

CONEM 2012 «Engenharia em destaque»
VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica
São Luís - Maranhão - Brasil
31 de julho a 03 de agosto
www.abcm.org.br/conem2012

ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE COMPÓSITO DE POLIURETANO DE MAMONA COM CARGA DE VERMICULITA

Jacques Cousteau da Silva Borges, cousteau.borges@ifrn.edu.br¹
Manoel Leonel de Oliveira Neto, leonel.olivera@ifrn.edu.br¹

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Av. senador Salgado Filho, 1550, Lagoa Nova, Natal-RN. 59015-000 (IFRN, Lab. Física)

Resumo: Apresentam-se nesta pesquisa os resultados experimentais obtidos da análise de desempenho térmico do material compósito confeccionado a partir de uma matriz vegetal de poliuretano derivado do óleo de mamona e carga do argilo-mineral denominado vermiculita expandida. Corpos de provas nas proporções em massa de 10%, 15% e 20% foram fabricados para testes de desempenho. Para efeito de comparação, também foram realizadas as medições de propriedades do poliuretano de mamona sem carga e também do poliuretano de petróleo (PU), ambos já empregados em isolamento térmico. Placas de 0,25 m² dos materiais analisados foram fabricadas para uso como material de isolamento em uma câmara de desempenho térmico de cobertura. Termopares foram distribuídos na superfície da cobertura, no interior dos materiais e no interior da câmara de teste e esta, por sua vez, foi submetida, durante 12 horas, a aquecimento artificial, constituído por um banco de lâmpadas incandescentes de 4800 w. Os resultados obtidos com os materiais compósitos foram comparados com dados obtidos em ensaios idênticos realizados com a câmara isolada com: (a) poliuretano de petróleo (PU); (b) poliuretano de óleo de mamona; (c) lã de vidro; (d) lã de rocha. Com base na análise dos resultados de desempenho e propriedades térmicas, foi possível concluir que os compósitos de poliuretano de mamona com carga de vermiculita expandida apresentam comportamentos muito próximos daqueles exibidos pelos materiais de isolamento comerciais.

Palavras-chave: desempenho térmico, vermiculita, polímeros

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da preocupação mundial com o meio ambiente, a utilização de recursos materiais renováveis, os quais não agredem o meio ambiente e representam uma fonte alternativa de grande potencial econômico, tornou-se vital para a sobrevivência das grandes indústrias em um mercado globalizado e competitivo (SILVA, 2003).

Dentre os ramos da atividade humana, o setor da construção civil é um dos que mais exige recursos e esforços de nosso planeta. Segundo a Agenda 21 para a Construção Sustentável, nos países industrializados a construção consome cerca de 50% dos recursos naturais, produzindo 50% dos resíduos, absorvendo 40% da energia, e produzindo cerca de 30% das emissões de CO₂. Só as edificações são responsáveis por 42% do consumo de energia elétrica, sendo a maior parte devido aos sistemas mecânicos de climatização utilizados para reduzir os efeitos da carga térmica solar, principalmente em regiões de baixa latitude, que é o caso do nordeste brasileiro, onde cerca de 70% da carga térmica em habitações provém da radiação solar incidente sobre coberturas (HENRIQUES, 2007 E MASCARO et al, 1988)

Porém, é bastante comum encontrarmos materiais sintéticos ou derivados do petróleo sendo empregados em obras de construção civil, seja como componente de execução da obra, a exemplo das fôrmas para colunas e coberturas, escoras, cercas plásticas de isolamento e proteção, seja como materiais permanentes, a exemplo das caixas d'água, dos tubos de PVC ou dos isolantes térmicos, sendo este último item o objeto de estudo desse trabalho.

Os isolantes térmicos mais comuns são as fibras sintéticas lã de vidro e a lã de rocha, como também o tecido de amianto (à base de fibra mineral), poliuretano (PU – à base de polioliol) e PVC (Policloreto de Vinila), sendo a maior parte do emprego desses isolantes na cobertura da estrutura. A principal finalidade desses materiais é economizar energia através da diminuição do processo de transferência de calor no ambiente construído.

Os primeiros estudos brasileiros sobre essa transferência de calor e sua relação com conforto térmico, datam de meados de 1930 com os precursores Paulo Sá e Benjamin Alves Ribeiro, que procuram adaptar padrões internacionais, voltados para o clima europeu e norte-americano, à realidade brasileira. Os pesquisadores buscavam estabelecer uma

relação entre a sensação individual de conforto térmico e os índices obtidos pelos métodos utilizados na época (OLIVEIRA, 2003).

A ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers) define o conforto térmico como sendo “um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve o usuário”. Na busca pelo conforto térmico em edificações, é cada vez maior a utilização de aparelhos e equipamentos de refrigeração e climatização que demandam um alto consumo energético (BEZERRA, 2003).

Mediante o exposto, constata-se que a isolamento térmica de cobertura e estruturas é item essencial para um conforto térmico no interior das habitações. Mas como a maior parte dos isolantes convencionais são de natureza não-renovável, existe uma necessidade eminente da obtenção de materiais biodegradáveis ou de natureza renovável que isolem tão bem (ou melhor) que os isolantes convencionais.

O presente estudo se encaixa bem nessa tendência, pois faz uso de recursos renováveis, e outros provenientes da natureza para formação de um material compósito aplicado ao isolamento térmico constituído de uma matriz de resina termoplástica de origem vegetal e um agregado do argilo-mineral conhecido como vermiculita expandida.

