



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

REUTILIZAÇÃO DE EMBALAGEM TIPO LONGA VIDA COMO BARREIRA RADIANTE EM PAINEL DE VEDAÇÃO

Karin A. Jahnke (1); Thaís Provenzano (2); Saulo Güths (3); João Carlos Souza(3)

(1) Mestranda do Programa de Pós-graduação do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: kajahnke@terra.com.br

(2) Mestranda do Programa de Pós-graduação do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: thaispro@yahoo.com

(3) Departamento de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: saulo@lmpt.ufsc.br

(4) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: jcsouza@arq.ufsc.br

RESUMO

Proposta: O trabalho valoriza a conscientização ambiental a partir do alívio do acúmulo de lixo em aterros sanitários, com material que pode ser reaproveitado na construção civil. Refere-se à aplicação de resíduos sólidos urbanos - embalagens tipo longa vida, composto por papel, polietileno e alumínio. Este material radiante é aplicado na confecção de painéis de vedação para a construção civil a partir do princípio de desenvolvimento sustentável. Tem-se por objetivo, desenvolver um novo produto capaz de competir no mercado, garantir melhor desempenho econômico e climático nas habitações. **Método de pesquisa/Abordagens:** O painel é composto pela união das camadas de polietileno/alumínio a uma placa de madeira. As paredes com grande resistência térmica reduzem as trocas de calor com o meio externo, proporcionando a redução do consumo de energia no condicionamento do ar. Desta forma, a pesquisa busca alternativas para garantir conforto térmico pelas paredes de vedação com menores espessuras. **Resultados:** Para a análise térmica do painel é utilizado um dispositivo experimental, baseado na Norma Técnica ISO 8301- 1991: "*Standart Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus*". O método Fluximétrico tem por finalidade simular a eficiência energética do painel de vedação. Com ele, pode-se comprovar com maior precisão a utilização deste novo material no mercado, com relação aos já comercializados. **Contribuições/Originalidade:** O Painel segue o conceito de construção seca, uma tecnologia que substitui as técnicas construtivas tradicionais e que atualmente, já é incorporada aos projetos arquitetônicos.

Palavras-chave: reciclagem; embalagem longa vida; barreira isolante.

ABSTRACT

Propose: The work values the ambient awareness from the relief of the accumulation of garbage in sanitary places, with material that can be reuse in the civil construction. The application of urban solid residues is mentioned to it - packing Tetra Pak®, composition for paper, polyethylene and aluminum. This radiating material is applied in the confection of components for the civil construction from the principle of sustainable development. It is had for objective, to develop a new product capable to compete in the market, to better guarantee economic and climatic performance in the habitations. **Methods:** The panel is composed for the union of the polyethylene layersaluminum to a wooden plate. The walls with great thermal resistance reduce the exchanges of heat with the external way, providing the reduction of the

consumption of energy in the conditioning of air. Of this form, the research searches alternatives to guarantee thermal comfort for the walls with lesser thicknesses. **Findings:** For the thermal analysis of the panel an experimental device is used, based in the Norm Technique ISO 8301- 1991: "Standart Test Method will be Steady-State Heat Measurements Flood and Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus". The Fluxométrico method has for purpose to simulate the energy efficiency of the wall. Than, the use of this new material in the market can be proven with precision, with relation to already commercialized. **Originality/value:** The Panel follows the concept of dry construction, a technology that substitutes the traditional constructive techniques and that currently, already it is incorporated the projects architectural.

Keywords: recycling; Tetra Pak® packing; insolent barrier.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Resíduo sólido urbano como matéria-prima de novos componentes para a construção civil – caracterização do produto.

