



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB

LUCAS KAUAN DE OLIVEIRA GOMES BRANDÃO

SISTEMATIZAÇÃO 01

Brasília
2025

LUCAS KAUAN DE OLIVEIRA GOMES BRANDÃO

SISTEMATIZAÇÃO 01

Trabalho apresentado a Centro Universitário de Brasília como requisito para conclusão do curso de Engenharia de Software.

Orientador: ROMES HERIBERTO PIRES DE ARAUJO

Brasília
2025

LUCAS KAUAN DE OLIVEIRA GOMES BRANDÃO

SISTEMATIZAÇÃO 01

Trabalho apresentado a Centro Universitário de Brasília como requisito para conclusão do curso de Engenharia de Software.

Brasília, 12 de Abril de 2025

BANCA EXAMINADORA

ROMES HERIBERTO PIRES DE ARAUJO
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB

RESUMO

Este trabalho apresenta um experimento baseado em simulações da plataforma PhET, com o objetivo de analisar a relação entre massa, volume e densidade, e como esses fatores influenciam na flutuabilidade de diferentes materiais na água. A metodologia consistiu na manipulação controlada de variáveis como massa e volume de objetos cúbicos, avaliando os efeitos sobre a densidade e o comportamento dos corpos no meio líquido. Os resultados obtidos confirmam que a densidade relativa entre objeto e fluido determina se ele irá afundar, flutuar ou permanecer em equilíbrio, em conformidade com o Princípio de Arquimedes. A simulação demonstrou que, para uma mesma massa, um maior volume reduz a densidade e favorece a flutuação; e que, para volumes constantes, o aumento da massa eleva a densidade, levando ao afundamento. O estudo reforça a importância da densidade como variável determinante na flutuabilidade e valida conceitos clássicos da física por meio de um ambiente virtual controlado.

Palavras-chave: Densidade. Flutuabilidade. Massa. Volume. Princípio de Arquimedes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 — Experimento Massas Iguais Reduzidas	11
Imagem 2 — Experimento Massas Iguais (5 KG)	11
Imagem 3 — Experimento Volumes Iguais Reduzidos	12
Imagem 4 — Experimento Volumes Iguais (5,9L)	12
Imagem 5 — Experimento Densidades	13
Imagem 6 — Experimento Densidades em Equilíbrio	13

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	Objetivo e Hipótese	6
1.2	Conhecimento Relevante	7
1.2.1	Princípio de Arquimedes:	7
1.2.2	Evidências Empíricas:	7
1.2.3	Validação experimental prévia:	8
2	METODOLOGIA EXPERIMENTAL	9
2.1	Variável Resposta	9
2.2	Variáveis Explicativas	9
2.3	Fatores Nuisance	9
2.4	Interações	10
2.5	Restrições do Experimento	10
2.6	Desenho Experimental	10
3	COLETA E APRESENTAÇÃO DE DADOS	11
3.1	Massas iguais, Volumes diferentes e como p varia V:	11
3.2	Volumes iguais, massas diferentes e como p se relaciona com M:	12
3.3	Densidade do Objeto em Relação ao Líquido:	13
3.4	Análise dos Dados:	13
4	EXPERIMENTO PILOTO	15
5	CONCLUSÃO	16
	Referências	17

1 INTRODUÇÃO

Compreender os fatores que determinam a flutuação ou o afundamento de objetos em fluidos é essencial para diversas áreas da ciência e da engenharia. Dentre esses fatores, destacam-se a massa, o volume e, principalmente, a densidade dos corpos em relação ao meio. A densidade é uma propriedade intensiva da matéria, definida como a razão entre massa e volume. Este trabalho propõe-se a investigar, por meio de simulações realizadas na plataforma PhET, como diferentes combinações de massa e volume influenciam a densidade dos objetos e, consequentemente, sua flutuabilidade na água. O experimento baseia-se no Princípio de Arquimedes, segundo o qual todo corpo imerso total ou parcialmente em um fluido sofre uma força de empuxo igual ao peso do fluido deslocado. Por meio da análise de situações com massas e volumes constantes e variáveis, busca-se compreender as condições nas quais os corpos flutuam, afundam ou permanecem em equilíbrio no fluido, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento físico sobre a interação entre matéria e meio líquido.

