{obj}$$

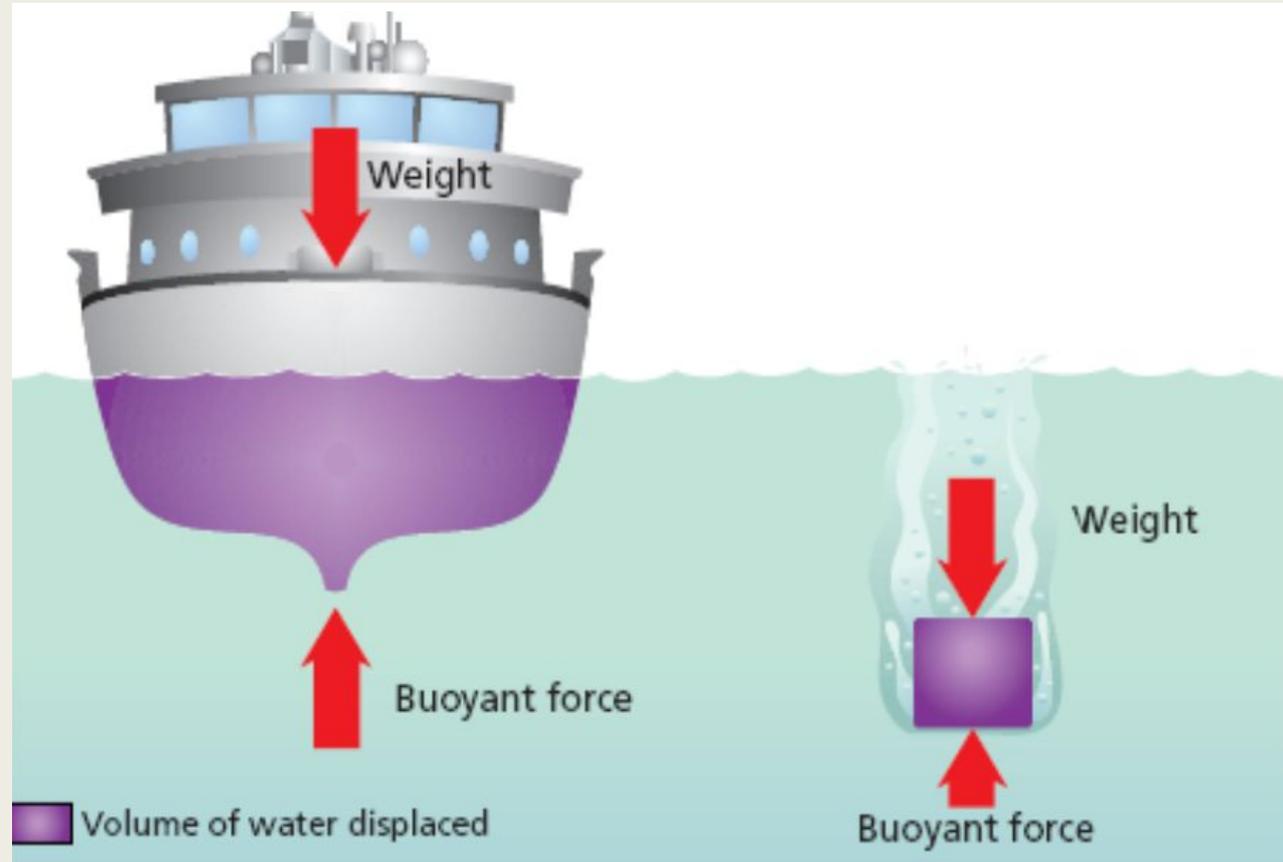
$$\frac{V_{disl}}{V_{obj}} = \frac{\rho_{obj}}{\rho_{fluido}}$$

- ✓ Um objeto sólido flutuando em equilíbrio tem uma fração do volume sob a superfície do fluido que é igual à razão entre a densidade do sólido e a densidade do fluido.

- Exemplo: navio de carga flutuando no mar

Como os Navios Flutuam?

- Os navios são feitos de metal, que possui uma densidade superior à da água.
- Um bloco sólido de metal com o mesmo peso de um navio afundará na água.

