

ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE MATERIAL COMPÓSITO A BASE DE RASPA DE PNEU E LÁTEX EM SISTEMAS FRIOS

Elmo Thiago Lins Cöuras Ford, elmocouras@hotmail.com¹

José Ubiragi de Lima Mendes, ubiragi@ct.ufrn.br¹

Luis Guilherme Meira de Souza, lghilherme@dem.ufrn.br¹

Elisângela Magalhães de Souza, lis_cont@hotmail.com²

Rudson de Souza Lima, rudsonsouza@yahoo.com.br¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

²IESP

Resumo: *Dada a indiscutível necessidade de preservação ambiental e a reutilização de resíduos industriais descartados, as raspas de pneu têm sido vistas como uma salutar alternativa para aditivo em concreto, fabricação de asfalto e de outros materiais compósitos. Neste trabalho, desenvolveu-se um compósito a base de raspas de pneu como reforço e látex como matriz, para serem utilizados como isolante térmico em sistemas "frios" (0°). Analisou-se o desempenho do material no que tange a conservação térmica quando submetidos a um fluxo de calor. Verificou-se os perfis de temperatura nas superfícies interna e externa do compósito assim como o gradiente de temperatura no mesmo. Como consequência, em função das respostas do sistema, constatou-se a viabilidade de aplicação técnica do material a ser utilizado como isolante térmico.*

Palavras-chave: *Sistema frio, Látex, Fluxo de calor.*

1. INTRODUÇÃO

Há uma tendência mundial em buscar alternativas para os materiais tradicionais em todos os setores da economia. Neste contexto, tem crescido os estudos direcionados à utilização racional dos recursos naturais e o aproveitamento de resíduos despejados na natureza.

Sendo assim, a reciclagem que tem sido muito estimulada. Atualmente, no mercado, já existem vários produtos que são produzidos com materiais reciclados: papel, embalagens de alumínio e outros metais. Santos (2005), afirma que apesar deste progresso, o acelerado desenvolvimento da sociedade leva todos os dias, ao meio ambiente, um grande número de materiais que descaracterizam paisagens e poluem os elementos vitais à sobrevivência do ser humano, tais como: solo, ar e água.

Vários resíduos têm sido estudados para a aplicação em argamassas, materiais de isolamento como as fibras de borracha de pneu provenientes da recauchutagem (PIERCE e BLACKWELL, 2002). A grande maioria das aplicações de isolamento térmico em sistemas domésticos, comerciais e industriais, é feita principalmente utilizando-se materiais agressivos à natureza tais como: lã de vidro, lã de rocha, poliuretano, poliestireno entre outros. Tais materiais, apesar da eficácia na retenção do fluxo de energia térmica, possuem um custo considerável e quando descartados demoram anos para serem absorvidos pela natureza. Dessa forma, tentando adequar-se a uma política mundial acerca da preservação do meio ambiente, iniciou-se um estudo com o intuito de desenvolver um compósito a base de raspa de pneu e látex para isolamento com materiais alternativos em sistemas frios.

2. METODOLOGIA

2.1. Materiais

Objetivando a fabricação do compósito para desenvolvimento da pesquisa em questão, utilizou-se fibras de pneu oriunda de resíduo de recauchutagem para servir como reforço e a borracha natural (látex) para servir como matriz.

- Reforço

Como reforço empregou-se raspas de pneu com características fibrilar obtidas através do resíduo do processo de recauchutagem de pneu. O diâmetro e o comprimento da maioria das fibras usadas oscila entre 0,5 e 0,9 mm e entre 10 à 20 mm respectivamente. O reforço estava na com disposição aleatória das fibras. Como pode ser observado na fig. (1).



Figura 1. Fibras de raspa pneu.

- Matriz

Utilizou-se como matriz borracha natural na forma líquida, oriunda do estado do Pará. Onde foi extraído de seringueira (*Hevea brasiliensis*). Como pode ser observado nas fig (2 e 3). O látex caracteriza-se como um polímero linear com peso molecular variando de 30 mil a 4 milhões e consiste de pelo menos 97% de moléculas de cis-1,4 isopreno.



Figura 2. Extração do látex.



Figura 3. Látex natural.

