

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI

CÁLCULO DA DENSIDADE ESTIMADA PELA PRESSÃO HIDROSTÁTICA

CALCULATION OF DENSITY ESTIMATED BY HYDROSTATIC PRESSURE

Projeto

André Luiz Silveira

Coorientador: Paulo Rodrigo Stival Bittencourt

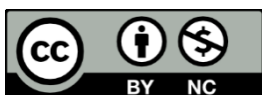
Orientador: Oldair Donizeti Leite

*PRODUTO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO NA UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS MEDIANEIRA*

Título da Dissertação relacionada: Conceitos De Densidade e Pressão
Hidrostática: Uma Abordagem Para o Ensino Médio

MEDIANEIRA – PR

2021



[4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho licenciado para fins não comerciais, com crédito atribuído ao autor. Os usuários não têm que licenciar os trabalhos derivados sob os mesmos termos estabelecidos pelo autor do trabalho original. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

01/08/2021



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira**



ANDRE LUIZ SILVEIRA

CONCEITOS DE DENSIDADE E PRESSÃO HIDROSTÁTICA: UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO MÉDIO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Química.

Data de aprovação: 29 de Julho de 2021

Prof Oldair Donizeti Leite, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Daniel Walker Tondo, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Erivanildo Lopes Da Silva, Doutorado - Universidade Federal de Sergipe (Ufs)

Prof Paulo Rodrigo Stival Bittencourt, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 29/07/2021.

APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a),

Este produto educacional foi desenvolvido no programa de mestrado profissional em química (PROFQUI) e tem como finalidade auxiliar professores e alunos na realização de um projeto envolvendo as disciplinas de Química e Física em um ambiente de Atividade Investigativa.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio propõem que o ensino de química seja aplicado aos alunos para o desenvolvimento e compreensão dos processos químicos em si, na construção do conhecimento científico relacionado às tecnologias e suas implicações no ambiente social, econômico e político.

Porém, o ensino de química no Brasil em instituições públicas enfrenta escassos investimentos, espaços físicos precários, poucas ferramentas disponíveis, desmotivação de alunos e professores, altos índices de desistência dos alunos e outros fatores que têm se tornado comum no dia a dia das escolas brasileiras.

Nesse cenário, faz-se necessário a adoção de novas práticas de ensino de química, que possibilitem que os alunos participem ativamente do processo de aprendizagem. Para isso, esse estudo propõe as atividades investigativas como uma metodologia no ensino de química em que o aluno se torna peça central no processo de ensino e aprendizagem onde ele aprenderá a partir de pesquisas, diálogos, criticidade, criatividade, motivação, investigação e reflexão.

O dispositivo proposto auxiliará na observação de aspectos fenomenológicos, abrindo aos alunos caminho para análises, discussões, medições e cálculos da densidade de líquidos diferentes, imiscíveis ou não, desviando da abordagem tradicional da química, ao utilizar conceitos que estão hoje, apenas na grade curricular de Física.

OBJETIVO

Desenvolver, construir e aplicar um produto educacional que possibilite relacionar conceitos físico-químicos dentro de um projeto interdisciplinar para a educação básica, fundamentado na Lei de Stevin.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as dificuldades dos alunos em relacionar conceitos físico-químicos comumente abordados de forma isolada na educação básica;
- Propor uma nova aproximação da propriedade densidade presente na grade curricular de química utilizando a atividade investigativa para estimular os alunos no processo de aprendizagem;
- Abordar e discutir os conceitos físico-químicos ambientando estes em situações comuns do cotidiano do aluno.
- Construir um Conjunto Experimental para realizar a experimentação embasada na Lei de Stevin em sala de aula.

CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

- Baixo custo;
- Fácil construção;
- Não necessita de laboratório especializado;
- A aplicação pode ser feita em poucas aulas;
- Apresenta sequência didática que auxiliará o professor na realização do experimento e na análise dos resultados;
- Possibilita uma aprendizagem significativa.

Nesse contexto, produtos educacionais de baixo custo e fácil construção, que possibilitem aos alunos aferir medidas, obter dados, comparar resultados e tomar decisões são de suma importância (LIMA, 2004).