Tal mineral movimentada uma produção voltada principalmente para o mercado nacional com ampla aplicação como isolante térmico e acústico, embora apenas um pouco mais de 12% dessa produção tenha sido de vermiculita expandida e, que vem sendo empregada na indústria de concreto leve, argamassa de reboco, argamassa termoisolante e também na agricultura (CAVALCANTI, 2001).

Com uma grande capacidade de isolamento térmico, a vermiculita expandida contribui com melhorias nas propriedades térmicas da matriz polimérica de poliuretano derivado de óleo de mamona. Diante disso, foi desenvolvido esse novo material para isolamento térmica, e sua eficiência foi verificada diante da análise do seu desempenho térmico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O Aparato experimental descrito a seguir se baseia no utilizado por Costa (2003), Medeiros (2004), Ferreira (2004) e Costa (2004), Borges, et al (2008), pois este experimento já mostrou que pode ser empregado na análise de desempenho térmico com um bom índice de confiabilidade.

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 pintada de preto fosco.

2.1. Corpos de Prova

Logo, os corpos de prova para o ensaio de desempenho térmico possuem o formato de placas, para que encaixem sem folgas nas câmaras de desempenho. Para isso, moldes em MDF foram construídos no Laboratório de Física do IFRN, com as dimensões de 0,50 m x 0,50 m x 0,04 m.

As formas foram revestidas com material plástico (filme de polietileno), com o intuito de evitar à aderência do compósito as paredes e ao fundo do recipiente. Assim, os corpos de prova, foram produzidos no Laboratório de Química do IFRN.

Segundo instruções do fabricante da resina, primeiro pesa-se o polioliol (componente A), logo em seguida é acrescida a massa de vermiculita do compósito. O Isocianato (componente B) reage com o grupo hidroxila, que também se faz presente na água no interior da vermiculita, por isso a vermiculita é misturada e homogeneizada junto ao polioliol. Após a pesagem do isocianato, este é acrescido a pré-mistura, que é homogeneizada até o início da reação de expansão. Após completa, a mistura é inserida no molde, onde expande livremente até concluir o processo de cura da resina.

Após a inserção da mistura sobre os moldes, são aguardadas 24 horas para ser efetuada a desmoldagem das placas. Ao serem retirados, os corpos de prova ainda passam por um rápido acabamento em suas bordas para melhor adequação às câmaras de desempenho, conforme é possível visualizar na Fig.(1).



Figura 1. Etapas da confecção das placas. Mistura; moldagem, cura e desmolde

Também foi confeccionada uma placa de testes constituída do Poliuretano Petroquímico, produzida seguindo procedimentos semelhantes, já que este material, em seu formato comercial é aplicado como um adesivo spray expansivo. As mantas de lã de vidro e lã de rocha, como não são moldáveis, receberam cortes nas dimensões correspondentes às placas.

Após estas etapas, os corpos de prova estão prontos para o ensaio de desempenho térmico. Como já mencionado, foram ensaiados as placas de material compósito na proporção de 10%, 15% e 20%, as mantas de lã de

vidro e lã de rocha, o poliuretano derivado do óleo de mamona e o poliuretano derivado do petróleo. O resultado final pode ser visto na Fig.(2).

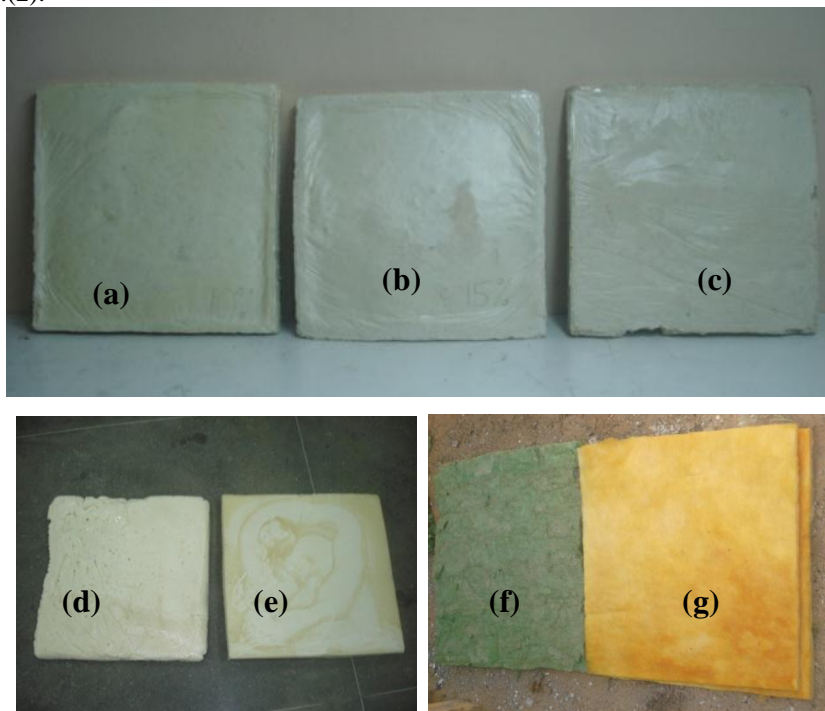


Figura 2. Corpos de Prova para ensaio de Desempenho térmico: Compósito 10% (a); Compósito 15% (b); Compósito 20% (c); Poliuretano de Petróleo (d); Poliuretano de Mamona (e); Lã de Rocha (f); Lã de vidro(g)

2.2. Aparato Experimental

O experimento consiste de dois modelos em madeira de dimensões 0,50 x 0,50 x 0,50 m (simulando um cômodo de uma residência), cujas paredes externas e internas foram revestidas de tinta branca, e isoladas termicamente, 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

Os modelos instrumentados com termopares foram submetidos a uma fonte de radiação térmica artificial composta de um banco de lâmpadas com potência de 4800 W (24 Lâmpadas incandescente de 200 W cada).

