

O DESTINO DO CALOR: MÉTODOS EFICAZES PARA CONSERVÁ-LO

Bernardo Miolo, Gabriel Pasini Dal Pizzol, Pietro P. Gioelli, Tiago Cassol Severo, Colégio Scalabriniano Nossa Senhora Medianeira

RESUMO: Este artigo apresenta a influência da cor externa de garrafas térmicas na taxa de perda de calor de líquidos, fundamentando-se nos mecanismos de transferência térmica: condução, convecção e irradiação. O objetivo foi determinar se as diferenças nas propriedades de emissividade associadas à cor resultam em taxas de resfriamento distintas. A metodologia empregou um experimento prático com água a 348K (75°C) em ampolas pintadas de azul, vermelho e verde, com medições de temperatura realizadas em intervalos de 5 minutos por 25 minutos, em ambiente controlado e sem incidência solar direta. Os resultados demonstraram que o resfriamento foi linear e quase insignificante, concluindo-se que, nas condições experimentais estabelecidas, isolamento por cortiça e ausência de radiação solar, a cor da superfície não interfere significativamente na capacidade de conservação térmica do recipiente.

Palavras-Chave: Transferência de Calor, Garrafa Térmica, Cor Externa, Eficiência Térmica, Radiação, Convecção, Condução.

ABSTRACT: This article presents the influence of the external color of thermal flasks on the heat loss rate of liquids, based on the mechanisms of thermal transfer: conduction, convection, and radiation. The objective was to determine whether differences in emissivity properties associated with color result in distinct cooling rates. The methodology employed a practical experiment with water at 348K (75°C) in ampoules painted blue, red, and green, with temperature measurements taken at 5-minute intervals for 25 minutes, in a controlled environment without direct solar incidence. The results demonstrated that the cooling was linear and insignificant, concluding that, under the established experimental conditions, cork insulation and absence of solar radiation, the surface color does not significantly interfere with the thermal conservation capacity of the container.

Keywords: Heat Transfer, Thermal Flask, External Color, Thermal Efficiency, Radiation, Convection, Conduction.

INTRODUÇÃO

A conservação da temperatura em líquidos é um tema explorado na Física, especialmente no estudo dos mecanismos de transferência de calor: condução, convecção e irradiação. A condução ocorre quando o calor é transferido diretamente entre materiais em contato; a convecção envolve o movimento de fluidos, como o ar ao redor da garrafa; e a irradiação refere-se à emissão de energia térmica na forma de ondas eletromagnéticas. Esses conceitos são fundamentais para compreender o funcionamento das garrafas térmicas, cujo objetivo é manter a temperatura do conteúdo interno por mais tempo, minimizando as perdas de calor.

Além de promover o aprendizado prático sobre conceitos de termodinâmica, este estudo dialoga com a ODS 4 – Educação de Qualidade, integrante da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), a qual estabelece como objetivo “assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos”. Essa meta reconhece a educação como um direito humano fundamental e uma condição indispensável para o desenvolvimento sustentável.

A proposta contribui para a ODS 4 ao incentivar uma abordagem investigativa e experimental no ensino de Ciências, promovendo o pensamento crítico e a aplicação do conhecimento científico em situações cotidianas. Isso se relaciona diretamente com o conteúdo de condução, convecção e irradiação, e que pode ser observado em fenômenos simples do dia a dia.

Este projeto tem como objetivo geral analisar a perda de calor de líquidos armazenados em garrafas térmicas. De forma específica, busca-se investigar se a cor externa influencia a capacidade de conservação térmica desses recipientes, determinando sua eficiência na manutenção da temperatura. Parte-se da hipótese de que determinadas cores possam reduzir a perda de calor por meio dos três mecanismos de transferência térmica — condução, convecção e radiação —, tornando as garrafas mais eficazes na conservação do calor.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A conservação de temperatura é uma questão crucial no desenvolvimento de sistemas térmicos eficientes, especialmente quando se trata de garrafas térmicas. Estes dispositivos têm como principal função minimizar a troca de calor entre o conteúdo interno e o ambiente externo, mantendo líquidos quentes ou frios por um período mais longo. A eficiência dessas garrafas depende de diversos fatores, sendo a cor externa um elemento fundamental na determinação de sua performance térmica.