Segundo Filho e Bó (1985), na sua composição ocorre, em média, 35% de hidrocarbonetos, destacando-se o 2-metil-1,3-butadieno 1,3 (C_5H_8) comercialmente conhecido como isopreno, o monômero da borracha. O látex é uma dispersão coloidal estável de uma substância polimérica em um meio aquoso. O látex é praticamente neutro, com pH

7,0 a 7,2, mas quando exposto ao ar por um período de 12 a 24 horas, o pH cai para 5,0 e sofre coagulação espontânea, formando opolímero que é a borracha.

De acordo com o processo de cura, a mesma enquadra-se no tipo de borracha “folha não fumada” ou seja, não passa por um processo de defumação para se alcançar a cura e, de acordo com o teor de resíduos expresso pela especificação SMR (Standard Malaysian Rubber), que consiste em se verificar o percentual de resíduos retido em peneira de malha 40 μm . Para o caso em questão o teor de resíduos encontrado foi de 6,5%, podendo a mesma ser enquadrada como do tipo SMR 10 (FILHO e BÓ, 1985).

- Compósito

Um compósito é uma junção de dois ou mais materiais com características específicas unidos para formar um outro material. Para isto, utilizou-se o um resíduo de pneu com distribuição aleatória das raspas, inserindo-se neste resíduo, o látex como matriz polimérica. Fabricaram-se compósitos nas proporções raspa de pneu - látex 2:1; 1:1 e 1:2 (em g), através do método de laminação manual. Depois estes compósitos foram caracterizados em função da análise de suas propriedades voltadas para fins de isolamento térmico.

2.2. Métodos

- Obtenção das raspa de pneu

As raspas foram obtidas de empresas de recauchutadoras/renovadoras de pneu, localizadas nas cidades de Natal e Parnamirim – RN. Que em seu processo de renovação da banda de rodagem do pneu gera esse resíduo.

- Confeção do compósito

Para a confecção das mantas de compósito, as fibras foram pesadas e colocadas em uma forma de aço e o látex foi inserido para a formação de uma manta, nas seguintes proporções 2:1; 1:1 e 1:2 (Raspa de pneu e látex) respectivamente. Como pode ser observado na Fig.(4).



Figura 4. Compósito 1:2; 1:1 e 2:1 (raspa de pneu – látex) respectivamente.

2.3. Resistência ao fluxo de calor em sistemas frios

O comportamento do compósito isolante térmico em sistemas frios foi analisado em um túnel de vento com 4,5 m de comprimento, seção de ensaio com dimensões de 0,50m X 0,50m, com área de 0,25m². Os experimentos foram conduzidos colocando-se no interior do túnel cápsulas de alumínio com diâmetro externo de 25,2 mm, diâmetro interno de 25 mm e altura de 55 mm, com volume interno de 26,99 cm³, onde no interior do qual existia um bloco de gelo cuja temperatura foi monitorada por termopares tipo T (cobre-constantan) inseridos através de um orifício na cápsula. As

cápsulas de alumínio foram submetidas a um fluxo de ar com velocidade de 7,5 m/s medidas através de um anemômetro, sendo que uma cápsula estava sem isolamento (padrão); outra estava envolvida com uma camada de 5 mm do compósito na proporção 1:2; outra com compósito 1:1 e outra com compósito 2:1 (fibra de pneu - látex) respectivamente. As fig. (5, 6 e 7) mostram detalhes do sistema utilizado.



Figura 5. Capsula padrão e com compósito 2:1; 1:1 e 1:2 respectivamente.

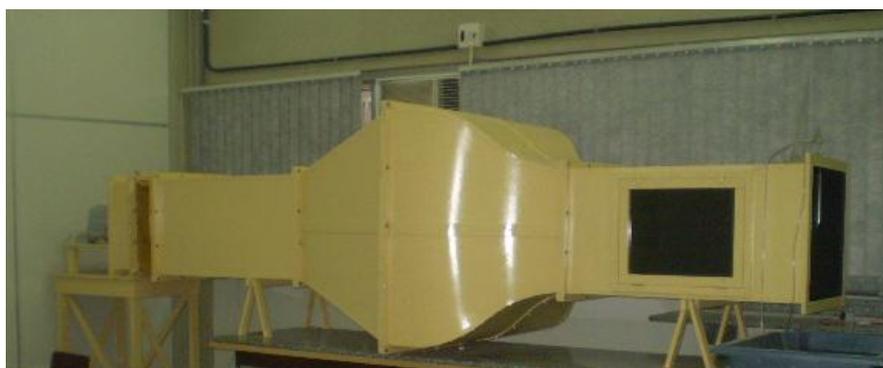


Figura 6. Túnel de vento utilizado no experimento.