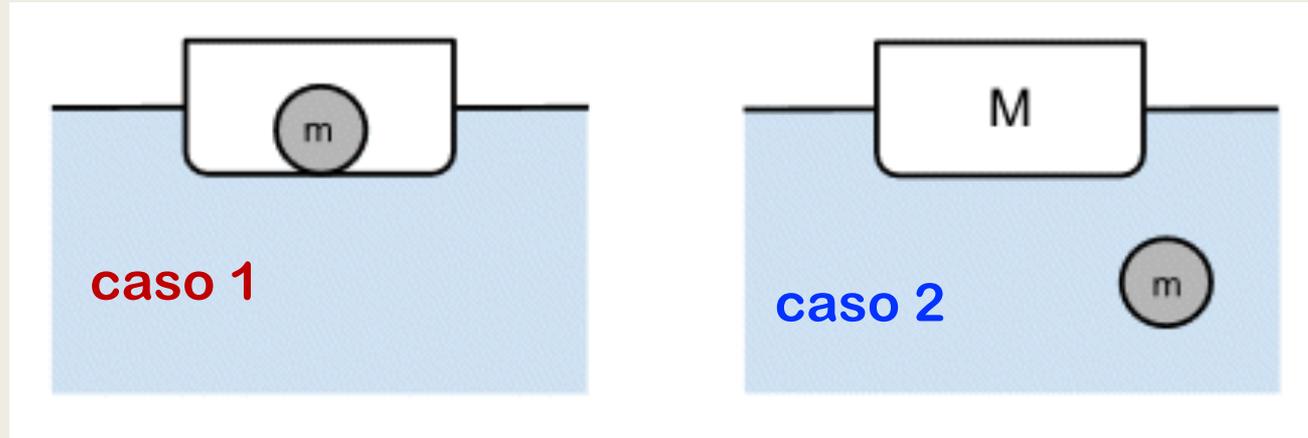


$$B = \rho_{\text{água}} V_{\text{desl}} g = \text{Peso total transportado pelo navio}$$

- Os navios flutuam devido ao seu formato, que permite deslocar um volume de água suficiente para suportar o seu peso.

Barcos Flutuantes contendo Pesos

- Massa do barco = M , massa da rocha = m



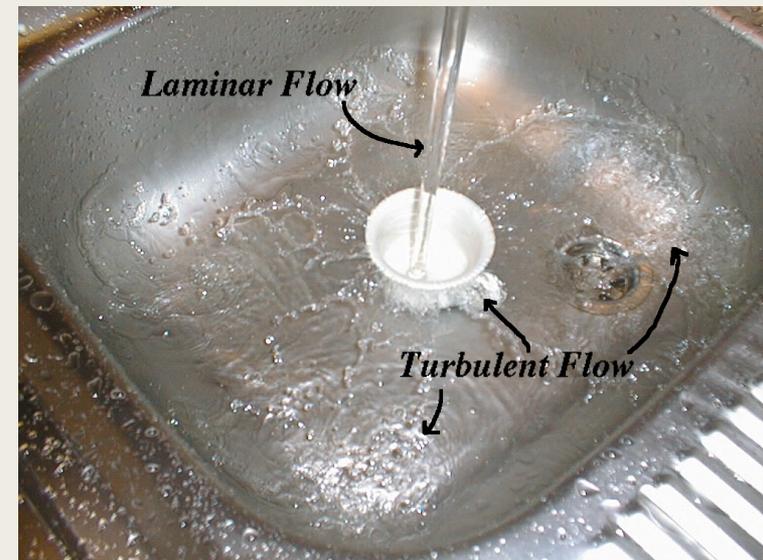
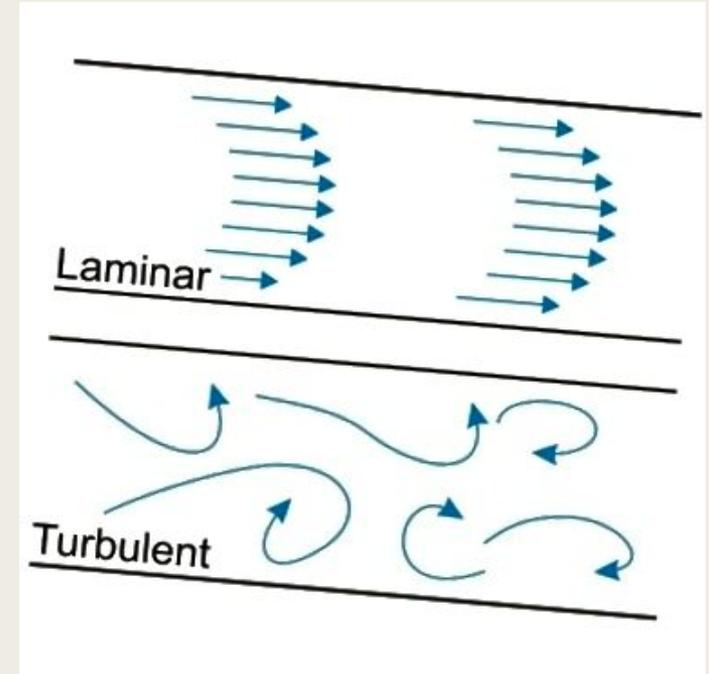
- $B = \rho_{\text{água}} V_{\text{desl},1} g = (M+m) g$
- $V_{\text{desl},1} = (M+m) / \rho_{\text{água}}$
 $= (M/\rho_{\text{água}}) + (m/\rho_{\text{água}})$

