



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE INOVAÇÃO - INOVA USP
Curso de Ciências Moleculares



ALICE ALVES BOZZI
BRUNA RODRIGUES DA SILVA
LUIZA LUCCHETTI ODDI LOURENÇO
SOFIA FIGUEIREDO FORTI

NOTA: 10/10

RELATÓRIO Nº1 DE AULA PRÁTICA:

Pressão num fluido

SÃO PAULO,
2025

ALICE ALVES BOZZI
BRUNA RODRIGUES DA SILVA
LUIZA LUCCHETTI ODDI LOURENÇO
SOFIA FIGUEIREDO FORTI

RELATÓRIO Nº1 DE AULA PRÁTICA:

Pressão num fluido

Relatório referente à aula prática ministrada no dia 17/03/2024 na disciplina CCM0122 - Física II do Curso de Ciências Moleculares da Universidade de São Paulo, na modalidade de bacharelado, como requisito parcial avaliativo para aprovação semestral.

Orientador: Prof. Dr. Caetano Rodrigues Miranda

SÃO PAULO,
2025

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal a análise experimental dos princípios da hidrostática, com ênfase nos conceitos de pressão, densidade e equilíbrio de fluidos em repouso. Para tanto, foram conduzidos quatro experimentos fundamentais: os hemisférios de Magdeburg, o equilíbrio de pressões, o manômetro e o densímetro em U. A realização desses experimentos permitiu a visualização prática dos fenômenos hidrostáticos, reforçando a importância de estudos experimentais para a validação de conceitos físicos teóricos. Os resultados obtidos estão em concordância com as leis de Stevin e Pascal, além de evidenciarem aplicações práticas desses princípios em contextos reais. Diante disso, este relatório apresenta uma análise detalhada dos procedimentos experimentais realizados, discutindo as conclusões extraídas e a relevância dos fenômenos observados para o entendimento da hidrostática.

Palavras-chave: Hidrostática, pressão.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	4
	1) Hemisférios de Magdeburg.....	4
	2) Equilíbrio de pressões.....	5
	3) Manômetro.....	6
	4) Densímetro em “u”.....	6
2	OBJETIVOS.....	7
	1) Hemisférios de Magdeburg.....	7
	2) Equilíbrio de pressões.....	8
	3) Manômetro.....	8
	4) Densímetro em “u”.....	8
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
	1) Hemisférios de Magdeburg.....	8
	2) Equilíbrio de pressões.....	10
	3) Manômetro.....	10
	4) Densímetro em “u”.....	11
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
	1) Hemisférios de Magdeburg.....	12
	2) Equilíbrio de pressões.....	12
	3) Manômetro.....	14
	4) Densímetro em “u”.....	16
5	CONCLUSÃO.....	17
	REFERÊNCIAS.....	19

1 INTRODUÇÃO

A hidrostática é um ramo da física que se dedica a estudar e analisar fluídos em repouso, o que é importante para compreender fenômenos cotidianos que envolvem o equilíbrio de pressões. Nesse intuito, foram realizados quatro experimentos para a demonstração do fenômeno desse equilíbrio, demonstrando como a pressão atmosférica, a tensão superficial e o equilíbrio de forças atuam para manter líquidos estáveis, mesmo em condições aparentemente instáveis. Para isso, baseou-se na lei de Stevin e no princípio de Pascal.

A lei de Stevin consiste numa análise matemática que determina que a pressão absoluta em um ponto de um líquido homogêneo e incompressível, de densidade ρ e profundidade h , é igual à pressão absoluta nesse mesmo ponto, ou seja, corresponde à pressão atmosférica exercida sobre a superfície desse líquido, acrescida da pressão efetiva. Essa pressão não é influenciada pela forma do recipiente. Logo,

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{ef} \quad \Leftrightarrow \quad P_{abs} = P_{atm} + \rho gh \quad (1)$$

Onde, no SI, P_{abs} corresponde à pressão hidrostática, P_{atm} corresponde à pressão atmosférica (pascal) e g é a aceleração da gravidade.

O Princípio de Pascal afirma que variações de pressão em um fluido confinado são transmitidas integralmente a todos os pontos do fluido. Pode ser representado por:

$$\Delta P = \rho g(\Delta h) \quad (2)$$

Onde ΔP é a pressão hidrostática.