A transferência de calor está relacionada ao estudo de vários fenômenos que envolvem mudanças de temperatura na vida diária, fenômenos que indicam suas causas ou efeitos. Neste caso, uma garrafa térmica é uma espécie de recipiente, que é feito de um corpo externo (tanque) ou de uma garrafa de diferentes materiais (como plástico, aço inoxidável), e o interior é composto por ampolas, que são pequenos tubos de vidro, plástico ou metal (geralmente de vidro). Essas garrafas são muito utilizadas no dia a dia das pessoas para proteger a temperatura das bebidas, quentes e frias, e possuem diferentes capacidades e diferentes sistemas de armazenamento (CAMPOS, 2020).

A condução de calor é uma forma de transferir energia sem transferir matéria. Sob a ação da diferença de temperatura, o calor é transmitido por meio de agitação molecular e impacto entre o meio material. Por esse motivo, as moléculas só podem ocorrer por meio de meios materiais (sólido e fluido) e não acontecerá no vácuo. A condutividade térmica é uma propriedade física dos materiais. Quanto maior for o seu valor, melhor será o condutor do material. Materiais de baixo valor a condutividade térmica são chamadas de isolante térmico. Não existe um isolador térmico perfeito, assim como não existe um isolador elétrico perfeito, materiais com altos valores de condutividade térmica são chamados de condutores térmicos. A condução de calor também pode ocorrer por contato físico, desde que estejam conectados entre si, os sólidos trocam calor entre si (OLIVEIRA, 2018).

Segundo Mello (2016), a transferência de calor por convecção é um processo comum em gases e líquidos, ocorrendo entre o fluido em movimento e superfícies com diferentes temperaturas, envolvendo tanto o movimento molecular aleatório quanto o movimento global do fluido.

Já para Pellegrini (2019), a convecção consiste na condução de calor em um fluido em movimento. Nesse processo, além da transferência de energia por condução (translação, rotação e vibração das moléculas), há também transmissão de calor pelo movimento macroscópico do meio. Esse movimento pode ser natural, devido a diferenças de temperatura e densidade que geram flutuabilidade (convecção natural), ou forçado, provocado por forças externas como gradiente de pressão, gravidade ou máquinas (convecção forçada). Mesmo na convecção forçada, ocorre simultaneamente um efeito de convecção natural, não existindo, portanto, convecção forçada pura.

A irradiação térmica é o modo de transferência de calor que pode ocorrer sem meio intermediário, esta é uma maneira que a natureza descobriu para equilibrar a diferença de temperatura de objetos separados por um vácuo. Qualquer objeto acima do valor zero absoluto emitirá radiação, que é atribuída à mudança na configuração eletrônica dos átomos ou moléculas do objeto, nesse caso, a energia é transmitida por ondas eletromagnéticas (ou fótons). A radiação térmica também ocorre entre objetos separados por intervenções, como ar menos eficiente porque o meio absorve, reflete e dispersa alguma energia (PELLEGRINI, 2019).

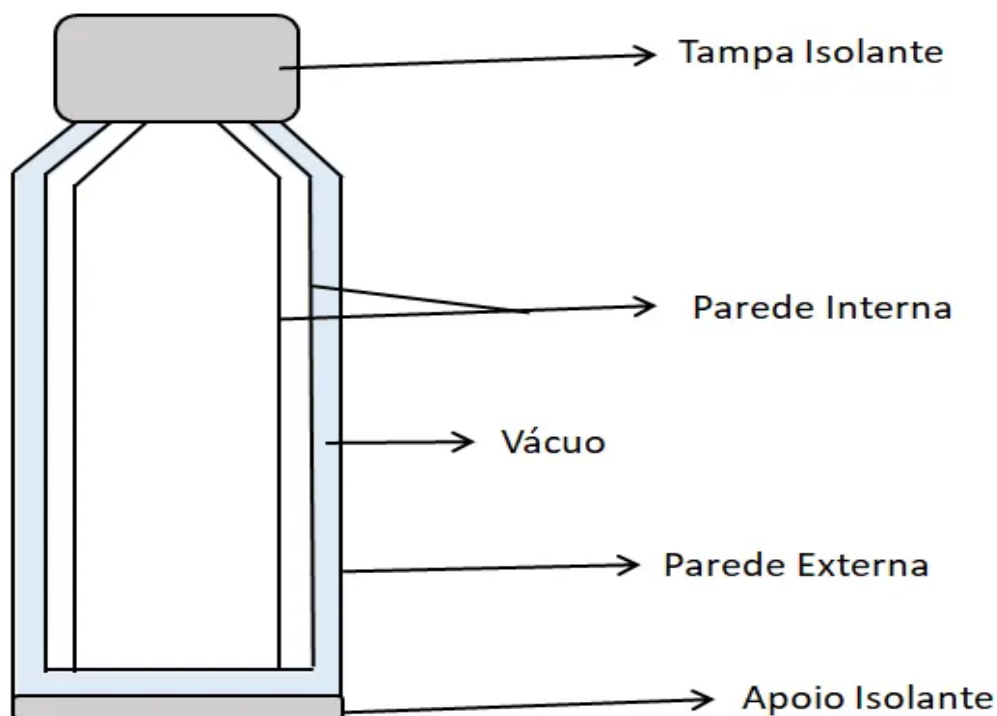
A eficácia das garrafas térmicas em manter a temperatura de líquidos depende de diversos fatores, entre eles o material de construção da tampa e a cor externa. Enquanto a maioria dos estudos sobre garrafas térmicas foca em materiais de baixa condutividade térmica, a influência da cor na eficiência térmica é um campo ainda pouco explorado.