Muitas vezes, o desenvolvimento é confundido com crescimento econômico, que depende do consumo crescente de energia e recursos naturais. Esse tipo de desenvolvimento tende a ser insustentável, pois leva ao esgotamento dos recursos naturais do qual a humanidade depende. Atividades econômicas podem ser encorajadas em detrimento da base de recursos naturais dos países. Desses recursos depende não só a existência humana e a diversidade biológica, como o próprio crescimento econômico. O desenvolvimento sustentável sugere, de fato, qualidade em vez de quantidade, com a redução do uso de matérias-primas e produtos e o aumento da redução e reciclagem.

O aumento significativo do número de habitantes, associado à concentração populacional nas cidades, vem agravando a capacidade da Terra de absorver o lixo. Em qualquer nível de produção *per capita* de lixo, maior numero de pessoas é maior a quantidade de lixo gerado. (SILVA, 2000).

A utilização de embalagens compostas tipo longa vida, aqui denominada de *LV*, são atualmente muito consumidas no país, devida suas propriedades de conservar o alimento, desta forma o consumo é proporcional ao número de resíduos dispensados pela sociedade. Um produto com total aproveitamento para a reciclagem que, em condições normais demorariam anos para se decompor. A reutilização deste material consiste numa solução eficiente tanto para a sociedade bem como para a construção civil.

No Brasil, o uso de embalagens cartonadas iniciou-se em 1957 e com grande aceitação, pois torna-se possível o transporte de produtos perecíveis em longas distâncias, comuns em um país com vasta extensão territorial, sem necessidade de refrigeração, chegando intactos e perfeitos para o consumo (CEMPRE, 2005).

As embalagens acartonadas de 28 gramas (Figura 1), utilizada para envase asséptico após o processo de ultra-pasteurização, são compostas por papel (cartão), plástico (polietileno de baixa densidade) e alumínio. O papel duplex (fibra longa) corresponde a 75% da embalagem, o alumínio 5%, e o plástico 20% (TETRA PAK, 2004).



Figura 1: Apresentação do produto. Proposta para confecção de painel de vedação construção civil .

1.2 Desempenho térmico em embalagens compostas

1.2.1 Painel de vedação

A cada ano são eliminados aproximadamente seis milhões unidades, o que equivale a aproximadamente 400 mil metros quadrados de isolante térmico (LABAKI et al, 2003). Uma possibilidade de reutilização deste material é a confecção painéis de vedação, promovendo isolamento térmico nas habitações.

As paredes com grande resistência térmica ainda reduzem as trocas de calor com o meio externo, proporcionando maior conforto e/ou redução do consumo de energia no condicionamento do ar. Desta forma, o trabalho estuda alternativa para garantir conforto térmico pelas paredes de vedação com menores espessuras. Material radiante aplicados nas paredes de vedação confeccionados como painéis pré-fabricados.

1.2.2. Conforto térmico

O aumento da temperatura nos últimos anos é um grande estímulo para a preocupação com o conforto térmico das habitações. Para a redução de carga térmica, ultimamente vem sendo muito explorado o uso de barreiras radiantes, principalmente em coberturas (pois é o componente mais exposto ao clima externo), para reduzir o fluxo de calor emitido pelo telhado durante os horários mais críticos do dia (LAMBERTS, 2003).

Segundo Incropera e Witt (1990), transferência de calor é o transito de energia provocado por diferenças de temperatura.

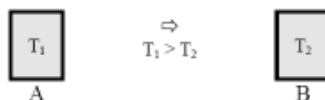


Figura 2: Condição para a transferência de calor

O corpo A cede parte de sua energia térmica, o que provoca uma redução de sua temperatura enquanto que o B, ao assimilar esta energia térmica, aumentará sua temperatura. O processo continua até que as temperaturas se igualem ($T_1 = T_2$), ou seja, até que se atinja o equilíbrio térmico.

Segundo Forta e Schiffer (1995), o sol é um importante fonte de calor que incide sobre uma edificação representando um certo ganho de calor, que será a função da intensidade da radiação incidente e das características térmicas dos paramentos do edifício.

