

Hidrocarbonetos como isolantes térmicos: estudo sobre o fenômeno de resfriamento

Maria Luiza Valduga, Sophia Da Campo Olbrisch e Valentina Franceschina Fronza. Professor Tiago Cassol Severo. Colégio Scalabriniano Nossa Senhora Medianeira

RESUMO: O projeto investiga como diferentes tipos de hidrocarbonetos — como óleo corporal, óleo de cozinha e gasolina — podem atuar como isolantes térmicos, ajudando a reduzir a perda de calor da água. A pesquisa foi feita aquecendo a água e cobrindo sua superfície com esses óleos para medir qual deles retardava mais o resfriamento. Os resultados mostraram que o óleo corporal foi o mais eficiente, pois formou uma camada estável que diminuiu a troca de calor com o ambiente, enquanto a gasolina teve o pior desempenho por ser mais volátil. O estudo conclui que certos hidrocarbonetos podem ser usados de forma simples e barata para manter líquidos aquecidos por mais tempo.

Palavras-Chave: Artigo; Resumo; Projeto; Feira de Ideias; Hidrocarbonetos; Resfriamento.

ABSTRACT: The project investigates how different types of hydrocarbons — such as body oil, cooking oil, and gasoline — can act as thermal insulators, helping to reduce heat loss from water. The research involved heating water and covering its surface with these oils to measure which one slowed down cooling the most. The results showed that body oil was the most efficient, as it formed a stable layer that reduced heat exchange with the environment, while gasoline performed the worst due to its high volatility. The study concludes that certain hydrocarbons can be used in a simple and inexpensive way to keep liquids warm for longer.

Keywords: Article; Abstract; Project; Hydrocarbons; Cooling.

INTRODUÇÃO

O trabalho tem como objetivo investigar a eficácia de diferentes hidrocarbonetos como isolantes térmicos, analisando como suas propriedades físico-químicas impactam a taxa de resfriamento de líquidos. A eficiência no controle térmico é um desafio crucial em diversas áreas, e a exploração do potencial isolante de materiais amplamente disponíveis, como os hidrocarbonetos, torna-se de grande relevância. O problema central da pesquisa é entender como as propriedades de diferentes hidrocarbonetos influenciam sua capacidade de atuar como isolantes térmicos e a aplicabilidade prática desses conhecimentos.

Os hidrocarbonetos, compostos orgânicos formados exclusivamente por carbono e hidrogênio, são conhecidos por sua versatilidade. Suas propriedades, como a baixa condutividade térmica e a natureza apolar, sugerem um potencial significativo como isolantes. A estrutura molecular desses compostos, com ligações covalentes fortes e ausência de cargas elétricas que facilitem a condução de calor, contribui para essa capacidade. Ao formar uma camada superficial sobre líquidos aquecidos, eles podem reduzir a taxa de troca térmica com o ambiente, retardando o resfriamento.

Este projeto alinha-se diretamente com os “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)” da “Organização das Nações Unidas (ONU)”, em particular com o “ODS 4: Educação de Qualidade”. Ao promover o ensino experimental e investigativo, o estudo busca capacitar-nos a compreender e aplicar conceitos científicos complexos, como a transferência de calor e as propriedades dos materiais, em situações do cotidiano. A abordagem prática e contextualizada incentiva o desenvolvimento de habilidades científicas essenciais, como a formulação de hipóteses, a coleta e interpretação de dados, e a resolução de problemas reais.