MATERIAIS E CUSTOS

Para a confecção do conjunto experimental, que é parte integrante do Produto educacional proposto, foram utilizados os materiais relacionados na tabela abaixo e seus respectivos custos aproximados, em real.

Tabela 1: Materiais utilizados para elaboração do Conjunto Experimental e custos

MATERIAIS	CUSTO APROXIMADO (Em Real)
1 chapa de MDF de 15mm de 1,2 m ² .	150,00
8 tubos de vidro de 5mm com 60 cm de comprimento.	136,00
4 curvas de cobre de 5mm.	20,00
1 Compressor de aquário;	50,00
8 braçadeiras de 25mm.	8,00
1 pote de vidro de 3L, estilo conserva, com tampa;	15,00
1 registro de esfera de 1/4;	18,00
4 adaptadores para mangueira;	16,00
3,2 metros de mangueira plástica de 5 mm;	15,00
16 parafusos rosca soberba 2,5 x 14 mm.	8,00
2 metros de fórmica branca lisa.	6,00
TOTAL	442,00

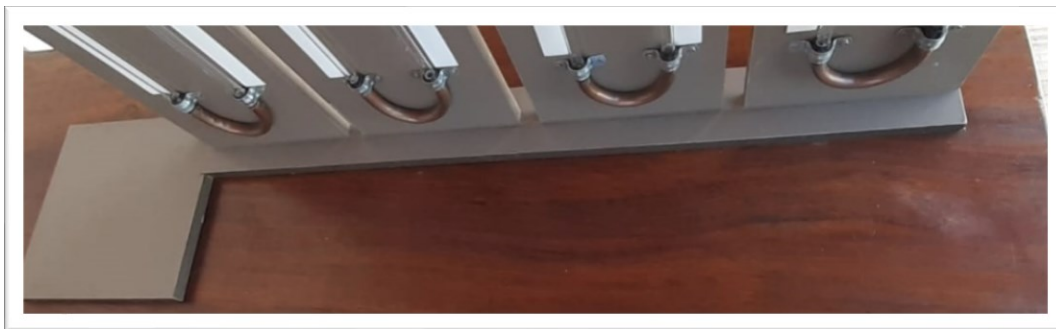
Fonte: O autor

MONTAGEM

Uma chapa de MDF foi cortada de modo a se obter 6 peças, sendo elas:

1- Uma base de 105 centímetros de comprimento por 9 cm de largura, observando que uma das extremidades possui uma área de 24 cm², conforme figura abaixo:

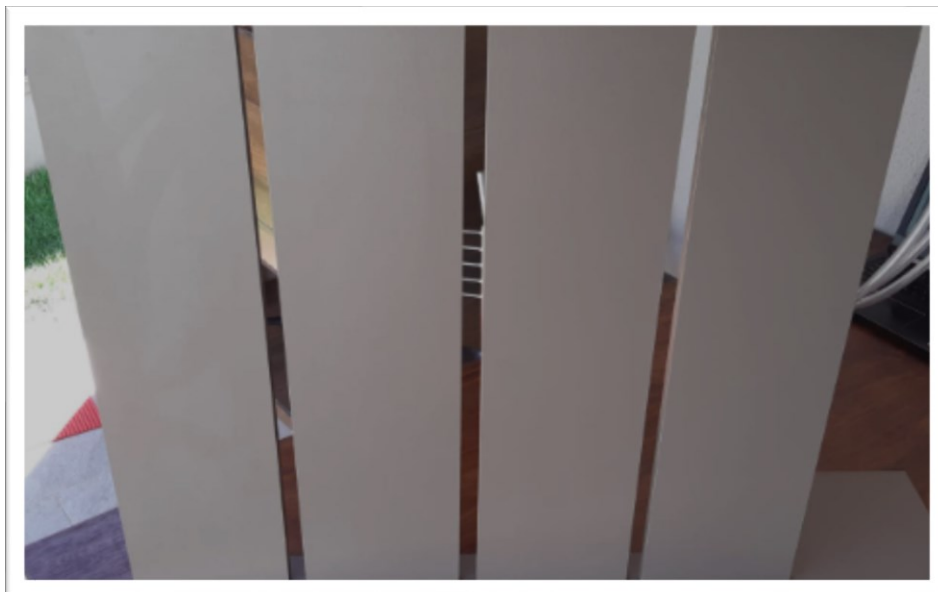
Figura 01: Base do Conjunto Experimental



Fonte: O Autor

2- 4 Chapas de 70 cm de altura por 18 cm de largura:

Figura 02: Chapas de MDF para fixação dos tubos em “U”



Fonte: O autor

3- 1 chapa de 105 cm de comprimento por 5 cm de largura no topo com as devidas furações.

