

Compósitos de poliuretano reforçados com fibra de sisal

Polyurethane reinforced with sisal fibers composites

Ângela Maria Guedes Alves¹
 Bárbara Da Costa Sales¹
 Bruno Canedo Da Cunha¹
 Daniella Regina Mulinari²

ISSN
1809-9475

Artigo
Original

Original
Paper

Palavras-chave

Desenvolvimento sustentável

Mamona

Sisal

Revestimento

Resumo

A competitividade no setor automobilístico, acentuada pela globalização dos mercados, tem proporcionado a pesquisa e o desenvolvimento de novos materiais para a fabricação de veículos que causem menor impacto ambiental. Para atender as necessidades desse mercado, com mais consciência ambiental, ganhou evidência o conceito de desenvolvimento sustentável. Desse modo, as empresas passaram a investir na busca de novas técnicas e tecnologias para as atividades e a considerar também a variável ambiental em suas estratégias de produção, o que resulta na tentativa de incorporar nos produtos, materiais de baixa degradação ambiental e grande abundância na natureza. Portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um revestimento interno para cabine de caminhões, utilizando materiais sustentáveis como óleo de mamona, na produção do poliuretano, e também fibras de sisal no complemento da lâmina, tornando o veículo mais leve, econômico e menos poluente. As propriedades desses materiais foram avaliadas por meio de ensaios de resistência ao impacto e tração e comparadas com o revestimento atual. Os resultados obtidos foram satisfatórios e comprovaram que o material desenvolvido apresenta resistência mecânica levemente superior quando comparado ao revestimento atual, o que possibilita que esse material seja empregado no interior das cabines de caminhões.

Abstract

The competitiveness in the automotive segment, due to the globalization of markets, has been providing the research and development of new materials for manufacturing of vehicles that cause less environmental impact. To reach the needs of this increasingly environmentally conscious market, the concept of sustainable development gained notoriety. Therefore, companies are investing in the research and development of new techniques and technologies considering the environmental variable in their production strategies. This results in an attempt to incorporate materials with a low environmental degradation and high abundance in nature into their products. Therefore, the objective of this study was to develop an inner lining of trucks who uses sustainable materials such as castor oil in the production of polyurethane and also sisal fibers in addition to the blade, making a vehicle lighter, economical and less polluting. The properties of these materials were evaluated by impact and tensile and compared with current coating materials. Results were satisfactory and showed that these new materials has a slightly higher mechanical strength to current coating, which classifies it to be used inside a truck cab.

Keywords

Sustainable development

Castor

Sisal

Lining

¹ Graduado em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Volta Redonda/UniFOA

² Docente do Centro Universitário de Volta Redonda/UniFOA

1. Introdução

Atualmente com a grande concorrência no setor automotivo e a busca incessante por novas tecnologias que minimizem os impactos ambientais, tem aumentado a necessidade de desenvolver e aplicar materiais de fontes renováveis, recicláveis e com baixo custo.

Além disso, a sociedade tem consciência de que os produtos tenham um “selo verde”, ou seja, estejam alinhados com a causa ambiental. Com isso, questões antes deixadas em segundo plano passaram a fazer parte da estratégia competitiva das empresas, como reciclabilidade, toxicidade, menor consumo de energia, além da integração de princípios ambientais no projeto de produtos (NAVEIRO; PACHECO; MEDINA, 2005).

A evolução nesse ramo já proporcionou a substituição de várias partes dos automóveis, antes feitas de metal, para polímeros que mais popularmente são chamados de plásticos. Com essa troca, os veículos ficaram mais leves e conseqüentemente mais econômicos, reduzindo, dessa forma, a emissão de gases poluentes e a utilização de derivados petroquímicos (MEDINA, 2003).

Com o surgimento de novas técnicas, o emprego de fibras naturais reforçando polímeros vem crescendo e tem sido fundamental para as questões ambientais, pois também é reduzida a utilização do plástico (MULINARI, 2009).

A tendência do mercado automobilístico é a utilização cada vez maior das fibras naturais associadas a polímeros, ecologicamente corretos, na área de revestimento interno de automóveis, caminhões e ônibus (MOTHÉ; ARAÚJO, 2004).

As fibras naturais, que se configuram como um recurso renovável, apresentam baixo custo, são recicláveis, não tóxicas e também biodegradáveis. Por essas características elas estão sendo usadas como reforço em polímero e substituindo parcialmente as fibras sintéticas como kevlar, boro e vidro que, mesmo possuindo boas características mecânicas, apresentam custo elevado, são abrasivas aos equipamentos de processamento e possuem alta densidade (MOTHÉ; ARAÚJO, 2004).

Por outro lado, os óleos vegetais fornecem uma boa matriz para síntese de materiais poliméricos, formando o poliuretano, que tem

sua aplicação de maior sucesso na forma de espumas que apresentam grande versatilidade de propriedades a um custo razoável, além de serem biodegradáveis (SERVES, 2007).

Neste trabalho foram avaliadas as propriedades mecânicas do composto formado por camadas de um poliuretano à base de óleo de mamona e tecido de fibra de sisal, visando à substituição do revestimento interno das cabines de uma determinada montadora de caminhões, atualmente composto por lâminas de polipropileno, PET e fibra de vidro, também conhecida como KEST. No material aparente desse conjunto de lâminas, a fábrica já definiu pela troca do TNT por vinil, o qual permitirá que o revestimento possa ser lavado.