Os termopares foram fabricados no próprio Laboratório de Transferência de Calor – NIT- UFRN, onde foi utilizada a bancada de fabricação de termopares, Foram construídos oito termopares tipo T (cobre-constantan) calibre 24 (bitola de 0,51mm) com revestimento em PVC, calibrados no LTC. Tais termopares foram inseridos na Câmara de testes em diferentes pontos estratégicos, explicados a seguir.

A posição dos termopares foi a seguinte: Um sobre a placa de Aço, ou seja, logo acima da placa de material isolante que esta sendo medida. Outro termopar se localiza abaixo da placa de MDF, que simula um forro de uma residência, assim podemos coletar dados de temperatura na parte interna do forro (aquele que esta voltada para o ambiente). O terceiro termopar se localiza exatamente no meio do ambiente (interior da caixa) medindo assim a temperatura no interior. Por fim, tem-se um termopar no piso do aparato, no interior do ambiente. Este deve ser o ultimo a sofrer aquecimento no interior da Câmara. Para uma melhor visão, a Fig. (3) detalha a distribuição dos termopares:

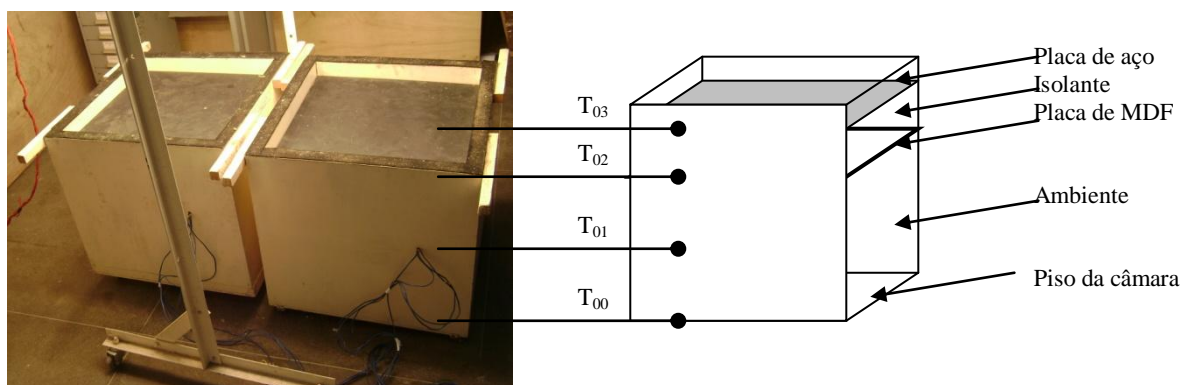


Figura 3. Distribuição dos termopares no interior das câmaras de ensaio

3. RESULTADOS

Os ensaios de desempenho térmico foram realizados em câmaras de desempenho, com temperaturas monitoradas por computador, conforme descrito em Materiais e métodos. Cada placa de material foi submetida ao aquecimento artificial por um período de 12 horas de medição, durante o turno noturno. Todas as medições foram repetidas três vezes, iniciando sempre às 18 horas, sendo então encerradas às 6 horas da manhã do dia seguinte.

Inicialmente apresentam-se os resultados dos isolantes convencionais: Lãs de vidro e de Rocha e os Poliuretanos Petroquímico e o derivado da mamona para cada um dos quatro pontos analisados nas câmaras de desempenho. As curvas caracterizam o comportamento térmico destes isolantes durante o período de aquecimento por radiação térmica, semelhante a carga solar incidente sobre fachadas e principalmente sobre coberturas.

Logo em seguida é possível observar os resultados obtidos dos ensaios com o isolante composto com as cargas de 0%, 10%, 15%, 20% em massa. Tais resultados devem se aproximar ao máximo do desempenho obtido pelos isolantes convencionais.

3.1. Isolantes convencionais

As mantas sintéticas lã de vidro e lã de rocha foram acomodadas nas câmaras de desempenho térmico, sob a espessura padrão de 0,04 m. Lembrando que dois materiais são ensaiados por vez. Sendo assim, a Lã de vidro e lã de rocha foram submetidas ao ensaio térmico simultaneamente. Vale salientar que essas lãs são amplamente empregadas como isolantes térmicos, sendo utilizadas em inúmeras aplicações.