Assim, temos como objetivo geral avaliar a eficiência desses compostos, analisando seu impacto na taxa de resfriamento de líquidos presentes no cotidiano. Dentro disso, os objetivos específicos incluem: A investigação da relação entre a estrutura molecular dos hidrocarbonetos e sua condutividade térmica; Comparar a capacidade de retenção de calor de diferentes óleos (mineral, vegetal e de motor) em um sistema controlado; Analisar os dados experimentais para determinar qual hidrocarboneto apresenta a maior eficiência como isolante térmico; Correlacionar os resultados com os princípios teóricos da transferência de calor.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os hidrocarbonetos são uma classe fundamental de compostos orgânicos. Sua estrutura molecular varia desde cadeias simples e lineares até anéis complexos, o que lhes confere uma vasta gama de propriedades físicas e químicas. A natureza apolar da maioria dos hidrocarbonetos, resultante da eletronegatividade similar entre carbono e hidrogênio e da distribuição simétrica de elétrons, é um fator crucial para suas características térmicas. Essa apolaridade implica em forças intermoleculares fracas, o que se reflete em baixos pontos de ebulição e fusão para hidrocarbonetos de menor massa molar.

A condução de calor é um dos principais mecanismos de transferência de energia térmica, ocorrendo através da vibração e colisão de átomos e moléculas em um material. Em sólidos, ela se dá principalmente pela vibração da rede cristalina e pelo movimento de elétrons livres. Em líquidos e gases, a transferência de calor por condução é resultado da colisão entre moléculas com diferentes energias cinéticas. Materiais com baixa condutividade térmica são considerados isolantes, pois dificultam o fluxo de calor através de sua estrutura.

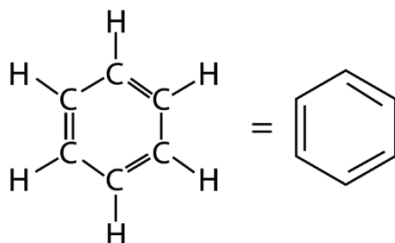
No contexto dos hidrocarbonetos, sua capacidade de atuar como isolantes térmicos está intrinsecamente ligada à sua estrutura molecular e às interações intermoleculares. A baixa condutividade térmica dos hidrocarbonetos líquidos e gasosos deve-se, em grande parte, à sua natureza apolar e às fracas forças de atração entre as moléculas. Isso limita a eficiência da transferência de energia cinética de uma molécula para outra por colisão. Além disso, a ausência de elétrons livres, como ocorre em metais, impede a condução eletrônica de calor, que é um mecanismo altamente eficiente em materiais condutores.

Para compreender o comportamento dos hidrocarbonetos como isolantes térmicos, é fundamental analisar algumas de suas propriedades físico-químicas, como polaridade, densidade, viscosidade e calor latente de vaporização. A polaridade, por exemplo, é crucial para sua baixa condutividade térmica, pois a ausência de dipolos – dois polos de carga ou polaridade opostas e de mesma magnitude, separados por uma pequena distância - permanentes ou induzidos fortes minimiza as interações que poderiam facilitar a transferência de energia térmica entre as moléculas. A densidade dos hidrocarbonetos é geralmente menor que a da água, o que permite que formem uma camada superficial sobre líquidos aquecidos, atuando como uma barreira física à transferência de calor. A viscosidade, que é a resistência de um fluido ao escoamento, também pode influenciar a capacidade isolante; fluidos mais viscosos tendem a ter menor mobilidade molecular, o que pode impactar a convecção e, em menor grau, a condução. A tese de Chávez Toro (2016) mostra que os hidrocarbonetos estudados possuem viscosidades líquidas na ordem de $88 \text{ a } 150 \times 10^{-6} \text{ kg/ms}$, valores relativamente baixos, mas que ainda contribuem para a formação de uma camada estável. Embora mais relevante para aplicações como refrigerantes, o calor latente de vaporização dos hidrocarbonetos é superior ao de outros fluidos, como o R134a, indicando que eles requerem mais energia para mudar de fase, o que pode ser um fator secundário na redução da perda de calor por evaporação em certas aplicações.