Os quatro experimentos realizados para o estudo dos fenômenos hidrostáticos foram:

1) Hemisférios de Magdeburg

O nome “Hemisférios de Magdeburg” se refere a um experimento realizado pela primeira vez em 1654, por Otto von Guericke, e que foi utilizado para provar a existência da atmosfera terrestre. O funcionamento do experimento se baseia no fato de que a atmosfera da Terra de fato existe, e isso é comprovado quando é possível constatar de fato os efeitos da pressão atmosférica.

Guericke criou uma esfera oca de metal, formada por duas metades perfeitamente ajustadas. Usando uma bomba de vácuo primitiva, ele retirou o ar de dentro da esfera, criando um vácuo parcial. Posteriormente, chamou duas equipes de cavalos (16 ao todo), puxando os discos em direções opostas. Quando Guericke abriu uma válvula e deixou o ar entrar novamente, as metades se separaram facilmente. Com isso, constatou-se que, como não havia ar dentro da esfera para empurrar de dentro para fora, a pressão atmosférica externa manteve as metades unidas com uma força enorme, ou seja, o que manteve a esfera unida não foi uma força de sucção, mas sim a pressão do ar externo empurrando as metades uma contra a outra. Esse experimento ajudou a entender que a atmosfera exerce força sobre tudo ao redor, mesmo que de maneira sutil e, por vezes, imperceptível.

No caso do experimento em questão, vemos como a pressão atmosférica age sobre uma superfície, e a relação entre pressão, força, e área de atuação é dada por:

$$Pressão (Pa) = \frac{Força (N)}{área (m^2)} \quad (3)$$

Mais especificamente, o experimento constata a existência da atmosfera terrestre ao perceber que a mesma exerce uma força; neste caso, a força é exercida sobre os objetos chamados Hemisférios de Magdeburg, ou discos de Magdeburg.

2) Equilíbrio de pressões

Foram realizados dois experimentos para ilustrar o equilíbrio de pressões, entre a pressão interna do fluido e a pressão atmosférica externa.

- I. Taça de plástico com água virada de ponta cabeça com um plástico na superfície;
- II. Pote de vidro com tela virado de ponta cabeça.

A Primeira Lei de Newton afirma que um corpo permanecerá em repouso se a soma das forças externas sobre ele for nula. No experimento I, a água está inicialmente em repouso dentro da taça. Ao vedar a taça com plástico e invertê-la, duas forças principais atuam: a pressão hidrostática da coluna de água ($P_{\text{água}}$), que depende da altura h da coluna, e a pressão atmosférica externa (P_{atm}), que atua sobre o plástico. A Lei de Stevin descreve como a pressão de um fluido em repouso varia com a profundidade, equação (1).

No experimento II, quando o pote de vidro é virado de ponta cabeça e o plástico localizado na superfície é retirado, a intenção é que tenhamos um fenômeno parecido com o do experimento I, envolvendo a Lei de Stevin e a Primeira Lei de Newton, mas adiciona-se a interação entre tensão superficial e uma malha porosa. Além disso, esse fenômeno está relacionado à Lei de Laplace, que descreve a pressão diferencial em interfaces curvas:

$$\Delta P = \frac{2\gamma}{R} \quad (4)$$

Onde γ é a tensão superficial da água e R é o raio de curvatura da interface água-ar em cada orifício da tela.

3) Manômetro

O experimento do manômetro consiste em utilizar um instrumento para medir a pressão de um fluido em relação à pressão atmosférica. Esse dispositivo funciona com base nos princípios da hidrostática e da equação fundamental da pressão (1).

O manômetro de tubo em U opera comparando a pressão do fluido em estudo com a pressão atmosférica. Quando há uma diferença de pressão entre os lados do tubo, ocorre um deslocamento do líquido manométrico, cuja altura pode ser medida para determinar a pressão do sistema.

4) Densímetro em “u”

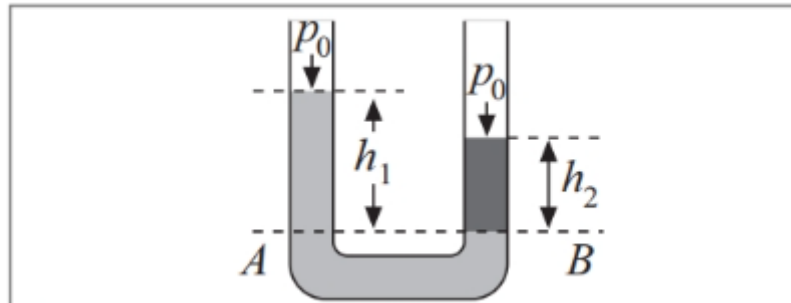
Densidade ou massa específica de um fluido é uma propriedade específica das substâncias e é determinada através de um volume (ΔV) e sua massa (Δm) equivalente a ele. Seu cálculo é obtido através da equação:

