

# **EMBALAGENS DE EPS PÓS-CONSUMO UTILIZADAS COMO ISOLANTE TÉRMICO DE COBERTURAS**

**Dorivalda Santos Medeiros**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

E-mail: dorivaldasm@hotmail.com tel.: (84)215-3740 R.232

**Manoel Leonel de Oliveira Neto**

Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET/RN

E-mail: leoliveira@cefet-rn.br

**José Ubiragi de Lima Mendes**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

E-mail: jubiragi@dem.ufrn.br tel.: (84)215-3740 R.232

**George Santos Marinho**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

E-mail: gmarinho@ct.ufrn.br tel.: (84)215-3740 R.232

**Resumo.** O EPS (*poliestireno expandido*) pós-consumo vem sendo reutilizado e reciclado em todo mundo, porém devido às limitações técnicas e sociais com relação ao uso desse material pós-consumo o Brasil ainda enfrenta sérios problemas. No presente trabalho utilizou-se EPS a partir de embalagens de alimentos pós-consumo como isolante térmico de coberturas, analisando diferentes estruturas de placas isolantes. Para analisar o desempenho térmico das mesmas, foram construídos dois modelos em madeira (box 0,50x0,50x0,50 m), pintados de cor branca, tendo como teto uma placa de aço pintada de preto, para maximizar os efeitos da radiação térmica e uma placa de MDF (*medium density fiber*), para sustentar a placa de aço; este modelo foi utilizado como padrão para fins comparativos. Em outro modelo foi colocada a placa de EPS entre a placa de aço e o MDF. Os modelos foram instrumentados com termopares conectados a um sistema de aquisição de dados e, submetidos a uma fonte de radiação térmica artificial até atingir a situação de regime permanente. De concepção simples e custo desprezível a metodologia utilizada mostrou-se adequada. E a utilização do EPS como isolante térmico de coberturas contribui para a redução da quantidade de lixo no futuro, causado por esse material pós-consumo.

**Palavras chave:** isolamento térmico, coberturas, poliestireno expandido, desempenho térmico, reciclagem.

## **1. INTRODUÇÃO**

Desde as primeiras civilizações já existia a necessidade de transportar, condicionar e armazenar alimentos. Com o desenvolvimento de diferentes culturas, os processos de produção de embalagem foram evoluindo do artesanal para o industrial, com a incorporação de novos materiais e formas. O incremento populacional e a expansão geográfica criaram a necessidade de aprimorar as embalagens, que consequentemente, tornaram-se mais resistentes, duráveis e bonitas. Com a Revolução Industrial começou a produção em série e constante evolução das mesmas (ABRE, 2003). Porém o descarte traz sérias consequências ao Meio Ambiente, como é o caso das embalagens em EPS pós-consumo, ver Fig. 1.



Figura 1 – Embalagens de alimentos em EPS (pós-consumo)

Devido às características físico-químicas, a reintegração do EPS ao ambiente faz-se de modo muito lento, o reuso é contra-indicado por questões de higiene e o reaproveitamento pela indústria não apresenta vantagens econômicas (Medeiros et all, 2003).

A grande quantidade de lixo produzido pela sociedade é um problema ambiental crescente que deverá ser controlado a fim de conseguir uma sociedade mais sustentável. Um dos caminhos para a redução da quantidade de lixo é a reciclagem e o reaproveitamento de materiais como papel, vidro, metais e polímeros (Jansson et all, 2003).

Em países como Japão, Estados Unidos e alguns países da União Européia a preocupação com o lixo gerado já foi motivo da criação de leis. Segundo estas leis a sociedade deve pagar pela quantidade de lixo produzido, com isso as autoridades podem transferir para consumidores e indústrias a responsabilidade de reaproveitar e reciclar os materiais (Medeiros et all, 2003). Por exemplo, nesses países aproximadamente 41 milhões de Libras de embalagens de alimentos em EPS foram recicladas durante 2000, as quais incluem 24,9 milhões de Libras de reciclagem pós-consumo e 15,6 milhões de reciclagem pós-industrial (AFPR, 2001).