1.1 Objetivo e Hipótese

O objetivo do experimento é estudar a relação entre massa, volume e densidade de diferentes materiais e os efeitos que esses fatores têm na capacidade de um objeto flutuar na água. Dentre os objetivos específicos, destaca-se a análise de casos de densidades diferentes e massas iguais, onde, mantendo-se a massa constante, um aumento de volume leva a uma diminuição de densidade, por exemplo um balão de 1 kg em comparação com uma barra metálica de mesma massa. Há também casos em que o volume é o mesmo, mas a densidade é diferente. Quanto maior a massa, maior a densidade, como um bloco de madeira e um bloco de chumbo do mesmo tamanho. Além disso, quando um objeto tem a mesma densidade da água, ele flutuará no líquido porque a força de empuxo é igual ao seu peso.

As hipóteses testadas abrangem: objetos de massas equivalentes, porém com volumes distintos, nos quais o objeto mais denso flutuará por causa da densidade inferior; objetos de volumes iguais, porém com massas distintas, nos quais o objeto mais pesado afundará devido à densidade superior; e, finalmente, objetos com densidade igual à da água, que se manterão em equilíbrio, sem afundar ou flutuar completamente.

1.2 Conhecimento Relevante

A densidade de um objeto é uma característica intensiva da matéria, medida pela relação entre a sua massa (em gramas, por exemplo) e o seu volume (em centímetros cúbicos, litros, etc.), de acordo com a seguinte fórmula:

$$\rho = M/V$$

Onde:

- ρ é a densidade (g/cm³ ou kg/m³),
- M é a massa (kg ou g),
- V é o volume (m³ ou cm³).

Em condições ambientais, a densidade da água é de cerca de 1 g/cm³. Isso implica que qualquer objeto de densidade inferior a essa tende a flutuar, enquanto aqueles com densidade superior tendem a afundar.

1.2.1 Princípio de Arquimedes:

O Princípio de Arquimedes constitui um dos fundamentos da hidrostática, tendo sido proposto pelo matemático e físico grego Arquimedes de Siracusa. Conforme este princípio, "qualquer objeto imerso total ou parcialmente em um fluido é submetido a uma força vertical ascendente, cuja magnitude é igual ao peso do fluido que o corpo está deslocando."

Esta força centrífuga age em oposição à força da gravidade. Portanto, ao colocar um objeto na água, ele movimenta um volume específico de líquido. Se a massa do fluido que está sendo deslocado for superior à do objeto, ele flutuará; se for equivalente, o objeto permanecerá em equilíbrio (nem afunda nem sobe); e se for inferior, o objeto afundará.

Este princípio esclarece como os navios de aço conseguem flutuar, mesmo sendo feitos de materiais extremamente densos: o volume total do navio desloca uma grande quantidade de água, produzindo uma força de empuxo capaz de equilibrar seu peso.

1.2.2 Evidências Empíricas:

Já foram conduzidos vários estudos empíricos e experimentos práticos para confirmar a conexão entre densidade e flutuabilidade. Pesquisas conduzidas em laboratório com objetos de variados materiais, tais como madeira, alumínio, ferro e

plástico, indicam que itens de densidade inferior à da água flutuam, enquanto os de maior densidade afundam. Por exemplo, em água doce, blocos de madeira com densidade média de $0,6 \text{ g/cm}^3$ sempre flutuam, enquanto esferas de aço com densidade em torno de $7,8 \text{ g/cm}^3$ tendem a afundar.

1.2.3 Validação experimental prévia:

A densidade relativa dos objetos é que determina a flutuação, e não a sua forma. Isso enfatiza a ideia de que o princípio de Arquimedes é aplicável independentemente do formato geométrico do objeto, desde que a densidade seja comparada à de um fluido.

2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

2.1 Variável Resposta

No experimento, as variáveis autônomas incluem a massa do objeto (M), medida em gramas (g), que será manipulada como variável de entrada; o volume do objeto (V), medido em centímetros cúbicos (cm^3), que será controlado para analisar seu impacto na densidade; e a densidade do objeto (p), medida em gramas por centímetro cúbico (g/cm^3), calculada pela fórmula $p = M/V$, sendo esta a variável principal do estudo. As variáveis sob controle compreendem a densidade do líquido, mantida constante em $1,00 g/cm^3$ (água pura), a força gravitacional fixa em $9,81 m/s^2$, e a temperatura do líquido estabilizada em $25^\circ C$. O principal objetivo do experimento é analisar a densidade do objeto (p), a variável fundamental, a partir da observação de três situações distintas.