Após a série de medições das lãs, foram analisados os valores de temperatura referente às placas do poliuretano petroquímico e do poliuretano de mamona. Os primeiros valores de temperatura são coletados sob a placa de aço, acima do material isolante. Os termopares empregados foram o Termopar 03 (Lã de Rocha e Poliuretano petroquímico) e o Termopar 07 (Lã de vidro e Poliuretano de mamona). Esta placa tem por objetivo distribuir o calor incidente de forma homogênea sobre a superfície do material isolante, bem como evitar que haja transferência de calor entre a superfície do material isolante e o ambiente ao redor. Os resultados obtidos apontam um aquecimento da placa maior para as poliuretanas, em relação ao aquecimento obtido nas lãs sintéticas (Figura 23)

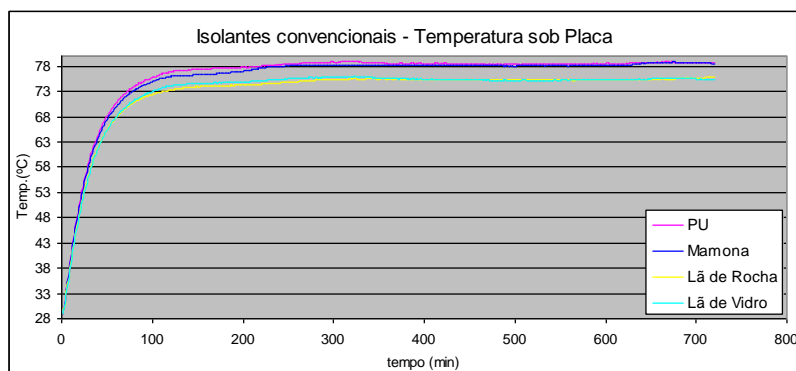


Figura 4. Curvas de desempenho dos isolantes convencionais sob placa de aço obtidas a partir da câmara de análise de Desempenho Térmico

Tanto as placas de poliuretano como as lãs possuem uma grande quantidade de espaços vazios em seu interior. Porém, após a fabricação, tem-se uma homogeneidade nas superfícies das placas, aumentando a sua área de contato. Um corte realizado em qualquer sentido revela a porosidade do material. O ar fica preso nestes poros, dando ao material características como a baixa condutividade e a baixa massa específica. Já as lãs, embora sejam tão “porosas” quanto às placas, não possuem poros localizados, mas sim espaços vazios entre as suas fibras sintéticas, que podem se estender ao longo do material, reduzindo a área de contato, o que é bom para um material isolante.

Essa taxa de transferência de calor no sentido do material isolante é dependente da temperatura acima da placa, da condutividade do material e da espessura deste (40 mm). Como já mencionado, além do isolante, existe também um forro em MDF de 4 mm de espessura, que simula um forro de uma residência, como também serve de base para apoiar o corpo de prova em análise. O termopar abaixo desse forro registra as temperaturas da face superior interna da câmara de desempenho Fig (5). É equivalente a um termopar no teto de nossas casas.

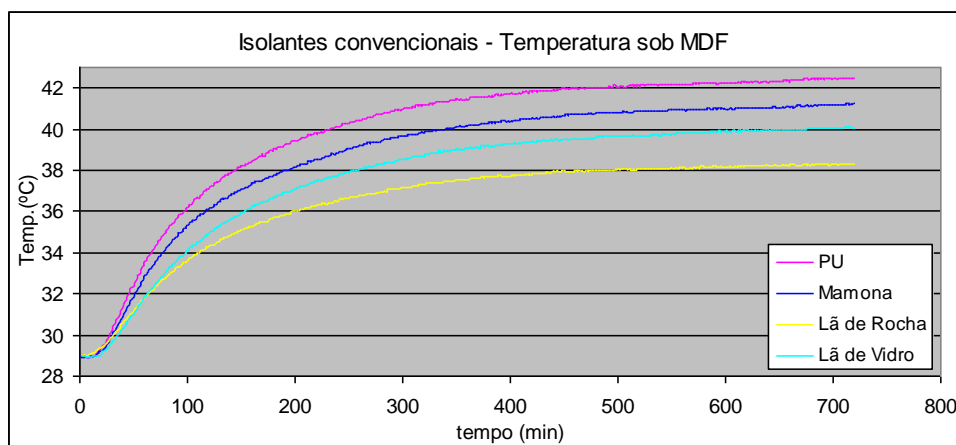


Figura 5. Curvas de desempenho dos isolantes convencionais sob forro de MDF

De acordo com os dados, o material que apresentou o melhor isolamento térmico foi a lã de rocha, seguida pela lã de vidro e pelo poliuretano de mamona, sendo o poliuretano de petróleo o isolante que obteve o pior desempenho. Resultados semelhantes foram obtidos em outros trabalhos, ao se comparar as propriedades térmicas dessas duas resinas (BORGES, BEZERRA e MARINHO, 2007) e ao se verificar o desempenho térmico das lãs isolantes em comparação as lãs sintéticas em aplicações para isolamento térmico de coberturas (BORGES, 2008).

Como o Poliuretano de petróleo é o material que apresenta a maior condutividade entre os quatro ensaiados ($0,0484 \text{ W/mK}$), é de se esperar que este permita uma maior taxa de transferência de calor por condução. O mesmo é válido para a lã de rocha, que apresenta uma condutividade ($0,0360 \text{ W/mK}$) bastante baixa, justificando a curva com menor aquecimento em relação a lã de vidro ($0,0450 \text{ W/mK}$) e o poliuretano de mamona ($0,0406 \text{ W/mK}$).