Apesar dos progressos alcançados na reciclagem e no reaproveitamento dos materiais, o Brasil ainda enfrenta sérios problemas nessa área, principalmente com relação ao EPS, que por sua vez, no que diz respeito às propriedades termofísicas, constitui um dos materiais isolantes térmicos mais difundidos no Brasil e no mundo.

No trabalho atual, são discutidos os resultados obtidos em experimentos para análise do desempenho térmico, onde se utilizou o EPS reaproveitado disponível na forma de embalagens de alimentos, como isolante térmico de cobertura, a fim de reduzir a carga térmica no interior das edificações.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Construção das placas

As placas em EPS utilizadas como isolante nos experimentos foram construídas em três diferentes formas: a partir de embalagens de alimentos unidas no formato côncavo e convexo, a qual foi denominada placa modulada, como pode ser visto na Fig. 2, uma placa a partir de embalagens de ovos, denominada placa ondulada, como é mostrado na Fig. 3. e uma placa construída a partir de embalagens de EPS recicladas, a qual foi denominada placa reciclada (Fig. 4). No primeiro e segundo caso as embalagens foram unidas e coladas com resina hidrocarbonada formando as placas nas dimensões requisitadas pelas câmaras utilizadas nos experimentos. No terceiro caso a placa foi construída a partir das embalagens EPS cortadas em dimensões de aproximadamente 5,4 x 37,6 mm, misturada com resina à base de Polivinil Acetato e em seguida prensados, formando pequenas placas, as quais foram unidas da mesma forma das placas anteriores.

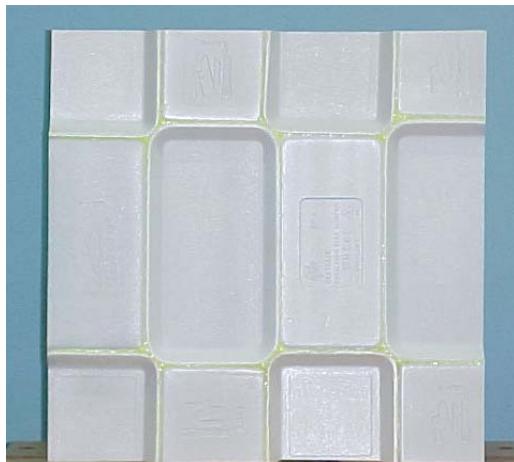


Figura 2. Placa Modulada

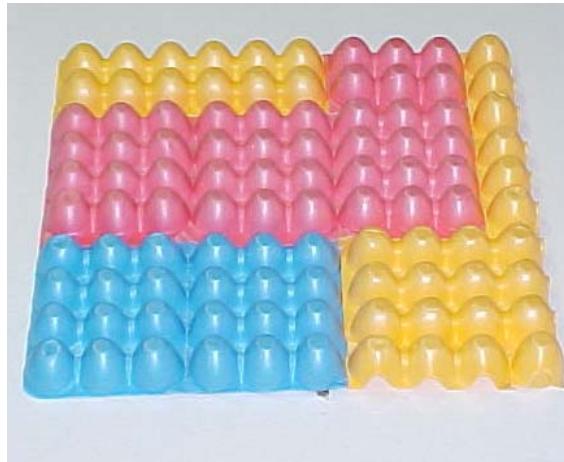


Figura 3. Placa Ondulada



Figura 4. Placa Reciclada

## 2.2. Aparato experimental

Foram construídos dois modelos em madeira de dimensões 0,50 x 0,50 x 0,50 m (simulando um cômodo de uma residência), cujas paredes externa e interna foram revestidas de tinta branca, exceto na base interior que foi pintado de preto fosco.

Como cobertura utilizou-se uma placa de aço com espessura 6,7 mm pintada de preto fosco, com o objetivo de maximizar os efeitos da radiação térmica. Para suportar a placa de aço foi utilizada uma placa de MDF (Medium Density Fiber) com espessura de 4,0 mm. Enquanto em um dos modelos as placas de aço e de MDF foram sobrepostas como é mostrado na Fig.5A, no outro colocou-se a placa de EPS entre o aço e o MDF como pode ser visto na Fig.5B, formando um “sanduíche”. Cada placa de EPS foi analisada individualmente.