Cores escuras têm maior capacidade de absorver radiação térmica, enquanto cores claras tendem a refletir mais radiação, o que afeta diretamente a troca de calor com o ambiente.

Uma garrafa térmica é um dispositivo construído com o intuito de reduzir ao máximo a troca de energia com o meio externo. Para atingir este objetivo utiliza-se de uma dupla parede espelhada (para evitar troca de calor por irradiação) com vácuo entre elas (para evitar a

convecção). A tampa de uma garrafa térmica é feita com um material de pequena condução térmica (SOUSA, 2017).

Figura 1: Componentes da garrafa térmica.



Fonte: MELO, Pâmela (2016).

METODOLOGIA

O projeto foi realizado por meio de um experimento prático, utilizando uma ampola de garrafa térmica pintada de azul, vermelho e verde, com o objetivo de investigar se a cor externa influencia na perda de temperatura, sem a incidência de sol nas garrafas. Cada garrafa será preenchida com 500 ml de água aquecida a uma temperatura inicial de 348K (75°C). As temperaturas foram medidas em intervalos de 5 minutos, ao longo de 25 minutos, com três testes para cada uma das cores, para garantir precisão, utilizando um termômetro de álcool para medir a temperatura.

Figuras 2, 3, 4: Garrafas pintadas de diferentes cores utilizadas no experimento.

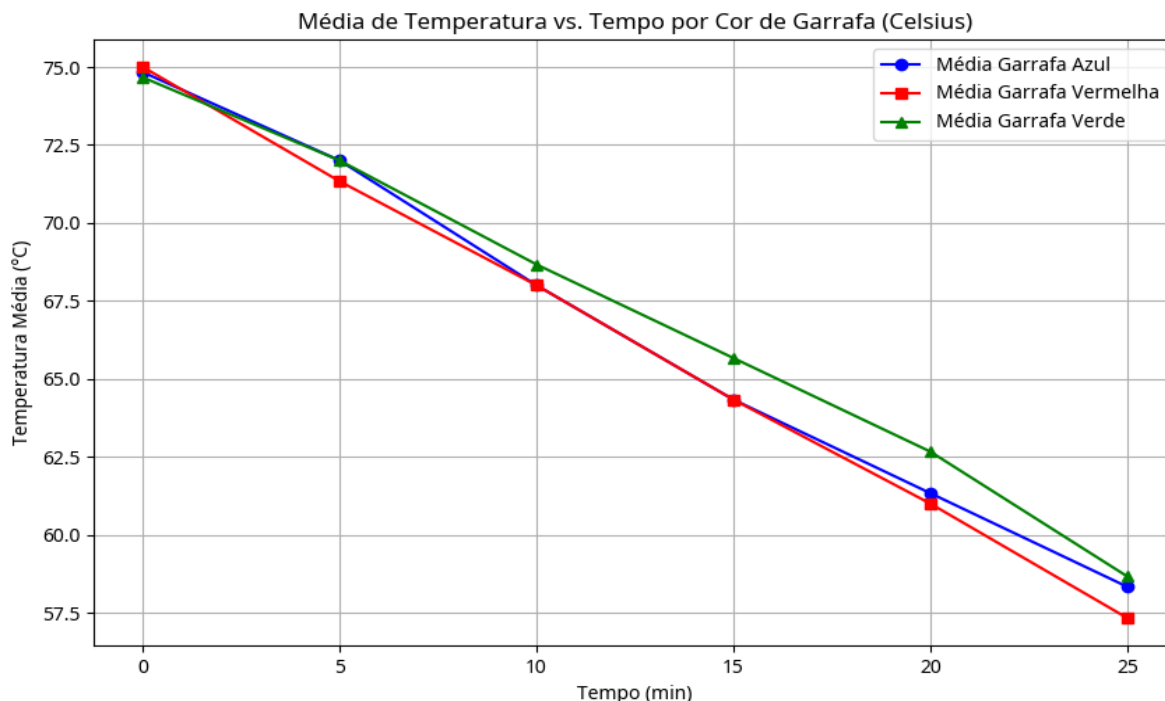


Fonte: Autores (2025)