Os hidrocarbonetos podem ser classificados de diversas formas, como alcanos, alcenos, alcinos e aromáticos, dependendo do tipo de ligação entre os átomos de carbono. Cada classe possui características específicas que influenciam suas propriedades térmicas. No contexto do experimento proposto, a análise de óleos como o óleo mineral, óleo de cozinha e óleo de motor é particularmente relevante. O óleo mineral, sendo um hidrocarboneto puro ou uma mistura de hidrocarbonetos leves, tende a ter uma condutividade térmica mais baixa e uma natureza mais apolar, o que o torna um isolante eficaz. O óleo de cozinha, embora também composto por cadeias de carbono e hidrogênio, possui grupos funcionais (ésteres) que o tornam mais polar do que os hidrocarbonetos puros, o que pode influenciar ligeiramente sua capacidade isolante. Já o óleo de motor, uma mistura complexa de hidrocarbonetos e aditivos, é formulado para suportar altas temperaturas e pressões, mantendo suas propriedades lubrificantes e, consequentemente, sua capacidade de isolamento térmico em condições extremas.

A formação de uma camada fina e homogênea de hidrocarboneto sobre a superfície da água é um mecanismo eficaz para reduzir a perda de calor. Essa camada atua como uma barreira física que impede a convecção do ar sobre a superfície da água e reduz a evaporação, dois processos que contribuem significativamente para a perda de calor. A natureza apolar do óleo garante que ele não se misture com a água, mantendo a integridade da camada isolante.

Em suma, a compreensão das propriedades físico-químicas dos hidrocarbonetos, especialmente sua apolaridade, baixa condutividade térmica e capacidade de formar barreiras físicas, é fundamental para explorar seu potencial como isolantes térmicos. A aplicação desses conhecimentos em contextos práticos, não apenas demonstra princípios científicos, mas também oferece esclarecimentos sobre soluções acessíveis para a eficiência térmica.



Benzeno, o principal hidrocarboneto aromático.

Figura 1: Estrutura molecular de hidrocarboneto (benzeno)

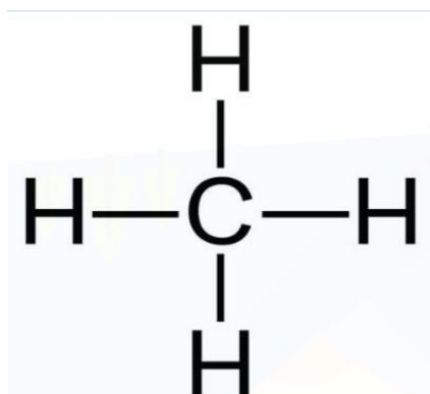


Figura 2: Estrutura molecular de hidrocarboneto em sua forma mais básica

METODOLOGIA

Para a realização do experimento, foi utilizado um procedimento padronizado com o objetivo de comparar a eficiência de diferentes hidrocarbonetos na retenção de calor. Primeiramente, foram aquecidas porções iguais de água até atingirem a temperatura de 70 °C, utilizando um termômetro digital para garantir maior precisão técnica (como mostra na figura 3). A água fervida foi distribuída em quatro recipientes idênticos: um sem adição de óleo (controle) e três contendo, respectivamente, óleo mineral (conforme figura 4), óleo de cozinha (conforme figura 5) e óleo de motor (conforme figura 6), todos aplicados sobre a superfície da água de modo a formar uma camada fina e homogênea. Essa camada, por ser apolar e menos densa que a água, não se mistura e age como uma possível barreira ao resfriamento. Em seguida, os recipientes foram mantidos em ambiente de temperatura controlada e foi medido o tempo necessário, através de um cronômetro, para que a temperatura da água caísse de 70°C para 30 °C, sendo esse o intervalo estabelecido para avaliação da perda de calor.

As medições foram feitas em intervalos regulares de 2 minutos, sempre com o mesmo termômetro, sendo ele limpo entre os usos, e os tempos registrados manualmente para posterior análise. Cada teste foi repetido três vezes por tipo de óleo, permitindo a obtenção de uma média confiável e diminuindo possíveis erros experimentais. Após a coleta dos dados de tempo e temperatura, a perda de calor foi calculada utilizando a fórmula $Q = mc\Delta T$, onde Q é a quantidade de calor perdida, m é a massa da água, c é o calor específico da água e ΔT é a variação de temperatura. Os dados obtidos permitiram a comparação direta entre os diferentes óleos,

revelando qual apresentou maior capacidade de retardar o resfriamento da água e, consequentemente, maior eficiência como isolante térmico.