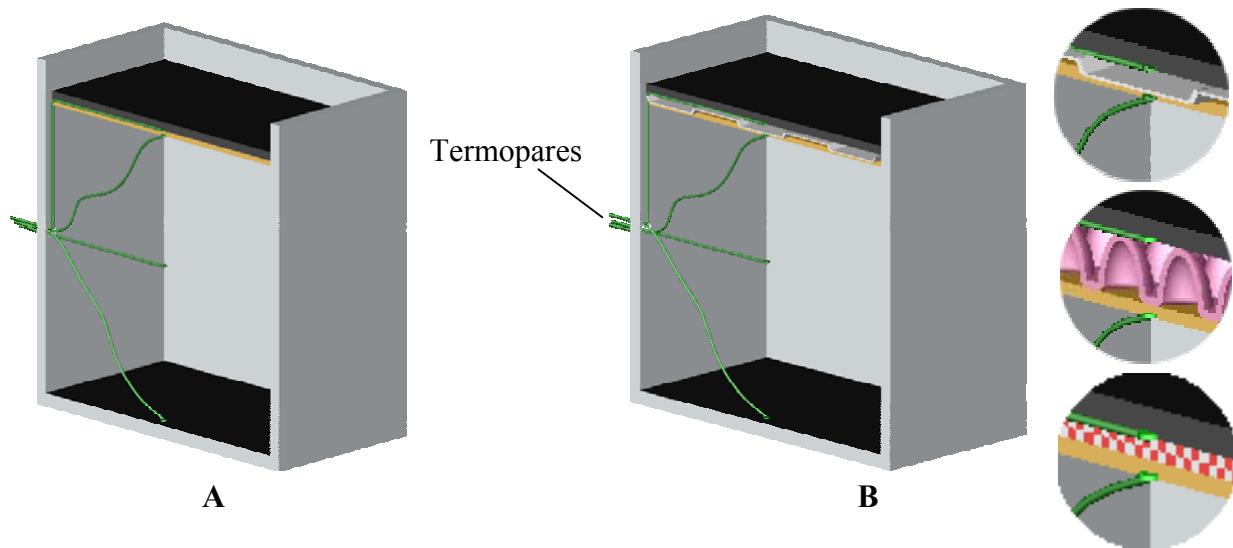


Figura 5. Diagrama esquemático dos modelos utilizados nos experimentos (corte transversal).  
A – Modelo padrão      B - Modelo com isolamento

Os modelos instrumentados com termopares foram submetidos a uma fonte de radiação térmica artificial composta de um banco de lâmpadas com potência de 2400 W. Essa potência foi escolhida com base em ensaios realizados sob radiação térmica natural (luz solar), no qual foi atingida uma temperatura máxima em torno de 70°C na placa de aço.

O sistema de medição de temperaturas foi composto por: microcomputador equipado com placa de aquisição de dados, dotado de sistema de compensação automática de junta fria, e termopares tipo T, indicados para faixa de trabalho de -190°C a 370°C (Borchardt & Gomes, 1979), estando adequados aos objetivos do experimento, cujo intervalo de medição foi de 20°C a 70°C. A disposição dos termopares pode ser vista na Fig. 5. As medições de temperatura foram efetuadas em intervalos de 15 min, durante 5 horas, aproximadamente.

### 3. RESULTADOS E ANÁLISES

Nas figuras abaixo são apresentados os resultados obtidos nos experimentos.

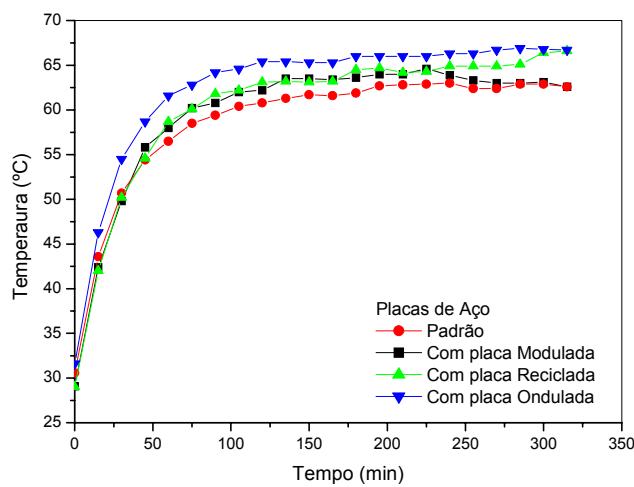


Figura 6. Variação de temperatura nas placas de Aço

De acordo com a Fig. (6), observa-se que os menores valores de temperatura na placa de aço foram obtidos no modelo padrão (sem isolamento), ao passo que os maiores valores foram obtidos na câmara isolada com a placa ondulada. Apesar do isopor ser um isolante, acredita-se que os pontos de contato desse material de fina espessura permitiram a transferência de calor para o ar confinado nos