A transferência de calor, como exemplo, a parede plana (figura 18):

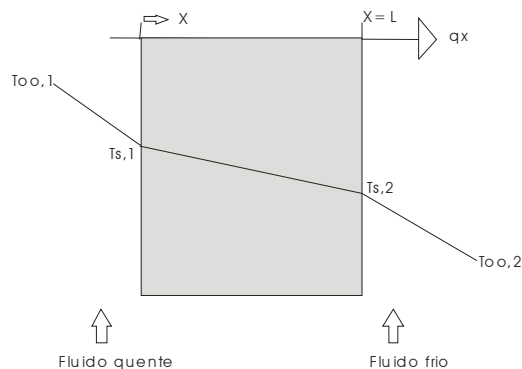


Figura 3: Transferência de calor em parede plana. (Fonte: INCROPERA e WITT, 1990).

- A transferência de calor ocorre por convecção do fluido quente a $T_{\infty,1}$ para o lado da parede $T_{s,1}$;
- Por condução através da parede;
- Por convecção através da outra face da parede a $T_{s,2}$ para o fluido frio a $T_{\infty,2}$.

Para parede composta, a transferência de calor é dada em camadas diferentes, como mostra a figura 19:

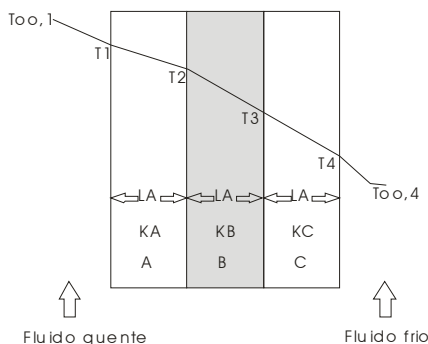


Figura 4: Transferência de calor em parede composta. (Fonte: INCROPERA e WITT, 1990).

Então, a diferença de temperatura externa e interna, se traduzirá na troca de calor entre as superfícies., onde a troca de calor será por condução e a intensidade do fluxo de calor dependerá da condutividade térmica (λ).

1.2.2 Racionalização da construção.

Para Rosso (1980), o processo de produção é um “conjunto de ações reformadoras que se propõe em substituir as praticas rotineiras tradicionais por recursos e métodos baseados em raciocínio sistemático, visando eliminar a casualidade nas decisões”.

Meio diferenciado da alvenaria tradicional, caracterizado por elevado desperdício devido à adoção de soluções construtivas no próprio canteiro de obras, a ausência de fiscalização dos serviços e deficiência no processo de padronização de produção e ausência de planejamento prévio a execução (LORDSLEEM, 2001).

Para Winch (1998), os produtos que chegam a canteiros de obras são cada vez mais industrializados, pois o tipo de produto irá determinar o tipo de processo construtivo a ser adotado. O surgimento de novos componentes, materiais e insumos tem sido uma das maiores origens de mudança de tecnologia construtiva.

Desta forma, o trabalho estuda alternativas para garantir conforto térmico pelas paredes de vedação com menores espessuras, e o uso de material radiante aplicados nas paredes de vedação confeccionados como painéis pré-fabricados.

2 OBJETIVO

Reutilização de embalagem tipo *longa vida* (LV) como painel de vedação para a construção civil, de acordo com resultados de análises térmicas.

3 METODOLOGIA

3.1 Método e técnica de pesquisa

O trabalho estuda alternativas para garantir conforto térmico pelas paredes de vedação com menores espessuras e o uso de material radiante aplicado nas paredes de vedação confeccionados como painéis pré-fabricados. Direcionando o estudo a elaboração de novos materiais para a construção civil na confecção - painel de vedação para habitações, e este, submete a pesquisa com diferentes conceitos de reaproveitamento na construção civil, fazendo o uso da mesma matéria-prima - embalagens LV. O primeiro painel é composto pela fusão de polietileno e alumínio material reciclado submetido à prensagem em alta temperatura.