Figura 3: Medição do termómetro até chegar em 70°C.



Figura 4: Termomômetro com a camada de óleo mineral.



Figura 5: Recipiente com óleo de cozinha, água e termômetro.

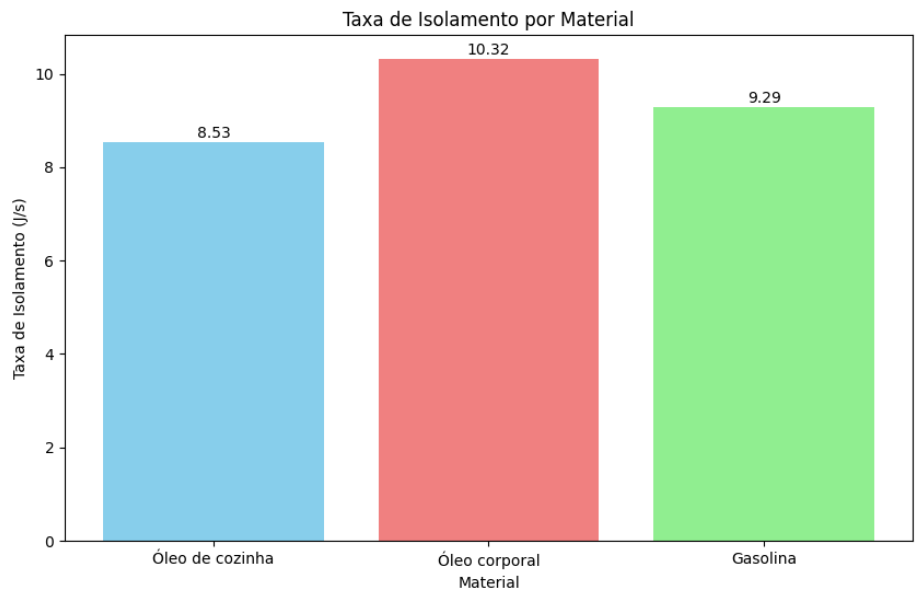


Figura 6: Recipiente heterogêneo com óleo de motor.

RESULTADOS E ANÁLISES

A seguir são apresentados os dados obtidos experimentalmente durante os testes. Os resultados mostram a taxa de isolamento, bem como o tempo de resfriamento em cada tipo de óleo.

Gráfico 01 – Relação entre o tipo de óleo e a taxa de isolamento.



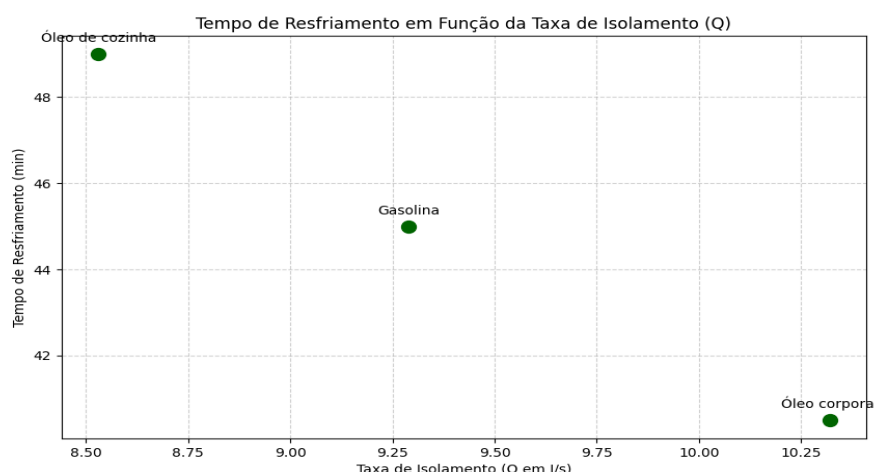
A tabela mostra diferentes dados obtidos através do cálculo: $q = m \cdot c \cdot t$

Tabela 01 - média de tempo de resfriamento.