Figura 7. Realização dos ensaios.

Os experimentos foram divididos em quatro etapas, utilizando-se ao mesmo tempo em cada etapa uma cápsula sem isolamento e outra isolada, conforme especificado a seguir:

- Ensaio 1 – cápsula padrão / cápsula com compósito 2:1;
- Ensaio 2 – cápsula padrão / cápsula com compósito 1:1
- Ensaio 3 – cápsula padrão / cápsula com compósito 1:2
- Ensaio 4 – cápsula padrão / cáps. compósito 2:1 / cáps. compósito 1:1 e cáps compósito 2:1;

As cápsulas totalmente preenchidas com gelo eram colocadas na seção de testes do túnel de vento, lado a lado; a cápsula padrão (sem revestimento) e a cápsula revestida com o material à ser analisado (compósito). Em seguida, ligava-se a fonte de corrente contínua para alimentação do ventilador do túnel de vento, o qual induzia uma corrente de ar com velocidade média de 7,2 m/s, medida através de um anemômetro, marca ALFA Electronics, modelo AM - 4201, como pode ser observado na fig.(8). A variação da temperatura dos blocos de gelo até a fusão total foram medidas e, análises comparativas foram feitas. O experimento foi realizado no Laboratório de Mecânica dos Fluídos / UFRN-Natal.

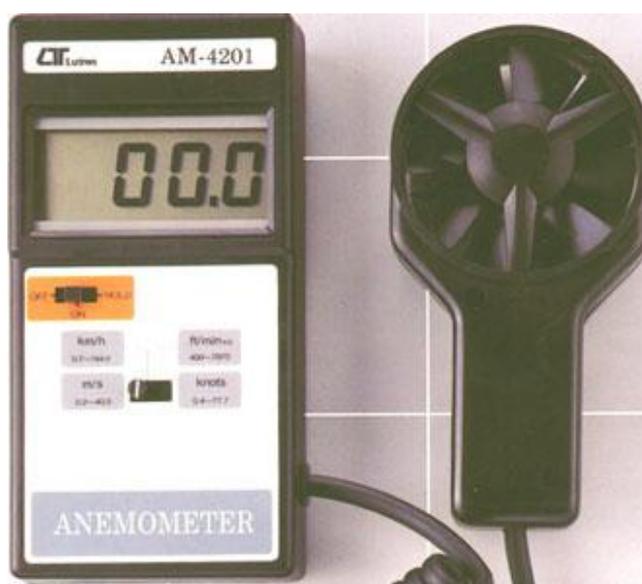


Figura 8. Anemômetro

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acerca das variações de temperatura nos compósito 2:1; 1:1 e 1:2 em sistemas frios, sabe-se que as cápsulas foram submetidas a um fluxo de ar com velocidade constante de 7,2m/s, determinada através do anemômetro.

Na figura 9 podem ser observadas as variações de temperatura nas cápsulas padrão e com compósito 2:1 em função do tempo, obtidas através dos termopares.

