



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Engenharia Ambiental

Física II

Estudo da densidade de fluidos incompressíveis através de um tubo em U

Andrea Garcia

Daniele Golçalves

Isabella Perri

Maria Luiza Campanari

Melissa Pegoraro

Sorocaba

Abril/2014

OBJETIVOS

Obter a densidade de um líquido, através de um tubo em U.

INTRODUÇÃO

A densidade absoluta ou massa específica (ρ) de um fluido é determinada através de um volume (ΔV) e sua massa (Δm) equivalente a ele. Seu cálculo é obtido através da equação 1 [1].

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} \quad (1)$$

Essa grandeza é uma propriedade específica, isto é, cada substância apresenta a sua própria, que a identifica e a diferencia das outras [2].

O principal equipamento utilizado para a determinação da densidade é o densímetro. Além dele, é possível utilizar um tubo em U aberto para essa medição [3].

Neste caso, é preciso utilizar dois fluidos não miscíveis, um com a densidade conhecida e outro, a saber. A pressão sobre ambas as aberturas é equivalente à pressão atmosférica ($1,013 \cdot 10^5$ Pa).

Ao adicionar os líquidos no tubo, percebe-se que as alturas dos fluidos, em ambos os lados são diferentes, devido à diferença de densidade (figura 1).

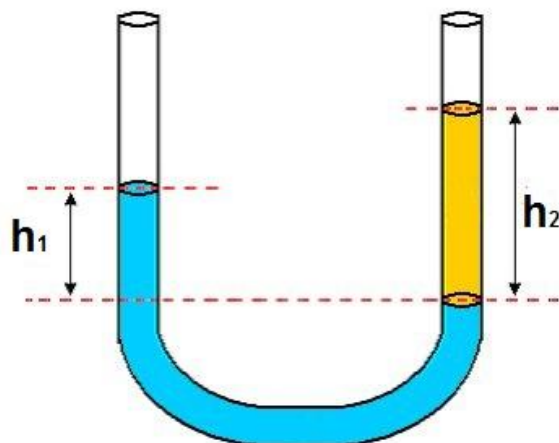


Figura 1: Figura que representa o tubo em U e as diferentes alturas dos fluidos, devido à diferença de densidade [4].

O tubo em U segue o princípio de Pascal, que enuncia que “uma variação da pressão aplicada em um fluido incompressível, contido em um recipiente, é transmitida

integralmente a todas as partes dos fluidos e às paredes do recipiente” [1] (equação 2).

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \quad (2)$$

Sendo assim, deve-se escolher dois pontos que estejam submetidos à mesma pressão e que envolvam os dois fluidos, ou seja, o ponto de encontro dos dois fluidos e o ponto equivalente do outro lado do tubo.

Sabendo que $p = p_o + \rho gh$ e substituindo-a na equação 2, obtém-se a equação 3, utilizada para o cálculo da densidade nesse sistema.

$$p_o + \rho_1 gh_1 = p_o + \rho_2 gh_2$$

Isolando ρ_2 (densidade a descobrir), obtêm – se:

$$\rho_2 = \frac{h_1}{h_2} \rho_1 \quad (3)$$

MATERIAIS E MÉTODOS

1. MATERIAIS

- Duas tábuas de madeira de dimensões (53,5±0,1)cm de comprimento e (27,5±0,1)cm de altura para a tábua 1 e, para a tábua 2, dimensões de (53,5±0,1)cm de comprimento e (52,0±0,1)cm de altura;



Figura 1: Tábuas de madeira 1 (à esquerda) e 2 (à direita).

- Três pedaços de $(100 \pm 0,1)$ cm de mangueira transparente com diâmetro de $(1,5 \pm 0,1)$ cm;



Figura 2: Mangueira transparente.

- Suporte de metal com furos para colocação de parafusos;



Figura 3: Suporte de metal.

- Pregos e parafusos grandes;
- Arame fino;
- Fita métrica $(\pm 0,1)$ cm;
- Martelo;

- Furadeira;
- Funil;
- Regador;
- Durex;
- Proveta;
- Balança semi-analítica;
- Água fria;
- Óleo;
- Vinagre;
- Álcool.