Figura 03: Parte superior do Conjunto Experimental



Fonte: O autor

Depois de posicionadas as peças de MDF, coladas, furadas e parafusadas, o conjunto experimental deve apresentar o seguinte aspecto:

Figura 1: Aspecto geral do Conjunto Experimental



Fonte: O autor

Tubos em U inteiramente feitos de vidro permitem uma melhor visualização dos líquidos no interior do sistema. Porém, a obtenção de tais tubos, pode ser dificultada a depender da região, uma vez que nem todas as cidades possuem loja especializada ou hialotecnia próxima.

Visando driblar as dificuldades de se conseguir tais tubos, a alternativa sugerida é a utilização de curvas de cobre, facilmente obtidas em assistências técnicas de ar-condicionado, ligando tubos retos de vidro, mais comumente encontrados. Cada curva de cobre deve ligar dois tubos retos de 5 mm. A vedação deve ser feita com resina epóxi, conforme figura abaixo:

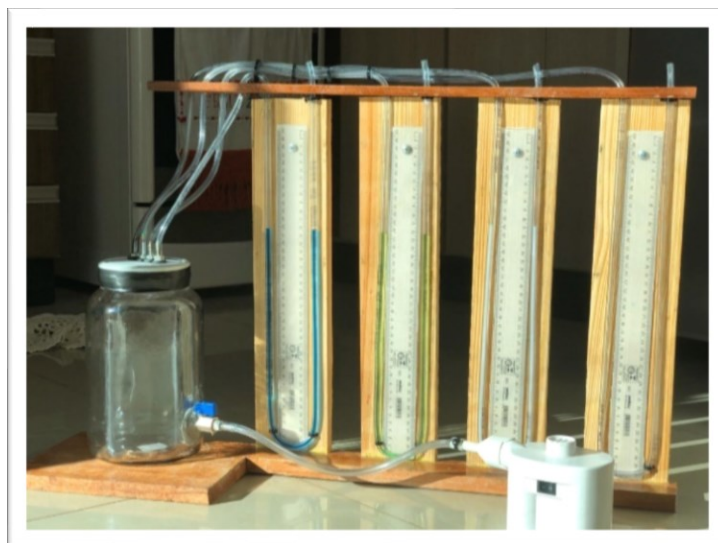
Figura 05: Junção entre tubo de vidro e curva de cobre com vedação de resina epóxi



Fonte: O autor

Vale ressaltar que o primeiro protótipo do produto educacional foi construído todo com mangueiras de silicone (detalhe na foto):

Figura 2: Primeiro protótipo do produto educacional



Fonte: O autor

Embora tenha se mostrado eficiente na proposta do produto educacional, a utilização de mangueiras de silicone limita a experimentação a uma menor variedade de amostras, pelo fato de poderem ser dissolvidas por determinados solventes.

Uma vez fixados todos os tubos, agora em “U”, na base de MDF o aparelho está pronto para receber as mangueiras de silicone.

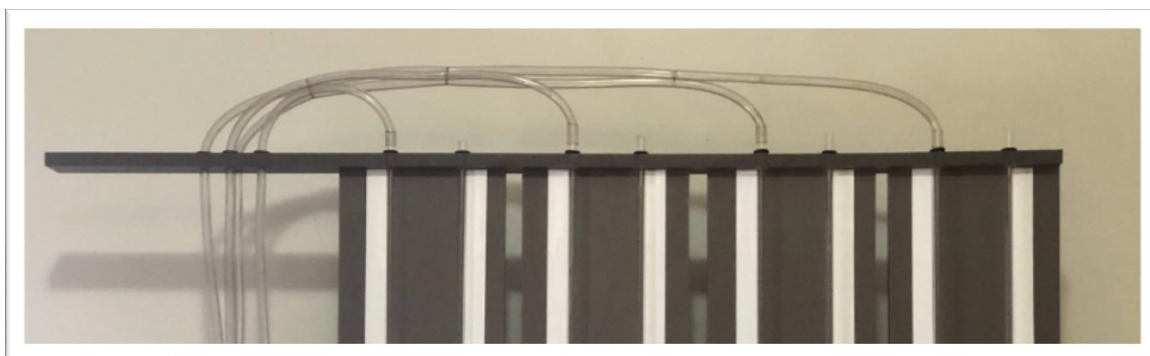
Figura 07: Fixação do tubo em “U” na base de MDF



Fonte: O autor

Deve-se acoplar na extremidade esquerda de cada tubo em “U” uma mangueira de silicone de 5mm de diâmetro.

