

## **VALIDAÇÃO DE UM SISTEMA PARA ESTUDO DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR E ESTUDO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS NO CONFORTO TÉRMICO**

Lais Sakai Pacheco (PIBIC/FA/UEM), Bruno Bonini e Silva (PIBITI/FA/UEM), Wagner A. S. Conceição (Coorientador), Mônica Ronobo Coutinho (Orientadora). E-mail: mrcoutinho@uem.br

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

**Área e subárea do conhecimento: Engenharia Mecânica/Transferência de Calor**

**Palavras-chave:** conforto térmico; reciclagem; troca de calor.

### **RESUMO**

A partir das mudanças climáticas geradas pelo ser humano, materiais alternativos estão sendo analisados com o objetivo de atuarem em benefício do conforto térmico. Deste modo, é possível realizar a promoção de ambientes agradáveis termicamente e auxiliar na reutilização de materiais destinados ao descarte. Com o cenário global em mente, analisou-se o impacto da adição de materiais alternativos contendo fibras de tecido e isolante feito de embalagens Tetra Pak, no conforto térmico. Validou-se a bancada de estudo utilizada para testes, gerando resultados uniformes para as telhas. Concluiu-se que o uso de telhas com fibras de tecido não produz resultados vantajosos relevantes, o uso de isolamento constituído de material Tetra Pak reduz a amplitude térmica em 71,6%, reduz a variação térmica interna ao ambiente em 173,3% e garante uma defasagem térmica de 25 minutos em relação à uma telha somente de cimento, garantindo um bom conforto térmico em relação às demais telhas.

### **INTRODUÇÃO**

O estudo dos materiais alternativos é de suma importância no cenário atual devido ao crescente impacto do ser humano sobre o clima, causando consequências como o ano de 2020 ter apresentado um aumento de 1,1°C na temperatura global em relação ao milênio passado (IPCC, 2023). Além de possibilitar uma maior reciclagem e ressignificação dos resíduos, visto que, o Brasil no ano de 2022 reciclou apenas 4% do lixo produzido (ABRELPE, 2023).

Materiais de construção inovadores e novas tecnologias estão sendo desenvolvidos para lidar com o calor excessivo (MORAIS, 2011). Logo, o estudo desses materiais é

necessário a fim de analisar as propriedades fornecidas para o conforto térmico, conceito classificado pela ASHRAE (2021) como o bem-estar do ser humano em permanecer em um determinado local de modo que ele esteja confortável em termos de temperatura.

Os materiais tipicamente utilizados com o fim de dificultar a transferência de calor possuem concorrentes ecológicos, com a aplicação de fibras naturais para o primeiro caso e materiais reflexivos reciclados, como as embalagens Tetra Pak, para o segundo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Materiais*

A realização desta pesquisa foi viabilizada pelo uso de uma bancada de transferência de calor, telhas feitas de diferentes materiais, e um isolante térmico produzido a partir de embalagens Tetra Pak. A bancada apresenta seis lâmpadas infravermelhas, responsáveis por fornecer o fluxo de calor e termopares em posições fixas executando a aferição das temperaturas em função do tempo de experimento. O termopar 1 está posicionado a 48 cm abaixo da telha, o termopar 2 a 30 cm, o termopar 3 a 17 cm, o termopar 4 diretamente abaixo da telha, e o termopar 5 acima dela. As telhas são, uma de referência (1200 g de cimento e 2800 g de areia), uma de tecido (1072 g de cimento, 2872 g de areia, 60 g de tecido) e a telha de referência adicionada do isolante Tetra Pak.

### *Métodos*

A temperatura máxima estabelecida para o estado estacionário foi de 60°C (medida pelo termopar 5), permitindo uma comparação direta entre as telhas. Essa temperatura forneceu uma diferença significativa em relação ao ambiente, além das lâmpadas terem a capacidade de atingi-la de maneira rápida e uniforme.

A duração dos testes foi definida em 2500 segundos, visto que é suficiente para as lâmpadas atingirem o estado estacionário e influenciarem os cinco termopares presentes

A propriedade das telhas em fornecer bom conforto térmico foi analisada em função da capacidade de: reduzir a amplitude térmica, possuir alta defasagem térmica e possuir baixa variação de temperatura interna.

