

Calculadora Online para Fluxo de Calor *Online Calculator for Heat Flow*

Gustavo Almeida Prado

Filiação (Fatec de Praia Grande, Brasil)

Gustavo.prado4@fatec.sp.gov.br

Professor orientador: **Vinicius Bianchi Soares**

Filiação (Fatec de Praia Grande, Brasil)

vinicius.soares12@fatec.sp.gov.br

RESUMO

Este artigo, descreve o desenvolvimento de uma calculadora online que facilita o cálculo do fluxo de energia em superfícies planas, cilíndricas e esféricas. A ferramenta foi criada para ajudar os estudantes em cursos técnicos e universitários a aprender, do mesmo modo que para ser usada diretamente em ambientes industriais onde resultados rápidos e confiáveis são cruciais. O sistema foi desenvolvido com *React* e apresenta uma interface simples e contemporânea, projetada com *Material-UI*. Está hospedado na plataforma *Netlify*, que garante acesso conveniente e gratuito. O banco de dados de materiais pré-registrados da calculadora, onde os usuários também podem criar seus próprios materiais personalizados e salvar seu histórico de cálculos em uma conta pessoal, é uma de suas principais características. No decorrer do desenvolvimento, as fórmulas tradicionais de transferência de calor através de condução e convecção foram colocadas em prática, permitindo que o usuário insira informações sobre temperatura, espessura, geometria e características térmicas para obter os resultados. Experimentos comparando resultados da ferramenta com cálculos feitos à mão demonstraram a precisão e a confiabilidade da calculadora. Em resumo, esta ferramenta pode ser muito útil tanto no campo quanto na sala de aula, e adicionar recursos como suporte para outras formas de transferência de calor e integração com sensores físicos através da Internet das Coisas em iterações futuras é a chave para a inovação.

PALAVRAS-CHAVE: Transferência de calor. Condução. Convecção.

ABSTRACT

This article describes the development of an online calculator that facilitates the calculation of energy flow on flat, cylindrical, and spherical surfaces. The tool was created to help students in technical and university courses learn, as well as to be used directly in industrial environments where quick and reliable results are crucial. The system was developed with React and features a simple and contemporary interface, designed with Material-UI. It is hosted on the Netlify platform, which ensures convenient and free access. The calculator's database of pre-registered materials, where users can also create their own custom materials and save their calculation history in a personal account, is one of its main features. During the development process, traditional formulas for heat transfer through conduction and convection were implemented, allowing the user to input information about temperature, thickness, geometry, and thermal characteristics to obtain the results. Experiments comparing the tool's results with hand calculations demonstrated the calculator's accuracy and reliability. In summary, this tool can be very useful both in the field and in the classroom, and adding features such as support for other forms of heat transfer and integration with physical sensors through the Internet of Things in future iterations is key to innovation.

KEY-WORDS: Heat transfer. Conduction. Convection.

INTRODUÇÃO

Na área química, o estudo de transferência de calor tem um papel determinante para compreensão de fenômenos termodinâmicos que em razão disso acaba se tornando comum a ocorrência nas mais diversas operações industriais e químicas. Possuindo isso como base é de extrema importância, tanto para o avanço de tecnologias, como para a otimização, conhecermos esses processos já existentes. Entretanto, em muitos casos, esses métodos tradicionais de cálculo de fluxo de calor são restritos para salas de aula, isso ocorre devido à falta de ferramentas práticas e acessíveis que ajudem tanto alunos como professores, a fim de melhor entendimento e praticidade.

A falta de recursos relacionados a essas ferramentas dificultam e podem até mesmo impedir o avanço mais eficiente de aulas e até experimentos, pois alunos possuem essa dificuldade em conseguir entender e aplicar esses conceitos sem o devido apoio. Visto isso, se torna necessário uma ferramenta que não apenas agilize cálculos, mas também de essa autonomia para professores e estudantes poderem utilizar nas mais diversas atividades.

Este trabalho tem como principal objetivo descrever o desenvolvimento de uma calculadora online de fluxo de calor, que surgiu com a ideia de ser utilizada tanto em ambiente acadêmico quanto em ambientes industriais. Com isso, aguarda-se um resultado onde irá contribuir com um suporte ao ensino, além de distribuir também apoio a área industrial trazendo mais agilidade e confiabilidade.

A metodologia adotada para o desenvolvimento dessa calculadora envolve técnicas de programação, utilizando linguagens distintas e além de uma interface amigável, tornando simples o uso da calculadora. A validação é feita com base em testes de usabilidade visando precisão dos cálculos sendo comparado com resultados obtidos através de métodos comuns.

1. Transferência de calor e sua importância em processos químicos

Uma das bases da engenharia química é a transferência de calor, onde possui mecanismos para essa passagem de calor seja em situações de condução, convecção ou radiação. Tornando-se um dos processos de maior influência para entendimento e controle de fenômenos que ocorrem na área. Holman (2010, p. 3) define condução como “a transferência de energia térmica devido à interação molecular direta dentro de um material ou entre materiais em contato”. Já a convecção se dá pelo movimento de fluidos, enquanto isso a radiação tem característica de passar calor por meio de ondas eletromagnéticas, não tendo a obrigação de possuir um meio físico.

A sua importância em processos químicos é notável, exemplo em reações exotérmicas e endotérmicas, que necessitam de ajustes exatos para tanto a segurança como para a eficiência do processo. Devido a isso faz-se necessário um olhar crítico para o dimensionamento de equipamentos onde se tem troca de calor, além de uma previsão para entender como o sistema inteiro pode se comportar em relação a essas alterações térmicas. No ensino essas definições são discutidas para assim os estudantes apresentarem melhor preparo e entendimento, sabendo lidar com desafios de processos térmicos, tornando o seu conhecimento uma parte indispensável em sua formação acadêmica (Moran; Shapiro, 2011).