2.2 Variáveis Explicativas

Na simulação, a aceleração gravitacional é mantida como uma condição fixa de $9,81 m/s^2$, conforme o ambiente virtual padrão do PhET, garantindo a consistência da força peso ($P = m \times g$) em todos os testes. A temperatura do líquido é considerada constante em $25^\circ C$, o que evita variações na densidade da água por efeitos térmicos. A pressão atmosférica também é mantida em 1 atm, configuração padrão do simulador, eliminando possíveis influências da pressão no comportamento dos fluidos. O tipo de líquido utilizado é exclusivamente água pura, com densidade de $1,00 g/cm^3$, e os objetos empregados na simulação são todos cúbicos, o que elimina interferências da forma no arrasto hidrodinâmico e na determinação do volume deslocado.

2.3 Fatores Nuisance

Alguns fatores não controláveis podem interferir nos resultados obtidos. Entre eles estão a precisão dos instrumentos de medição disponíveis no simulador e as limitações do próprio ambiente virtual, como a ausência de condições ambientais realistas. Para mitigar o impacto desses fatores, será adotada a estratégia de realizar múltiplas repetições dos testes, além de utilizar simulações padronizadas e confiáveis, garantindo maior reprodutibilidade dos dados.

2.4 Interações

A relação entre massa e volume mostra que, para uma massa constante, a densidade é inversamente proporcional ao volume, ou seja, objetos com maior volume tendem a ter densidade menor, o que favorece a flutuação. A densidade do objeto em comparação com a do líquido é determinante para saber se ele irá afundar, flutuar ou permanecer em equilíbrio. Além disso, embora a forma do objeto não influencie diretamente sua capacidade de flutuar, ela pode afetar o volume de fluido deslocado, especialmente quando os objetos não possuem formato cúbico.

2.5 Restrições do Experimento

O simulador opera com uma temperatura fixa de 25°C, o que evita variações térmicas capazes de alterar a densidade da água. Além disso, utiliza exclusivamente objetos com formato cúbico, garantindo que a geometria não interfira nos resultados obtidos.

2.6 Desenho Experimental

O experimento segue um modelo de teste fatorial, utilizando três variáveis independentes distribuídas em diferentes braços experimentais, com o intuito de analisar separadamente os efeitos de massa, volume e densidade sobre a flutuabilidade.

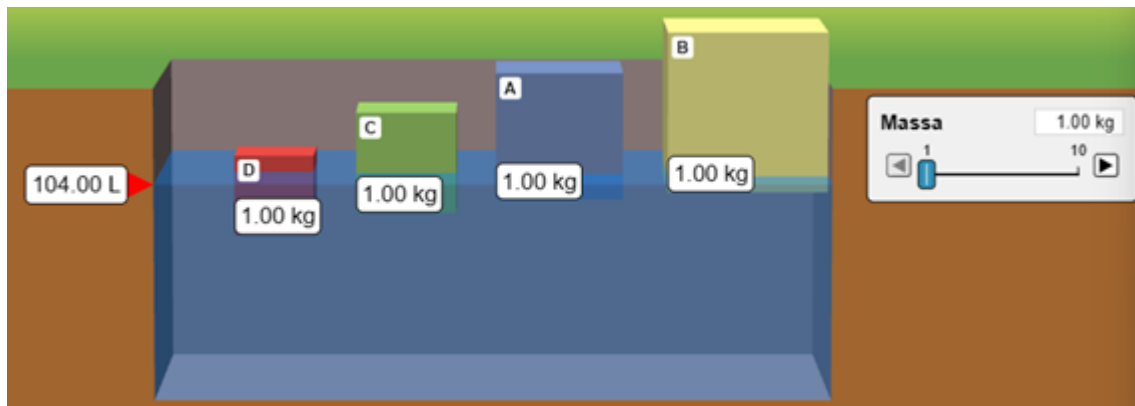
No Braço 1, são utilizados objetos com a mesma massa, mas volumes distintos, permitindo investigar de que forma o volume influencia na densidade. O Braço 2 mantém o volume constante e varia as massas, buscando compreender o impacto da massa na densidade do objeto. Já o Braço 3 foca em situações em que a densidade do objeto é igual à do líquido, com o objetivo de observar as condições de equilíbrio, quando o objeto permanece parcialmente submerso sem afundar ou flutuar por completo.