A partir desse ponto o “teto” passa a atuar como a fonte da calor no interior da câmara de desempenho térmico. De agora em diante o processo de transferência de calor ocorre por convecção no interior da câmara. Como o ar aquecido já está na parte superior do cômodo, este processo se torna mais lento via convecção natural. Em geral, são mantidos os mesmos perfis de aquecimento para o termopar distribuído exatamente no centro da câmara, ou no “meio” que simula o ambiente interno, Fig (6).

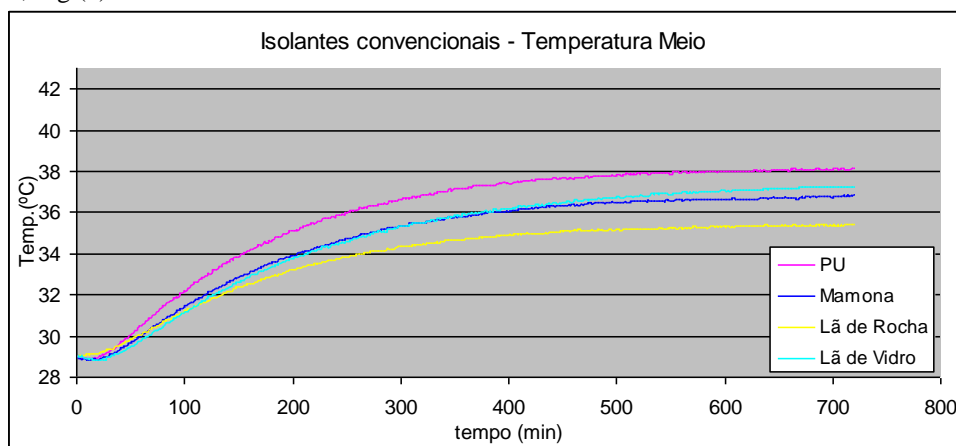


Figura 6. Curvas de desempenho dos isolantes convencionais para temperaturas no interior da câmara de desempenho térmico.

O poliuretano de mamona permanece com o maior aquecimento, e a lã de rocha permanece com a menor temperatura no interior do ambiente, sendo o poliuretano de mamona e a lã de vidro as curvas de desempenho de comportamento médio.

O mesmo se repete com o termopar fixado no piso interno da câmara. Este é o último a sentir os efeitos do aquecimento da fonte de radiação, por isso a suas curvas de temperatura apresentam valores inferiores as do meio ensaiado (Fig(7)), embora essa diferença seja bastante pequena.

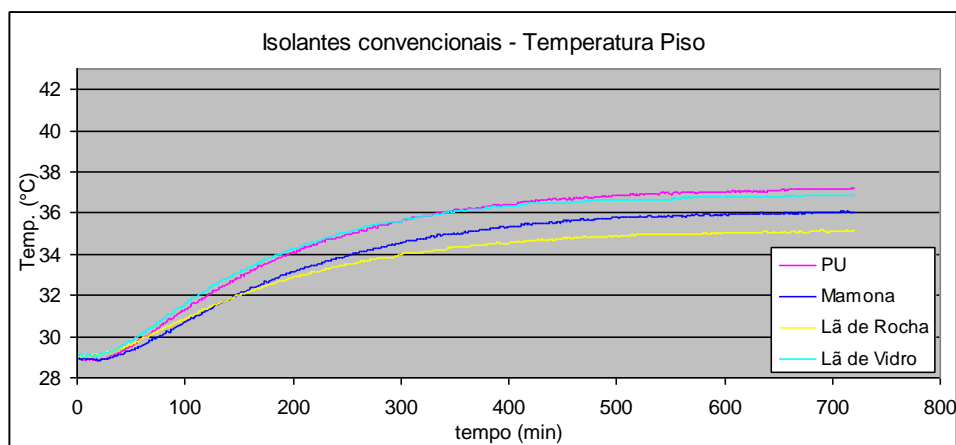


Figura 7. Curvas de aquecimento para temperaturas na face inferior interna da câmara (piso) de desempenho térmico.

O poliuretano de mamona possui um valor intermediário entre a lã de rocha e o poliuretano de petróleo, respectivamente o melhor e pior isolante entre os analisados nesta pesquisa. Como a matriz do material compósito aqui estudado é este poliuretano vegetal, espera-se que a incorporação de cargas de vermiculita possa aumentar a sua capacidade de isolamento térmico, o que já foi mostrado pelos resultados das medições de propriedades térmicas, em trabalhos anteriores (Borges, *et al.*, 2008). Ou seja, quanto mais o comportamento do material compósito se aproximar da Lã de rocha, melhor será para sua aplicabilidade como material isolante.

3.2. Compósitos

O material compósito, como já citado, foi moldado em placas (0,50x0,50x0,04)m³ e confeccionado nas proporções de 10%, 15% e 20% em massa do mineral vermiculita em uma matriz de poliuretano natural, derivado do óleo de mamona. A matriz obteve um bom resultado como isolante térmico, sendo uma opção intermediária entre os materiais analisados até então.

Os resultados a seguir repetem os já mostrados resultados do poliuretano de mamona. Eles foram inseridos visando mostrar a evolução no comportamento térmico do material em relação à matriz sem nenhuma carga atribuída (0%).

Seguindo a mesma metodologia, podem-se observar os resultados obtidos para o termopar fixado na parte inferior da placa de aço, logo acima do material compósito. Todos obtiveram um desempenho melhor a matriz sem carga, apresentando menores valores de temperatura em suas curvas de aquecimento, visível na Fig.(8).

