

## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA ESTUDO DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR.

Isabela Gomes Bergamasco (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Bruno Bonini e Silva (PIBITI/CNPQ-FA-UEM/UEM), Mônica Ronobo Coutinho (Orientador), Wagner A. S. Conceição (Coorientador). E-mail: ra120229@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologias, Maringá, PR.

### Engenharia Mecânica, Fenômenos de Transporte

**Palavras-chave:** Arduino; transferência de calor; radiação térmica.

### RESUMO

Com objetivo de desenvolver um dispositivo de baixo custo cujo método construtivo possa ser realizado por alunos da Iniciação Científica, ou seja, não necessita de uma mão de obra especializada projetou-se um dispositivo que é composto por uma fonte de radiação térmica (lâmpadas infravermelhas), de potência regulável, a qual simula a radiação solar e, embaixo das lâmpadas, o material de estudo é posicionado. Para analisar as variações de temperatura, foram colocados termopares em locais estratégicos para medição e, em seguida, o gráfico de temperatura em função do tempo foi analisado.

### INTRODUÇÃO

Morais (2011) afirma a necessidade da utilização de materiais que minimizem a transferência de calor através de vedações no interior de edificações visando a diminuição da temperatura e o conforto térmico dos moradores, reduzindo também, conseqüentemente, o consumo de energia com resfriamento, por exemplo. Para isso, priorizando o estudo do conforto térmico ligado à transferência de calor viu-se a necessidade de construção de um dispositivo de baixo custo o qual é capaz de analisar as trocas de calor entre o ambiente externo e um material que simula o revestimento externo de residências, por exemplo, ou seja, a principal aplicação do dispositivo será para o desenvolvimento e análise de materiais relacionados à construção civil e revestimentos.

Fazendo uma comparação rápida, em regiões mais quentes, é necessário utilizar um revestimento que possua propriedades termicamente mais refrescantes. Por outro lado, em áreas mais frias, são necessários revestimentos que tenham a capacidade de isolar termicamente a residência, minimizando a perda de calor para o ambiente externo devido à sua alta resistência térmica. Com essa compreensão em mente, torna-se imperativa a criação de um dispositivo que permita a análise e comparação do comportamento térmico de materiais, incluindo sua inércia e conforto térmico. Isso possibilitará a seleção do material mais apropriado para uma aplicação específica, considerando também a análise de custos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho, buscou-se selecionar materiais mais comuns e com custo acessível, para isso utilizou-se barras de Metalon, a qual constituiu a estrutura do dispositivo, de dois tamanhos diferentes para que um se encaixasse dentro do outro, permitindo assim a regulagem de altura da estrutura. É importante salientar que durante a construção utilizou-se uma serra fita para realizar o corte da barra de Metalon e também uma solda MIG para unir as partes, exibindo assim a interligação entre a disciplina de Fabricação Mecânica e a realização do projeto. Além disso, para a estrutura das lâmpadas foi utilizado uma chapa de MDF a qual foi unida à estrutura através de uma mão francesa.

Seis lâmpadas de luz infravermelha com 100 W de potência, igualmente espaçadas e ligadas em série, foram acopladas à estrutura de madeira por meio de soquetes de cerâmica parafusados e, depois, também foram feitas furações as quais permitiam a passagem da fiação elétrica pela chapa de MDF.

Foi utilizada uma caixa com paredes isoladas com isopor como câmara de teste, a qual foi reaproveitada de uma outra Iniciação Científica já finalizada, bem como a telha que foi utilizada para o primeiro teste do dispositivo.

Na parte elétrica, utilizou-se um Arduino Uno, um computador para rodar o código, uma protoboard onde acoplava-se a fiação, um potenciômetro cujo nome é autoexplicativo e regulava a potência do conjunto de lâmpadas, os fios do conjunto, termopares DS18B20, tubos termo retrátil e um relé o qual estava programado para desligar o sistema caso este atingisse a temperatura desejada ou religar caso a temperatura diminuísse consideravelmente. Após terminar a construção do dispositivo (Figura 1), cumprindo assim o objetivo do projeto, iniciou-se a fase de testes para verificar as ligações entres os fios e o correto funcionamento do conjunto.

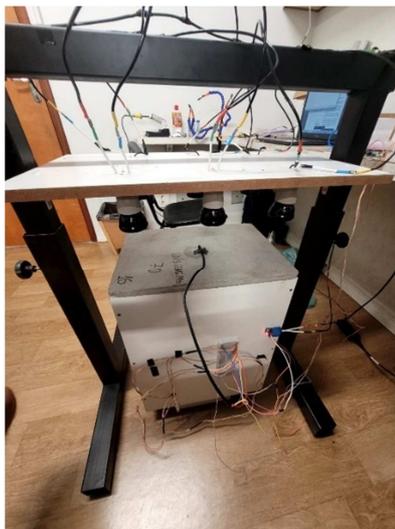


Figura 1 – Montagem do dispositivo para estudo de transferência de calor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o dispositivo pronto e os componentes elétricos testados, foi possível realizar o primeiro teste com uma telha de cimento. Para isso posicionou-se 5 termopares em posições estratégicas: um na superfície superior da amostra estudada, um imediatamente embaixo da amostra, na superfície inferior, um no interior da câmara térmica (distanto 16 cm da amostra), um aproximadamente na metade da câmara (distanto 32 cm da amostra) e, o último, posicionado no fundo da caixa o qual representará a temperatura de controle.

