

# USO DE FIBRA DE SISAL COMO ISOLANTE TÉRMICO DE SISTEMAS FRIOS

**Luiz Gustavo Teixeira do Amaral**

UFRN – Dept. Eng. Mecânica - Laboratório de Transferência de Calor - Campus Universitário – Natal RN – 59072-970 – email: lgtamaral@yahoo.com.br

**Jonas da Silva Gomes**

UFRN – Dept. Eng. Mecânica - Laboratório de Transferência de Calor - Campus Universitário – Natal RN – 59072-970 – email: jonas\_madruga@yahoo.com.br

**George Santos Marinho**

UFRN – Dept. Eng. Mecânica - Laboratório de Transferência de Calor - Campus Universitário – Natal RN – 59072-970 – email: gmarinho@ct.ufrn.br

**Resumo.** *Sistemas de refrigeração/climatização respondem por parte significativa do consumo de energia elétrica na indústria e no comércio. Para reduzir perdas por transferência de calor através de tubulações, utilizam-se isolantes térmicos. Os materiais empregados nessa função devem ter, entre outras características, baixo custo, eficiência, flexibilidade, baixa higroscopичidade e, dependendo da aplicação, resistência às intempéries e aos ataques químicos ou biológicos. Na pesquisa desenvolvida no Laboratório de Transferência de Calor – LTC/NTI da UFRN, analisou-se o uso de fibra de sisal como isolante térmico de um sistema “frio”, simulando tubulações de equipamentos de climatização/refrigeração. Duas cápsulas de alumínio, instrumentadas com termopares conectados a um computador, foram colocadas no interior de um mini túnel de vento. Cada cápsula continha gelo de água e uma delas foi isolada com uma manta de sisal. As cápsulas foram submetidas a um fluxo de ar constante, de 1,4m/s. Com os dados obtidos foram construídos gráficos de temperatura em função do tempo. A comparação permitiu quantificar a eficiência da fibra como isolante térmico de sistemas frios. A fibra apresenta, ainda, vantagens do ponto de vista ambiental.*

**Palavras-Chave:** Isolamento térmico, sistemas frios, fibra de sisal.

## 1. INTRODUÇÃO

“O prolongado período de estiagem que se abate sobre o Centro-Sul do país coloca mais uma vez em risco os sistemas de abastecimento de água e de geração de energia elétrica. O nível dos reservatórios que abastecem as principais hidrelétricas do país está 54% aquém da média histórica. Em face deste quadro, o Governo paulista vem adotando um programa de racionamento na distribuição de água na região da Grande São Paulo, e o Governo federal vem anunciando medidas para evitar racionamento de energia elétrica...” (Assis, José Chacon de “Vai Faltar Energia” Rio de Janeiro/RJ: O Globo, Julho de 2000).

O parágrafo acima relata a afirmação do, então, presidente do CREA-RJ, o Engº Eletricista José Chacon de Assis, sobre a real crise de energia que estava preste a atingir a população.

E, como solução para essa falta de planejamento dos responsáveis do setor de fornecimento de energia, veio o racionamento de energia elétrica, em 2001, a toda a população brasileira.

Sabe-se que cerca de 32% da energia consumida no país é direcionada às micro e pequenas empresas, ou seja, 1/3 de toda energia consumida vai para micro e pequenas empresas. E, sabe-se

também que o consumo de energia referente à climatização de ambientes nessas empresas gira em torno de 20%, em cada micro ou pequena empresa.

Levando em consideração esses números, juntamente com a crise a qual vivenciou o Brasil, o efeito da climatização numa determinada empresa, o qual equivale a 1/5 dos custos daquela empresa, pode ser um meio de minimizar os custos e atender às exigências atuais do país.

Nos sistemas de climatização se faz necessário o uso de isolantes térmicos ao longo de sua tubulação, para minimizar as perdas térmicas e assim reduzir o consumo de energia elétrica. Para ser considerado um bom isolante térmico, um material deve ter certas características importantes, tais como baixo coeficiente de condutividade térmica, baixo custo, biodegradabilidade, fácil manuseio e possibilidade de se trabalhar a baixas e altas temperaturas.

Hoje em dia há vários tipos de isolantes no mercado feitos de diversos materiais e a um custo acessível, porém alguns isolantes possuem boa eficiência somente dentro de certas faixas de temperatura e aplicação, além de serem prejudiciais ao meio ambiente, na sua maioria. Dentre esses isolantes o eps e a lã de vidro.