Essa estrutura experimental facilita a identificação dos efeitos isolados de cada variável e permite a análise de cenários-limite, como o ponto de equilíbrio entre força de empuxo e peso.

3 COLETA E APRESENTAÇÃO DE DADOS

3.1 Massas iguais, Volumes diferentes e como p varia V :

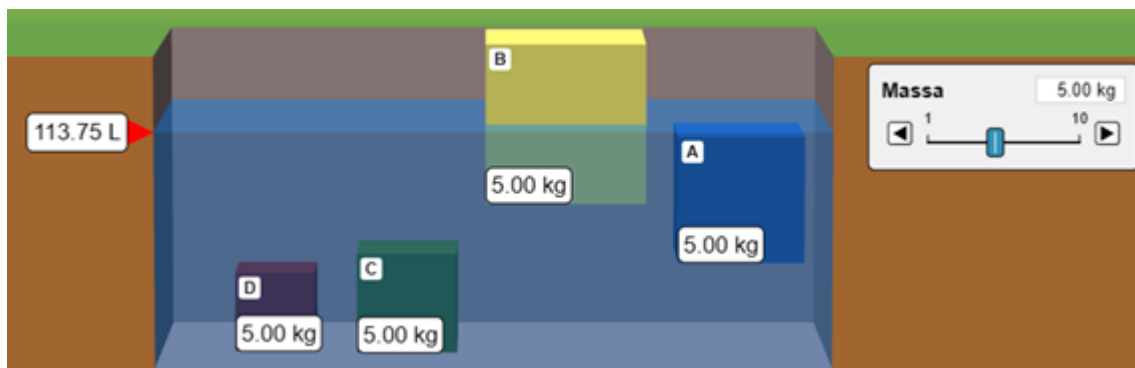
Imagem 1 — Experimento Massas Iguais Reduzidas



Fonte: PHET (2025).

A imagem acima representa uma etapa do experimento em que a massa de todos os objetos é reduzida ao mínimo, permitindo que todos flutuem. No entanto, eles ainda apresentam volumes diferentes entre si.

Imagem 2 — Experimento Massas Iguais (5 KG)

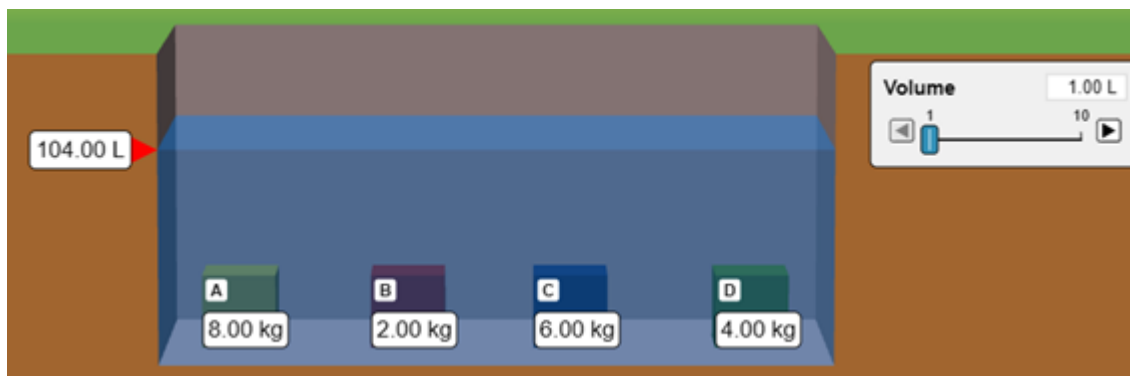


Fonte: PHET (2025).

A imagem acima representa uma etapa do experimento em que a massa de todos os objetos foram alteradas para 5 kg. Observa-se que o cubo B flutua, devido o seu volume ser superior que sua massa, enquanto os outros cubos afundam devido à sua massa ser superior que o seu volume.