2. Ferramentas digitais e o ensino

A participação de ferramentas digitais no aprendizado tem transformado a forma como disciplinas complexas são discutidas, especificamente em áreas como química e termodinâmica. Segundo Passerino et al. (2018, p. 170), “As tecnologias são instrumentos de pensamentos que nos permitem visualizar, conhecer e experimentar fenômenos de formas diferentes, apresentando o conhecimento por outra ótica.” Portanto, dessa maneira, a utilização de simuladores e calculadoras online tem parte crucial no ensino.

Além de possuir esses benefícios práticos, essas ferramentas nos permitem ter uma visão geral e a facilidade de operação desses conteúdos. Segundo Souza e Carvalho (2021, p. 15), as tecnologias digitais contribuem para a integração entre teoria e prática no ensino. Esse ambiente amplifica os conceitos em problemas reais possuindo uma melhor interpretação.

3. Calculadoras online como recursos educacionais

Cada vez mais tem se mostrado eficaz a utilização de ferramentas para otimização de tempo de cálculos e lapidação de conhecimento relacionado a experiência educacional como a utilização de calculadoras online. Segundo Oliveira e Lima (2019, p. 50), “quando passaram a utilizar a calculadora, as estratégias utilizadas foram agilizadas, restando mais tempo para análise dos resultados encontrados e para a resolução de um número maior de problemas”. Esse comportamento tem o objetivo reduzir dificuldades e resultar em conteúdos de maior facilidade de entendimento para todos.

A criação de uma calculadora de fluxo de calor para ser utilizada em processos térmicos nos mostra uma possibilidade profunda de aprimorarmos o ensino desses processos. Pois ela oferece precisão e praticidade, nos possibilitando o entendimento de cálculos complexos e a assimilação dos fenômenos térmicos envolvidos. Em virtude disso, tanto os alunos como os

professores vão ter acesso a manipulação desses conceitos aplicando-o na prática, consolidando o conhecimento em um contexto de ensino mais interativo e acessível

4. Tipos de calculadoras online existentes

Existem diversas calculadoras online como calculadora científica, financeira, porcentagem e entre outras, que possuem diferentes serventias para o aprendizado. Entre elas, destaca-se:

Omni Calculator:

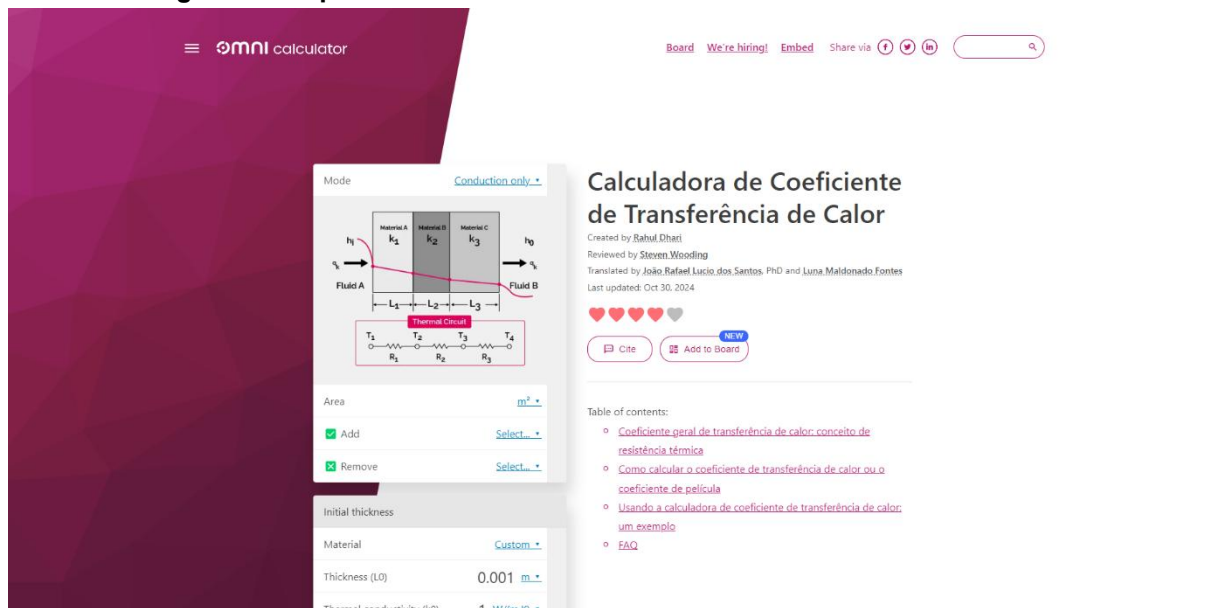
Ela dispõe de uma vasta variedade de calculadoras, trazendo opções para cálculos térmicos. Entretanto, sua aplicação é limitada, já que não fornece explicações detalhadas dos cálculos.

Em suas mais diversas calculadoras o site Omni Calculator apresenta uma para o cálculo do coeficiente de transferência de calor, como mostra a figura 1, cuja base exerceu grande influência para o desenvolvimento da calculadora proposta neste trabalho. Esta ferramenta possui uma interface cheia de informações se destacando tópicos explicando sobre coeficiente de transferência de calor, os cálculos realizados, o uso da plataforma e exemplos. Além disso, conta com uma parte específica com perguntas básicas que auxiliam o usuário a entender como deve ser feito a sua utilização.

A calculadora foi desenvolvida pelo Rahul Dhari, um pesquisador especializado em mecânica computacional e estruturas compostas. Possuindo um mestrado em engenharia mecânica, Dhari já foi destaque como engenheiro da semana no GrabCAD. Ele possui ampla experiência acadêmica, tendo publicado diversos artigos de pesquisa científicos e escrito para o portal military-today.com.