Figura 08: Acoplagem das mangueiras aos tubos em “U”



Fonte: O autor

Todas as 4 mangueiras, de comprimentos diferentes e proporcionais às distâncias que cada uma percorrerá no aparelho, serão fixadas a um recipiente de vidro através de adaptadores de mangueira fixados na tampa do recipiente. A vedação da tampa deve ser cuidadosamente inspecionada. Pode-se utilizar resina epóxi, se necessário.

Figura 09: Adaptadores de mangueira fixados na tampa do recipiente de vidro



Fonte: O autor

Ao fundo do recipiente deve ser instalado um registro de esfera de $\frac{1}{4}$, preso a uma mangueira de silicone que será conectada ao compressor.

Figura 3: Conexão do compressor ao tubo de vidro pelo registro de esfera



Fonte: O autor

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A sequência didática proposta pode ser dividida em três aulas conforme apresentado no quadro 1:

Quadro 1: Sugestão de atividades segmentadas em 4 aulas

AULA	ATIVIDADE
1ª AULA - SONDAGEM	Aplicação de um questionário para identificar o conhecimento dos alunos em relação à propriedade densidade;
2ª AULA - EXPOSITIVA	Contextualização dos assuntos relacionados a propriedade densidade, pressão atmosférica, aceleração da gravidade e Lei de Stevin bem como análise de fórmulas e comportamento.
3ª e 4ª AULAS - PRÁTICA	Utilização do conjunto experimental

- **Sugestão de questionário de sondagem: 1ª Aula:**

O que você entende por densidade?

1. Qual é a importância de conhecer a densidade dos líquidos?
2. Para líquidos diferentes com a mesma massa, qual ocupará maior volume?
3. Para líquidos diferentes com o mesmo volume, qual terá a maior massa?
4. Podemos diferenciar líquidos utilizando a densidade? Explique.
5. A densidade de um líquido pode ser calculada sem a informação da massa e do volume?
6. Podemos descobrir a densidade de um líquido comparando-o com outro?

- **Sugestão de aula expositiva: 2ª Aula:**

A estratégia de contextualização desse assunto, adotada nesta proposta de sequência didática, tem por base trazer reportagens sobre desastres ambientais envolvendo derramamento de petróleo em regiões litorâneas. Várias matérias referentes ao assunto podem ser facilmente encontradas em mídias eletrônicas. Em seguida deve-se chamar a atenção dos alunos para o método que evita o espalhamento do petróleo, as barreiras de contenção, como mostra a figura abaixo e gerar questionamentos como os fatores que possibilitam a utilização desta técnica.

Figura 4: Barreiras de contenção



Fonte: Portal Petronotícias.com.br

Ao analisar a imagem os alunos serão estimulados a debater sobre os aspectos da densidade que permitem este tipo de ação na contenção do óleo derramado. Esta análise servirá como um eixo de partida para discussões sobre densidades em líquidos diferentes, miscibilidade e viscosidade.

Fornecer aos alunos uma ampla variedade de situações em que esta propriedade pode ser analisada é essencial para a assimilação do conceito de um modo que se torne parte do cotidiano do educando.