espaços vazios deixados pelas ondulações das placas modulada e ondulada. Era de se esperar que a placa reciclada por ter apresentado melhores características isolantes, apresentasse na placa de aço, maiores valores de temperatura, acredita-se que esse resultado não foi confirmado devido a maior quantidade de ar aquecido na placa ondulada promover uma maior taxa de transferência de calor para a placa de aço e para o interior do modelo.

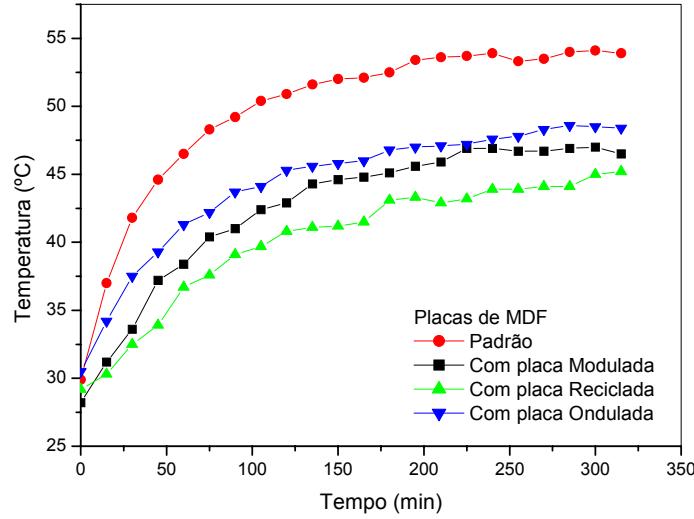


Figura 7. Variação de temperatura nas placas de MDF

Na Fig. (7) observa-se que os valores máximos de temperatura no MDF acontecem para o caso sem isolamento e as temperaturas mais baixas acontecem para o caso da câmara isolada com a placa reciclada. Este efeito constata o melhor desempenho térmico dessa placa quando comparada com as demais tendo em vista que a pouca existência de espaços vazios dificulta a transferência de calor para a placa de MDF provocada pelas correntes convectivas, como é o caso das placas modulada e ondulada, respectivamente.

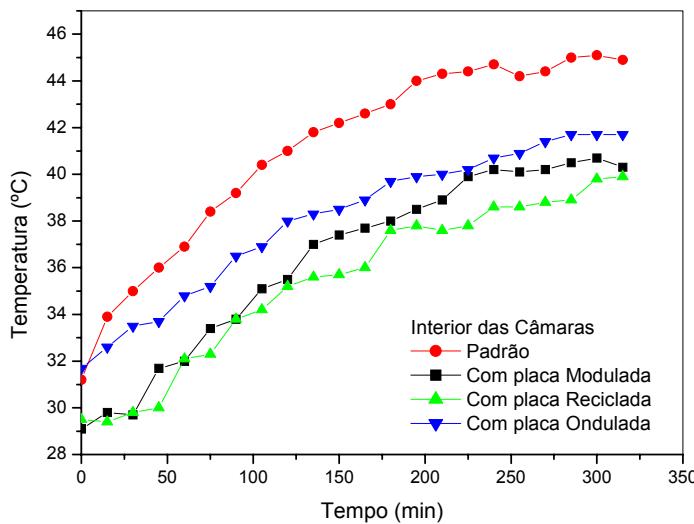


Figura 8. Variação de temperatura no interior das câmaras.

Os perfis de temperatura apresentados na Fig. (8) para o interior dos modelos mostram que devido a menor taxa de transferência de calor através das placas isolantes, constata-se que o maior gradiente de temperatura, em relação à câmara sem isolamento, aconteceu para o caso da placa reciclada. Acredita-se que os espaços vazios provocados pelas ondulações nas placas modulada e ondulada provocaram um aumento na taxa de transferência de calor para o interior das câmaras em

função das correntes convectivas do ar confinado nesses espaços. Em termos quantitativos, as diferenças de temperatura em relação ao caso sem isolamento foram em torno de 5,9 °C e 3,9 °C nas placas reciclada e ondulada, respectivamente.