Vale ressaltar que essa calculadora foi atualizada recentemente, em 3 de junho de 2025, nos mostrando grande compromisso da Omni Calculator em manter suas ferramentas modernizadas. Esses aspectos transforma a calculadora de coeficiente de transferência de calor em uma referência a ser seguida no quesito de desenvolvimento de mecanismos digitais de interação e educação.

Figura 1 – Captura de tela da Calculadora de Coeficiente de Transferência de Calor



Fonte: OMNI calculator (2025).

5. Objetivos e benefícios da calculadora online de fluxo de calor

A calculadora desse projeto ela foi planejada com o objetivo de tornar cada vez mais fácil o aprendizado e o desenvolvimento de habilidades dos usuários para essa área de transferência de calor. Além do mais, ela busca ser uma ferramenta prática e de fácil acesso que possibilite os alunos aplicar os conceitos aprendidos em sala de aula e trazer para situações reais. Segundo Silva e Ferreira (2020, p. 45) “O uso consciente de ferramentas digitais, associado a metodologias ativas como a sala de aula invertida e a aprendizagem baseada em projetos, potencializa o engajamento estudantil e melhora os resultados de aprendizagem.”

Com isso, espera-se dessa calculadora que ela consiga trazer essa maior proximidade entre a teoria e a prática, reforçando a base de conhecimento de estudantes e promovendo abordagem mais específica ao aprendizado. Segundo Centurión et al. (2021, p. 45), “ferramentas digitais contribuem diretamente para a formação acadêmica ao simplificar processos e ampliar a acessibilidade aos conteúdos”.

6. Cálculos de fluxo de calor utilizados

6.1. Fluxo de calor em diferentes estruturas

O fluxo de calor pode ocorrer em diferentes estruturas como planas, cilíndricas e esféricas. O calor ele pode se propagar tanto através de condução, convecção ou radiação sendo as duas primeiras formas as mais comuns.

6.1.1 Condução estruturas planas

Segundo a lei de Fourier é descrita a equação de fluxo de calor para calcular a transferência de calor em estruturas planas, como paredes, a seguinte equação:

$$\dot{q} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L} \quad (1)$$

\dot{q} = Fluxo de calor (W).

k = condutividade térmica do material (W/m.K).

A = Área da secção transversal (m²).

ΔT = Variação de temperatura entre a região da parede (K).

L = Espessura do material (m).

6.1.2 Convecção em estruturas planas

Apoiando-se na lei de resfriamento de Newton, para fazer o cálculo de transferência de calor através de convecção em estruturas planas deve-se usar a seguinte equação:

$$\dot{q} = h \cdot A \cdot (T_s - T_\infty) \quad (2)$$

\dot{q} = Fluxo de calor (W).

h = coeficiente de transferência de calor sobre convecção (W/m²·K).

A = Área da secção transversal (m²).

T_s = temperatura da superfície (K).

T_∞ = temperatura do fluido longe da superfície (K).

6.1.3 Condução estruturas cilíndricas

O cálculo em cilindros (como tubos) considera a lei de Fourier para condução cilíndrica (forma radial), a seguinte equação:

$$\dot{q} = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot L \cdot \Delta T}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \quad (3)$$

\dot{q} = Fluxo de calor (W).

π = Número pi, constante matemática com valor aproximado de 3,14159

k = condutividade térmica do material (W/m.K).

L = Espessura do material (m).

ΔT = Diferença de temperatura entre os dois lados do sistema (K).

r_2 = Raio externo (m).

r_1 = Raio interno (m).

6.1.4 Convecção estruturas cilíndricas

O cálculo de convecção leva em consideração a lei de resfriamento de Newton onde é adaptada para o formato do cilindro sendo:

$$\dot{q} = h \cdot (2 \cdot \pi \cdot r \cdot L) \cdot (T_s - T_\infty) \quad (4)$$

\dot{q} = Fluxo de calor (W).

h = coeficiente de transferência de calor sobre convecção ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$).

π = Número pi, constante matemática com valor aproximado de 3,14159.

r = Raio do cilindro (m).

L = Comprimento do cilindro (m).

T_s = temperatura da superfície (K).

T_∞ = temperatura do fluido longe da superfície (K).

6.1.5 Condução estruturas esféricas

Para esferas, utiliza-se a lei de Fourier adotando a seguinte fórmula para calcular a transferência de calor:

$$\dot{q} = \frac{4 \cdot \pi \cdot k \cdot (\Delta T)}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)} \quad (5)$$

\dot{q} = Fluxo de calor (W).

π = Número pi, constante matemática com valor aproximado de 3,14159.

k = condutividade térmica do material ($\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$).

ΔT = Diferença de temperatura entre os dois lados do sistema.

r_1 = Raio interno (m).

r_2 = Raio externo (m).

6.1.6 Convecção estruturas esféricas

Para calcular a convecção em estruturas esféricas, utiliza-se a lei de resfriamento de Newton adotando a seguinte fórmula:

$$\dot{q} = h \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot (T_s - T_\infty) \quad (6)$$

\dot{q} = Fluxo de calor (W).

h = coeficiente de transferência de calor sobre convecção (W/m²·K).

π = Número pi, constante matemática com valor aproximado de 3,14159.

r = Raio da esfera (m).

T_s = temperatura da superfície (K).

T_∞ = temperatura do fluido longe da superfície (K).

6.1.7 Resistencia térmica sobre condução

Para cálculos de resistência térmica sobre condução podemos usar a formula geral:

$$R_{cond} = \frac{L}{k \cdot A} \quad (7)$$

R_{cond} = resistência térmica sobre condução (K/W).