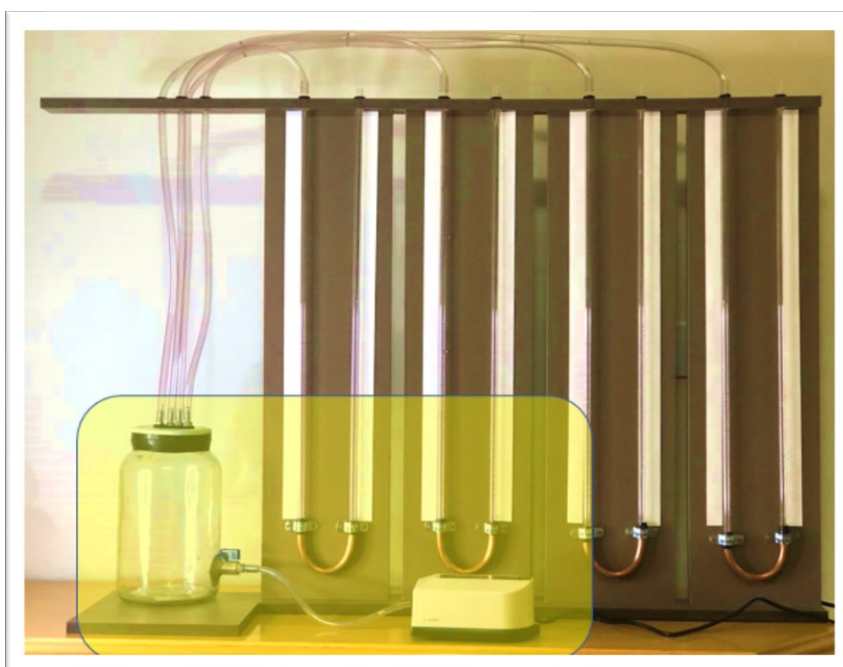
Vale ressaltar que a sequência didática proposta não tem por finalidade dissociar o estudo das propriedades de suas fórmulas. A proposta é ancorar os novos conhecimentos que se pretende alcançar aos conhecimentos prévios que os alunos trazem do seu dia a dia. Logo, equações serão analisadas e o caráter interdisciplinar surgirá quando o desafio de determinar a densidade de um líquido, sem a utilização da tradicional fórmula da densidade, for lançado. Os

alunos serão estimulados a combinar fórmulas, recorrendo ao conhecimento matemático prévio, a fim de chegar ao objetivo da determinação da densidade dos líquidos por outro caminho, que não o tradicionalmente descrito nos livros didáticos de química

- **Aplicação do conjunto experimental: 3ª Aula**

O acionamento do compressor (motor de aquário) injeta, através de uma mangueira de silicone, ar dentro de um recipiente de 3 litros de capacidade volumétrica.

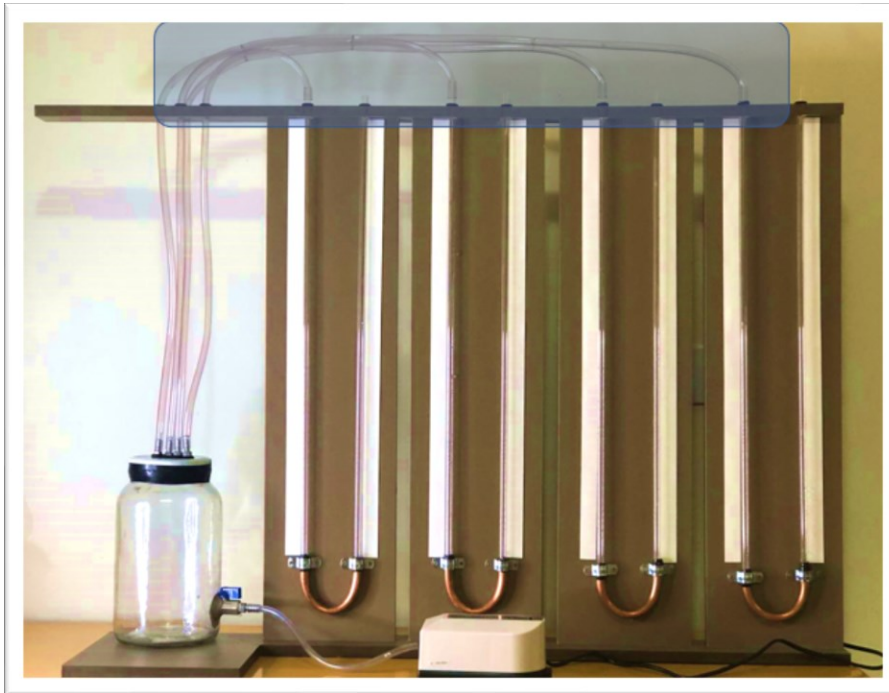
Figura 5: Acionamento do compressor



Fonte: O autor

Deste recipiente partem 4 outras mangueiras conectadas, cada uma, a extremidade esquerda de cada tubo em “U”.