Material	Tempo (min)
Óleo de cozinha	49 minutos
Óleo corporal	40,5 minutos
Gasolina	45 minutos

Os resultados experimentais evidenciaram que a adição de diferentes hidrocarbonetos sobre a superfície da água interfere diretamente em sua taxa de resfriamento, confirmando a hipótese de que esses compostos atuam como barreiras térmicas eficazes. Entre os hidrocarbonetos analisados, o óleo corporal apresentou o melhor desempenho, registrando a menor taxa de perda de calor (10,32 J/s) e demonstrando, portanto, maior capacidade de isolamento térmico em comparação à gasolina e ao óleo de cozinha.

Gráfico 02: Tempo de resfriamento em função da taxa de isolamento.



CONCLUSÕES

O estudo confirmou que o comportamento pode ser explicado pela viscosidade e composição química do óleo corporal, que formam uma camada mais homogênea e estável sobre a superfície da água, reduzindo a dissipação de calor por convecção e evaporação. A gasolina, por ser mais volátil e menos densa, apresentou a maior taxa de resfriamento, confirmando sua menor eficiência térmica. Já o óleo de cozinha mostrou desempenho intermediário, possivelmente devido à presença de ácidos graxos que contribuem parcialmente para o isolamento.

De modo geral, os resultados reforçam o potencial dos hidrocarbonetos como isolantes térmicos alternativos, especialmente em aplicações simples e de baixo custo, nas quais há interesse em retardar a perda de calor de líquidos. Assim, conclui-se que o uso do óleo corporal se destaca como uma opção eficaz e acessível para reduzir a taxa de resfriamento da água, abrindo espaço para futuras investigações que explorem outros compostos e variáveis, como a espessura da camada, o tipo de óleo e as condições ambientais.

AGRADECIMENTOS

Prezada comunidade do Colégio Scalabriniano Nossa Senhora Medianeira, nosso profundo agradecimento se estende a todos, em especial às famílias, cujo apoio e parceria inestimável foi fundamental para o sucesso e o desenvolvimento integral de cada aluno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHÁVEZ TORO, C. A. **TRANSFERÊNCIA DE CALOR E PERDA DE PRESSÃO DE HIDROCARBONETOS DURANTE A EBULIÇÃO CONVECTIVA EM UM DISSIPADOR DE CALOR BASEADO EM MULTI-MICROCANAIS**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18147/tde-03052017-160433/publico/CA_Chavez_Toro.pdf

BRASIL ESCOLA. **Hidrocarbonetos: nomenclatura, tipos,**

exercícios. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/hidrocarbonetos.htm>

MUNDO EDUCAÇÃO. **Propagação de calor (condução, convecção, irradiação).** Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/radiacao-conducao-conveccao.htm>

TODA MATÉRIA. **Condução Térmica: fundamentos, aplicações e exercícios.** Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/conducao-termica/>

LIMA, L. F. **Análise Térmica Comparativa de Hidrocarbonetos Comerciais com Óleo Obtido da Pirólise de Polietileno para Fins Energéticos.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16265/2/PG_DAME_C_2018_2_16.pdf

USP. **Cristalização e condutividade térmica de parafinas como materiais.** Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-06032025-081544/pt-br.php>

REVISTA FOCO. **Influência dos Materiais Construtivos Internos na Geração de Gases Dissolvidos nos Óleos Isolantes de Transformadores, Durante o Envelhecimento Térmico.**

Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/6754>

DOCUMENTO. **Documento fornecido pelo usuário.** Disponível em: <file:///home/ubuntu/upload/Documento.docx>