L = Espessura do material (m).

k = condutividade térmica do material (W/m.K).

A = Área da secção transversal (m²).

6.1.8 Resistencia térmica sobre convecção

Pode ser utilizado a equação geral de resistência térmica sobre convecção para se calcular resistência em diferentes estruturas:

$$R_{conv} = \frac{1}{h \cdot A} \quad (8)$$

R_{conv} = resistência térmica sobre convecção (K/W).

h = coeficiente de transferência de calor sobre convecção (W/m²·K)

A = Área da secção transversal (m²).

6.1.9 Sistemas multicamadas

Em sistemas multicamadas é necessário calcular a resistência total onde é a somatória das resistências individuais de cada estrutura:

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (9)$$

R_{total} = Soma de todas as resistências presentes no sistema (K/W).

R_1 = Resistencia do sistema 1 (K/W).

R_2 = Resistencia do sistema 2 (K/W).

R_3 = Resistencia do sistema 3 (K/W).

6.1.10 Lei da resistência térmica

A lei da resistência térmica é uma reorganização baseada na lei de Fourier e na lei de resfriamento de Newton onde tem o intuito de se calcular o fluxo de calor:

$$\dot{q} = \frac{\Delta T}{\Sigma R} \quad (10)$$

\dot{q} = Fluxo de calor (W).

ΔT = Diferença de temperatura entre os dois lados do sistema (K).

ΣR = Resistência térmica total (K/W).

7. Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento da calculadora online de fluxo de calor teve um processo disposto que envolveu pesquisas bibliográficas, o estudo sobre transferências de calor, além disso teve também a implementação do sistema de cálculo. A seguir, são descritos os materiais e os métodos utilizados na execução do trabalho.

7.1. Levantamento de dados dos materiais

Os valores dos coeficientes de condutividade térmica que são utilizados na calculadora foram retirados de uma tabela disponível na plataforma Scribd, atribuída ao Protolab, grupo de pesquisa e desenvolvimento da Universidade de Sorocaba (PROTOLAB, 2021).

Na tabela 1, podemos observar as condutividades térmicas dos materiais pré-cadastrados no projeto.

Tabela 1– Condutividade Térmica de Materiais

Grupo	Material	Massa específica (kg/m ³)	Condutividade térmica (W/mK)	
			Seco	Molhado
Metal	Alumínio	2800	204	204
Metal	Cobre	9000	372	372
Metal	Ligas	12250	35	35
Metal	Aço, ferro	7800	52	52
Metal	Zinco	7200	110	110
Pedra natural	Basalto, granito	3000	3.5	3.5
Pedra natural	Calcário, mármore	2700	2.5	2.5
Pedra natural	Arenito	2600	1.6	1.6
Alvenaria	Tijolo	1600-1900	0.6-0.7	0.9-1.2
Alvenaria	tijolo de Areia-cal	1900	0.9	1.4
	Concreto de			
Concreto	cascalho	2300-2500	2.0	2.0
Concreto	Concreto leve	1600-1900	0.7-0.9	1.2-1.4
Inorgânico	Vidro	2500	0.8	0.8
Inorgânico	Lã de Vidro	150	0.04	-
Madeira	Folhosa	800	0.17	0.23
Madeira	Leve	550	0.14	0.17
Sintéticos	Poliéster (GPV)	1200	0.17	-
	Polietileno,			
Sintéticos	Polipropileno	930	0.17	-
Água	Água	1000	0.58	-
Água	Gelo	900	2.2	-
Ar	Ar	1.2	0.023	-
Solo	Solo florestal	1450	0.8	-

Fonte: Próprio autor (2025).

7.2. Desenvolvimento da calculadora

A calculadora online foi elaborada utilizando as linguagens de programação *HTML*, *CSS* e *JavaScript* para a criação de uma ligação mais fácil e funcional entre a pessoa e o site. Segundo Castro (2015), "*HTML* organiza a estrutura das páginas web, enquanto o *CSS* é usado para estilizar e tornar a interface visualmente atraente". O *JavaScript* foi utilizado para realizar os cálculos e mostrar resultados de forma dinâmica.

Essa calculadora foi criada seguindo as etapas:

1. Planejamento: Compreensão das utilidades dela e estrutura empregada.
2. Codificação: Inserção dos códigos de programação para tornar realidade o que antes era só uma idealização, além da integração dos cálculos.
3. Testes: Comprovação dos cálculos e avaliação da experiência do usuário.
4. Validação: Ajustes finais tendo como base a parte de feedback dos testes realizados.

7.3. Materiais

Para realização desse projeto, foram utilizadas diversas ferramentas e técnicas para assegurar uma simples compreensão sobre o site, uma experiência agradável e fluida além de contar com uma hospedagem eficiente. As principais ferramentas utilizadas na criação desse site estão relacionadas abaixo.

O *Figma* foi utilizado para o *Desing* da interface do usuário (*UI*). É uma plataforma colaborativa onde nos permite a criação de modelos interativos e *Layouts* responsivos, deixando fácil a visualização e a estética do site. Através dele, foi possível ver a facilidade de uso e coletar dados sobre a experiência do usuário em relação a interatividade da pessoa com o site.

Para auxiliar na área da interface, foi também aproveitado a biblioteca *React*, pela qual é identificada devido a ser capaz de criar essas interfaces de forma dinâmica e reativa. Ela permite a criação de elementos reutilizáveis, tornando de grande facilidade o manuseio do código. Sua utilização possibilita uma capacidade de uso de desempenho superior.

A biblioteca *Material-UI* foi empregada para trazer visual atraente e consistente. Ela acrescenta diretrizes do material *Desing* do Google, proporcionando uma diversa variedade de elementos para serem utilizados, como botões, formulários e tabelas. A sua facilidade de uso permite deixar uma aparência profissional e moderna, além do fato de agilizar processos.