Figura 12: Distribuição do ar em cada tubo



Fonte: O autor

O Ar soprado pelo compressor e distribuído pelo recipiente, fornecerá uma pressão uniforme em cada tubo, levando a uma variação nas alturas das colunas dos líquidos utilizados.

São as diferentes variações de alturas nas colunas que possibilitaram a realização dos cálculos de densidade dos líquidos conforme metodologia apresentada.

Figura 13: Variações nas alturas das colunas dos líquidos



Fonte: O autor

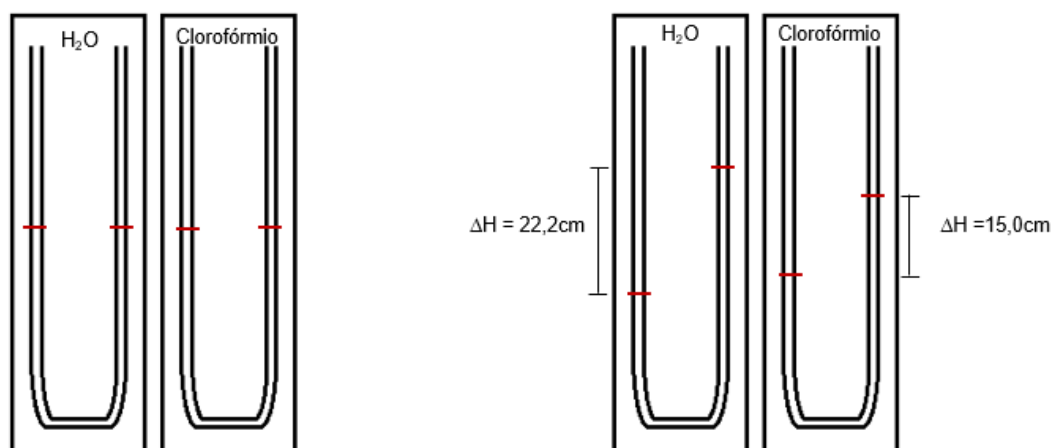
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os testes objetivando investigar a eficiência do Produto Educacional na estimativa de densidade e a otimização em condições controladas ocorreram no Campus da UTFPR de Medianeira no dia 25 de outubro de 2019.

Os resultados obtidos, demonstrados pelas figuras abaixo, mostram as variações nas alturas das colunas dos líquidos clorofórmio, hexano e etanol em comparação com a água. O experimento foi realizado em temperatura ambiente.

Comparando as colunas de água e clorofórmio antes e depois do acionamento do compressor pode-se observar a variação na altura da coluna de água em 22,2 cm enquanto que a variação na altura da coluna do clorofórmio foi de 15,0 cm.

Figura 14: Variação na coluna de clorofórmio em relação à coluna de água



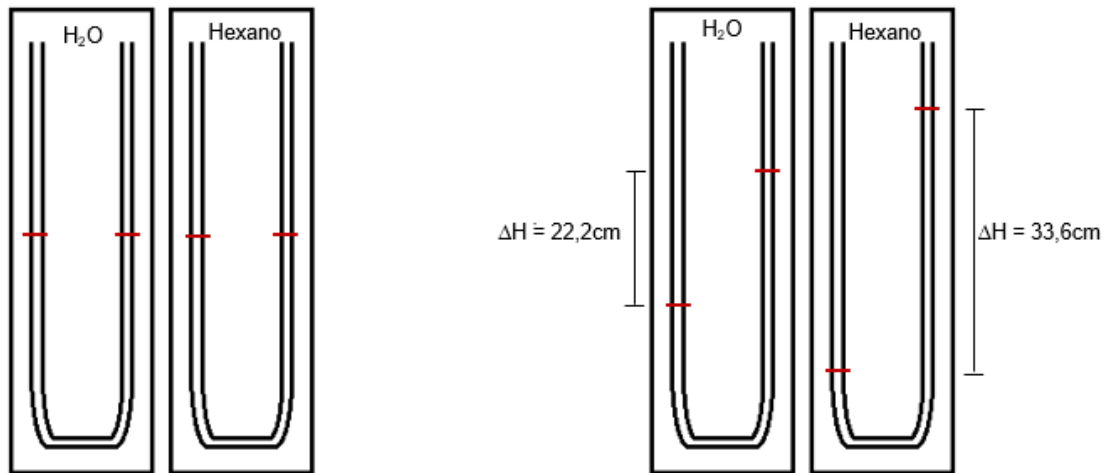
Fonte: O autor

Aplicando os resultados à fórmula temos que:

