

EMBALAGENS TETRA PARK® ALTERNATIVA DE BAIXO CUSTO NA CONSTRUÇÃO

Tiago Quevedo da Trindade², Daniele Martini¹,

¹Depto. de Matemática, Universidade do Estado de Mato Grosso, ms.danimartini@hotmail.com;

²Depto. de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Mato Grosso, tiago_quevedo@yahoo.com.br

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho térmico do ar no interior de residências utilizando embalagens de leite Tetra Pak® como isolante térmico, pois, por conterem alumínio em sua composição, as embalagens são ótimas refletoras da radiação solar. Para isto, construímos, de forma artesanal, uma persiana e uma subcobertura com as embalagens. A persiana foi utilizada em uma residência cuja janela fica exposta ao sol na maior parte do dia. A subcobertura foi utilizada na maquete de uma casa de madeira de dimensões 1,22m X 0,78m X 0,72m coberta com telhas de cimento-amianto exposta ao sol. As temperaturas foram medidas de hora em hora, das 10h até às 15h. Obteve-se uma temperatura média 3,8% menor no interior do ambiente utilizando persiana em relação ao ambiente sem persiana. Com o uso da subcobertura obteve-se uma temperatura média 17,5% menor em relação ao telhado sem subcobertura. Dessa forma, as embalagens tornam-se um isolante térmico eficiente e de baixo custo para diminuir a temperatura interna de residências.

PALAVRAS-CHAVE: *Modelo Físico-Matemático, Reflexão da Radiação Solar, Embalagens Tetra Pak®*

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, milhões de famílias de baixa renda, tem suas habitações cobertas com telhas de cimento-amianto, que se caracterizam por aquecer-se facilmente a altas temperaturas (60 a 70°C) sob a incidência da luz solar, e irradiando seu calor na forma de raios infravermelhos para o interior das residências, tornando o ambiente interno insuportável. Tal desconforto tem graves conseqüências para a saúde, afetando gravemente a disposição para o trabalho e muito mais ainda para o estudo.

As embalagens de leite Tetra Pak®, constituídas por 75% de papelão, 20% de polietileno e 5% de alumínio, são 100% recicláveis. Uma das técnicas utilizadas permite o uso da mistura de plástico e alumínio na fabricação de placas, telhas e outros objetos. Para diminuir os custos, a utilização destas embalagens pode ser feita de forma artesanal, pelo próprio morador. O alumínio ajuda a diminuir significativamente a temperatura ambiente, pois é capaz de refletir mais de 95% da radiação solar.

Além de diminuir a temperatura no interior das residências, a utilização das embalagens Tetra Pak® tem benefício ecológico pelo fato de que a maior parte destas embalagens não são biodegradáveis e representam cerca de 1% do total de resíduos produzidos no Brasil, também reduz o consumo de energia, pois o desconforto causado tanto por temperaturas elevadas (ou baixas) quanto pelas más

condições de iluminação é resolvido pelo usuário através de sistemas artificiais de iluminação e de condicionamento do ar [1].

Visando avaliar o desempenho térmico do ar no interior do ambiente utilizando caixas de leite Tetra Pak® como isolante térmico, utilizou-se duas situações: 1ª) formando uma persiana e 2ª) como subcobertura para telhados com telhas de cimento-amianto.

Vecchia [2] afirma que os valores das temperaturas internas do ar (em uma residência) foram reduzidos, após a colocação da subcobertura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais e Procedimento Experimental

2.1.1. Persiana

Para a confecção da persiana, utilizou-se 20 caixas de leite abertas e desinfetadas unidas com fita adesiva. A persiana, com a face aluminizada voltada para o sol, foi fixada distante 5cm do vidro em uma janela de dimensões 1,20m X 1,00m, na parte interna de uma residência de 40m². A residência utilizada situa-se em um condomínio, cujo solo ao redor da mesma é impermeabilizado por calçada de concreto. A parte frontal da residência (figura 1 – a), a qual fica exposta ao sol na maior parte do dia, contém uma janela e uma porta, a qual manteve-se fechada durante os testes. As medições de temperatura foram feitas entre 10h e 15h, utilizando-se dois termômetros digitais, um situado na parte externa da parede e outro situado no interior da residência. No primeiro teste, as medições foram feitas utilizando-se a cortina (figura 1 - b); no segundo teste, sem a cortina (figura 1 - c).



Figura 1 – Vista externa (a) e vista interna (b) da residência onde foram realizados os testes utilizando a cortina de embalagens Tetra Pak®, (c) vista externa sem a cortina.

2.1.2. Subcobertura

Para a fabricação da subcobertura foram utilizadas 21 caixas de leite abertas e desinfetadas, unidas com fita adesiva, fixadas em uma estrutura de madeira. Para a realização dos testes utilizou-se a maquete de uma casa de madeira de dimensões 1,22m X 0,78m X 0,72m, coberta com telhas de cimento-amianto de 4mm de espessura, sem forro, exposta diretamente ao sol, sob um gramado (figura 2 – a e b).