Outra forma de reaproveitamento de LV é a reutilização do material sendo que não haja o auxílio de nenhum mecanismo para a confecção de painel. São unidades reaproveitadas em sua forma original, caixas de leite higienizadas e novamente fechadas. Composta por argamassa nas faces e seu interior apresentando a barreira térmica.

E uma terceira utilização deste produto, seria a adaptação em painéis de gesso acartonado, melhorando o desempenho térmico do mesmo, por apresentar índices deficientes de desempenho térmico.

Para tanto, foram confeccionados amostras relativas a estas utilizações e posteriormente submetidas a ensaios térmicos, com intuito de comparação entre painéis e condutividade aparente.

3.2 Aparato

Foram realizados ensaios de resistência térmica e condutividade aparente das disponíveis amostras através do método fluximétrico. A Norma Técnica ISO 8301- 1991: "*Standart Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus*", descreve o "método de utilização de técnicas fluximétricas para medir a resistência térmica em regime estacionário através de corpos-de-prova na forma de placas planas, podendo-se deduzir por cálculo a condutividade térmica". Descrito na figura 5.

O princípio do método fluximétrico, segundo Simioni (2005), "é a submissão da amostra a um fluxo de calor, gerado por uma resistência aquecedora, alimentada por uma fonte de tensão regulável". A resistência aquecedora dissipa o calor na placa quente, distribui-o uniformemente em toda sua área. O calor gerado pela resistência aquecedora atravessa o primeiro transdutor, posteriormente a amostra, e em seguida o segundo transdutor.

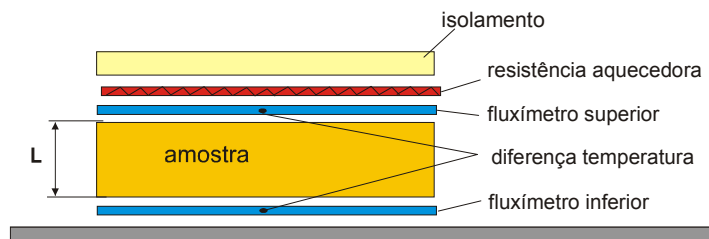


Figura 5: Medição da Condutividade Térmica. (Fonte: GÜTHS, Saulo; 2005).

A resistência térmica é determinada a partir da lei de Fourier:

$$R = \frac{T_1 - T_2}{\left(\frac{q_1 + q_2}{2} \right)}$$

Onde R é a resistência térmica ($\text{m}^2 \text{ K/W}$), q_1 e q_2 a densidade de fluxo de calor medido pelos fluxímetros 1 e 2 (W/m^2) e T_1 e T_2 as temperaturas superficiais da amostra (GÜTHS, 2005).

Considerando que a amostra é homogênea, é possível determinar a **condutividade térmica** do material (λ):

$$\lambda = \frac{L}{R}$$

Onde λ é a condutividade térmica (W/m K) e L é a espessura da amostra (m).

Com o auxílio do aparato, com a finalidade de simular a eficiência energética do painel de vedação, é comprovado com melhor precisão a utilização deste novo material no mercado, com relação aos já comercializados gesso acartonado.

3.3 Amostragem

Os ensaios foram realizados nas seguintes amostras:

Amostra A: Painel reciclado composto por polietileno e alumínio apresentando em seu interior uma chapa de madeira. Com a espessura de 12 cm, isolado nas laterais e vazios por dentro, formando assim, uma câmara de ar única.

Amostra B: Painel reciclado composto por polietileno e alumínio apresentando em seu interior uma chapa de madeira. Com a espessura de 12 cm, isolado nas laterais e apresenta filetes de caixas LV no seu interior, formando assim, maior quantidade de câmaras de ar.