Com isso, para avaliar a amplitude térmica, coletou-se os dados da temperatura no início e fim de teste para o termopar (1), mais afastado da telha.

Para a defasagem térmica, coletou-se o tempo necessário para que o termopar (1) apresentasse uma variação de temperatura de 5°C em relação à temperatura inicial. Para a variação de temperatura interna ao ambiente, coletou-se as temperaturas do termopar (4) e termopar (1), permitindo analisar a diferença de temperatura obtida dentro do ambiente da caixa isolada, avaliando-se o estresse térmico ao qual o ser humano irá ser submetido.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos testes realizados e com o auxílio do software Origin, foi possível gerar gráficos das temperaturas dos cinco termopares em função do tempo decorrido do estudo, apresentados nas figuras (1) e (2).

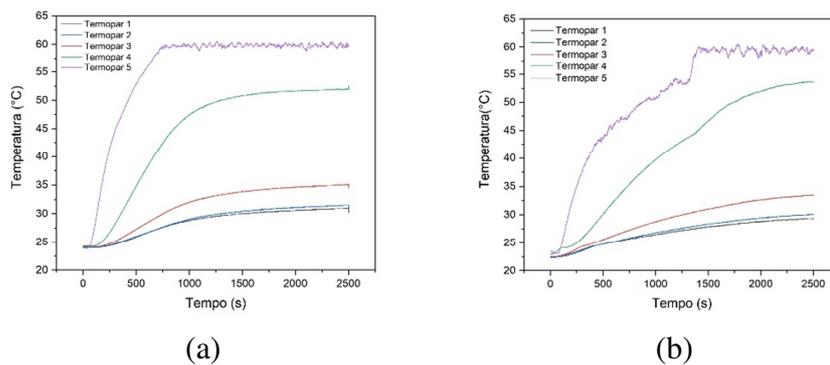


Figura 1 - Variação de temperatura dos termopares em função do tempo para a (a) telha de referência e (b) telha com tecido

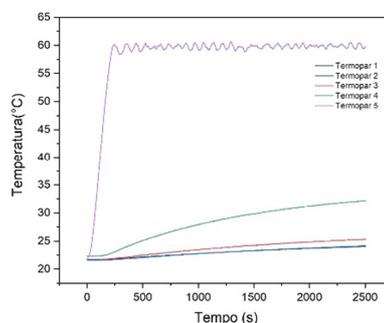


Figura 2 - Variação de temperatura dos termopares em função do tempo para a telha de referência com isolante de Tetra Pak

A amplitude térmica obtida para a telha de tecido foi 12,5 % maior que a de referência, enquanto a telha com Tetra Pak apresentou amplitude 71,6% menor que a referência. Em relação à defasagem térmica, a telha de tecido atinge uma variação de 5°C, 107 segundos após a de referência e a telha com Tetra Pak, 1457 segundos depois. Para a variação de temperatura interna ao ambiente da caixa a telha de tecido permitiu variação 9,3% menor que a telha referência e a isolada com Tetra Pak, 173,3% menor.

## CONCLUSÕES

A validação da bancada foi comprovada pelos dados coerentes e uniformes obtidos para as diferentes telhas testadas. A telha com tecido não apresentou vantagens significativas em comparação à telha de cimento. Já a telha com isolamento de Tetra Pak demonstrou excelente desempenho em garantir o conforto térmico, destacando-se na redução da amplitude térmica, na diminuição da variação de temperatura interna e na alta defasagem térmica, além de apresentar bom desempenho térmico, torna-se uma alternativa econômica para aplicação no conforto térmico.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Fundação Araucária por me fornecer os meios para conduzir essa pesquisa. A minha orientadora Mônica Ronobo Coutinho, por me guiar e auxiliar, e aos meus pais, por me apoiarem durante o período de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE).

AMERICAN SOCIETY OF HEATING AND REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **Handbook - Fundamentals**. Atlanta, USA, 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023 Synthesis Report**. <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>> Acesso em: 04 de agosto de 2024.

MORAIS, D. M.; **Análise do conforto térmico em protótipo de habitações para usuários de baixa renda, com isolamento térmico reutilizando embalagens**

33° Encontro Anual de Iniciação Científica  
13° Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



10 e 11 de Outubro de 2024

**Tetra Pak: Etapa 1.** In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011, Belo Horizonte, Minas Gerais. ENEGEP