2. MÉTODOS

2.1. Construção

Para a construção do suporte do densímetro, utilizou-se as duas tábuas de madeira, pregando-as, com o auxílio de um martelo, perpendicularmente. Para melhor fixação, parafusou-se, usando uma furadeira, o suporte de metal, conforme a figura abaixo (fig4).



Figura 4: Suporte do densímetro, já pregado e parafusado para melhor fixação.

Para a colocação da mangueira que forma o tubo em U, mediram-se três alturas apropriadas, onde foram feitos dois furos, um do lado do outro, a uma distância de aproximadamente 2cm, de ambos os lados da tábua superior. Por estes furos, passou-se o arame para prender a mangueira.

Aos lados do tubo em U, foram coladas fitas métricas, utilizando durex, que possibilitam a medição da altura dos líquidos utilizados no experimento (figura 5).

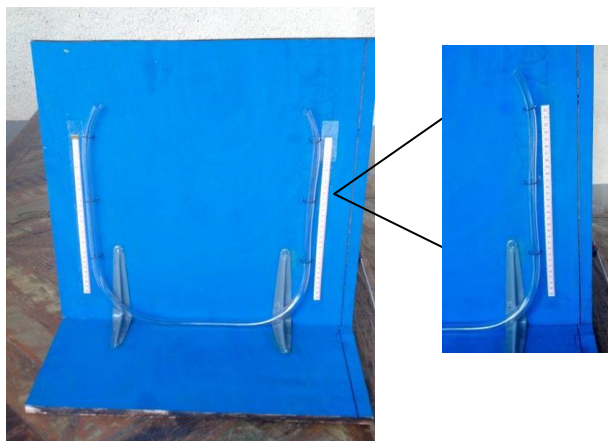


Figura 5: Suporte de madeira com as fitas métricas e o tubo já posicionado.

2.2 Experimento

Realizar três medidas envolvendo diferentes líquidos imiscíveis entre si. Sugestão: água e óleo, óleo e álcool e vinagre e óleo.

Observação: O primeiro líquido adicionado ao tubo deve ser o mais denso. Para descobrir qual deles é o mais denso, você pode colocá-los em um copo à parte e deixá-los em repouso por alguns minutos. Ao verificar que são imiscíveis, o líquido que estiver no fundo do copo é o mais denso, ou seja, deve ser adicionado primeiro ao tubo.

Em todos os casos, deve-se conhecer a densidade de pelo menos um dos líquidos. Caso você queira medir a densidade da água, utilize os passos do próximo tópico.

Determinação da densidade da água

- Medir a massa de uma proveta vazia, com o auxílio de uma balança, três vezes e calcular a média e desvio padrão dos resultados obtidos.
- Medir a massa da proveta com 50, 100, 150 e 200 ml de água, três vezes para cada volume. Subtrair a média obtida na primeira pesagem das massas da proveta com a água, obtendo a massa real da água em diferentes volumes.
- Calcular, para cada volume, a média e desvio padrão da massa da água.
- Utilizando a equação 1, calcular a densidade da água para os volumes testados e, com a média e desvio padrão desses resultados, encontrar a densidade da água.

Conhecendo a densidade da água, pode-se determinar a densidade do óleo através do tubo em U e, a partir daí, determinar a densidade de outros fluidos imiscíveis ao óleo.

Para determinar a densidade de um líquido através do tubo em U, deve-se:

- Adicionar, com o auxílio de um funil/regador, o líquido de densidade conhecida ao tubo.
- Adicionar o outro líquido, imiscível, ao mesmo tubo, e observar a diferença de altura dos líquidos de cada ramo do tubo.
- Medir a coluna h2 do segundo líquido adicionado (conforme figura 1).
- Medir a coluna de água h1 (conforme figura 1).
- Utilizar as alturas obtidas para calcular a densidade desconhecida, utilizando a equação 3.

RESULTADOS

Determinação da densidade da água

A tabela 1 apresenta a massa real da água, o seu volume e a densidade obtida a partir da equação 1.

Tabela 1 – Medidas para o cálculo da densidade da água.