3.2 Volumes iguais, massas diferentes e como ρ se relaciona com M :

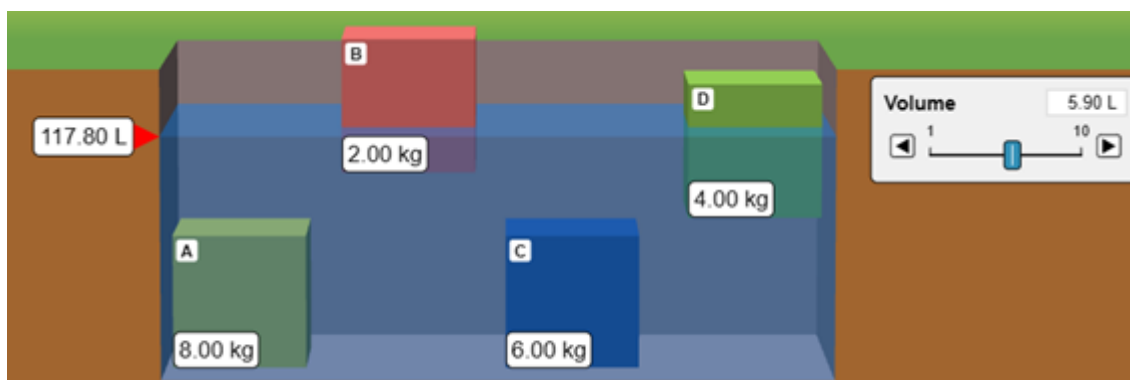
Imagem 3 — Experimento Volumes Iguais Reduzidos



Fonte: PHET (2025).

A imagem acima representa uma etapa do experimento em que o volume de todos os objetos é reduzida ao mínimo. No entanto, suas massas são maiores que os seus volumes, resultando no afundamento de todos objetos.

Imagem 4 — Experimento Volumes Iguais (5,9L)

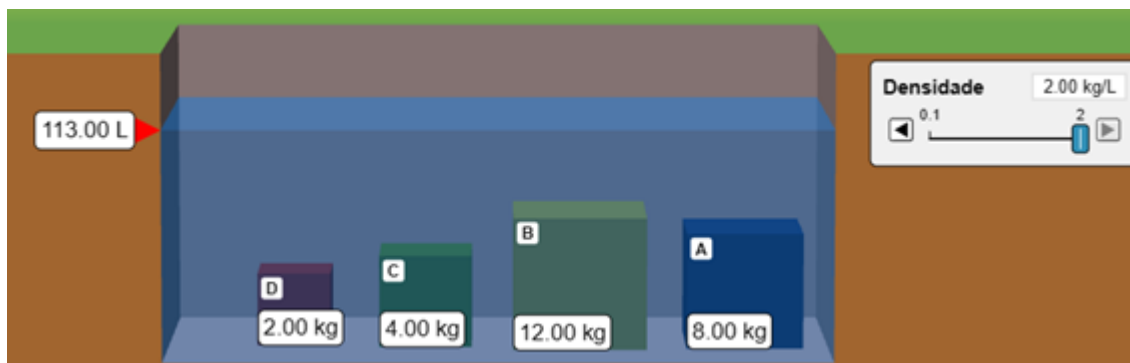


Fonte: PHET (2025).

A imagem acima representa uma etapa do experimento em que o volume de todos os objetos foram alteradas para 5,90 L. Observa-se que o cubo B e o cubo D flutua, devido o seu volume ser superior que sua massa, enquanto os outros cubos afundam devido à sua massa ser superior que o seu volume. Conclui-se que os dois blocos que estão submersos são mais densos do que os que estão boiando.

