



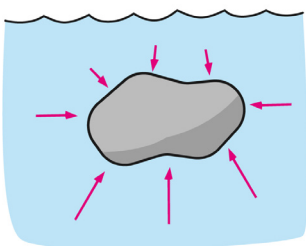
PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

Para entendermos o princípio de Arquimedes, primeiro temos que compreender o conceito de **empuxo**.



Você já tentou erguer um objeto pesado embaixo d'água? Se sim, conseguiu perceber que ele fica mais leve? Isto acontece porque existe uma aparente perda de peso sofrida pelos objetos quando estão submersos em um líquido.

Por exemplo, erguer um grande pedaço de rocha do fundo do leito de um rio é uma tarefa relativamente fácil enquanto a rocha estiver abaixo da superfície. Quando erguida acima da superfície, no entanto, a força requerida para erguê-la cresce consideravelmente. A razão é que, quando a rocha está submersa, a água exerce sobre ela uma força para cima, oposta à atração gravitacional. Essa força direcionada para cima é chamada de **força de empuxo** e é uma consequência do aumento da pressão com a profundidade. A Figura mostra por que a força de empuxo atua para cima. As forças devido à pressão da água, em qualquer lugar da superfície de um objeto, são exercidas perpendicularmente à superfície – como é indicado na figura por alguns vetores. As componentes horizontais das forças que atuam a uma mesma profundidade sobre as paredes acabam anulando-se – de modo que não existe força de empuxo horizontal. As componentes verticais dessas forças, entretanto, não se cancelam. A pressão na parte inferior da rocha é maior do que na parte superior, porque, naquela parte da rocha, está a maior profundidade. Assim, as forças dirigidas para cima atuantes no fundo da rocha são maiores do que as forças que atuam para baixo no topo da mesma, o que produz uma força resultante dirigida para cima – a força de empuxo.



Como estamos lidando com a hidrostática, o objeto deve ficar parado na água, quando submerso. Desse modo, as forças resultantes atuando na pedra cancelam-se, produzindo uma resultante nula. Como existe a força peso (P) atuando para baixo e a força de empuxo (E) atuando para cima, estas forças devem ser **iguais em módulo**. Ou seja:

$$E = P$$

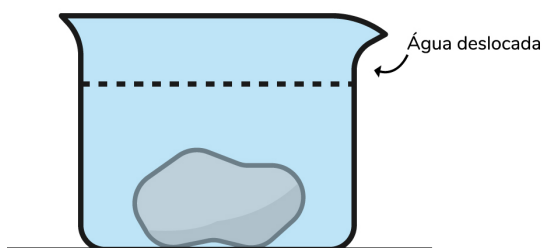
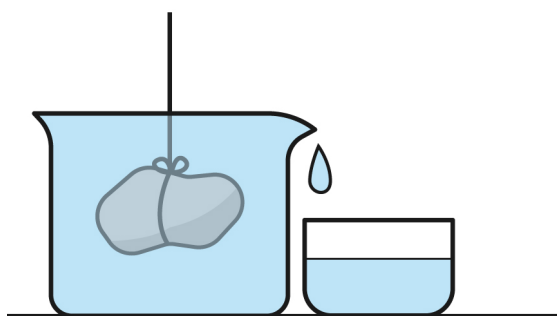
$$E = mg$$

$$E = \rho Vg$$

(pela relação entre massa e densidade)



A compreensão do conceito de empuxo requer a compreensão da expressão “volume de água deslocada”. Se uma pedra é colocada em um recipiente que está com água até a borda, uma parte dela derramará. A água foi deslocada pela pedra. Um pouco mais de raciocínio nos diz que o volume da pedra – ou seja, a quantidade de espaço que ela ocupa – é igual ao *volume de água deslocado*.



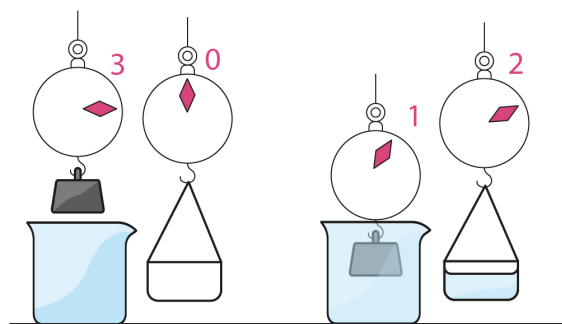
Se você colocar um objeto qualquer submerso em um recipiente parcialmente preenchido com água, o nível da superfície subirá. Em quanto? Exatamente o mesmo que subiria se um volume de água igual ao do objeto submerso fosse derramado no recipiente. Esse é um bom método para determinar o volume de um objeto com forma irregular: **um objeto completamente submerso sempre desloca um volume de líquido igual ao seu próprio volume.**

Essa relação entre o empuxo e o líquido deslocado foi descoberta no século III a.C., pelo cientista grego Arquimedes. Ele o enunciou assim:

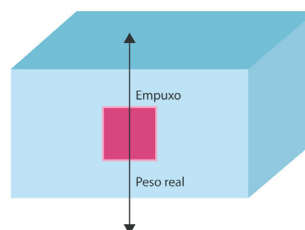
Um corpo imerso sofre a ação de uma força de empuxo dirigida para cima e igual ao peso do fluido que ele desloca.