Volume (ml)	Massa real (g)	Densidade (g/cm ³)
50	47,59	0,951
100	96,69	0,966
150	146,09	0,973
200	195,99	0,980

A partir dos dados da tabela 1, obteve-se que a densidade média da água é $(0,96 \pm 0,01) \text{g/cm}^3$.

Experimento 1: Água e Óleo

Nesse experimento, utilizou-se a densidade da água como sendo $(0,96 \pm 0,01) \text{g/cm}^3$, como calculado anteriormente, para o cálculo da densidade do óleo, até então desconhecida. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Alturas obtidas no tubo em U para medida da densidade do óleo.

Alturas	(cm)
h1	$9,50 \pm 0,05$
h2	$10,00 \pm 0,05$

A partir dos dados da tabela 2, pôde-se, determinar a densidade do óleo a partir da equação 3.

$$\rho = (0,91 \pm 0,01) \text{g/cm}^3.$$

Experimento 2: Óleo e Álcool

Utilizando a densidade do óleo obtida no experimento anterior, $(0,91 \pm 0,01) \text{g/cm}^3$, calculou-se a densidade do álcool. Os resultados estão representados na tabela 3.

Tabela 3 – Alturas obtidas no tubo em U para medida da densidade do álcool.

Alturas	(cm)
h1	14,00±0,05
h2	15,00±0,05

A partir dos dados da tabela 3, pôde-se, determinar a densidade do álcool a partir da equação 3.

$$\rho = (0,85 \pm 0,01) \text{g/cm}^3.$$

Experimento 3: Óleo e Vinagre

Utilizando, novamente, a densidade do óleo obtida no experimento 1, calculou-se a densidade do vinagre. Os resultados estão representados na tabela 4.

Tabela 4 - Alturas obtidas no tubo em U para medida da densidade do vinagre.

Alturas	(cm)
h1	15,00±0,05
h2	14,00±0,05

A partir dos dados da tabela 4, pôde-se, determinar a densidade do vinagre a partir da equação 3.

$$\rho = (0,97 \pm 0,01) \text{g/cm}^3.$$

DISCUSSÃO

Foi possível constatar que o experimento pode ser utilizado para determinação da densidade desconhecida de um líquido por meio de uma densidade conhecida, comprovando o princípio de Pascal.

A tabela 5 mostra a comparação entre os dados obtidos experimentalmente neste relatório com os dados da literatura [5, 6, 7].

Tabela 5 – Densidade obtida na literatura e medida experimentalmente.

	$\rho_{\text{literatura}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	$\rho_{\text{medido}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$
Óleo	0,92	0,91±0,01
Álcool	0,80	0,85±0,01
Vinagre	1,01	0,97±0,01

A partir da tabela 5, percebe-se que as densidades obtidas experimentalmente, dentro do erro experimental, são próximas das densidades da literatura. Dessa forma, pode-se concluir que o procedimento é válido e que possui certa confiabilidade.

REFERÊNCIAS

[1] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física*. Ed 8. Rio de Janeiro: LTC, 2009. Volume 2, pag. 58, 64, 65.

[2] MAZALI, I. O. *Determinação da densidade de sólidos pelo método de Arquimedes*. Disponível em: http://lqes.iqm.unicamp.br/images/vivencia_lqes_meprotec_densidade_arquimedes.pdf Acesso em: 15 abril 2014.

[3] DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UFSC. *Densidade*. 2002. Disponível em: <http://canzian.fsc.ufsc.br/bau/densidade/densidade-densimetro.html> Acesso em: 15 abril 2014.

[4] www.fisica.uems.br/paginas/index.php?user=148&titulo=Lista%20de%20Exerc%EDcios%20-%20M%F3dulo%20I (Acesso em: 04/06/2014).

[5] WWW.smartinternational.com.br/br/tabela-densidade/o.html (Acesso em: 04/06/2014).

[6] WWW.brasilecola.com/quimica/densidade.htm (Acesso em: 04/06/2014).

[7] sistemasdeproducao.chptia.embrapa.br/FontesHTML/vinagre/SistemaProducaoVinagre/composicao.htm (Acesso em: 04/06/2014).