$$d = \frac{\Delta m}{\Delta V} \quad (5)$$

Um método eficaz para determinar a densidade de um líquido desconhecido é o experimento do tubo em U, que utiliza dois fluidos não miscíveis — um com densidade conhecida (d_1) e outro com densidade a ser determinada (d_2). Ao preencher o tubo com esses líquidos, observa-se que eles atingem alturas diferentes em cada ramo devido à diferença em suas densidades.

O tubo em U segue o princípio de Pascal. 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.

Figura 1: Tubo em U



Fonte: NUSSENZVEIG, 2012.

Sendo AB o plano que atravessa os dois ramos pelo mesmo fluido, e p , a pressão sobre AB, temos que:

$$p = p_0 + d_1 g h_1 = p_0 + d_2 g h_2 \quad (6)$$

Igualando as expressões e simplificando (p_0 e g são comuns), obtém-se:

$$d_1 h_1 = d_2 h_2 \quad (7)$$

2 OBJETIVOS

1) Hemisférios de Magdeburg

O objetivo do experimento dos Hemisférios de Magdeburg foi determinar a força necessária para separar dois discos postos em contato, assumindo que entre estes houvesse vácuo. E constatar se a força necessária para soltar os dois discos é uma força que pode ser exercida por um humano, ou se seu valor é alto demais para que isso seja possível.

2) Equilíbrio de pressões

Os experimentos I, II buscaram compreender como a interação entre pressão atmosférica, pressão hidrostática e tensão superficial mantém um líquido em equilíbrio estático em um recipiente.

O objetivo do experimento I foi quantificar a relação entre a altura da coluna de água e a pressão atmosférica usando a Lei de Stevin, analisar o papel do plástico na transferência da pressão atmosférica para o sistema e avaliar a contribuição da tensão superficial na formação de uma interface estável.

O objetivo do experimento II foi demonstrar como a tensão superficial e a geometria de uma malha porosa podem sustentar uma coluna de água em um recipiente invertido, ou seja, analisar o papel da tela relacionando o tamanho dos orifícios com a altura máxima suportada pela tensão superficial.

3) Manômetro

Este experimento buscou demonstrar a variação da pressão com a profundidade em um fluido, utilizando um manômetro para medir as diferenças de pressão, e comparar os resultados obtidos experimentalmente com a previsão teórica.

4) Densímetro em “u”

Os objetivos do experimento do densímetro em U foram determinar a densidade do líquido transparente, além de comparar o resultado obtido com a literatura para descobrir qual o líquido utilizado.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

1) Hemisférios de Magdeburg

Para a realização do experimento foram utilizados dois discos idênticos, de mesma área superficial, mesmo material, e com as mesmas dimensões em geral. Ambos os discos possuíam fios em forma de uma pequena “alça” para permitir que fossem puxados.

As dimensões dos discos foram área superficial $A = 962 \text{ cm}^2$, e raio de $\phi = 35 \text{ cm}$.

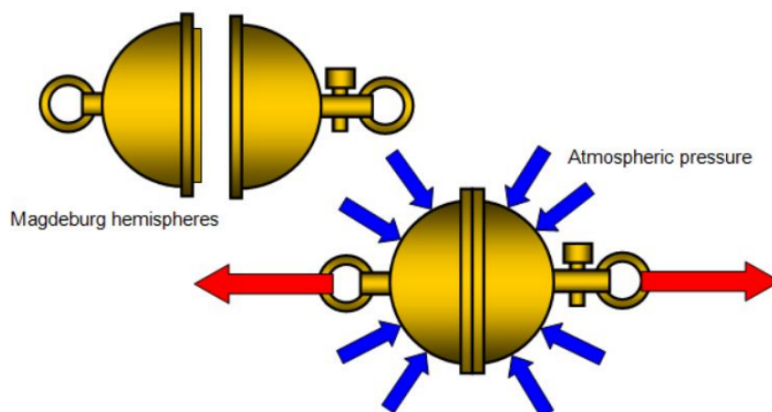
Figura 2: Hemisférios de Magdeburg.



