

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA APLICAÇÃO DE EMBALAGENS CARTONADAS TIPO LONGA-VIDA COMO BARREIRAS RADIANTES EM COBERTURAS

Antônio Carlos Felix Ferreira Júnior (*), Felipe Sardinha Maciel, Virgínia Siqueira Gonçalves, Luís Antônio Rangel Maciel, Elias Rocha Gonçalves Júnior

*Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF); antoniocarlosfelix11@gmail.com

RESUMO

Dentre os diversos tipos de energia, a térmica radiante tem se tornado um desafio para a engenharia, principalmente em países de clima tropical, devido às altas taxas de transferência de calor ao ambiente. A partir disto, o presente buscou avaliar a capacidade térmica das embalagens cartonadas como material viável aplicado ao isolamento térmico de coberturas, através de medições de temperatura. Para elaboração do trabalho, foi confeccionada uma barreira radiante de embalagens cartonadas e efetuadas medições de temperatura da superfície do telhado em um bicicletário com e sem o isolamento térmico formado pela manta produzida. De acordo com as medições, observou-se uma redução média de 12,3°C de temperatura do telhado com o arranjo da barreira radiante sob o mesmo e de 14,3°C com a barreira sendo aplicada na parte superior do telhado. Após completada a avaliação, foi constatado que o uso das embalagens cartonadas em coberturas como forma de isolamento em locais com altos índices radiativos apresentam níveis de viabilidade e eficiência satisfatórios, no que diz respeito às propriedades térmicas.

PALAVRAS-CHAVE: Isolamento térmico, Embalagens, Temperatura.

INTRODUÇÃO

Diversas pesquisas científicas buscaram o conceito dos termos calor e temperatura das mais variadas formas, tanto das suas concepções alternativas (AXT & BRÜCHMANN, 1989; KÖHNLEIN & PEDUZZI, 2011), como das absolutas (CALDEIRA e MARTINS, 1990; CASTIÑEIRAS *et.al*, 1998). A análise sistemática de Caldeira e Martins (1990) demonstra que a temperatura pode ser definida como uma medida estatística do nível de agitação entre as moléculas. Já o calor, é a energia transferida de um corpo para outro, exclusivamente devido às diferenças de temperatura, sendo apenas uma medida de trabalho em forma microscópica, que não é possível quantificar na escala macroscópica.

A utilização de um sistema que permita economia de energia nos dias atuais, vem se tornando uma questão cada vez mais importante. Segundo estudo de Fedrigo, Ghisi e Lamberts (2009) os gastos energéticos totais de uma casa no verão com ar condicionado chegam a 16% do consumo total, levando em consideração o uso racional. Já de acordo com dados da PROCEL, em parceria com a ELETROBRÁS (2006), o uso de um ar condicionado do tipo *split*, de potência igual ou inferior a 10000 BTU/h, gera um consumo energético médio mensal de cerca de 142 kWh por 8 hora diárias. Ao comparar esses valores com os valores da média do consumo de energia mensal no Brasil em 2016, que foi de 161,8 kWh/mês (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2016), percebe-se a necessidade da busca por uma menor dependência desse tipo de sistema.

Dentre os diversos tipos de energia, a térmica radiante tem se tornado um desafio para a engenharia, principalmente em países de clima tropical, devido às altas taxas de transferência de calor ao ambiente. Sistemas que sejam capazes de isolar termicamente os ambientes, possibilitando redução de gastos energéticos com climatização, que tenham baixo custo e que possibilitem um uso racional dos materiais (redução, reutilização e reciclagem), deve ser uma meta a ser alcançada em nossa sociedade (BALTAR, 2006).

OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a capacidade térmica das embalagens cartonadas como material viável aplicado ao isolamento térmico de coberturas, através de medições de temperatura nesse tipo de material.

Os resultados encontrados serão utilizados como base para projetos futuros envolvendo climatização de ambientes cobertos, principalmente residências de baixa renda e coberturas de locais que normalmente não apresentam lajes, como galpões e quadras esportivas.

METODOLOGIA

Nos procedimentos de montagem e aplicação do experimento, mais precisamente no momento de fabricação das mantas, foram utilizadas 84 caixas de leite de 1L, abertas e desinfetadas (42 caixas por manta), soldadas termicamente com um ferro elétrico.

Para auxiliar na soldagem, e fazer com que o ferro em altas temperaturas não entrasse em contato direto com a camada de plástico da embalagem, causando deterioração da mesma e do equipamento, uma folha de papel sulfite foi utilizada em cada uma das junções da embalagem, como camada protetora.