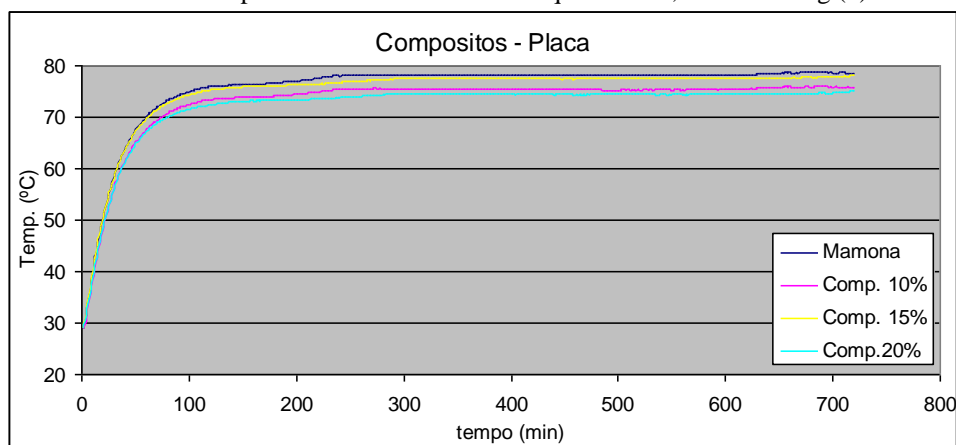


Figura 8. : Curvas de desempenho dos compósitos sob placa de aço obtidas a partir da câmara de análise de Desempenhos Térmicos.

Como já mencionado, a vermiculita ao ser aquecida expande-se, aumentando de volume em torno de 25 vezes. Tal mineral se expande semelhante a um leque, formando várias lamelas. Geralmente têm-se água nessa região interlamelar. Durante a reação poli-ol-isocianato, para formar o poliuretano, as hidroxilas do poli-ol regem com o isocianato, formando dentre outras coisas, gás carbônico que é o grande agente da expansão da resina. É essa liberação de gás carbônico que gera bolhas de ar no interior do material. A molécula de água presente na vermiculita também reage com o isocianato contribuindo para a formação de CO₂. Como perdeu água, o que resta na região interlamelar é um grande espaço vazio, provavelmente preenchido com o gás da reação. Dessa forma têm-se um grande aumento de espaços vazios (evidenciado pela diminuição da condutividade) e, por conseqüência, redução da massa específica do material o que

melhora a capacidade de isolamento térmico do material compósito. Esta fato pode ser melhor visualizado tomando os valores presentes na fig(9).

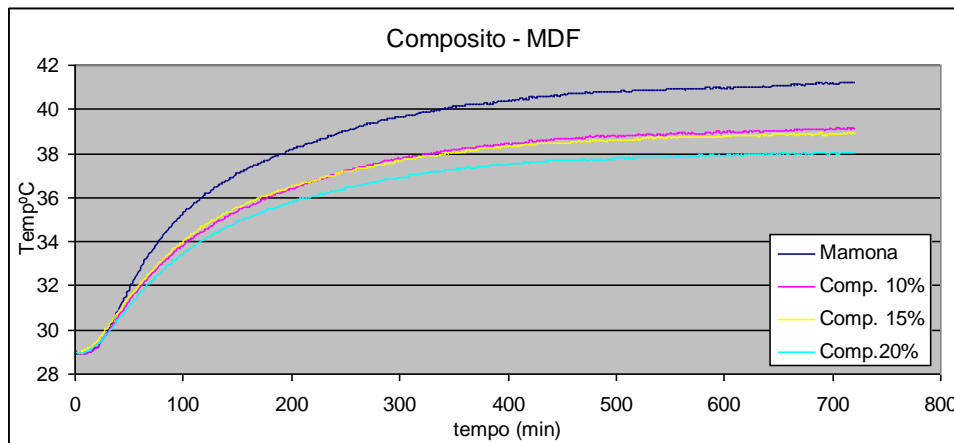


Figura 9. Curvas de desempenho dos isolantes convencionais sob forro de MDF.

Após a transferência de calor por condução, podemos perceber que o material compósito apresentou uma resistência térmica bem superior a sua matriz de poliuretano de mamona, com curvas de desempenho térmico bem abaixo do padrão sem carga. O que apresentou um melhor comportamento foi o compósito a 20% de vermiculita. Este é o que possui, dentro os materiais compósitos, a menor condutividade (0,0353 W/m.k), seguido pelo compósito a 15% de vermiculita (0,0365 W/m.k) e o compósito a 10% de vermiculita (0,0404). Este último possui uma condutividade praticamente igual ao poliuretano de mamona (0,0406 W/m.k). Logo a princípio pode-se notar que quando maior o percentual de vermiculita, menor valores de condutividade podem ser atingidos.

Os resultados obtidos pelos termopares no meio (Fig.(10)) e no piso (Fig. (11)) confirmam a proporcionalidade entre a razão de vermiculita e a resistência térmica do material, mantendo sempre os menores valores de temperatura para o compósito 20% e os maiores para o compósito 0% (matriz sem carga).