## 5. CONCLUSÕES

O trabalho mostrou que o reaproveitamento e a reciclagem do EPS como um material isolante, é uma alternativa viável para a redução da carga térmica no interior de edificações principalmente em regiões de baixas latitudes e, como consequência, contribuir para melhorar as condições de conforto térmico e redução dos gastos com energia elétrica necessários à climatização.

A técnica desenvolvida permite reunir em um só produto fatores importantes, como economia de energia e preservação do Meio Ambiente.

O reaproveitamento e a reciclagem de EPS a partir de embalagens de alimentos pós-consumo é viável para o caso de isolamento térmico de coberturas, o que não implica problemas de higiene para o usuário.

## 6. AGRADECIMENTOS

**Ao CNPq pelo financiamento através do Projeto CT-ENERG 552372/01-3**

## 7. REFERÊNCIAS

- ABRE - Associação Brasileira de Embalagem, 2003, <http://www.abre.org.br/marecicla.htm>. Acesso em 11 de outubro de 2003.
- AFPR - Alliance of Foam Packaging Recyclers, 2001, “Recycled Content in Expandable Polystyrene Foam Protective Packaging” – Technical Bulletin – FALL
- Borchardt, I. G. e Gomes, A. F., 1979, “Termometria Termoelétrica – Termopares”, Ed. Sagra S. A., Porto Alegre, 2<sup>a</sup> Edição.
- Medeiros, D. S., Neto, M. L. O., Mendes, J. U. L. e Marinho, G. S., 2003, “Reaproveitamento de embalagens de EPS como isolante térmico de cobertura”, I Simpósio de Conforto Térmico da UFPI, Teresina, Piauí, Brasil.
- Medeiros, D. S., Bezerra, L. A. C. e Marinho, G. S., 2003, “Aislamiento térmico de cobertura con EPS reaprovechado”, II Congreso Latinoamericano de Estudiantes de Ingeniería Mecánica y Metalurgia, Habana, Cuba.
- Jansson, A., Moller, K. and Gevert, T., 2003, “Degradation of post-consumer polypropylene materials exposed to simulated recycling – mechanical properties”, Polymer Degradation and Stability, Vol. 82, pp. 37-46

# **EPS PACKAGING POST-CONSUMER USED AS A THERMAL INSULATION OF ROOF.**

**Dorivalda Santos Medeiros**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

E-mail: dorivaldasm@hotmail.com tel.: (84)215-3740 R.232

**Manoel Leonel de Oliveira Neto**

Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET/RN

E-mail: leoliveira@cefet-rn.br

**José Ubiragi de Lima Mendes**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

E-mail: jubiragi@dem.ufrn.br tel.: (84)215-3740 R.232

**George Santos Marinho**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

E-mail: gmarinho@ct.ufrn.br tel.: (84)215-3740 R.232

**Abstract.** *The EPS (expanded polystyrene) post-consumer has been reused and recycled all around the world, but due to the social and technical limitations, the reusing of this type of sub products in Brazil still remains with serious restrictions. In the present work, we analyze the reusing of the EPS from food's packaging as a thermal insulation material of roof, and considerate different structures of insulating plates. To study the thermal behavior of the plates, we had constructed two boxes, made of wood, with dimensions 0,50x0,50x0,50 m, white painted (inside and outside). To maximize the effects of the thermal radiation that reaches the roof, we used a black painted plate of steel, a plate of MDF (medium density fiber) was used as a support of the steel plate – this box was used as a standard, to the comparative analysis of the thermal behavior of the other box which roof was insulated by the reused EPS food's package plate. The experiments were conducted indoor conditions of a laboratory, where an artificial thermal source was used to the simulation of the solar radiation. The results of the experiments allows to the conclusion of the viability of the methodology used to the analysis and, also, the viability of the reusing of the EPS.*

**Key words:** *thermal insulation, roof, expanded polystyrene, thermal behavior, reusing.*