Na soldagem, foi realizada uma sobreposição entre as bordas das caixas de aproximadamente 2 cm. Foram confeccionadas duas mantas, ambas com as dimensões de 1,71m x 1,43m.

Cada uma das estruturas foi aplicada em diferentes arranjos, em partes da cobertura do bicicletário. Inicialmente, uma manta foi colocada junto à superfície inferior da cobertura, com a parte metálica voltada para baixo, já a segunda foi sobreposta ao telhado com a face aluminizada voltada para o sol (Figura 1c).

Para a fixação das mantas à cobertura, foi utilizada fita adesiva dupla-face.

O bicicletário situa-se no IFF-Guarus, possui um telhado de aço zincado e tem seu entorno impermeabilizado por uma calçada de concreto.

Os horários de medição foram às 10h, 11h, 12h, 13h e 14h respectivamente, ao longo de 6 dias.

As medições de temperatura foram realizadas diretamente sobre a superfície interna da telha ou da manta (no caso da medição na configuração da manta aderida à superfície interna), utilizando-se um termômetro laser.

Para cada configuração, realizou-se 5 medições de temperatura em pontos distintos a cada horário, além de uma medida de controle, sendo essa o valor de temperatura do telhado sem cobertura (foi escolhida uma parte do telhado do bicicletário não coberto pela manta, de área igual a coberta por cada configuração). Os valores utilizados para os cálculos foi o da média obtida entre os pontos, em cada horário.

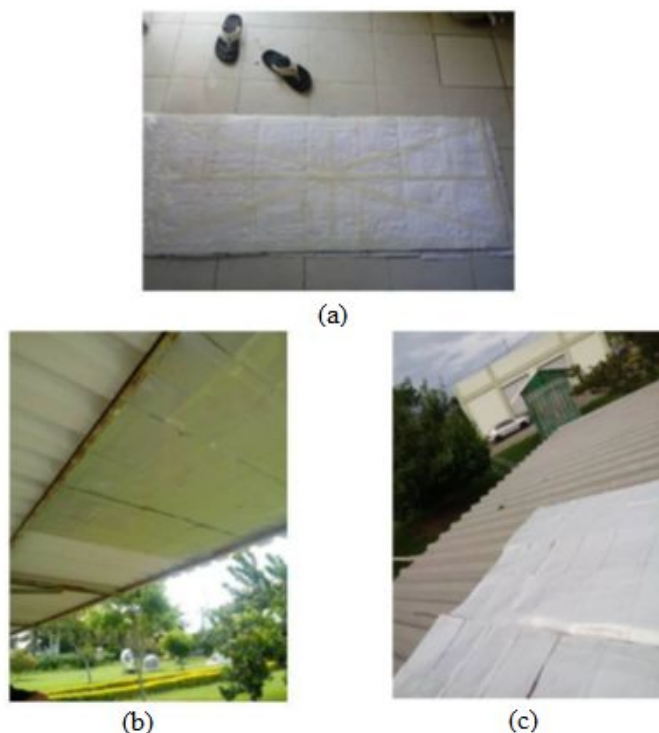


Figura 1. (a) Manta térmica confeccionada e adesivada, (b) configuração sob e (c) sobre a cobertura do bicicletário. Fonte: Autor do trabalho.

RESULTADOS

O período escolhido para as medições foram os meses de fevereiro e março, no verão, por ser um período caracterizado por altas temperaturas e bons índices de radiação solar global. Na Tabela 1 são apresentados os valores de temperatura média das três modalidades de medição, onde as variáveis:

- Controle se refere às temperaturas máximas e mínimas da cobertura sem isolamento térmico;
- Configuração 1 se refere às temperaturas máximas e mínimas da cobertura com isolamento instalado na superfície interna;
- Configuração 2 refere às temperaturas máximas e mínimas da cobertura com isolamento térmico instalado na superfície externa.

Tabela 1. Temperatura média diária dos 3 tipos de medição. Fonte: Autor do trabalho.

Variáveis	22/fev	23/fev	26/fev	27/fev	28/fev	02/mar
Temperatura Média (°C) Controle	45,3±5,9	55,1±6,5	44,5±9,2	58,8±3,3	57,8±2,5	63,3±6,0
Temperatura Média (°C) Configuração 1	37,6±4,4	37,6±1,6	37,0±4,6	43,3±2,1	45,0±2,1	47,5±4,5
Temperatura Média (°C) Configuração 2	37,6±4,4	39,8±1,6	37,0±4,6	43,3±2,1	45,0±2,1	47,5±4,5

Nota-se de maneira geral, que as temperaturas apresentaram valores significativos de desvio-padrão, devido à grande variação dos índices radiativos durante o decorrer do dia. As medições de controle foram as que exibiram as maiores taxas no quesito ($\pm 5,6^\circ\text{C}$), esse número pode ser explicado devido ao fato do telhado de aço zincado apresentar um valor de calor específico de $0,12 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, significativamente inferior ao dos materiais que compõem o isolamento ($0,22 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ no alumínio, $0,35 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ no papelão e $0,4 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ no polietileno expandido) (CENGEL, 2007). Quanto menor o calor específico de um material, maior a facilidade do mesmo em ganhar ou perder calor para o ambiente.