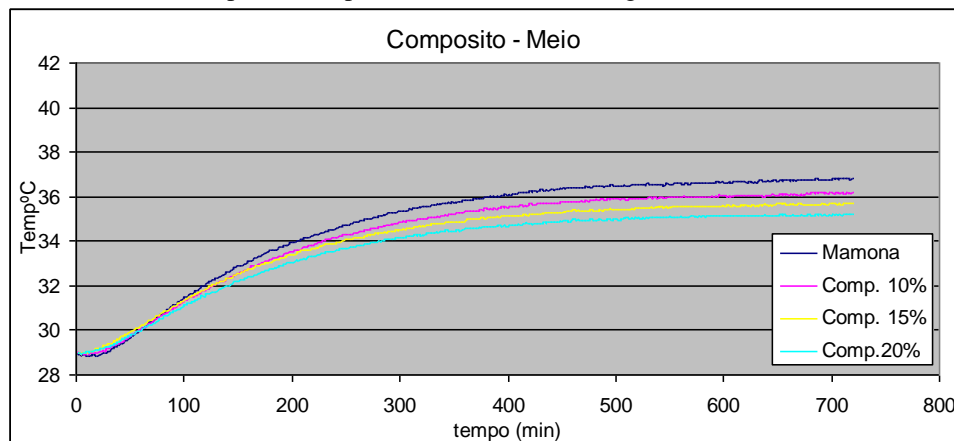


Figura 10, Curvas de desempenho dos compósitos para temperaturas no interior da câmara de desempenho térmico

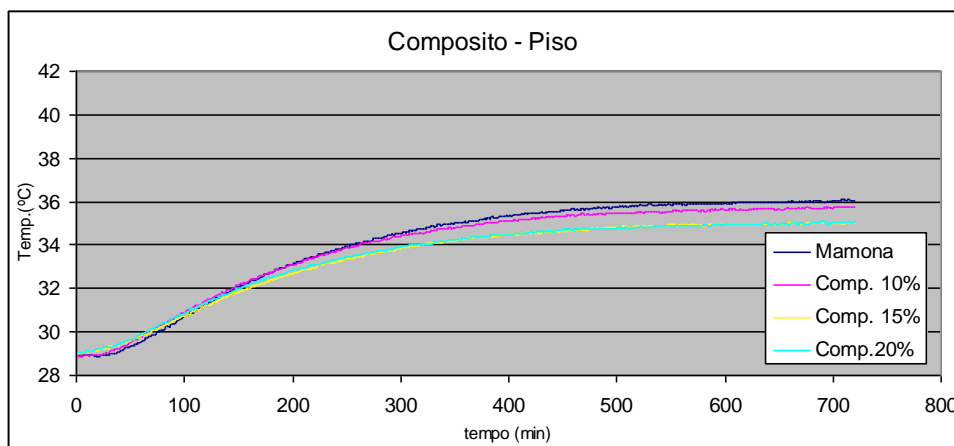


Figura 11. Curvas de aquecimento para temperaturas na face inferior interna da câmara (piso) de desempenho térmico

O compósito a 20% têm um comportamento semelhante a lã de rocha. Ao se tomar os valores encontrados para os termopares situados no meio (figura 10) e no piso (Figura 11) do ambiente experimental da câmara de desempenho, pode-se notar que o compósito a 20% permanece obtendo os resultados mais satisfatórios, mantendo os valores mais baixos de temperatura.

Através do cruzamento dos dados da lã de rocha e do compósito 20%, é possível notar a semelhança no comportamento desses dois materiais (figura 12).

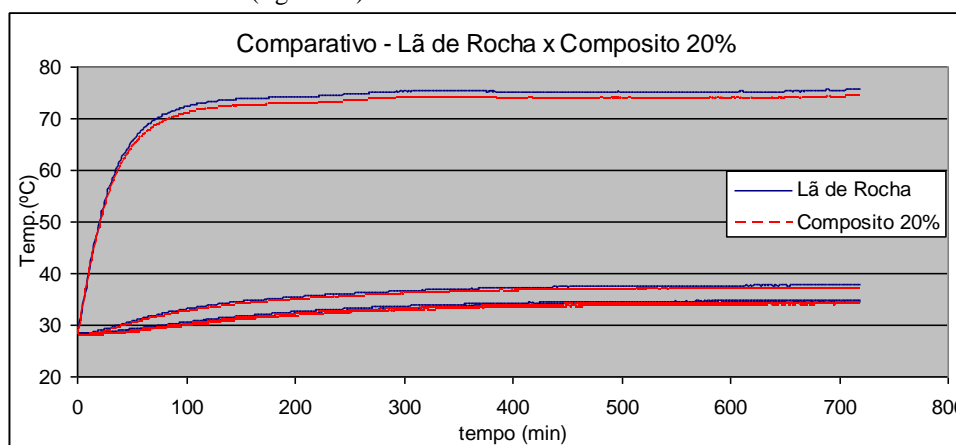


Figura 12. Gráfico comparativo entre a lã de rocha e o compósito a 20% em massa de vermiculita

A lã de rocha ainda detém uma pequena vantagem em relação ao isolante compósito, mas esta diferença é mínima se comparada ao comportamento observado nos outros materiais isolantes empregados em larga escala.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que o poliuretano derivado do óleo da semente de mamona pode, também, ser empregado como isolante térmico de sistemas construtivos, tais como coberturas e paredes. O seu desempenho térmico se mostrou comparável a isolantes térmicos comerciais, empregados em larga escala, como a lã de Rocha e a lã de vidro. Em relação a essas lãs, o poliuretano de mamona se mostrou um material bem mais versátil, já que, diferente das lãs aqui tratadas, apresenta boa resistência mecânica, além da possibilidade de poder assumir qualquer formato, já que se trata de uma resina expansiva moldável.