(a)



(b)

Figura 2 – Maquete de madeira (a) onde foram realizados os testes utilizando as embalagens Tetra Pak como subcobertura[®] (b).

As medições de temperatura diretamente em cima da telha e no interior do ambiente foram feitas entre 10h e 15h, utilizando-se um termômetro laser da marca Minipa modelo MT-350. No primeiro teste, utilizou-se a subcobertura; no segundo, as medições de temperatura foram feitas sem a utilização da mesma.

2.2. Métodos

O modelo físico – matemático que descreve a taxa de transferência de calor q , em W, foi obtido relacionando-se as equações apresentadas por Incropera et al (1998) [3], conhecidas pela lei de Fourier e pela equação de resfriamento de Newton, e pode ser descrito como:

$$q = \rho \cdot c \cdot V \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t} + \frac{T_{ext} - T_{int}}{\frac{e}{K \cdot A} + \frac{1}{h_{conv} \cdot A}} \quad (1)$$

Onde:

q é a taxa de transferência de calor (W), da parte externa para a parte interna;

ρ é a densidade do ar = 1,293 kg/m³;

c é o calor específico do ar = 1 kJ/kg.K;

V é o volume de controle, igual a 43,5m³ na residência onde foi utilizada a persiana, 0,79m³ na maquete sem o uso de subcobertura, e 0,65m³ na maquete com o uso de subcobertura;

ΔT é a variação da temperatura (°C);

Δt é a variação do tempo (s);

T_{int} é a temperatura interna média (°C);

T_{ext} é a temperatura externa média (°C);

e é a espessura, igual a 0,004m para o vidro e 0,006m para a parede de madeira;

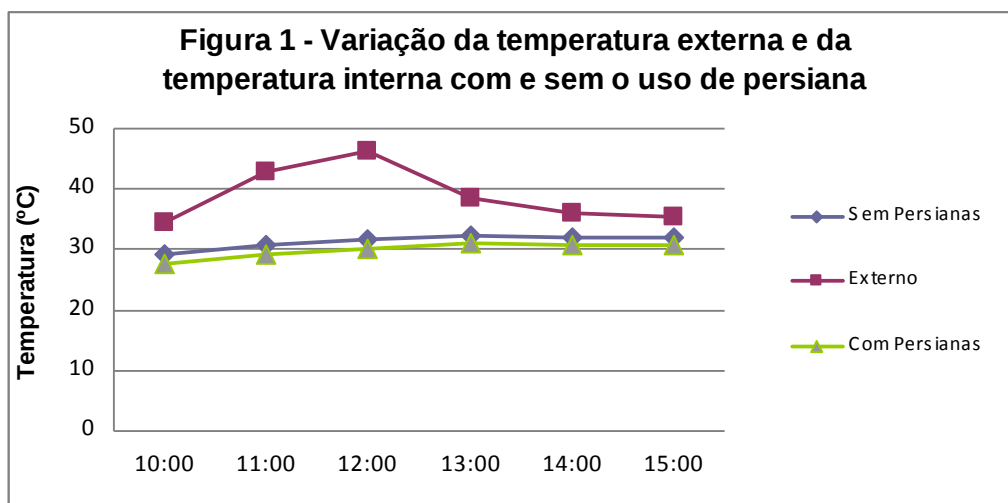
K é a condutividade térmica (W/mK), igual a 0,72W/mK para o vidro e 0,12W/mK para a madeira;

A é a área de contato do calor, igual a 1,20m² para a persiana, 4,16m² para a maquete sem a subcobertura, e 2,8m² para a maquete com a subcobertura;

h é o coeficiente de transferência de calor por convecção, igual 3,83W/m² K.

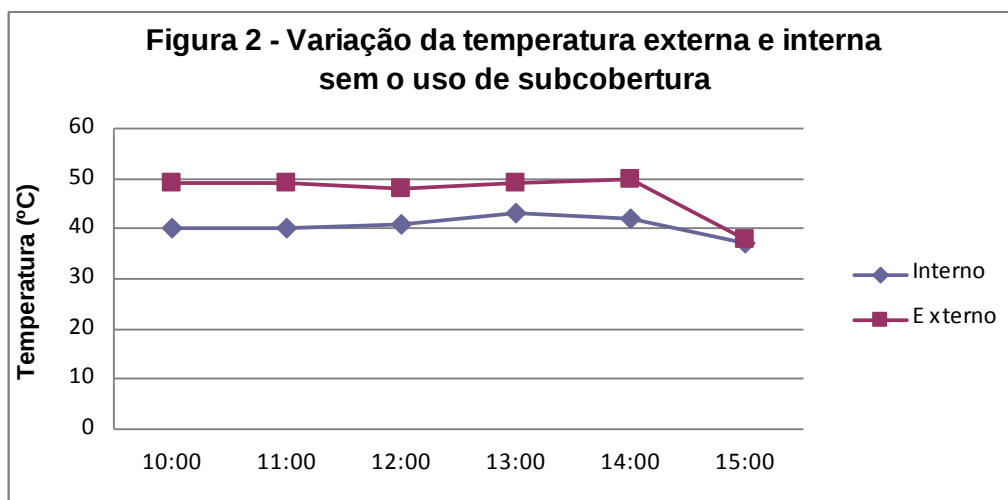
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico da figura 1 apresenta os resultados da variação da temperatura externa e da temperatura interna do ambiente, entre 10:00 e 15:00, com o uso da persiana e sem o uso da mesma.