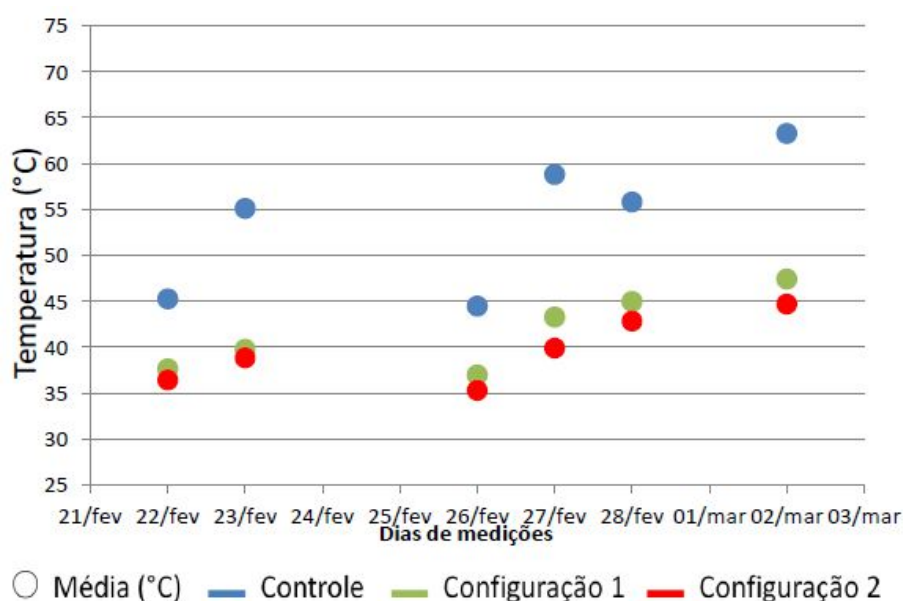


Figura 2. Temperaturas médias da cobertura nos dias de medição. Fonte: Autor do trabalho.

A partir da leitura da Tabela 1 e da Figura 2 percebe-se que os dias em que a temperatura superficial do controle atingiu as mais baixas temperaturas médias, $45,3^\circ\text{C}$ no dia 22 e $44,5^\circ\text{C}$ no dia 26, ambos em fevereiro, houve uma variação significativamente menor entre a mesma e as de controle, sendo de $7,7^\circ\text{C}$ (1) e $8,8^\circ\text{C}$ (2) no dia 22 e $7,5^\circ\text{C}$ (1) e $9,2^\circ\text{C}$ (2) no dia 26. Enquanto a maior diferença ocorreu no dia 2 de março, sendo de $15,8^\circ\text{C}$ (1) e $18,6^\circ\text{C}$ (2).

Em termos de eficiência, nas configurações de isolamento as temperaturas médias foram 17% (1) e 19,4% (2) inferiores as de controle no dia 22 de fevereiro, no dia 26 de fevereiro, essa diminuição foi de 16,6% (1) e 20,7% (2). Em 2 de março, houve um aumento considerável nessa taxa e a redução foi de 25% na configuração 1 e 29,4% na configuração 2.

Esses dados mostram a alta capacidade reflexiva do isolamento, que apresenta sua máxima eficiência diante de altos índices radiativos.

Tabela 2. Temperaturas médias de cada tipo de configuração, por horário. Fonte: Autor do trabalho.

Variáveis	Controle	Configuração 1	Configuração 2
Temperatura (°C) 10h	49,6±8,5	39,0±4,9	37,0±3,7
Temperatura (°C) 11h	57,2±5,9	42,8±4,2	40,4±3,2
Temperatura (°C) 12h	57,2±7,3	44,6±4,8	42,3±3,8
Temperatura (°C) 13h	55,4±12,5	42,4±6,8	40,9±6,8
Temperatura (°C) 14h	50,6±9,7	39,5±3,4	37,9±3,5

Como indicado pela Tabela 2 os maiores valores de temperatura de controle ocorreram as 11 e 12 horas, nos horários restantes as medições não apresentam variação significativa quando se avalia o desvio-padrão.