Fonte: Slides da aula, 2025

O método de realização do experimento consistiu em, primeiramente, unir os dois discos, de modo que suas superfícies ficassem “coladas” uma à outra, de modo que as alças estivessem voltadas para fora. Após garantir que os discos estivessem corretamente posicionados, deixando as duas placas próximas o suficiente para formar um quase-vácuo em seu interior, o próximo passo foi tentar separar os discos. Isso permitiria estimar se a ordem de grandeza da força necessária para soltá-las seria superior ou inferior ao limite de força de um humano. Após esta estimativa vaga, é possível calcular exatamente a força necessária para separar os discos, fazendo uso da área superficial A , já conhecida, e do valor da pressão atmosférica.

Figura 3: Hemisférios de Magdeburg.



Fonte: Slides da aula, 2025

2) Equilíbrio de pressões

No Experimento I, os materiais utilizados foram:

- Taça de plástico transparente
- Círculo de plástico firme
- Água

A preparação envolveu adicionar água na taça e cobrir com o plástico. Em seguida, inverteu-se a orientação da taça rapidamente, deixando-a de “ponta-cabeça”, para que o mínimo possível de água vazasse.

No Experimento II, os materiais utilizados foram:

- Pote de vidro com tela fixada na abertura
- Círculo de plástico firme
- Água

Adicionou-se água no pote e sua superfície foi coberta com a tela e em seguida o plástico. O pote foi invertido rapidamente para que pouca água vazasse, o plástico foi removido (água não vazou) e por fim inclinou-se o pote invertido (água vazou).

3) Manômetro

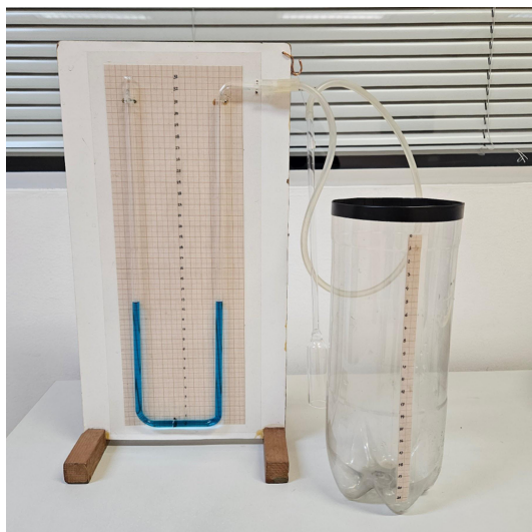
Para a realização do experimento 3, foram necessários:

- Um tubo em "U" aberto nas extremidades contendo líquido (água) com corante azul, fixado verticalmente por um suporte de madeira e apoiado em uma malha de medição de altura com resolução em milímetros;
- Garrafa pet transparente recortada contendo água potável;
- Uma fita métrica fixada na garrafa para medição da altura da coluna d'água na garrafa pet;
- Mangueira vedada a uma das extremidades do tubo.

Todo o sistema descrito foi previamente montado e disponibilizado pelo professor e monitor responsáveis pela aula experimental.

Para a realização desse experimento, mergulhamos a mangueira em diferentes profundidades da água contida na garrafa pet a fim de observar as variações na altura do líquido azul no tubo.

Figura 4: Manômetro

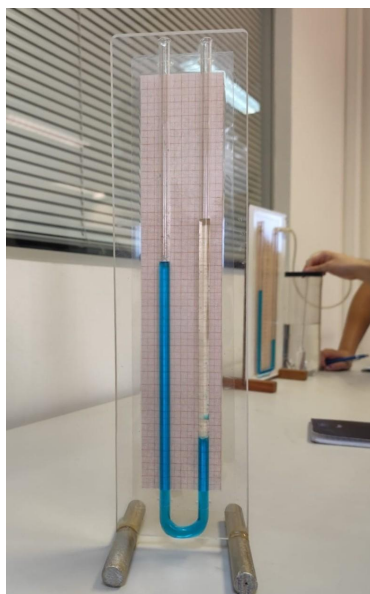


Fonte: Slides da aula, 2025.

4) Densímetro em “u”

Para o experimento 4 utilizou-se um densímetro em formato de U, com marcação dos centímetros atrás, além de dois líquidos com densidades diferentes, um deles sendo água com corante azul e o outro sendo um líquido desconhecido para determinarmos sua densidade.

Figura 5: Densímetro em U.



Fonte: Autores.