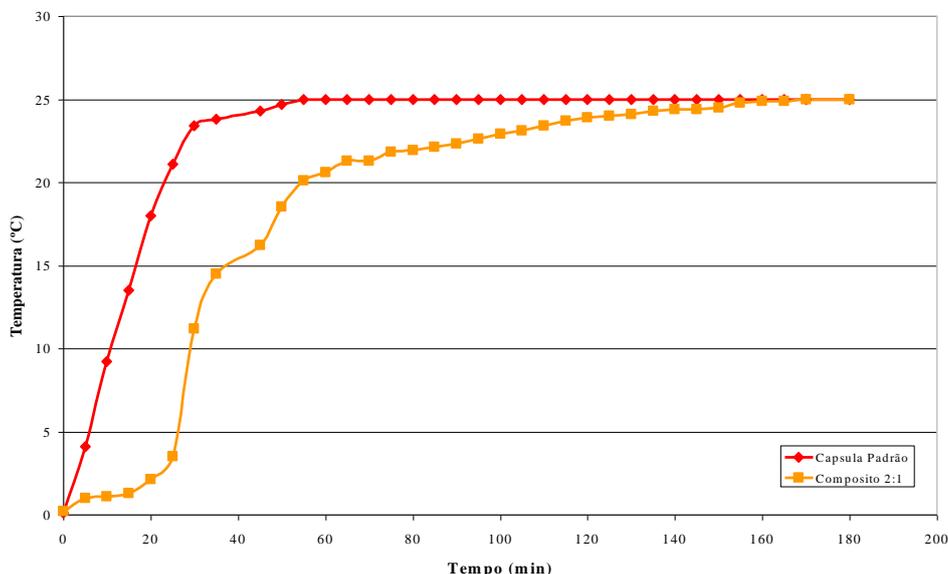


Figura 9. Resistência ao fluxo de calor – comparação padrão x compósito 2:1.

Observando-se a figura (9), que após 30min, enquanto a temperatura da cápsula padrão aumentou de 0,1°C para 23,4°C, portanto 23,3°C. A cápsula isolada com compósito 2:1 passou de 0,2°C para 11,2°C, isto é, 11°C de aumento; a diferença entre as duas cápsulas foi de $\Delta T = 12,8^\circ\text{C}$.

Após 45min, a diferença de temperatura entre as duas cápsulas diminuiu para $\Delta T = 8,1^\circ\text{C}$; 1h depois, a diferença ficou em $\Delta T = 4,4^\circ\text{C}$. Após 2h, a diferença ficou em $\Delta T = 1,1^\circ\text{C}$. No fim de 180min de medições, a diferença de temperatura entre padrão e compósito 2:1 tornou-se desprezível.

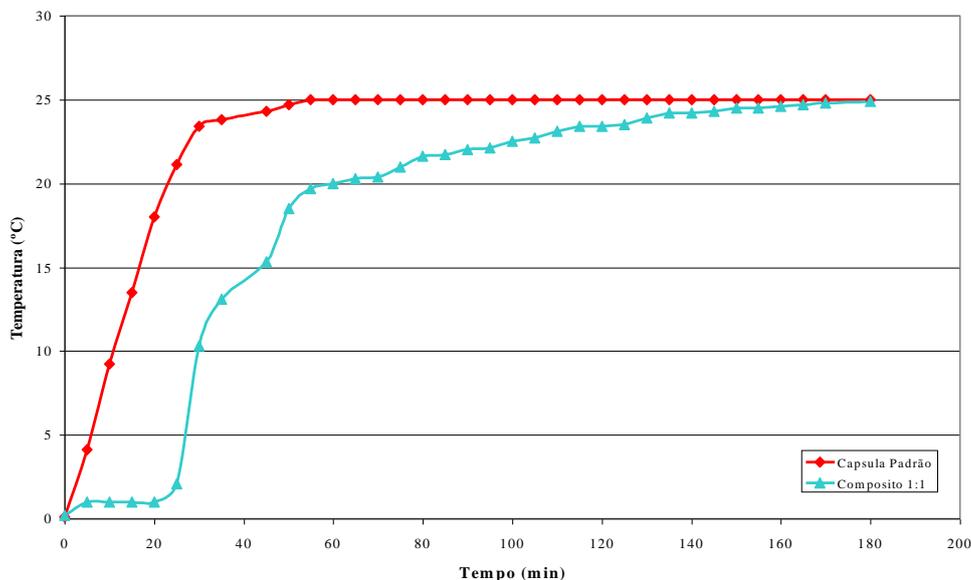


Figura 10. Resistência ao fluxo de calor – comparação padrão x compósito 1:1.

Na figura (10), vê-se o comportamento do padrão e do compósito 1:1. Observou-se que, após 30min a diferença de temperatura entre os dois era $\Delta T = 13,1^\circ\text{C}$; após 45min, $\Delta T = 9,0^\circ\text{C}$; após 1h, a redução foi de $\Delta T = 5,0^\circ\text{C}$ e após 2h, $\Delta T = 1,6^\circ\text{C}$. Com 3h de experimento, a diferença de temperatura entre os dois corpos era desprezível ($0,1^\circ\text{C}$).