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 \quad \rightarrow \quad 1 \cdot 22,2 = \rho_2 \cdot 15,0 \quad \rightarrow \quad \rho_2 = 1,480 \text{ g/cm}^3$$

Ao se comparar as colunas de água e hexano antes e depois de acionado o compressor observou-se que a variação na altura da coluna de água em 22,2 cm enquanto a variação na altura da coluna de hexano foi de 33,6 cm.

Figura 15: Variação na de coluna de hexano em relação à coluna de água



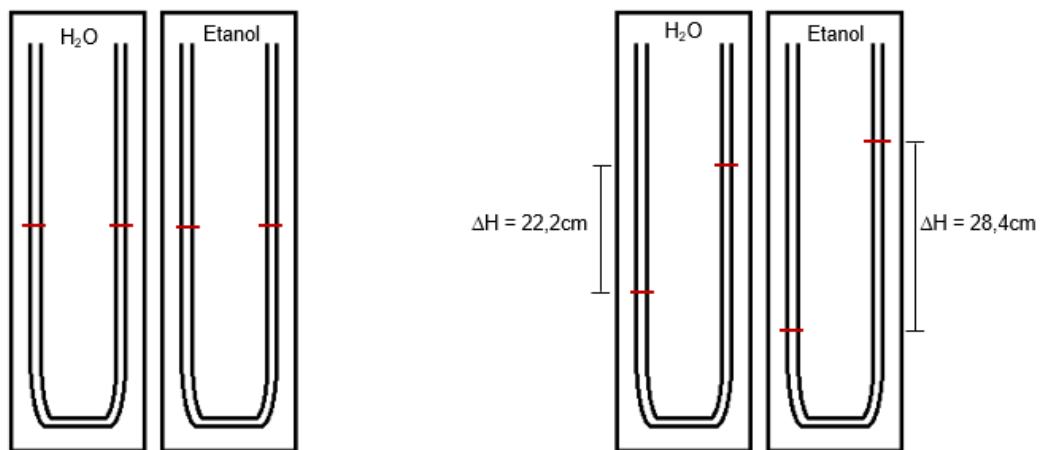
Fonte: O autor

Aplicando os resultados à fórmula temos que:

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 \quad \rightarrow \quad 1 \cdot 22,2 = \rho_2 \cdot 33,6 \quad \rightarrow \quad \rho_2 = 0,660 \text{ g/cm}^3$$

Já a comparação entre as variações das colunas de água e etanol mostrou que enquanto a coluna de água variou de 22,2 cm a coluna de etanol variou de 28,4 cm.

Figura 6: Variação na coluna de etanol em relação à coluna de água



Fonte: O autor

Aplicando os resultados à fórmula temos que:

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2 \quad \rightarrow \quad 1 \cdot 22,2 = \rho_2 \cdot 28,4 \quad \rightarrow \quad \rho_2 = 0,781 \text{ g/cm}^3$$

Ao submeter os resultados à fórmula de erro percentual foram obtidos os seguintes resultados:

$$Er\% = \frac{|Vt - Ve|}{Vt} \times 100$$

Tabela 2: Valores de erro percentual nas medições de densidade do clorofórmio, hexano e etanol

SUBSTÂNCIA	VALOR TEÓRICO (g/cm ³)	VALOR EXPERIMENTAL (g/cm ³)	ERRO PERCENTUAL
CLOROFÓRMIO	1,490	1,480	0,671%
HEXANO	0,655	0,660	0,763%
ETANOL	0,789	0,781	1,013%

Fonte: O autor

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LIMA, V. A. de. **Atividades Experimentais no ensino médio**: reflexão de um grupo de professores a partir do tema eletroquímica. Dissertação de Mestrado – USP: São Paulo. 2004