Para medir as alturas dos líquidos, foram contados à mão os centímetros, indicados na marcação através dos líquidos. Para o cálculo do erro da medição, utilizou-se a metade da menor medida, ou seja, 0,5 mm. Já a propagação da incerteza foi calculada à partir da fórmula:

Figura 6: Fórmula da propagação da incerteza.

$$\sigma_f^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial a}\right)^2 \sigma_a^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial b}\right)^2 \sigma_b^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2 \sigma_z^2$$

Fonte: IFUSP.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1) Hemisférios de Magdeburg

Após múltiplas pessoas realizarem a tentativa de soltar as duas placas dos discos, se tornou evidente o fato de que era necessário uma força superior do que qualquer força que alguém pudesse exercer. Essa constatação foi comprovada quando calculamos a força de fato necessária para separar os discos, usando a área da superfície e a pressão atmosférica, que sabemos ser aproximadamente $P_{atm} = 101325 Pa$.

Vamos calcular a força a partir da expressão (3) mencionada na introdução, que nos fornece:

$$Força (N) = Pressão (Pa) \cdot área (m^2)$$

$$Força (N) = 101325 Pa \cdot 0,0962 m^2$$

$$Força (N) = 9747,465 N$$

Assim, o resultado encontrado foi da ordem superior a 9 mil newtons. Isso equivale à força necessária para vencer a força da atmosfera sobre uma das faces do disco, considerando que a outra metade do disco esteja fixa, ou esteja sendo segurada.

Utilizando dados da literatura externa, é possível saber que a força máxima de puxo de um ser humano não ultrapassa a ordem de 400 Newtons, em casos extremos e ideais. Por isso, concluímos que separar os dois discos seria humanamente impossível.

2) Equilíbrio de pressões

No experimento I, quando a taça é invertida, a água não vaza devido à pressão atmosférica exercer uma força ascendente sobre o plástico, contrabalançando a pressão hidrostática da coluna de

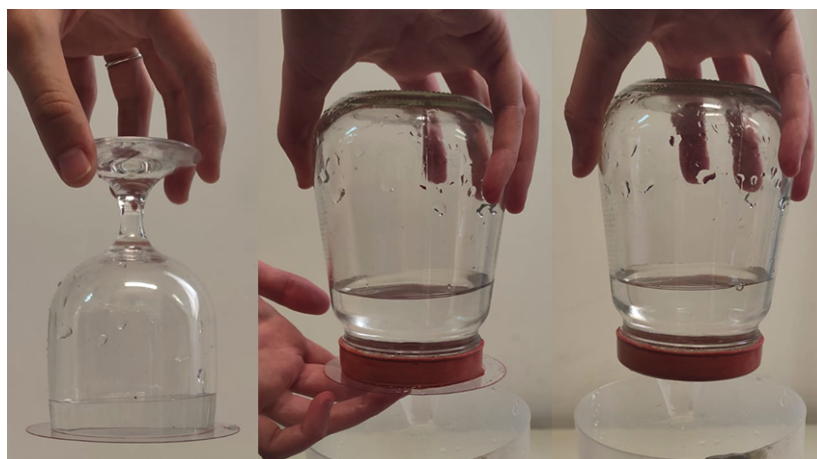
água. Esse fenômeno está relacionado à Primeira Lei de Newton, à Lei de Stevin e à tensão superficial da água. Como $P_{atm} \gg P_{água}$ para a altura de uma taça, a força resultante é nula, mantendo a água em equilíbrio estático (sistema em repouso). A pressão na interface água-plástico (ponto mais baixo da taça invertida) seria teoricamente $P_{água} = \rho gh$, mas como o plástico impede a entrada de ar, a pressão acima da água é próxima de zero. Assim, a P_{atm} atua como contraponto, equilibrando $P_{água}$. A condição para equilíbrio é $P_{atm} \geq \rho gh$. Para uma taça de 10 cm de altura por exemplo, $\rho gh = 1000 \cdot 9,8 \cdot 0,1 = 980 \text{ Pa} \ll 101.325 \text{ Pa}$, confirmando que a P_{atm} é mais que o suficiente para sustentar a coluna de água. A tensão superficial, resultante das forças coesivas entre moléculas de água, cria uma película estável na interface água-ar. No experimento, mesmo que o plástico não esteja perfeitamente liso, a tensão superficial reforça a vedação, ou seja, as moléculas de água na borda do plástico formam uma estrutura coesa, minimizando a entrada de ar e estabiliza a interface, a curvatura da superfície da água sob o plástico gera uma pressão adicional.