O código-fonte do site foi realizado no *Visual Studio Code (VS Code)*, um editor de código-fonte conhecido sobre sua versatilidade e extensibilidade. Ele conta com uma série de recursos, como realce de sintaxe, autocompletar, integração com sistemas de controle e extensões que facilitam o desenvolvimento em *JavaScript* e *React*. Esse *Software* deixou o trabalho mais eficiente e produtivo durante essa parte de desenvolvimento.

Já para a hospedagem do site, foi utilizada uma plataforma chamada *Netlify*, permitindo publicação de sites de forma rápida e gratuita. Conta com a solução de não possuir anúncios, garantindo uma fluidez no site. Contando também com a facilidade de atualização, permitindo que seja implementada novas funcionalidades e melhorias de forma rápida.

7.4. Métodos

O processo realizado para criação desta calculadora percorreu algumas etapas, como:

Definição do problema: Foi constatado que existia a necessidade de uma ferramenta que se agiliza e ao mesmo tempo esclarece-se cálculos relacionados ao fluxo de calor entre materiais, tendo como base variáveis como condução e convecção do sistema.

Pesquisa e Revisão Bibliográfica: Foram realizadas pesquisas a fontes especializadas, a fim de trazer todo o embasamento teórico para o seu desenvolvimento. Trazendo como fontes livros e artigos científicos sobre o cálculo de fluxo de calor. Além de tudo o professor orientador

desse projeto, Vinicius Bianchi Soares, forneceu todo o conteúdo relevante sobre esse assunto, conteúdo que ele utiliza até em suas aulas, com ênfase em equações, cálculos, questionamentos e exemplos com resoluções na propagação de calor.

Planejamento do Sistema: Nessa fase foi questionadas e apontadas as funções da calculadora e o que ela deve ser capaz de realizar, como cálculos de fluxo de calor sobre condução e convecção, dando a liberdade ao usuário inserir dados como área, raio de esfera, condutividade térmica do material e a diferença de temperatura entre as paredes, dando liberdade para adicionar quantas camadas quiser e podendo selecionar qual o tipo de parede entre planas, cilíndricas e esféricas. Ela conta também com a facilidade de com apenas 1 clique selecionar o tipo de material a ser utilizado com valores pré-estabelecidos. Tornando-a simples e de fácil manuseio.

Desenvolvimento do Código: A calculadora foi feita utilizando *JavaScript* para fazer os cálculos em tempo real, possuindo como base as equações de condução e convecção térmica considerando diferentes estruturas.

Testes e Validação: Após o desenvolvimento, ocorreu a fase de testes das funções com diversos dados, a fim de garantir precisão e exatidão, sendo comparado com resultados encontrados em livros e artigos científicos.

Documentação e Interface: O site conta com explicações sobre fluxo de calor e sua história, trazendo uma tela limpa e intuitiva.

Ajustes Finais e Melhoria Contínua: Visando o futuro a calculadora possui potencial de melhoria da usabilidade implementação de novas funções.


8. Resultados e discussão

Esta seção apresenta os testes realizados utilizando a calculadora online criada para o cálculo do fluxo de energia calórica. O site da calculadora já está disponível online pelo link: <https://thermoflowcalculator.netlify.app>.

8.1. Funcionalidades da calculadora

A primeira tela desse projeto conta com uma pequena área de registro onde o usuário terá acesso a sua conta pessoal, como mostra a figura 2.

Figura 2 – Captura de tela da área inicial do site ThermoFlowCalculator



Login

Email

Senha

Entrar

Registrar

ou

[Voltar](#)

Fonte: ThermoFlowCalculator (2025).

Na etapa a seguir o usuário tem várias opções podendo escolher o tipo de cálculo seja sobre condução ou convecção, verificar a lista de materiais e verificando todo o conceito teórico da calculadora, representado na figura 3.

Figura 3 – Captura de tela do painel do site ThermoFlowCalculator



Fonte: ThermoFlowCalculator (2025).

Já na área de cálculos sobre condução em estruturas esféricas possui a opção de selecionar materiais, adicionar camadas de diferentes materiais e logo abaixo a parte de resultados, possuindo até histórico de resultados atrelado a sua conta pessoal antes cadastrada, apresentada na figura 4.

Figura 4 – Captura de tela da área de cálculos sobre condução em estruturas esféricas

Condução em Estruturas Esféricas



Diferença de Temperatura (ΔT em K) ?

Raio Interno da Camada (r_1) ?

Raio Externo da Camada (r_2) ?

Material

Selecione um material ▼

Condutividade térmica (k): **Selecione um material**

+

ADICIONAR CAMADA

CALCULAR

RESULTADO GRÁFICO

Resultados

Resistência Térmica Total (K/W) ?

0.000000

Fluxo de Calor (Q) em Watts ?

0.00

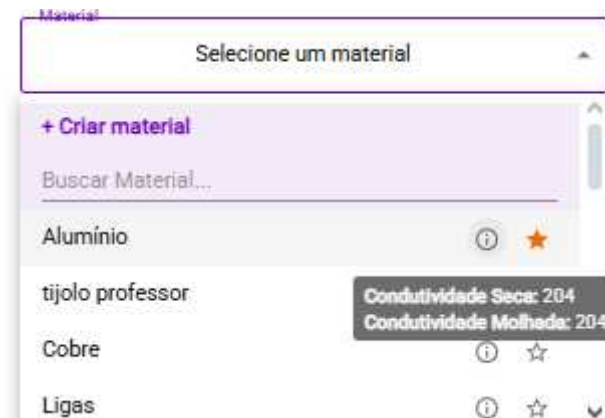
Histórico de Condução Esférica

Nenhum histórico encontrado.