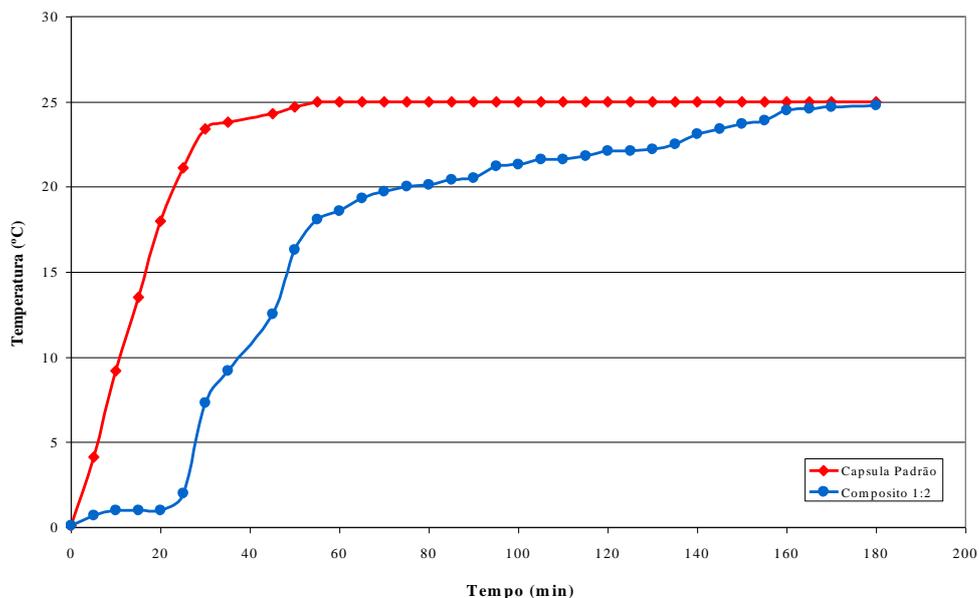


Figura 11. Resistência ao fluxo de calor – comparação padrão x compósito 1:2.

Na figura (11), vê-se o comportamento do padrão e do compósito 1:2. Observou-se que, após 30min a diferença de temperatura entre os dois era $\Delta T = 14,6^{\circ}\text{C}$; após 45min, $\Delta T = 11,8^{\circ}\text{C}$; após 1h, a redução foi de $\Delta T = 6,4^{\circ}\text{C}$ e após 2h, $\Delta T = 2,9^{\circ}\text{C}$. Com 3h de experimento, a diferença de temperatura entre os dois corpos era desprezível ($0,2^{\circ}\text{C}$).

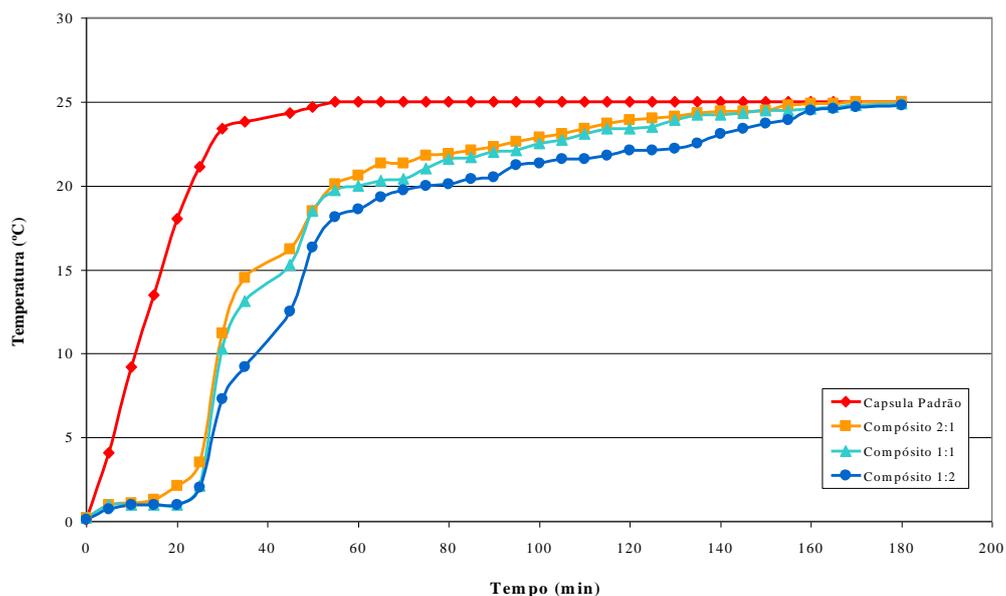


Figura 12. Resistência ao fluxo de calor – comparação entre padrão e os compósitos.