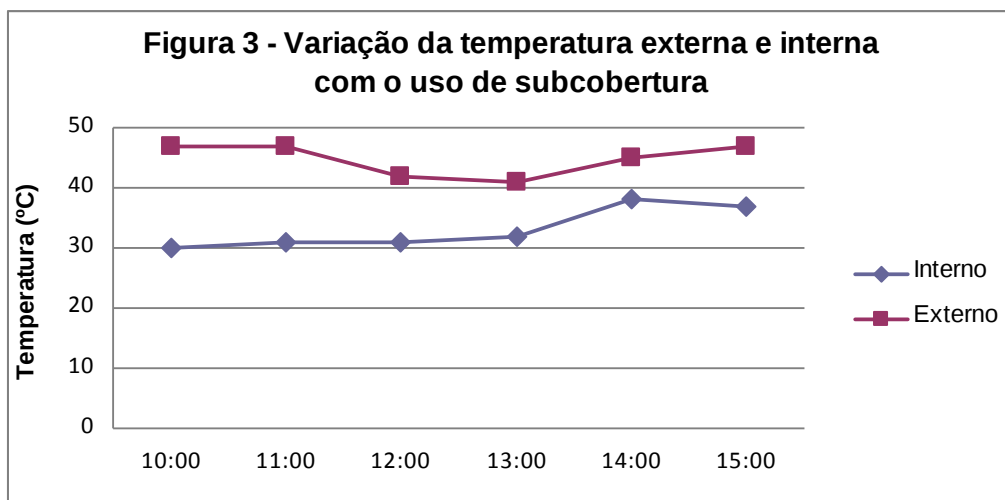


Na figura 1 pode-se observar que os modelos com e sem persiana apresentaram uma variação de temperatura pouco significativa.

O gráfico da figura 2 apresenta os resultados obtidos das medições de temperatura do ambiente e do interior da maquete sem o uso de subcobertura.



O gráfico da figura 3 apresenta o comportamento da temperatura externa ao ambiente e da temperatura interna da maquete com o uso da subcobertura de embalagens.



Os valores médios de temperatura, obtidos na parte interna do modelo, ap ós 300 minutos de ensaio, estão listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios de temperatura, em °C, na parte interna do modelo, aos 300 minutos de ensaio e suas diferenças em relação ao modelo referência.

Características do Modelo	Sem subcobertura	Com subcobertura	Sem persiana	Com persiana
Temperatura Média (°C)	39,54	32,62	31,4	30,21
Diferença de Temperatura (°C)	Referência	6,92	Referência	1,19

Pode-se observar, com os dados da tabela 1, que a utilização de subcobertura diminuiu a temperatura interna do ambiente em 6,92°C, isto corresponde a 17,5%; a utilização de persiana diminuiu em 1,19°C a temperatura interna do ambiente, ou seja, 3,8%.

Com os dados de temperatura obtidos nos ensaios, e empregando -se a equação (1) calculou-se a taxa de transferência de calor (q). Os valores obtidos após 300 minutos de ensaio são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Valores calculados das taxas de transferência de calor (q), após 300 minutos de ensaio.

Tempo(min)	Sem subcobertura	Com subcobertura	Sem persiana	Com persiana
360	92,49	84,95	25,68	24,74

Observa-se, com os dados da tabela 2, que os modelos sem subcobertura e sem persiana apresentaram uma taxa de transferência de calor ligeiramente maior do que os modelos com subcobertura e com persiana.

4. CONCLUSÃO

Analisando-se os dados obtidos experimentalmente, pode-se verificar que o modelo no qual realizou-se os testes utilizando-se a persiana de embalagens Tetra Pak® apresentou uma diminuição de 3,8% na temperatura interna do ambiente, comparado ao modelo sem a persiana, a qual considerou-se pouco significativa. O modelo no qual realizou-se os testes com o uso das embalagens Tetra Pak® como subcobertura apresentou uma temperatura 17,5% inferior comparado ao modelo sem subcobertura. A taxa de transferência de calor apresentou-se ligeiramente maior nos modelos sem o uso de persiana e sem o uso da subcobertura.

Os resultados experimentais, mesmo realizados sob condições adversas, apontam as embalagens Tetra Pak® como boas refletoras da radiação solar e, também, como uma alternativa prática e de baixo custo para ser utilizada como isolante térmico por famílias de baixa renda.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. P. ALUCCI, *Inadequação climática da edificação: do excessivo consumo de energia ao comprometimento da saúde do usuário*. Tecnologia de Edificações. S.P. IPT/PINI, p.486-499, 1998.
- [2] F. VECCHIA, *Isolamento por reflexão*. 3º Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. Anais do ENCAC 2001. São Pedro, SP. 2001.
- [3] F. P. INCROPERA, D. P. DeWITT. *Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.