O eps é um material isolante plástico na forma de espuma com microcélulas fechadas, composto basicamente de até 2% de poliestireno e 98% de vazios contendo ar, na cor branca, reciclável, fisicamente estável, e caracterizado como um bom isolante nas temperaturas de -70°C a 80°C. (<http://www.Arapex.com>, 2003). O isolamento térmico de tubos, equipamentos de sistemas frios, de câmaras frigoríficas e fabricação de peças pré-moldadas para embalagens são algumas das aplicações do eps. (<http://www.isolantestermicos.com>, 2003).

Os produtos à base de lã de vidro são bons isolantes térmicos por serem compostos de tramas que aprisionam o ar, dificultando as trocas térmicas. As principais características térmicas da lã de vidro são: excelente comportamento ao fogo, não deteriora, de fácil aplicação, não atrai insetos, e pode ser utilizada entre -200 °C e 550°C. Algumas aplicações da lã de vidro são: tubulações, conexões, paredes, entre outros. (<http://www.isolantestermicos.com>, 2003)

Materiais de origem vegetal, como a fibra da casca do coco, têm sido testados em sistemas frios (Mendes et al, 2002), tais testes mostram que o uso dessas fibras pode ser vantajoso tanto no aspecto econômico como no aspecto técnico.

Mendes e Marinho (2002) analisaram a resistência térmica ao fluxo de calor oferecida por um compósito de fibra da casca do coco-látex, através da variação da temperatura em blocos de gelo formados no interior de cápsulas cilíndricas de alumínio. As cápsulas foram revestidas pelo compósito e colocadas em um túnel de vento com escoamento forçado de 1,22 m/s. A eficiência do compósito como isolante térmico foi evidenciada quando observou-se a necessidade de 360 minutos para que a temperatura no interior da cápsula se igualasse à temperatura ambiente. Gomes e Amaral (2003) analisaram, de mesma forma, o comportamento da fibra da casca do coco *in natura* como isolante térmico.

No presente trabalho, foi analisado o comportamento da fibra do sisal, na forma de manta, como isolante térmico de sistemas frios através de comparação com outros isolantes (eps e de lã de vidro) em um sistema frio. Para tanto, as cápsulas foram isoladas com os isolantes envolvidos, sendo uma delas sem isolamento a qual serviu de padrão, e colocadas dentro de um túnel de vento à velocidade constante, para estudo do comportamento dos isolamentos em sistemas frios.

## 2. METODOLOGIA

A pesquisa tem como objetivo:

- levantar as curvas de aquecimento dos isolantes envolvidos;
- verificar a eficiência térmica da fibra de sisal (sistemas frios);
- comparar com isolantes comerciais.

O experimento foi realizado no Laboratório de Transferência de Calor – LTC do Núcleo Tecnológico Industrial – NTI da UFRN.

Materiais utilizados na experiência:

- 01 bancada;
- 01 mini túnel de vento (cooler + transformador);

- 04 cápsulas cilíndricas de alumínio ( $\varnothing$  2,7 x 8,5 cm);
- 03 temopares tipo T (cobre – constantan);
- 01 sistema de aquisição de dados (PC + placa coletora de dados);
- 01 cilindro oco de eps (isolamento);
- 01 manta de lã de vidro;
- 01 manta de sisal prensado (1,5 x 7,0 x 16,5 cm) conforme Figura 1.



Figura 1 – Manta de sisal

Os experimentos foram realizados isolando-se cápsulas de alumínio contendo água com gelo, que foram colocadas em um túnel de vento, duas a duas. Três tipos de isolantes foram analisados: eps, lã de vidro e a manta de sisal. Uma cápsula, sem isolamento, foi utilizada como referência (padrão). A manta de sisal possui as seguintes dimensões 16,5 x 7,0 x 1,5cm, aproximadamente. As cápsulas foram fabricadas com 2,7cm de diâmetro externo, 2,2cm de diâmetro interno e 8,5cm de altura, com tampa rosqueada e um furo de 3,5mm para passagem do termopar. As cápsulas isoladas receberam uma tampa de eps para evitar as perdas nessa região. Na figura 2 são mostradas duas cápsulas no interior do túnel de vento, já no processo de monitoramento da variação de temperatura, sendo uma isolada termicamente e a outra como padrão – sem isolamento. Observe um terceiro termopar entre as cápsulas, o qual indica a temperatura ambiente.