RESULTADOS E ANÁLISES

O experimento visou comparar a taxa de perda de calor em garrafas de cores diferentes (Azul, Vermelha e Verde) ao longo de 25 minutos, em condições de isolamento térmico (tampa de cortiça) e ausência de radiação solar.

Figura 5: Gráfico da variação de temperatura pelo tempo.



Fonte: Autores (2025)

Com base nas informações retiradas do experimento, foi elaborado um gráfico (imagem) com a média dos três testes realizados para cada uma das cores, com o objetivo de reuni-los em um único local para facilitar a compreensão dos dados. Os resultados, apresentados no gráfico de média de temperatura ao longo do tempo, demonstram que, embora todas as garrafas tenham iniciado o processo de resfriamento com uma temperatura inicial padrão (aproximadamente 75,0 °C), todos os resultados são semelhantes, e não houve variação significativa entre eles. Assim, a cor da garrafa não influenciou a taxa de perda de calor para o ambiente. Apesar de fornecer dados claros sobre a taxa de resfriamento em diferentes cores de garrafa, o presente estudo possui limitações inerentes ao seu desenho experimental. A principal limitação reside no fato de o experimento ter sido conduzido sem a ação direta do sol, por ser uma variável que não pode ser controlada por ação antrópica, focando apenas na perda de calor por radiação e convecção para o ambiente. Isso restringe a aplicabilidade dos resultados a cenários em que a absorção de radiação solar seja o fator dominante.

CONCLUSÕES

O estudo investigou a influência da cor da superfície na taxa de resfriamento de garrafas em um ambiente isolado e sem a ação direta da radiação solar. O objetivo foi determinar se as diferenças nas propriedades de emissividade térmica associadas à cor resultam em taxas de perda de calor distintas.

Os resultados demonstraram que todas as garrafas apresentaram um resfriamento praticamente linear e insignificante. Por conta disso, conclui-se que, nas condições controladas

do experimento (ausência de sol e isolamento com cortiça), a cor da garrafa não interfere significativamente na taxa de perda de calor do recipiente.

Para pesquisas futuras, pode-se realizar um experimento no qual a variável estudada seja o material da garrafa (seja da tampa ou da estrutura do recipiente).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao colega João Pedro Valenti pelo auxílio na gravação e confecção dos vídeos que acompanharam o trabalho. Por fim, expressam seus agradecimentos ao Colégio Nossa Senhora Medianeira, de Bento Gonçalves, pelo suporte e pela infraestrutura disponibilizada para a realização das pesquisas e também a todos outros envolvidos no processo de confecção do artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fonte: BRASIL. Organização das Nações Unidas no Brasil. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4: Educação de qualidade. Brasília: ONU Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/4>. Acesso em: 26 ago. 2025.

Çengel, Y. A. (2006). *Transferência de Calor* (7ª ed.). McGraw-Hill.

SILVA, Mateus Teodoro Santos. TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM COPOS TÉRMICOS: um estudo de caso do copo Stanley®. 2022.

SCHERRER, Thaís M.; GUIMARÃES-FILHO, Zwinglio O. Estudando a perda de energia de uma garrafa térmica. **Atas do XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, v. 25.

DIEFNTHÄLE, Andressa Tais; AVI, Peterson Cleyton. Determinação da curva de resfriamento da água em ampolas de garrafas térmicas. *Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão*, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 2, p. 31-40, jan./jun. 2016 [2017]. Disponível em: <https://revistas.ifpr.edu.br/index.php/mundietg/article/view/866>. Acesso em: 10 nov. 2025.

MICHELENA, Juleane Boeira. Física térmica: uma abordagem histórica e experimental. 2008. 193 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/15607>. Acesso em: 10 nov. 2025.

MELO, Pâmella Raphaella. *Garrafa térmica: o que é, como funciona*. Mundo Educação, UOL. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/garrafa-termica-estufa.htm>. Acesso em: 17 nov. 2025.