Figura 6: Amostra A



Figura 7: Amostra B

Amostra C: Painele reciclado composto por polietileno e alumínio apresentando em seu interior uma chapa de madeira. Com a espessura de 12 cm, isolado nas laterais e apresenta embalagens fechadas e vazias de LV, formando assim, maior quantidade de câmaras de ar e maior quantidade de superfícies aluminizadas.

Amostra D: Painele reciclado composto por polietileno e alumínio apresentando em seu interior uma chapa de madeira, contendo em seu interior camada de material LV, presa na placa superior quanto inferior. Com espessura de 12 cm. Amostra E: Painele de gesso acartonado, submetido à análise comparativa. Com espessura de 12 cm.



Figura 8: Amostra C



Figura 9: Amostra D

Amostra E: Painele de gesso acartonado, com interior vazio. Com espessura de 12 cm.

Amostra F: Painele de gesso acartonado, contendo em seu interior camada de material LV, presa na placa superior quanto inferior. Com espessura de 12 cm.



Figura 10: Amostra E



Figura 11: Amostra F

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Resultados obtidos

Nas análises realizadas em amostras, foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 1: Apresentação dos resultados das amostras A, B, C e D:

	AMOSTRA A	AMOSTRA B	AMOSTRA C	AMOSTRA D
Tipo de preenchimento	painel reciclado vazio	painel reciclado com filetes LV	painel reciclado com unidade LV fechado	painel reciclado com unidade de LV aberto
Espessura (mm)	120	120	120	120
Fluxo superior (W/ m²)	61.4	56.5	63.2	62.5
Fluxo inferior (W/m²)	24.0	18.4	21.5	18.8
Diferença de temperatura	21.8	24.75	16.2	17.5
Condutividade aparente	0.23	0.18	0.31	0.27
Resistência	0.51	0.66	0.38	0.43

Tabela 2: Apresentação dos resultados das amostras E e F:

	AMOSTRA E	AMOSTRA F
Tipo de preenchimento	Gesso acartonado vazio	Gesso acartonado c/ unidade de LV aberta
Espessura (mm)	127	127
Fluxo superior (W/ m²)	73.5	66.4
Fluxo inferior (W/ m²)	36.4	29
Diferença de temperatura (K)	15.0	25.1
Condutividade térmica aparente (W/mK)	0.46	0.24
Resistência térmica (K/ m²K)	0.27	0.52

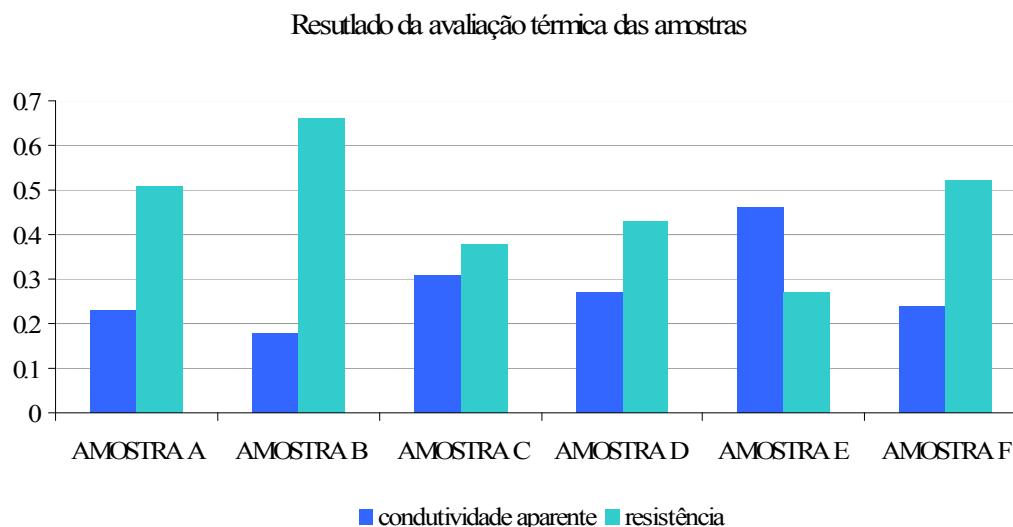


Gráfico 12: Resultado das avaliações térmicas das amostras

Uma primeira avaliação mostra que o painel reciclado (sem preenchimento) apresenta uma resistência térmica bastante superior ao gesso acartonado (como o valor de 51% a 27%). Esse resultado indica o bom desempenho deste tipo de painel, qualificando-o como uma alternativa eficaz em relação ao painel comercializado de gesso acartonado.