Em relação ao experimento II, para além dos fenômenos em comum com o experimento I, nesse caso a água não vaza pois a tensão superficial da água, $\gamma = 0,072 \text{ N/m}$, forma uma película estável sobre os orifícios da tela, sustentada pela pressão atmosférica. A tela multiplica o número de micro-interfaces, aumentando a estabilidade do sistema. Além disso, a pressão atmosférica atua sobre cada película, equilibrando a pressão hidrostática local.

Em todos esses experimentos a água permaneceu estável sem vazamentos. Somente ao inclinar-se o recipiente de vidro, viu-se a água cair.

Figura 7: Da esquerda para a direita: Taça com água invertida em contato com o plástico (Experimento I).

Pote com tela com água invertido em contato com o plástico (Experimento II). Pote com tela com água invertido em contato sem o plástico (Experimento II).



Quando o pote é inclinado, a altura efetiva ($h_{efetiva}$) da coluna de água aumenta:

$$h_{efetiva} = h \cdot \cos(\Theta), \text{ onde } \Theta \text{ é o ângulo de inclinação.}$$

Quando a altura efetiva tem seu limite suportado pela tensão superficial ultrapassado, a pressão hidrostática ($P_{\text{água}} = \rho g h_{efetiva}$) supera ΔP , rompendo a película criada pela tensão superficial.

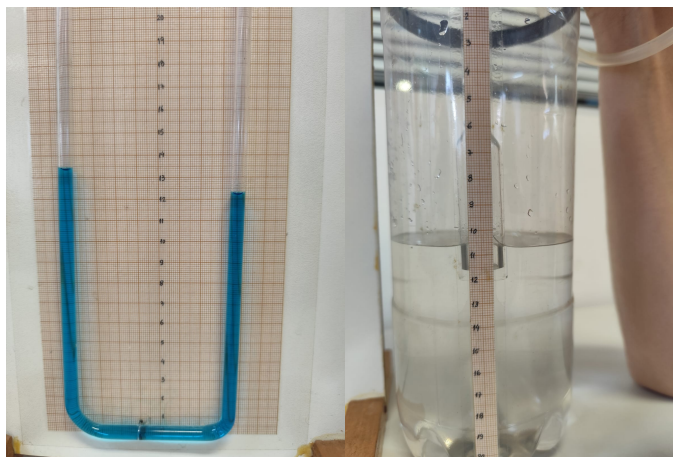
Os experimentos ilustram mecanismos distintos de equilíbrio em fluidos estáticos, cada um enfatizando um princípio físico específico. No primeiro experimento, a vedação temporária permite que a pressão atmosférica atue diretamente sobre a superfície do plástico, neutralizando a pressão hidrostática. Aqui, a Primeira Lei de Newton é essencial para entender o equilíbrio estático, já que a força resultante é nula, e a tensão superficial também. Já o segundo experimento mostra outro lado da tensão superficial, a malha porosa cria múltiplas interfaces onde a Lei de Laplace gera uma pressão diferencial que, somada à pressão atmosférica, sustenta a água. A inclinação do pote, no entanto, perturba esse equilíbrio ao aumentar localmente a altura efetiva da coluna de água, superando a capacidade de resistência da tensão superficial. Enquanto o primeiro experimento depende majoritariamente de pressões macroscópicas, o segundo destaca o micro, a coesão entre moléculas de água. Essa progressão demonstra como diferentes escalas de análise (macro e micro) coexistem na hidrostática, cada uma relevante para contextos específicos.

3) Manômetro

Como ilustrado na Figura 4, antes de iniciarmos o procedimento experimental a mangueira estava fora d'água e o líquido azul estava à mesma altura em ambos os lados do tubo, em torno de $13,00 \pm 0,05 \text{ cm}$, pois ambas as saídas do tubo estavam submetidas à mesma pressão – a pressão atmosférica. Na garrafa pet preenchida com água até a marcação de $10,50 \pm 0,05 \text{ cm}$, submergimos a mangueira em diferentes alturas.

A Figura 8 ilustra que, quando mergulhamos a mangueira até que ela estivesse alinhada à marcação de $12,00 \pm 0,05 \text{ cm}$ de altura, isto é, a $1,50 \pm 0,05 \text{ cm}$ de profundidade da superfície, o líquido azul deslocou-se no tubo de maneira que o lado esquerdo do líquido no aparelho subiu à altura de $13,50 \pm 0,05 \text{ cm}$ enquanto que o lado direito diminuiu para $12,50 \pm 0,05 \text{ cm}$.