O sistema é de fácil manuseio, pode ser transportado de forma simples e ainda ser ligado em qualquer local em que haja uma tomada, ou seja, pode ser operado independentemente das condições climáticas. Além disso, a fonte de radiação térmica pode chegar a até 200°C, sendo assim necessária a supervisão por um operador durante a realização do experimento e, também regular a temperatura desejada por meio do código que controla o relé.

Nesse caso, o código do Arduino foi programado para relé desligar o sistema das lâmpadas quando a temperatura atingisse 70°C, assim, enquanto a temperatura não fosse alcançada as lâmpadas continuavam esquentando o sistema e, ao chegar nos 70°C, o sistema era desligado. Com isso, é possível observar (Figura 2) que depois de aproximadamente 5500 segundos as temperaturas tornaram-se praticamente constantes (atingiram o estado estacionário), demonstrando assim a confiabilidade do dispositivo quando considerado para o estudo de inércia e conforto térmicos.

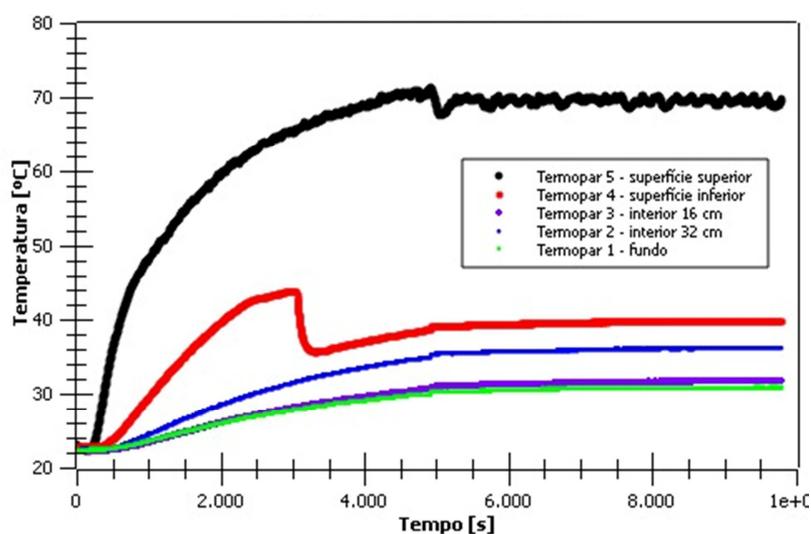


Figura 2 – Teste 1: Temperatura x Tempo.

A partir do Figura 2, observa-se que houve uma imprecisão com relação ao termopar 4 que estava acoplado à superfície inferior da amostra, o qual provavelmente descolou-se da superfície durante o aquecimento. Devido a isso, houve a necessidade de refazer o teste.

Para o segundo teste (Figura 3), corrigiu-se o erro relacionado ao termopar que se desprende da amostra e houve uma redução na distância das lâmpadas até a superfície da amostra, o que ocasionou uma maior sensibilidade durante o liga-

desliga do relé, no entanto levou menos tempo pra a estabilização das temperaturas, cerca de 2000 segundos.

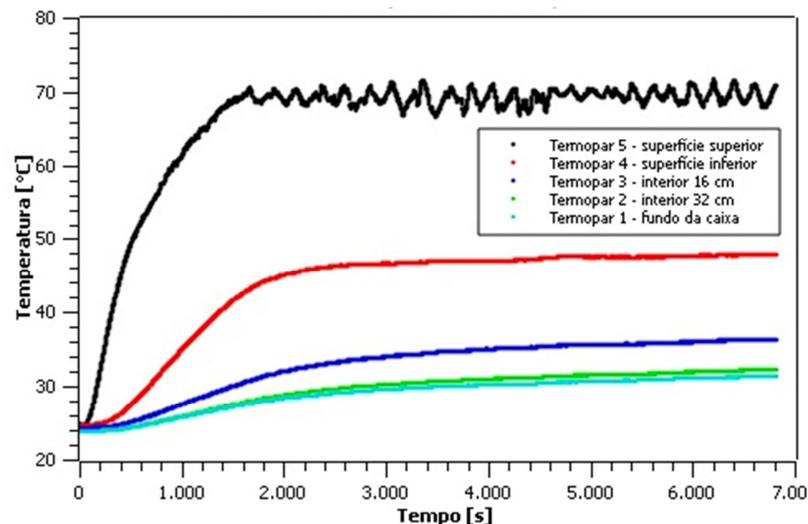


Figura 2 – Teste 2: Temperatura x Tempo.

## CONCLUSÕES

Com base no que foi apresentado, conclui-se que o objetivo do projeto foi cumprido, uma vez que o dispositivo foi construído e testado, possuindo um custo baixo e sendo eficaz no uso de testes de materiais da construção civil e revestimentos quando se trata de inércia e conforto térmicos. Além disso, o dispositivo se destaca pela sua praticidade de uso e transporte. Ele oferece a flexibilidade de conduzir testes em amostras tanto em ambientes controlados com temperaturas externas ajustadas, como em condições livres de sazonalidades. Foi observado que durante a realização do experimento, um dos termopares se soltou; no entanto, essa questão foi corrigida já no segundo teste e, a cada experimento, que darão continuidade ao projeto, o dispositivo será melhorado conforme a necessidade.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Universidade Estadual de Maringá pelo apoio financeiro para a realização do projeto.

## REFERÊNCIAS

MORAIS, D. M. Análise do conforto térmico em protótipos de habitações para usuários de baixa renda, com isolamento térmico reutilizando embalagens Tetra Pak: etapa 1. **XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Belo Horizonte, out. 2011. Disponível em :[https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_tn\\_sto\\_135\\_855\\_17916.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_855_17916.pdf). Acesso em: 30 ago. 2023.