A comparação entre os compósitos pode ser observada na fig. (12). Constata-se a similaridade de comportamento entre os isolantes. Entretanto o compósito 1:2 apresentou-se como o mais adequado para fim de isolamento térmico, em sistemas frios (0°), devido à maior conservação térmica.

4. CONCLUSÕES

Portanto, diante dos resultados mostrados anteriormente no que tange o sistema a frio, com compósito de diferentes proporções (Raspa de pneu - látex), constatou-se claramente a viabilidade de aplicação técnica do material a ser utilizado como isolante térmico.

5. AGRADECIMENTOS

CAPES; CNPQ; PPGEM - UFRN.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT. 1997. **Resíduos Sólidos**: ABNT/NBR 10004. Rio de Janeiro.
- STM-C 177. 1982. **Steady-state thermal transmission properties by means of the guarded hot plate**. 1982.
- BOVEA, M. D.; GALLARDO, A. 2006. The influence of impact assessment methods on materials selection for Eco-design. **Materials and Design**, v. 27, p. 209 – 215.
- CAO, W. 2007. Study on properties of recycled tire rubber modified asphalt mixtures using dry process. **Construction and Building Materials**, v. 21, p. 1011-1015.
- GRIPPI, S. 2001. Lixo, reciclagem e sua história: guia para prefeituras brasileiras. Rio de Janeiro: **Interciência**. 134p.
- FILHO, AS.S.; BÓ, M. C. 1985. **Contrôle de qualidade na industria de artefatos de borracha**. Rio de Janeiro: Manuais CNI.
- LARSEN, M. B.; SCHULTZ, L.; GLARBORG, P.; JENSEN, L. S.; JOHANSEN, K. D.; FRANDSEN, F.; HENRIKSEN, U. 2006. Devolatilization characteristics of large particles of tyre rubber under combustion conditions, **Fuel**, v. 85. p.1335 –1345.
- LUND, H. 1993. **The McGraw Hill recycling handbook**. New York: Mc Graw Hill.
- MENDES, J.U.L., 2000. **Development of A Composite Biodegradable For Thermal Isolation**. Theory of Doctorate, PDCEM/UFRN, Natal, Brazil, pp.82-83.
- PIERCE, C; BLACKWELL, M. 2002. **Potencial of Scrap Tires Rubber as Lightweight Aggregate in Flowable Fill**.
- PNEWS, R. 2002. **Associação Brasileira dos Recauchutadores, Reformadores e Remoldadores – ABR**. Nº 34.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

ANALYSIS THERMAL OF COMPOSITE MATERIAL THE BASE OF SCRAPES OF TIRE AND LATEX IN COLD SYSTEMS

Elmo Thiago Lins Cöuras Ford, elmocouras@hotmail.com¹

José Ubiragi de Lima Mendes, ubiragi@ct.ufrn.br¹

Luis Guilherme Meira de Souza, lghilherme@dem.ufrn.br¹

Elisângela Magalhães de Souza, lis_cont@hotmail.com²

Rudson de Souza Lima, rudsonsouza@yahoo.com.br¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

²IESP

Abstract. *Given the unquestionable need of environmental preservation of discarded industrial residues, The scrape of tires have been seen as a salutary alternative for additive in concrete, asphalt production and of other composites materials. In this work, grew a composite the base of scrape of tire as reinforcement and latex as matrix, to they used as insulating thermal in "cold" systems (0°). Analyzed the acting of the material was what plays the thermal conservation when submitted the flow of heat. Verified the temperature profiles in the internal surfaces and it expresses of the composite as well as the temperature gradient in the same. As consequence, in function of the answers of the system, the viability of technical application was verified from the material to be used as insulating thermal.*

Keywords: *Cold system; Latex; Flow of heat.*