Fonte: ThermoFlowCalculator (2025).

Na parte de escolha de materiais, na área de cálculos podemos selecionar cada tipo de material, assim vem com sua condutividade térmica tanto seca como molhada a fim de um cálculo mais preciso, como mostra a figura 5.

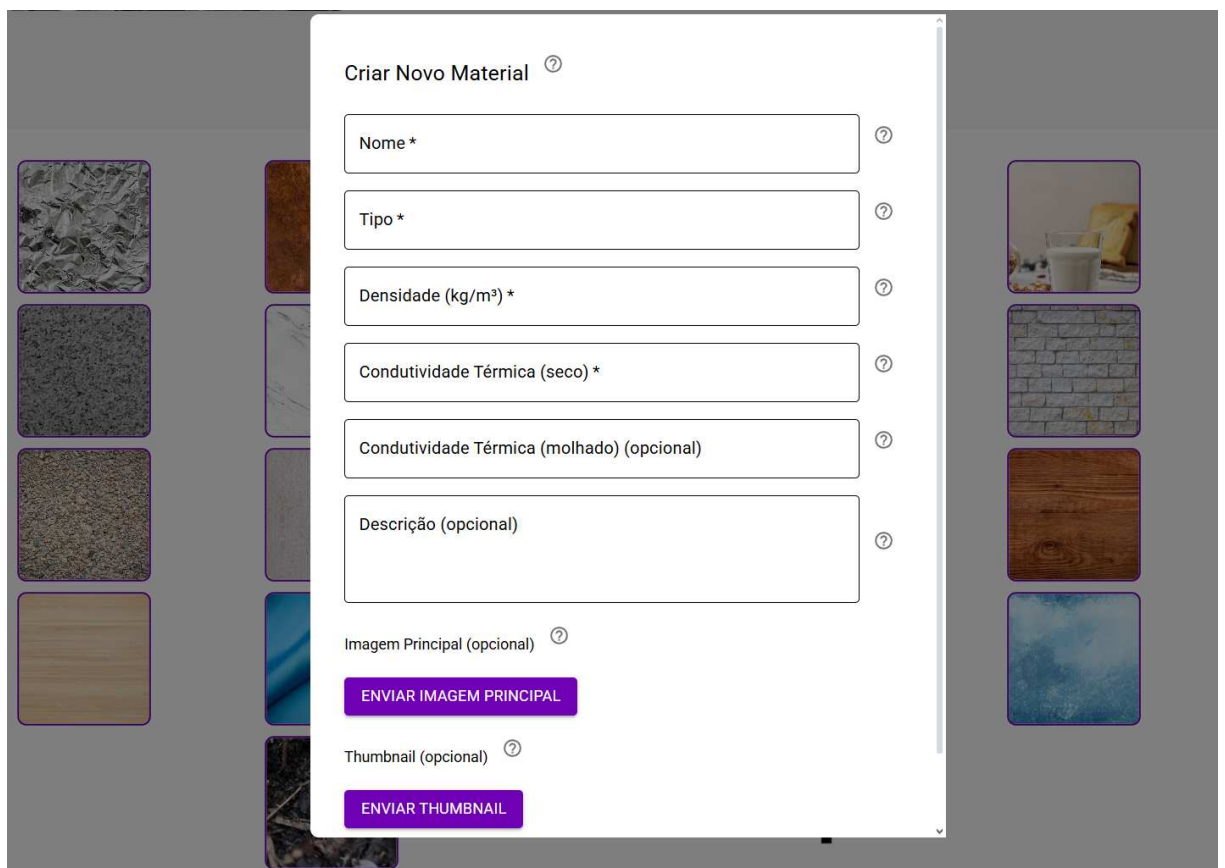
Figura 5 – Captura de tela da caixa de escolha do material do site ThermoFlowCalculator



Fonte: ThermoFlowCalculator (2025).

Na área de materiais ele nos mostra todos os materiais pré-estabelecido no site, possuindo a opção também de ser adicionado novos materiais conforme preferência do usuário, apresentado na figura 6.

Figura 6 – Captura de tela da área de materiais do site ThermoFlowCalculator



Fonte: ThermoFlowCalculator (2025).

8.2. Como tornar a calculadora acessível

Para garantir fácil acesso, o site será hospedado pela plataforma gratuita o *Netlify*. De acordo com Santos e Oliveira (2020), "a utilização de plataformas digitais acessíveis é

fundamental para democratizar o acesso à informação e ao conhecimento, permitindo que um maior número de usuários se beneficie das ferramentas disponíveis". Esse projeto realizado traz como principal vantagem a necessidade de se instalar um software para ser utilizado, além de garantir compatibilidade com dispositivos moveis e desktops. O *Netlify* ele traz essa otimização permitindo que qualquer há utilize de forma prática e funcional.

8.3. Estudos de casos

Caso 1: Um forno é construído com 0,5 m de tijolo refratário ($k = 1,2 \text{ kcal/h.m.}^\circ\text{C}$). A temperatura dos gases dentro do forno é 2000°C e o coeficiente de película na parede interna é $70 \text{ kcal/h.m}^2.\text{}^\circ\text{C}$. A temperatura ambiente é 25°C e o coeficiente de película na parede externa é $12,5 \text{ kcal/h.m}^2.\text{}^\circ\text{C}$. Apresentado todos esses dados na tabela 2, Calcular o fluxo de calor:

Tabela 2 - Dados do exercício

Área	1 m ²
Temperatura interna	2000°C
Temperatura externa	25°C
Coeficiente de convecção interno	70 kcal/(h·m ² ·°C)
Condutividade térmica do tijolo	1,2 kcal/(h·m·°C)
Espessura do tijolo	0,5 m
Coeficiente de convecção externo	12,5 kcal/(h·m ² ·°C)

Fonte: Próprio autor (2025).

