

---

# DEMONSTRE EM AULA DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE SÓLIDOS E LÍQUIDOS PELO PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

---

*Maria Nazareth Stolf Montanheiro*  
Depto. de Física – UNIMEP  
Piracicaba – SP

## I. Introdução

Define-se massa específica ou densidade de uma substância como a razão entre sua massa  $m$  e seu volume  $V$ :

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

A densidade relativa, por sua vez, em relação a um padrão, é a razão entre a massa específica da substância e a massa específica do padrão. Adota-se comumente como padrão a água pura a 4° C, cuja densidade é 1,0 g/cm<sup>3</sup>. Assim sendo, a densidade relativa e a densidade de um corpo na unidade de g/cm<sup>3</sup> (sistema CGS) são numericamente iguais.

Na obtenção da densidade de sólidos e líquidos, muitas vezes, não dispomos de meios para determinar corretamente o seu volume.

A maioria das experiências realizadas em aulas práticas de Física utiliza o princípio de Arquimedes e uma balança de molas (como a balança de Jolly ou dinamômetros), como equipamento básico para determinação de densidade.

Nesse trabalho, apresentaremos uma experiência muito simples para determinação de densidade de sólidos e líquidos pelo princípio de Arquimedes e, como equipamento básico, uma balança comum de laboratório (balança de dois pratos ou com um prato e contrapeso do outro lado).

Esta experiência pode ser realizada tanto por alunos do 2º grau, como também por alunos do 1º ano de cursos superiores. Os professores de Ciências do 1º grau poderão realizar esta experiência para seus alunos, fazendo as necessárias simplificações.

## II. Fundamentos teóricos

Pelo princípio de Arquimedes, todo corpo, parcial ou totalmente submerso num líquido, fica sujeito a uma força de empuxo  $E$  do líquido, de direção vertical, de baixo para cima, e com intensidade igual ao peso do líquido deslocado (Fig. 1).

Assim sendo,  $E = m_L g$ , onde  $m_L$  = massa do líquido deslocado. E ainda como  $m_L = \rho_L V$ , temos:

$$E = \rho_L V g \quad (1)$$

onde  $\rho_L$  = densidade do líquido e  $V$  = volume submerso.

O volume do corpo que se encontra totalmente submerso, pode ser expresso em função da sua massa  $m$  e da sua densidade  $\rho_S$ , como  $V = m_S / \rho_S$ .

Substituindo  $V$  na equação (1), esta fica:

$$E = \rho_L (m_S / \rho_S) g.$$

Como  $E = m_L g$ , então  $m_L g = (\rho_L / \rho_S) m_S g$ . Simplificando esta expressão obtemos:

$$\rho_S = \rho_L \frac{m_S}{m_L} \quad (2)$$

que é a equação da densidade do sólido em função da sua massa e da massa do líquido deslocado.

Modificando a equação (2), encontramos a equação da densidade do líquido:

$$\rho_L = \rho_S \frac{m_L}{m_S} \quad (3)$$

### III. Equipamentos

Serão utilizados nesse experimento, uma balança com precisão de 0,1 g; diferentes tipos de sólidos, tais como: ferro, cobre, latão e alumínio; líquidos como: água destilada, álcool, glicerina, óleo vegetal (de soja ou milho), óleo-motor; termômetro; chapa aquecedora; e vasilhames.

### IV. O método

Suponhamos um béquer contendo um líquido, por exemplo água destilada, colocado sobre uma balança, a qual registra uma massa qualquer **B**. Se tomarmos um sólido suspenso por um fio e mergulharmos totalmente no líquido, sem tocar nas paredes nem no fundo do recipiente, observaremos um aumento no valor da massa do conjunto, que passará a registrar um valor maior **B'**. Este acréscimo na massa registrada é proporcional à força de reação do empuxo sobre o prato da balança devido à massa  $m_L$  de líquido deslocado (Fig.1).

Assim sendo, o valor  $m_L$  que aparece nas equações (2) e (3) pode ser determinado através da diferença indicada abaixo:

$$m_L = B' - B. \quad (4)$$

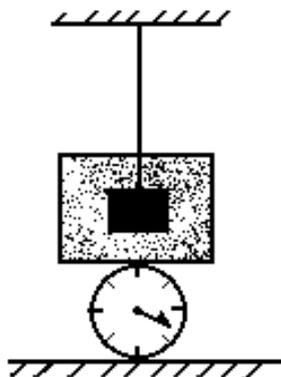


Fig. 1

## V. Procedimento

A experiência será dividida em duas partes, sendo que na primeira determinaremos a densidade de sólidos, usando a água como padrão, e, na segunda parte, a densidade de líquidos, tomando-se como padrão um sólido conhecido.

Como conhecemos o efeito da temperatura na densidade, devemos registrá-la durante todo o experimento.

### V.1 1ª parte: Densidade de sólidos

- coloque um béquer contendo água destilada (escolhida como líquido padrão) numa balança e anote a massa  $B$ ;
- pendure o sólido-problema num cordão e mergulhe totalmente no líquido, sem tocar as paredes ou o fundo do recipiente;
- meça novamente a massa  $B'$ , devido ao empuxo;
- calcule a massa  $m_L$  pela diferença  $B' - B$ ;
- determine a massa  $m_S$  do sólido através da balança;
- calcule a densidade  $\rho_S$  do sólido-problema, pela equação (2); e
- repita o procedimento acima com outros sólidos e compare as densidades encontradas com os valores padrões.

### V.2 2ª parte: Densidade de líquidos

- escolha um sólido de densidade conhecida como padrão (por exemplo, ferro, de densidade  $7,8 \text{ g/cm}^3$ );

- b) coloque um béquer, com certa quantidade do líquido-problema, numa balança e anote a massa B;
- c) da mesma forma que na primeira parte da experiência, mergulhe o sólido padrão no líquido problema, registrando a massa B’;
- d) calcule a diferença B’ – B, determinando assim a massa  $m_L$  do líquido deslocado;
- e) determine a massa  $m_S$  do sólido através da balança;
- f) calcule a densidade  $\rho_L$  do líquido pela equação (3);
- g) repita o procedimento acima com outros líquidos. Compare as densidades obtidas com os valores padrões; e
- h) para observar o efeito da temperatura na densidade dos líquidos, aqueça um deles, por exemplo óleo, até cerca de 100°C, e determine sua densidade, repetindo o procedimento acima.

## VI. Resultados obtidos

Esta experiência foi realizada inúmeras vezes pelos alunos. Os valores experimentais de densidade foram sempre próximos aos valores tabelados ou aos determinados com densímetro (no caso dos líquidos). Os erros encontrados nunca ultrapassaram 5%.

A variação da densidade com a temperatura, no caso do óleo, pode ser detectada aumentando a temperatura de mais de 60°C.

## VII. Referências Bibliográficas

1. SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W. **Física: Mecânica-Hidrodinâmica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978. v. 2.
2. ALVARENGA, B., MÁXIMO, A. **Curso de física**. São Paulo: Harper & Row, 1986. v. 1.
3. AXT, R.; GUIMARÃES, V. H. **Física Experimental I e II: manual de laboratório**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1981.
4. ALBUQUERQUE, W. V.; YOE, H. H.; TOLELEM, R. M.; PINTO, E. P. S. **Manual de laboratório de Física**. São Paulo: McGraw-Hill, 1980.