Essa relação é chamada de princípio de Arquimedes. Ela é válida para líquidos e gases, que são ambos fluidos. Se um corpo imerso desloca 1 quilograma de fluido, a força de empuxo que atua sobre ele é igual ao peso de 1 quilograma. Por imerso queremos nos referir a completamente ou parcialmente submerso. Se imergirmos na água a metade de um recipiente fechado de 1 litro, ele deslocará meio litro de água e sofrerá a ação de uma força de empuxo igual ao peso de meio litro de água – não importa o que esteja dentro do recipiente. Se o imergirmos completamente (submergirmos), ele sofrerá a ação de uma força de empuxo igual ao peso de um litro inteiro de água (massa de 1 kg).

Se um objeto de 30 kg desloca 20 kg de fluido quando imerso, seu peso aparente será igual ao peso de 10 kg (100 N). Observe que, na Figura o bloco de 3 kg tem um peso aparente igual ao peso de 1 kg quando submerso. O peso aparente de um objeto submerso é igual ao seu próprio peso quando está no ar, menos a força de empuxo.



O peso aparente é calculado como:





$$P_{\text{aparente}} = P_{\text{real}} - E$$
$$P_{\text{aparente}} = (m_{\text{corpo}} \cdot g) - (m_{\text{fluido}} \cdot g)$$

Por que um objeto afunda ou flutua?

O peso do objeto desempenha um papel na flutuação. Se um objeto irá flutuar ou afundar em um líquido dependerá de como a força de empuxo se compara com o peso do objeto. Este, por sua vez, depende da densidade do objeto. Considere essas três regras simples:

1. Se um objeto é mais denso do que o fluido onde é imerso, ele afundará.
2. Se um objeto é menos denso do que o fluido onde é imerso, ele flutuará.
3. Se um objeto tem a mesma densidade do fluido em que é imerso, nem afundará, nem flutuará.

A regra 1 parece bastante razoável, pois objetos mais densos do que a água afundam até o fundo, não importa a profundidade da água.

A partir das regras 1 e 2, o que você pode dizer a respeito das pessoas que, por mais que tentem, não conseguem flutuar? Ora, elas simplesmente são densas demais! Para conseguir flutuar, você deve reduzir sua densidade. Vestir um colete salva-vidas aumenta seu volume, ao mesmo tempo em que aumenta muito pouco o seu peso. Ele diminui sua densidade global.



Outra opção, quando você quiser tomar um banho de piscina, para conseguir flutuar (o conhecido “boiar”), basta você prender a respiração, enchendo os seus pulmões de ar. O ar é menos denso que a água e preencherá boa parte do seu corpo, diminuindo a sua densidade.

Nove entre dez pessoas que não conseguem flutuar são homens. A maioria dos homens possui mais massa muscular e são ligeiramente mais densos do que as mulheres.

A regra 3 aplica-se aos peixes, que nem afundam, nem flutuam. Um peixe normalmente tem a mesma densidade que a água. Ele pode regular sua densidade expandindo e contraindo uma bolsa de ar, o que altera seu volume. O peixe pode se mover para cima aumentando seu volume (o que diminui sua densidade), ou para baixo contraindo seu volume (o que aumenta sua densidade).

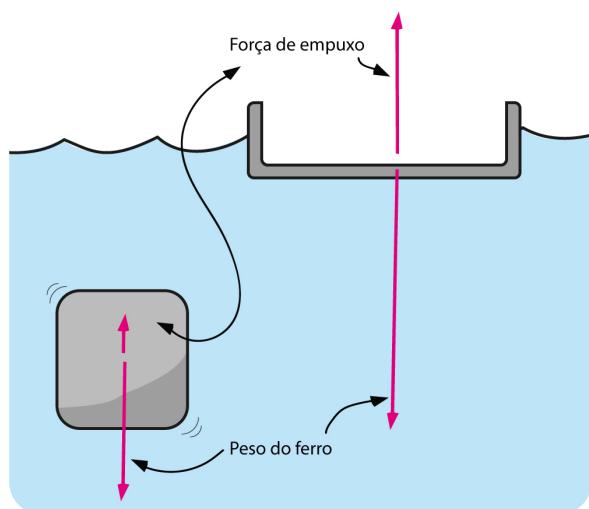




Como um navio consegue flutuar na água?

Um navio é feito de ferro, em sua maior parte. O ferro é um metal cuja densidade é de 7.870 kg/m^3 , beeeem mais denso que a água, na qual possui densidade de 1.000 kg/m^3 .

Para compreender o que acontece, considere um bloco de 1 tonelada de ferro maciço. Suponha agora que nós modelemos o mesmo ferro do bloco até transformá-lo em uma tigela. Ele ainda pesará 1 tonelada. Mas quando for colocado na água, acabará deslocando um volume de água maior do que quando tinha o formato de um bloco. Quanto mais a tigela de ferro imerge, mais água ela desloca, e maior é a força de empuxo que atua sobre ela. Quando a força de empuxo se igualar a 1 tonelada, ela deixará de afundar. Quando um barco de ferro desloca um peso de água igual ao seu próprio peso, ele flutua.



Todo navio, submarino ou dirigível deve ser projetado de modo a deslocar um peso de fluido igual a seu próprio peso. Portanto, um navio de 10.000 toneladas deve ser construído grande o bastante para deslocar 10.000 toneladas de água antes que ele afunde demais na água. O mesmo vale para naves aéreas. Um dirigível que pesa 100 toneladas desloca no mínimo 100 toneladas de ar. E se deslocar mais do isso, ele subirá; se deslocar menos, ele descera. E se deslocar exatamente o seu peso, ele flutuará a uma altitude constante.

Para um determinado volume de fluido deslocado, o fluido mais denso exerce uma força de empuxo maior do que um fluido menos denso. Um navio, portanto, flutua mais alto em água salgada do que em água doce, porque a água salgada é ligeiramente mais densa.



ANOTAÇÕES