Além do mais, o poliuretano de mamona se mostrou um isolante com um desempenho bem melhor quando comparado ao seu parente não-renovável, o poliuretano de petróleo (PU). Neste ponto, a mamona desempenha um papel fundamental, pois se torna um substituiu biodegradável, de matéria-prima renovável, e com desempenho térmico bem mais eficiente.

Assim como sua matriz (poliuretano de mamona), o compósito desenvolvido apresenta características que indicam que se trata de um material passível de aplicação como isolante térmico. Todas as proporções estudadas (10%, 15% e 20%), apresentaram um desempenho térmico satisfatório, possuindo uma eficiência melhor que a matriz de poliuretano sem carga, embora o compósito a 10% mantenha um comportamento mais próximo da matriz, este muito se aproxima do comportamento da Lã de vidro, que é um isolante amplamente empregado no mercado. Já o compósito a 20% em massa obteve desempenho compatível a lã de rocha, alcançando os melhores valores de isolamento entre os sete materiais estudados.

5. REFERÊNCIAS

BEZERRA, Luciano André Cruz. Análise do Desempenho Térmico de Sistema Construtivo de Concreto Com EPS como agregado graúdo. Natal, 2003, 64p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003

BORGES, J. C. S.; BEZERRA, H. A. D.; MARINHO, G. S. Substitution of PU by biodegradable foam applied to thermal insulation. in: 6th Brazilian MRS Meeting, Natal-RN, 2007.

_____; OLIVEIRA NETO, M. L., MARINHO, G. S. Análise de desempenho térmico de poliuretanas aplicadas ao isolamento térmico de coberturas. in: II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Regional Latino-Americana da ISES, Florianópolis-SC, 2008

CAVALCANTI, E.E.N., "Vermiculita", Sumário Mineral, DNPM, pgs. 117-118, 2001.

COSTA, Jerusley Ferreira da, et al; Utilização de fibra da casca do coco como isolamento térmico de coberturas. in III Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Belém-PA, 2004

_____, et al; Isolamento térmico de coberturas com fibra da casca do coco. in: Simpósio de Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos Alternativos. Natal-RN, 2003

FERREIRA, Lucemaide Batista Miranda. Compósito Vegetal Para Isolamento Térmico De Cobertura, Dissertação de mestrado em Eng^a Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2004

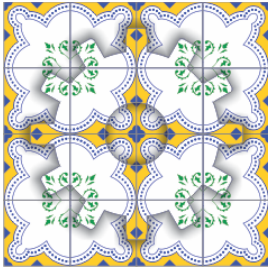
HENRIQUES, Francisco. Reabilitação Térmica de Edícios. ALAMBI, 2007

MASCARO, Mascaró, J. L. ; Mascaró, L. Uso racional de energia em edificações: isolamento térmico. 1. ed. São Paulo: Agência para Aplicação de Energia de SP, 1988. v. 1. 51 p.

MEDEIROS, Dorivalda Santos, embalagens de eps pós-consumo utilizadas como isolante térmico de coberturas, in Congresso Nacional de Engenharia mecânica, Belém-PA, 2004

OLIVEIRA, Mariela Cristina Ayres de. OS PRIMEIROS ESTUDOS SOBRE CONFORTO TÉRMICO NO BRASIL: A CONTRIBUIÇÃO DE PAULO SÁ. Dissertação de Mestrado em Eng^a Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2003

SILVA, Rosana Vilarim. Compósito de resina Poliuretano derivada de óleo de mamona e fibras vegetais. São Carlos, 2003, 157p.. Tese (Doutorado). Área Interunidades em Ciências e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, 2003



THERMAL ANALYSIS OF COMPOSITE PERFORMANCE POLYURETHANE CASTOR FOR LOAD VERMICULITE

Jacques Cousteau da Silva Borges, cousteau.borges@ifrn.edu.br¹
Manoel Leonel de Oliveira Neto, leonel.olivera@ifrn.edu.br¹

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho, 1550, Lagoa Nova, Natal-RN, BRAZIL. 59015-000 (IFRN, Lab. Física)

Abstract. *Abstract: We present in this study the experimental results obtained from the analysis of thermal performance of the composite material made from a polyurethane matrix plant derived from castor oil and load-clay mineral called expanded vermiculite. Test samples in the proportions by mass of 10%, 15% and 20% were produced for testing performance. For comparison, measurements were also performed for properties of the polyurethane of castor without charge and also the oil polyurethane (PU), both already employed in thermal insulation. Signs of 0.25 m² analyzed materials were manufactured for use as insulation material in a thermal performance chamber cover. Thermocouples were distributed on the surface of the cover, inside the material and within the test chamber and this, in turn, was subjected for 12 hours, artificial heating, comprising a bank of lamps of 4800 w. The results obtained with the composites were compared with similar data obtained in tests carried out with isolated chamber with (a) oil polyurethane (PU), (b) polyurethane castor oil, (c) glass wool (d) rock wool. Based on the analysis of performance results and thermal properties, it was concluded that castor oil polyurethane composite with a load of expanded vermiculite exhibit behavior very similar to those exhibited by commercial insulation materials.*

Keywords: *thermal performance, vermiculite, polymers*