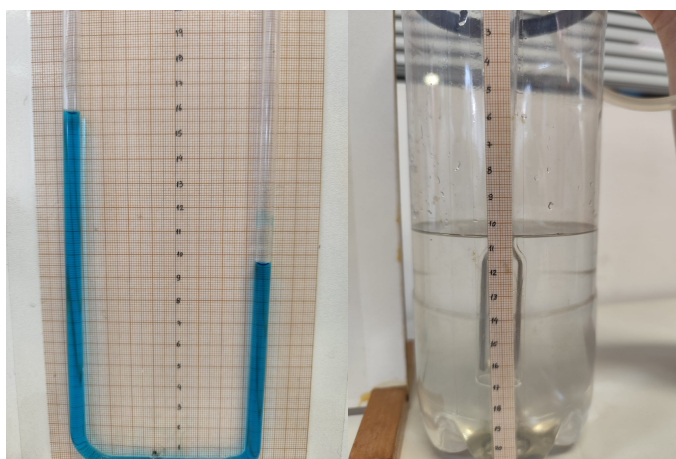
Figura 8: Manômetro com mangueira a 1,5 cm de profundidade em água



Fonte: Autores.

Ao mergulhamos a mangueira até a marca de $17,00 \pm 0,05 \text{ cm}$, isto é, $6,5 \pm 0,05 \text{ cm}$ de profundidade a partir da superfície, o líquido azul se desloca no tubo de modo que atinge a marca de $16,00 \pm 0,05 \text{ cm}$ pelo lado esquerdo e $10,00 \pm 0,05 \text{ cm}$ pelo lado direito, como mostra a Figura 9.

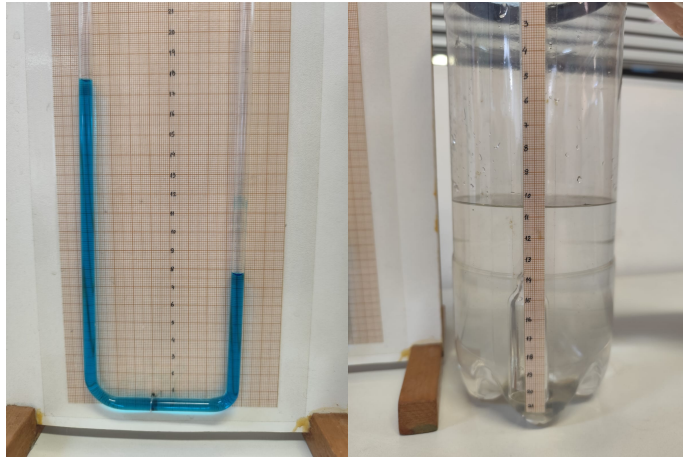
Figura 9: Manômetro com mangueira a 6,5 cm de profundidade em água



Fonte: Autores.

Como último dado coletado neste experimento, a Figura 10 mostra que quando mergulhamos a mangueira até a marcação de $21,00 \pm 0,05 \text{ cm}$, $10,5 \pm 0,05 \text{ cm}$ de profundidade, foi observado que o deslocamento do líquido azul atingiu a altura de $18,00 \pm 0,05 \text{ cm}$ no lado esquerdo do tubo e $8,00 \pm 0,05 \text{ cm}$ pelo lado direito.

Figura 10: Manômetro com mangueira a 10,5 cm de profundidade em água



Fonte: Autores.

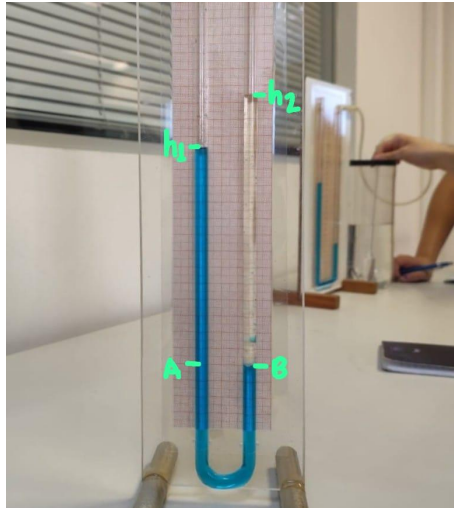
É possível notar uma relação do deslocamento do líquido azul no tubo com a profundidade da mangueira de acordo com os dados obtidos. Parece razoável supor, a partir dos dados experimentais, que quanto mais profunda for a imersão da mangueira, maior será o deslocamento do líquido azul no sentido esquerdo do tubo, onde há uma abertura para a atmosfera.