Resolução do exercício:

Primeiro devemos separar o sistema em 3 partes, sendo a primeira parte a estrutura interna onde estão os gases, a segunda parte será o tijolo refratário e a terceira parte o ar externo, assim cada parte será calculada com uma resistência para cada um.

Possuindo como base a convecção em estruturas planas vamos calcular a resistência da primeira parte. Utilizando a equação (8) tem-se:

$$R_1 = \frac{1}{h_{gases} \cdot A}$$

$$R_1 = \frac{1}{70 \cdot 1}$$

$$R_1 = 0,014286 \left(\frac{h^\circ C}{kcal} \right)$$

Agora na segunda parte iremos fazer com base na resistência térmica sobre condução em estruturas planas. Utilizando a equação (7) tem-se:

$$R_2 = \frac{L}{k_{tijolo} \cdot A}$$

$$R_2 = \frac{0,5}{1,2 \cdot 1}$$

$$R_2 = 0,41667 \left(\frac{h^\circ C}{kcal} \right)$$

Na terceira parte iremos fazer como na primeira parte, porém utilizaremos o coeficiente de convecção externo. Utilizando a equação (8) tem-se:

$$R_3 = \frac{1}{h_{ar} \cdot A}$$

$$R_3 = \frac{1}{12,5 \cdot 1}$$

$$R_3 = 0,08 \left(\frac{h^\circ C}{kcal} \right)$$

Agora no final utilizaremos a equação (10) para calcular o fluxo de calor do sistema.

$$\dot{q} = \frac{T_1 - T_4}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$\dot{q} = \frac{2000 - 25}{0,014286 + 0,41667 + 0,08}$$

$$\dot{q} = 3865,326 \frac{kcal}{h}$$

A fim de comprovar precisão e assertividade todos os valores foram convertidos para o SI (Sistema Internacional de Unidades), na qual utilizamos na calculadora, como mostra a tabela 3:

Tabela 3 - Dados com medidas no SI

Área	1 m ²
Temperatura interna	2273,15K

Temperatura externa	298,15K
Coefficiente de convecção interno	81,41 W/(m ² ·K)
Condutividade térmica do tijolo	1,3956 W/(m·K)
Espessura do tijolo	0,5 m
Coefficiente de convecção externo	14.5375 W/(m ² ·K)

Fonte: Próprio autor (2025).

Com base nesses dados, agora convertidos, confirmaremos os resultados obtidos pela calculadora.

Vamos calcular a resistência da primeira parte. Utilizando a equação (8) tem-se:

$$R_1 = \frac{1}{h_{gases} \cdot A}$$

$$R_1 = \frac{1}{81,41 \cdot 1}$$

$$R_1 = 0,012283 \left(\frac{K}{W} \right)$$

Agora na segunda parte iremos fazer com base na resistência térmica sobre condução em estruturas planas. Utilizando a equação (7) tem-se:

$$R_2 = \frac{L}{k_{tijolo} \cdot A}$$

$$R_2 = \frac{0,5}{1,3956 \cdot 1}$$

$$R_2 = 0,358267 \left(\frac{K}{W} \right)$$

Na terceira parte iremos fazer como na primeira parte, porém utilizaremos o coeficiente de convecção externo. Utilizando a equação (8) tem-se:

$$R_3 = \frac{1}{h_{ar} \cdot A}$$

$$R_3 = \frac{1}{14,5375 \cdot 1}$$

$$R_3 = 0,06879 \left(\frac{K}{W}\right)$$

Agora no final utilizaremos a equação (10) para calcular o fluxo de calor do sistema.

$$\dot{q} = \frac{T_1 - T_4}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$\dot{q} = \frac{2273,15 - 298,15}{0,012283 + 0,358267 + 0,06879}$$

$$\dot{q} = 4495,37 \text{ W}$$

4495,37978 W esse foi o resultado obtido pela calculadora, um valor sem arredondamentos, como mostra a figura 8.

Figura 8 – Captura de tela do cálculo feito na calculadora

The screenshot shows a calculator interface with the following elements:

- A blue button labeled "CALCULAR".
- Two purple buttons labeled "VER RESULTADO" and "VER GRÁFICO".
- A section titled "Resultados" containing two input fields:
 - "Resistência Térmica Total (K/W)" with the value "0.439340".
 - "Fluxo de Calor (Q) em Watts" with the value "4495.37978".
- A section titled "Histórico de Convecção Quadrada" containing:
 - Summary text: "ΔT: 1975K | Coeficiente interno: 81.41 / externo: 14.5375".
 - Summary text: "Resistência: 0.439340 K/W | Fluxo: 4495.37978 W".
 - Date and time: "Data: 08/06/2025, 17:24:50".
 - Material and state: "Material: tijolo professor | Espessura: 0.5 m | Área: 1 m² | Estado: seco".
 - A red button labeled "LIMPAR TODO O HISTÓRICO".

Fonte: ThermoFlowCalculator (2025).

Com base nos cálculos obtidos possuindo como base a tabela 2 o resultado foi de 3865,326 kcal/h, se convertemos esse valor para o SI (Sistema Internacional de Unidades) temos um resultado igual a 4495,37 W, como mostra a figura 9, que é o mesmo valor apresentado na calculadora, feita de forma instantânea e precisa demonstrando confiabilidade.

Figura 9 – Captura de tela do cálculo no site convertlive

The screenshot shows a web interface for unit conversion. At the top, a large input field contains the number '3865,326'. To its right is a button labeled 'converter'. Below this, there are two dropdown menus: the first is labeled 'De' and contains 'Quilocalorias por hora (kcal/h)'; the second is labeled 'Em' and contains 'Watts (W)'. A double-headed arrow is positioned between these two dropdowns. Below the dropdowns, the result is displayed as '3865.326 Quilocalorias por hora = 4495.37 Watts', with the numbers 3865.326 and 4495.37 underlined.