Figura 2 – Cápsulas contendo água e gelo em seu interior sob fluxo de ar em um mini túnel de vento

O procedimento experimental se deu da seguinte forma: em cada cápsula foram colocados os 20 ml de água, e a seguir as mesmas foram congeladas em um congelador residencial. Dois termopares foram colocados em posição para serem introduzidos nas cápsulas, enquanto o terceiro foi colocado à frente e eqüidistante da posição das cápsulas para monitoração da temperatura ambiente.

Os termopares foram ligados ao circuito de compensação de junta fria da placa de aquisição de dados.

Quando a água das cápsulas congelou, as mesmas foram retiradas do congelador e imediatamente levadas para uma furadeira de bancada, onde uma broca de aço rápido de 3mm de diâmetro foi introduzida no orifício em suas tampas para permitir a entrada dos termopares. A seguir uma das cápsulas foi isolada, enquanto a outra não (padrão), e então seguiram para o túnel de vento.

Depois de colocadas as cápsulas no túnel de vento, os termopares foram introduzidos e então o túnel de vento foi devidamente fechado e ligado e o sistema de aquisição de dados foi acionado.

O monitoramento da variação da temperatura em função do tempo e a gravação dos dados foram feitos pelo sistema de aquisição de dados (Figura 2) por aproximadamente 70 minutos. O sistema de aquisição de dados foi ligado a um computador para gravação e visualização dos dados. A figura 3 mostra o sistema completo montado, com o túnel de vento, as cápsulas, os termopares e o sistema de aquisição de dados.



Figura 2 - Sistema de aquisição de dados.



Figura 3 - Conjunto completo em fase de operação.

Transcorridos os 70 minutos, as duas cápsulas foram retiradas do túnel de vento e o processo foi repetido, colocando-se mais duas cápsulas e mudando-se apenas o tipo de isolamento da cápsula isolada. A repetição se deu até que todos os isolamentos fossem submetidos ao experimento. Os dados obtidos pelo sistema de aquisição de dados foram colocados em tabelas e gráficos para posterior análise.

### 3. RESULTADOS E ANÁLISE

No Gráfico 1 se encontram as curvas de aquecimento dos isolantes em análise, observa-se que a manta de sisal prensado, ou seja, apenas as fibras vegetais unidas devido conformação mecânica, se comportam como adequadas no uso de isolantes térmicos para sistemas frios, pois apresenta uma boa resistência ao fluxo de calor mantendo a água, contida nas cápsulas, congeladas por aproximadamente 30 minutos.

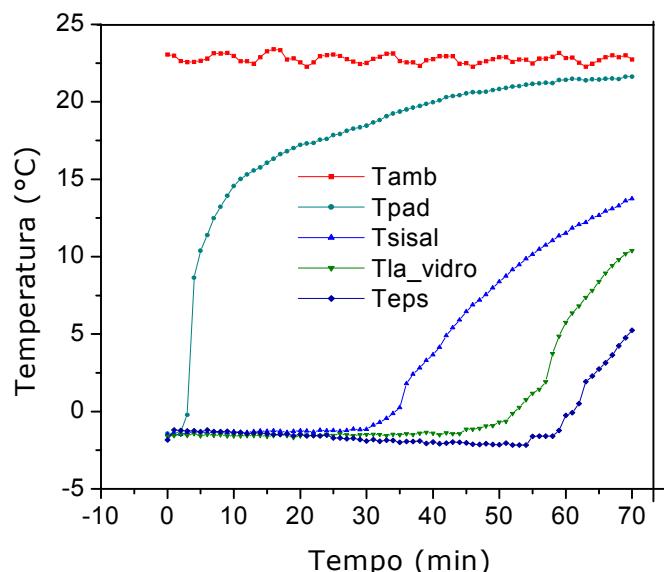


Gráfico 1 – curvas de aquecimento dos isolantes

## 4. CONCLUSÕES

O uso de fibra de sisal em sistemas frios apresenta vantagens, como:

- Frente aos isolantes de mercado, a fibra de sisal se mostrou competitiva;
- Simples manuseio é manta flexível e resistente;
- Produto ecologicamente correto;
- Tornar produtivas regiões semi-áridas, sem outras alternativas econômicas, sendo um fator de sobrevivência para a população rural;
- O Brasil é o maior produtor mundial de sisal, com uma produção anual de fibras de cerca de 110 mil toneladas, o que corresponde a 40% da produção mundial.
- Uso na construção civil em substituição ao amianto, como em caixas d'água, na base de carpetes, mantas asfálticas e na indústria automobilística (bancos e painéis).