Através da equação (1) conseguimos corroborar a hipótese de proporcionalidade direta entre profundidade e pressão. Dado que os parâmetros de pressão atmosférica, que equivale a 1 atm ou 101.325 Nm^{-2} , aceleração da gravidade que vale $9,81 \text{ ms}^{-2}$ e densidade ρ do líquido azul são constantes, isso nos diz que a variação na profundidade da mangueira submersa em água varia a pressão hidrostática observada.

4) Densímetro em “u”

Pela figura 3, podemos observar que, ao tomar os pontos A e B como marcados na figura, temos que $h_1 = 13,35 (\pm 0,05) \text{ cm}$ e $h_2 = 16,50 (\pm 0,05) \text{ cm}$.

Figura 11: Densímetro em U.



Fonte: Autores.

Sabemos que o líquido azul é a água, que tem densidade de aproximadamente $0,9665 (\pm 0,0001) \text{ g/cm}^3$. Aplicando a equação (7):

$$d_1 h_1 = d_2 h_2$$

Podemos descobrir a densidade do líquido desconhecido:

$$d_2 = \frac{d_1 h_1}{h_2}$$

Com isso, temos $d_2 = 0,782 (\pm 0,003) \text{ kg/m}^3$.

Por ser uma densidade menor que a da água e serem fluidos que não se misturam, de modo que o fluido desconhecido não pode ser álcool etanol, podemos assumir que o líquido desconhecido é algum tipo de óleo, já que suas densidades variam entre $0,70 \text{ g/cm}^3$ e $0,95 \text{ g/cm}^3$.

5 CONCLUSÃO

Após realizarmos os experimentos, e considerarmos seus resultados efetivos frente às previsões teóricas, podemos concluir que todas as demonstrações realizadas apresentaram comportamento de acordo com o previsto pela literatura disponível. Os princípios da hidrostática e as leis sobre o comportamento de fluidos (líquidos e gases), os quais foram mencionados e detalhados na introdução dos experimentos, tiveram sua validade verificada por meio dos experimentos realizados.

Os discos de Magdeburg ilustram como a pressão atmosférica age sobre áreas de superfície, exercendo pressão, e força, sobre estas. O experimento no qual as pressões de dentro e de fora do

recipiente são equilibradas ilustra uma situação de equilíbrio, na qual a força resultante é zero, e portanto impede a água de cair. E também vemos como este equilíbrio pode ser perturbado, ao aumentarmos sua pressão interna de forma desigual, de modo que o sistema logo mais não se encontra em equilíbrio.

O experimento no qual foi utilizado o manômetro ilustra a influência da pressão atmosférica sobre um sistema fluido e como a pressão hidrostática está diretamente relacionada à altura da coluna líquida. Por último, vimos como a Lei de Stevin age sobre dois vasos ligados um ao outro; determinando que dois pontos a uma mesma altura sempre estejam sujeitos à mesma pressão.

Para futuras investigações, seria interessante explorar experimentos que analisem a influência de diferentes variáveis na pressão hidrostática e atmosférica. Por exemplo, poderíamos investigar o impacto de fluidos com diferentes densidades no comportamento do manômetro e na variação da coluna líquida, aprofundando a aplicação da equação de Stevin em situações mais complexas. Além disso, experimentos envolvendo recipientes de formatos variados poderiam demonstrar como a geometria afeta a distribuição da pressão nos fluidos, complementando o estudo dos vasos comunicantes. Outra possibilidade seria a análise da pressão em sistemas dinâmicos, onde ocorrem fluxos de líquidos e gases, para verificar como a hidrodinâmica influencia a estabilidade e o equilíbrio dos sistemas.

REFERÊNCIAS

NUSSENZVEIG, Moysés. Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2012.

Isometric pull-push strengths in workspace. Pubmed, 2004. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15028193/>

Acesso em: 30 mar. 2025.

Propagação de incertezas. Crepaldi, 2019. Disponível em:

<https://fap.if.usp.br/~crepaldi/posts/experimental%20physics/propagacao-de-incertezas.html>

Roteiro de Cálculo de Incertezas Análise de Experimentos Virtuais. IFUSP, 2015. Disponível em:

http://www.fep.if.usp.br/~fisfoto/guias/roteiro_incertezas_2015.pdf