Com base nos resultados na tabela 1, pode-se avaliar o comportamento térmico de painéis preenchidos com embalagens LV em diferentes formas (filetes e mantas).

Os ensaios mostram o bom resultado com o preenchimento com filetes de LV em painéis reciclados, sendo responsável pelo aumento de 66% da resistência térmica do conjunto. Trata-se de um valor considerável quando comparado com 43% de resistência térmica com a manta de LV aberto. O resultado obtido com a presença de embalagens LV fechadas no interior do painel, significou numa leve redução, apenas 38% de resistência térmica.

No painel de gesso acartonado, houve uma contribuição de 52% na eficiência energética, onde consta um material que, por si só, termicamente inadequado. Para painel composto por argamassa e embalagem LV no seu interior apresenta índice satisfatório, 43% de eficiência térmica.

Conclui-se que a o uso deste resíduo sólido urbano é uma prática viável no que diz respeito a sua colaboração térmica em painéis de vedação. A reutilização de LV na construção civil é uma realidade que não pode ser descartada, beneficiando uma classe menos privilegiada, oferecendo viabilidade econômica, principalmente em condicionamento artificial de ar e reduz os impactos ambientais.

5 REFERÊNCIAS

ABNT - **Associação brasileira de normas técnicas**. Projeto 02:135.07-005 de 1998. Desempenho térmico de edificações - Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico .

CEMPRE. **Compromisso empresarial para a reciclagem**. Data de acesso:09/2005. Disponível em: http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas_emb_carton.php

FREIRE, Wesley Jorge; BERALDO, Antonio Ludovico. **Tecnologia e materiais alternativos de construção**. Editora Unicamp. Campinas, SP, 2003.

GÜTHS, Saulo; PAGHI, C, E. **Um método de análise da eficiência energética de mantas isolantes reflexivas**. São Paulo, SP. 2004. ENTAC 2004, São Paulo, 2004. Artigo Técnico.

INCROPERA, Frank P.; WITT, David P. **Fundamentos de transferência de calor e massa**. (Fundamentals of heat and mass transfer. 3ª Edição, 1990.

LABAKI, Lucila Chebel; OLIVEIRA, Mariela Cristina Ayres de; CIOCHI, Fabio Alves. **A reutilização de embalagens tipo "longa vida" como isolante térmico para coberturas de fibrocimento sem forro**. São Carlos, SP. 2003. 11 p. ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 3., 2003, São Carlos, SP.

LORDSLEEM, Alberto Casado. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. Coleção: Primeiros passos da qualidade no canteiro. São Paulo, 2001.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da construção**. FAUUSP, SP, 1980.

SIMIONI, Wagner Isidoro. **Análise de erros na medição de condutividade térmica de materiais através do método fluximétrico**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em engenharia civil. UFSC. Florianópolis 2005.

SILVA, Jayme Ayres da. **Análise da qualidade da coleta e disposição final dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Ivaiporã – Estado do Paraná**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em engenharia de produção. UFSC. Florianópolis 2000.

TETRA PAK, 2004. Disponível em: http://www.tetrapak.com.br/html/vocesabia/index_estrutural.htm
Data de acesso: maio de 2004.

6 AGRATECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a toda a equipe do LMPT/UFSC, bem como a Tetra Pak, responsável pelo fornecimento do material a ser avaliado.