- $B = \rho_{\text{água}} V_{\text{desl,barco}} g = M g$
- $V_{\text{desl,rocha}} = m / \rho_{\text{rocha}}$
- $V_{\text{desl},2} = V_{\text{desl,barco}} + V_{\text{desl,rocha}}$
 $= (M/\rho_{\text{água}}) + (m/\rho_{\text{rocha}})$

➤ Porque, $\rho_{\text{rocha}} > \rho_{\text{água}}$
 $\Rightarrow (m/\rho_{\text{água}}) > (m/\rho_{\text{rocha}})$
 $\Rightarrow V_{\text{desl},1} > V_{\text{desl},2}$

1.5 – Dinâmica dos fluidos

- Fluido Estático: em repouso
- Fluido Dinâmico: em movimento
- 2 tipos de fluxo:
 - *Regular ou Laminar, quando cada partícula do fluido segue caminhos paralelos*
 - Os caminhos de diferentes partículas nunca se cruzam
 - A velocidade do fluido permanece constante
 - *Turbulento é um fluxo irregular*
 - Caminhos de partículas de fluido se cruzam aleatoriamente
 - Acima de uma velocidade crítica, o fluxo do fluido torna-se turbulento.



Viscosidade

- Viscosidade é a propriedade física que caracteriza a resistência de um fluido ao escoamento.
- A força viscosa atua como um atrito interno
 - *Resistência que duas camadas adjacentes de fluido têm para se mover em relação uma à outra.*
- Viscosidade é uma força não conservativa
 - *Parte da energia cinética do fluido é convertida em energia interna quando as camadas do fluido se movem uma após a outra.*

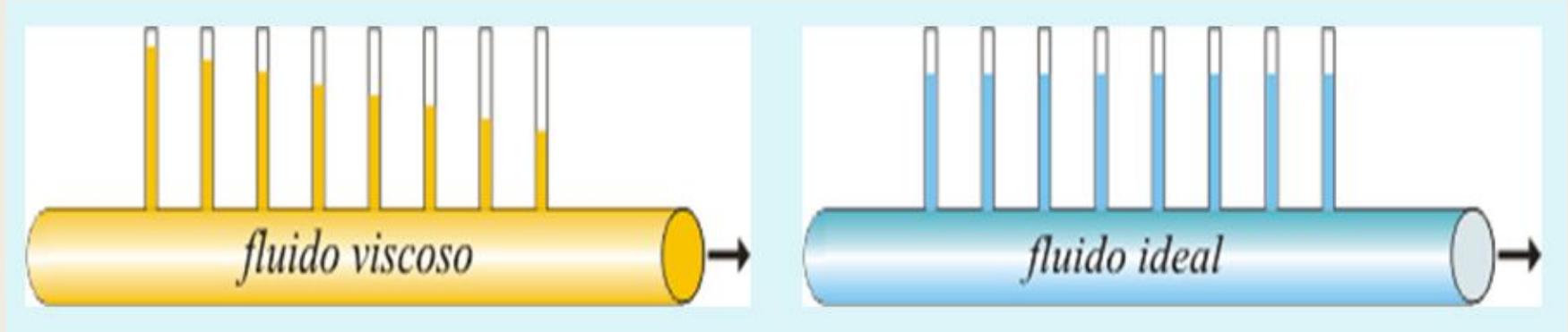


Qual fluido tem maior viscosidade?



A água tem uma viscosidade menor que o óleo, que tem uma viscosidade menor que o mel.

Fluido Ideal



- O tratamento de um fluido real é muito complexo e não compreendido.
 - *Muitas características de um fluido real podem ser entendidas considerando um fluido ideal.*
- Modelo simplificado com 4 suposições:
 - 1) *Fluido não viscoso* : Um corpo que se move através do fluido não experimenta nenhuma força viscosa.
 - 2) *Fluido incompressível* : Densidade do fluido = constante.
 - 3) *Fluxo estacionário* : Fluxo regular, velocidade do fluido = constante.
 - 4) *Fluxo irrotacional* : Fluido não tem momento angular sobre nenhum ponto.