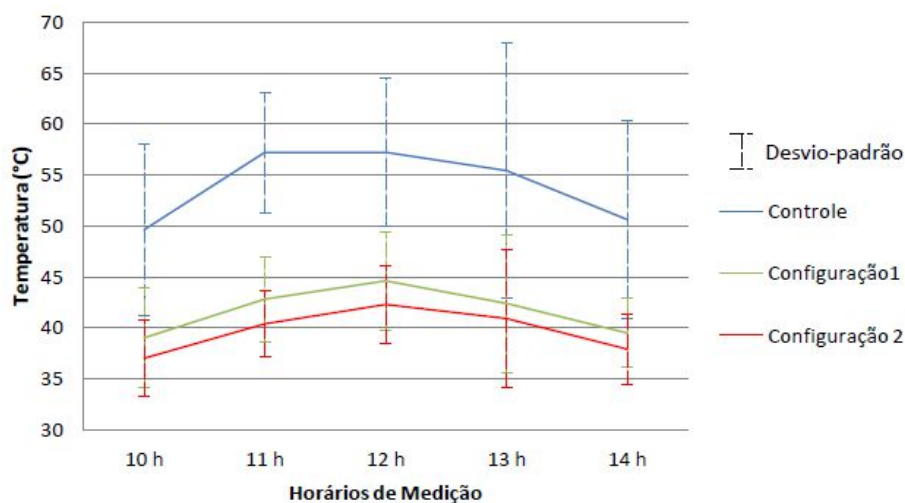


Figura 3 - Temperaturas médias da cobertura em relação aos horários de medição. Fonte: Autor do trabalho.

Ao analisarmos a Figura 3 juntamente com a Tabela 2, nota-se que embora haja diferenças nas temperaturas configurações 1 e 2 em relação aos horários, as mesmas não são significativas. Também pode ser visto que a configuração 2 apresenta menores valores de temperatura que a configuração 1, porém, novamente esses valores não diferem de maneira expressiva.

Tabela 3. Temperatura geral média por tipo de configuração. Fonte: Autor do trabalho.

Variáveis	Controle	Configuração 1	Configuração 2
Temperatura Média (°C)	54,0±3,7	41,7±2,4	39,7±2,2

A Tabela 3 mostra que com uso da manta como isolante térmico houve uma diminuição considerável de temperatura em ambas as configurações. No uso da configuração 1, a temperatura média foi reduzida em 12,3°C ou 22,7%, com a configuração 2 essa redução foi de 14,3°C ou 26,5%.

CONCLUSÃO

Em relação ao uso das embalagens longa vida como barreiras radiantes, verificou-se que as mesmas são altamente eficientes, no que diz respeito às propriedades térmicas. A aplicação da manta sobre a cobertura e com a face aluminizada voltada para cima apresentou uma maior capacidade de redução da temperatura superficial da mesma se comparada ao arranjo na superfície interna do telhado, porém, como as diferenças no módulo de redução de temperatura entre as duas configurações foram pequenas, a recomendação é de que o isolamento seja aplicado internamente, evitando a exposição do material a intempéries, assim, aumentando a durabilidade do mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AXT, R.; BRÜCKMANN, M. E. **O conceito de calor nos livros de ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 6, n. 2, p. 128-142, 1989.
2. BALTAR, M. G. **Redução da demanda de energia elétrica utilizando parâmetros construtivos visando ao conforto térmico.** 2006. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
3. CALDEIRA, M. H.; MARTINS, D. R. **Calor e temperatura-Que noção têm os alunos universitários destes conceitos.** Gazeta de Física, v. 13, n. 2, p. 85, 1990.
4. CASTIÑEIRAS, J. M. D.; DE PRO BUENO, A.; FERNÁNDEZ, E. G.. **Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: un estudio transversal.** Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, v. 16, n. 3, p. 461-476, 1998.
5. CENGEL, Y. A. **Transferência de calor e massa,** McGraw Hill Brasil, p.327, 2007.
6. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Resenha mensal do mercado de energia elétrica,** ano IX, n. 100, p.1, 2016.
7. FEDRIGO, N. S.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. **Usos finais de energia elétrica no setor residencial brasileiro.** ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 10, p. 367-376, 2009.
8. KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, S. S. **Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura.** Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 3, 2011.
9. PROCEL & ELETROBRAS. **Tabela de estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com um uso hipotético,** 2006. Disponível em: <<http://www.industria hoje.com.br/wp-content/uploads/downloads/2015/01/Tabela-Consumo-Equipamentos-Procel-Eletronbras.pdf>>. Acesso em 19 de julho de 2017..