Fonte: ConvertLive (2025).

9. Considerações finais

Este artigo teve como principal objetivo a criação de uma calculadora focada nos cálculos de transferência de calor em diferentes tipos de paredes e materiais, visando a utilização didática em instituições de ensino promovendo apoio como uma ferramenta não só de utilização em salas de aula, mas também para ser utilizada em campo. Esse objetivo teve êxito, através de seu desenvolvimento, estando presente na web, permitindo através do usuário trazendo dados fazer cálculos automáticos sobre o fluxo de calor em diversos sistemas.

Estiveram presentes várias ferramentas e recursos como o *Material-UI* para a tela do site, a biblioteca *React* para trazer maior interatividade e o *Netlify* para hospedagem gratuita. Os testes feitos dentro dela produziram resultados coerentes com os cálculos feitos manualmente, mostrando assim precisão e confiabilidade da sua utilidade.

Dentre as colaborações desse projeto, evidencia-se a alternativa de tornar mais acessível, didático e interativo o estudo de condução térmica. Possuindo como base a interface amigável e sua disponibilidade online aumentando o número de possibilidades que podem ser criadas a partir disso para diferentes contextos, tanto educacional quanto profissional.

Entretanto, embora tenha apresentado resultados positivos, a calculadora ainda tem suas limitações, como a de só trabalhar com unidades fixas, as do SI (Sistema Internacional de

Unidades) e a utilização de materiais com propriedades térmicas previamente conhecidos. No futuro poderão ser incluídas funcionalidades como de conversão de unidades, ajustes automáticos de condições do sistema, além de outros modos de se transferir calor, como a radiação.

Tendo em vista essas limitações, para pesquisas futuras, sugere-se a expansão de sua aplicação deixando-a cada vez mais completa, incluindo a criação de modelagem de fluxos de calor em sistemas com várias camadas ou com diferentes geometrias. A integração com banco de dados técnicos ou coletadas por sensores físicos via *IOT (Internet of Things – Internet das coisas)* representa um grande caminho para ser seguido para tornar essa ferramenta mais robusta e aplicável em projetos e sistemas do dia a dia de indústrias.

Portanto, constata-se que o desenvolvimento da calculadora online para fluxo de calor atendeu a seu objetivo, mostrando grande contribuição na parte acadêmica e prática, além de mostrar uma margem de grande crescimento em aplicação de projetos que envolvam a questão da utilização da transferência de calor.

REFERÊNCIAS

COSTA, Ana. Metodologias de Ensino em Química. 2. ed. São Paulo: Editora Universitária, 2021.

CASTRO, Elizabeth. HTML e CSS: Design e Construção de Websites. São Paulo: Novatec, 2015.

CENTURIÓN, W. C.; CRUZ, C. A. B. da; JESUS, T. O.; COSTA, R. A.; JESUS, J. S. de. O uso de ferramentas digitais na educação pós-pandemia: uma análise bibliométrica. *Práxis Educacional*, v. 12, n. 2, p. 45-60, 2021.

CONVERT LIVE. Disponível em: <https://convertlive.com/pt/u/converter/kcal-h/em/watts>. Acesso em: 24 mai. 2025.

FERREIRA, João; SILVA, Maria. A Utilização de Tecnologias no Ensino de Ciências. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Educacional, 2019.

GARCIA, Lucas. Ferramentas Digitais para o Aprendizado em Engenharia Química. 3. ed. Belo Horizonte: Editora Acadêmica, 2019.

GOODMAN, Jeremy. *Web Development Simplified*. New York: O'Reilly Media, 2020.

HOLMAN, J. P. *Transferência de Calor*. 10. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N. *Princípios de Engenharia Termodinâmica*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

OLIVEIRA, M. R.; LIMA, T. S. O uso da calculadora científica nas aulas de Matemática do Ensino Médio: explorando a resolução de problemas. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 12, n. 1, p. 45-60, 2019.

OMNI CALCULATOR. Disponível em:

<https://www.omnicalculator.com/pt/fisica/coeficiente-transferencia-calor>. Acesso em: 16 jun. 2025.

PASSERINO, A. et al. O uso de tecnologias digitais na visão de professores em processo de formação. *Educ. Anál.*, Londrina, v. 3, n. 2, p. 155–175, jul./dez. 2018.

PROTOLAB – Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade de Sorocaba. Tabela de condutividade térmica de materiais. Disponível em:

<https://pt.scribd.com/document/495912028/Tabela-de-Conductividade-Termica-de-Mater>.

Acesso em: 05 abr. 2025.

RIBEIRO, Clara; GONÇALVES, Paulo. *Cálculos Químicos: Uma Abordagem Prática*. 1. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2018.

SANTOS, Rita; OLIVEIRA, Bruno. *Ensino de Processos Químicos: Desafios e Soluções*. 1. ed. Curitiba: Editora do Conhecimento, 2020.

SILVA, J.; FERREIRA, M. A influência do uso de tecnologias digitais na prática pedagógica e na promoção do engajamento dos alunos dos anos finais do ensino fundamental. 2020. 90 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020.

SOUZA, Felipe; CARVALHO, Letícia. *Simuladores e Aprendizado em Química: Uma Nova Abordagem*. 2. ed. Fortaleza: Editora Nova, 2020.

SOUZA, J. B. de; CARVALHO, T. dos S. Formação de professores para o uso de tecnologias digitais: Um relato de experiência no Colégio Estadual Professora Luzia Carvalho Silva. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, p. e33710414156, 2021.