Porém, agrupa algumas desvantagens as quais são desafios a serem superados:

- Somente 4% da planta do sisal é aproveitado no Brasil, na forma de fibra, enquanto os demais países produtores chegam a aproveitar 80% da folha, produzindo, além da fibra, detergentes, fertilizantes, gás natural e medicamentos, dentre outros;
- O preço atual da fibra está em torno de U\$ 470,00/ton FOB Salvador. O sisal africano, de melhor qualidade, está em torno de U\$ 800,00 FOB Africana. A observação desses números confirmam que, com uma qualidade melhor, a fibra brasileira pode atingir preços mais elevados.
- Material higroscópico

## 5. AGRADECIMENTOS

A realização da pesquisa descrita neste trabalho só se tornou possível graças ao financiamento do **CNPq**, através do Projeto **CT ENERG** – Processo N° 552.372/01-3.

## 6. REFERÊNCIAS

< <http://www.criseenergetica.com.br/biblioteca/artigos.htm> >. Acesso em 23 de outubro de 2003.

< [www.cna.org.br/Indice%20Assuntos/sisal1.htm](http://www.cna.org.br/Indice%20Assuntos/sisal1.htm) >. Acesso em 25 de outubro de 2003.

Apostila do Curso de Eficiência Energética realizado pelo SEBRAE-RN:

Natal, 22 a 26 de Setembro de 2003

INCROPERA, Frank P. e DeWITT, David P. “Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa”. 4<sup>a</sup> ed. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. São Paulo, 1998.

Mendes, J. U. L. e Marinho, G. S. “Desenvolvimento de um Compósito Biodegradável para Isolamento Térmico”. Tese de Doutorado – PDCEM-UFRN, 2002.

Mendes, J. U. L., Ladchumananandasivam, R. e Marinho, G. S. “Análise de Desempenho de Compósito de Fibra Natural Utilizado como Isolante Térmico”. XV CBECIMAT- Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Natal, 09 a 13 de novembro de 2002.

## **THERMAL FIBER USE OF SISAL AS ISOLATING OF COLD SYSTEMS**

**Luiz Gustavo Teixeira do Amaral**

UFRN – Dept. Eng. Mecânica - Laboratório de Transferência de Calor - Campus Universitário –  
Natal RN – 59072-970 – email: lgtamaral@yahoo.com.br

**Jonas da Silva Gomes**

UFRN – Dept. Eng. Mecânica - Laboratório de Transferência de Calor - Campus Universitário –  
Natal RN – 59072-970 – email: jonas\_madruga@yahoo.com.br

**George Santos Marinho**

UFRN – Dept. Eng. Mecânica - Laboratório de Transferência de Calor - Campus Universitário –  
Natal RN – 59072-970 – email: gmarinho@ct.ufrn.br

***Abstract.** Systems of refrigeration/climatization answer on the part significant of the consumption of electric energy in the industry and the commerce. To reduce losses for transference of heat through tubings, they are used isolating thermal. The materials used in this function must have, among others characteristic, low cost, efficiency, flexibility, low higroscopicity and, depending on the application, resistance to intemperies and the chemical or biological attacks. In the research developed in the Laboratory of Transference of Heat - LTC/NTI of the UFRN, the fiber use was analyzed of thermal sisal as isolating of "a cold" system, simulating climatization/refrigeration equipment tubings. Two aluminum capsules, instrumented with hardwired thermocouples a computer, had been placed in the one interior mini wind tunnel. Each capsule contained water ice and one of them was isolated with a sisal blanket. The capsules had been submitted a constant airflow, of 1,4m/s. With the gotten data they had been constructed graphical of temperature in function of the time. The comparison allowed to quantify the efficiency of thermal the fiber as isolating of cold systems. The fiber presents, still, advantages of the ambient point of view.*

**Key-words:** Thermal isolation, cold systems, fiber of sisal.