3.3 Densidade do Objeto em Relação ao Líquido:

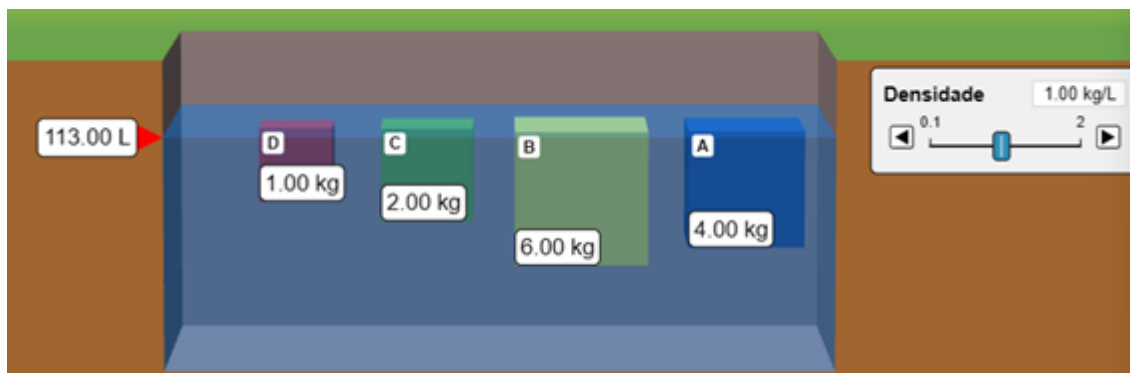
Imagem 5 — Experimento Densidades



Fonte: PHET (2025).

Na imagem acima, observa-se que a densidade da água é menor do que a densidade dos blocos, o que faz com que eles afundem. No entanto, quando a densidade dos blocos é inferior da densidade da água ($1,00 \text{ g/cm}^3$), os blocos flutuam.

Imagem 6 — Experimento Densidades em Equilíbrio



Fonte: PHET (2025).

Na imagem acima, a densidade dos blocos é igual à densidade da água, e é possível observar que eles permanecem em equilíbrio, sem afundar totalmente nem flutuar na superfície.

3.4 Análise dos Dados:

Os dados obtidos no experimento demonstraram que a flutuação ou submersão dos objetos está diretamente relacionada à densidade do objeto em

comparação com a do fluido. Por exemplo, um objeto com 100 g de massa e 200 cm³ de volume flutua, enquanto outro objeto com a mesma massa, mas volume de 50 cm³, afunda, já que sua densidade é maior.

Objetos mais pesados, como um cubo de 180 g com volume de 60 cm³, tendem a afundar. No entanto, um cubo com o mesmo volume, mas massa menor, como 60 g, consegue flutuar. Quando a densidade do objeto é ajustada para se igualar à densidade do líquido, ele permanece em equilíbrio dentro da água, sem subir nem afundar, confirmando o que é previsto pelo Princípio de Arquimedes.

4 EXPERIMENTO PILOTO

Este experimento piloto, realizado por meio do simulador PhET, teve como objetivo analisar a relação entre massa, volume e densidade de objetos, e como essas variáveis afetam sua flutuabilidade em água. Diversas etapas foram simuladas, variando massa e volume dos blocos, com o líquido mantido constante (água pura, $1,00 \text{ g/cm}^3$). Foram observadas situações em que:

- Objetos com menor densidade que a água flutuaram.
- Objetos com densidade superior afundaram.
- Objetos com densidade igual à da água permaneceram em equilíbrio, nem afundando nem emergindo.

Os resultados confirmam que a densidade relativa é o fator decisivo para o comportamento dos corpos em meio líquido, como previsto pelo Princípio de Arquimedes. A simulação mostrou-se eficaz para ilustrar os conceitos físicos de forma clara e controlada.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos por meio da simulação evidenciam que a densidade é o fator determinante para a flutuabilidade dos objetos. Observou-se que, quando a densidade do objeto é inferior à da água, ele flutua; quando é igual, o objeto permanece em equilíbrio; e quando é superior, afunda. A análise dos três braços experimentais confirmou as hipóteses iniciais, demonstrando que a variação do volume e da massa, isoladamente, altera significativamente a densidade dos corpos. O experimento também evidenciou que a forma geométrica dos objetos não interfere na flutuabilidade quando o volume é mantido constante, destacando a validade do Princípio de Arquimedes. Assim, conclui-se que a plataforma PhET é uma ferramenta eficaz para o ensino e compreensão de conceitos fundamentais da física, permitindo a observação e manipulação de variáveis que, em ambientes reais, seriam mais difíceis de controlar com precisão.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO NOVAIS, Stéfano Araújo Novais. **Densidade: o que é, fórmula, unidade de medida - Brasil Escola**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/densidade.htm>. Acesso em: 12 abr. 2025.

DENSIDADE: o dilema da densidade: como afeta flutuando. FasterCapital. 2024. Disponível em: <https://fastercapital.com/pt/contente/Densidade--o-dilema-da-densidade--como-afeta-flutuando.html>. Acesso em: 12 abr. 2025.

DIAS, Fabiana. **Densidade - Física Enem**. Educa + Brasil. 2019. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/densidade>. Acesso em: 12 abr. 2025.