O revestimento interno de caminhões (Figura 1) serve para acabamento interior das cabines e para melhorar a qualidade térmica e acústica. Além disso, é extremamente necessário para garantir uma das premissas do projeto, design e conforto, pois os clientes desse produto passam boa parte do seu dia dentro da cabine.



Figura 1 - Revestimentos da cabine.

Atualmente o revestimento interno é dividido em três partes: o revestimento lateral, o revestimento traseiro e o revestimento do teto. Esses revestimentos são compostos pelo mesmo substrato. No núcleo está o KEST (polipropileno + PET + fibra de vidro), enquanto o acabamento externo é de TNT (tecido não tecido), que não é lavável. A Figura 2 mostra o esquema da composição do KEST.

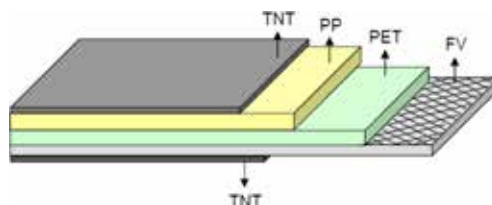


Figura 2 - Composição do KEST.

Dessa forma, visando atender as montadoras, novas tecnologias têm sido propostas, principalmente em relação aos caminhões personalizados, feitos sob medida para “clientes especiais”. Esses clientes têm a necessidade de limpar com grande frequência as cabines dos caminhões e necessitam de revestimentos que sejam laváveis. A montadora em questão está buscando atender essa fatia de mercado com um novo tipo de revestimento, pois suas concorrentes já trabalham com produtos com essas características para ser oferecido.

2. Experimental

A metodologia desenvolvida para o cumprimento dos objetivos propostos neste trabalho foi otimizada e realizada para avaliar a viabilidade técnico-científica da proposta.

2.1. Materiais

Os materiais utilizados no desenvolvimento do revestimento interno de caminhão foram lâminas poliuretano derivadas do óleo de mamona, reforçadas com fibras de sisal.

2.1.1. Matriz

A resina poliuretana à base de óleo de mamona utilizada foi curada a frio, apresentando-se sob a forma bicomponente, constando de um polioliol e um pré-polímero. O pré-polímero foi sintetizado a partir do 4,4' difenilmetano diisocianato, é líquido e possui aspecto marrom escuro. Esse pré-polímero é insolúvel em água, com a qual reage, liberando CO_2 . Produz resíduo inerte e não biodegradável. O polioliol D405 é líquido, apresenta aspecto amarelado, solúvel em água e produz resíduo biodegradável.

2.1.2. Reforço

O tecido bidirecional com fibras de sisal foi adquirido na loja Amigão, Volta Redonda-RJ. De acordo com ASM INTERNATIONAL (1993), esse tecido possui a forma *plain weave*, sendo entrelaçado um filamento da trama acima e abaixo dos filamentos do urdume (Figura 3). O tecido possui aproximadamente dois milímetros de espessura.



Figura 3. Tecido com fibras de sisal

2.2. Processamento do revestimento

O revestimento foi feito de poliuretano reforçado com fibras de sisal na forma de tecido. Primeiramente, o poliuretano à base de óleo de mamona foi obtido pela mistura em massa, do polioliol com o pré-polímero, conforme sua relação estequiométrica de 2:1, respectivamente. Sua reação de polimerização é exotérmica, ficando em torno de 45°C . Os componentes foram misturados durante 5 minutos em um copo descartável e, em seguida o material foi vertido em um molde de silicone juntamente com as placas de vidro, que continha o tecido, conforme evidenciado na Figura 4.



Figura 5. Processamento do revestimento.

Uma folha de TNT foi inserida como desmoldante antes que o material fosse levado à estufa, onde foi curado a 80°C , por 24 horas. Posteriormente foi inserido sobre o material obtido, o vinil (Figura 4) solicitado pela montadora.



Figura 4. Revestimento obtido para a cabine.

2.3. Propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas do revestimento obtido foram avaliadas por meio de ensaios mecânicos de impacto e tração, bem como o utilizado atualmente. Os ensaios de impacto foram realizados no Laboratório de Ensaios Mecânicos do Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA, utilizando-se o equipamento da marca PANTEC. Foram analisados 5 corpos de prova (Figura 5), com dimensões de acordo com a norma ASTM D6110. Foram avaliadas a energia absorvida e a resistência ao impacto.

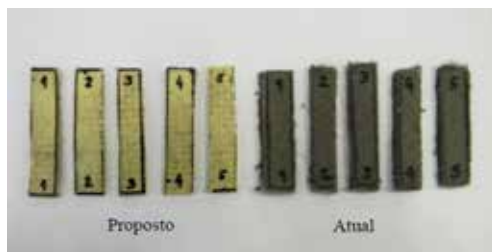


Figura 5. Corpos de prova obtidos para o ensaio de impacto.

Os ensaios de tração foram realizados no Laboratório de Ensaios Mecânicos do Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA, utilizando-se o equipamento da marca EMIC. Para os ensaios de tração os 5 corpos de prova apresentaram dimensões de acordo com a norma ASTM D638. As propriedades mecânicas de resistência à tração, alongamento e módulo de elasticidade em tração foram avaliadas.



Figura 6. Corpos de prova do material proposto para o ensaio de tração.

3. Resultados

3.1. Resistência à tração

Os resultados obtidos nos ensaios mecânicos dependem de fatores como temperatura, umidade, estrutura do material, condições de ensaios, preparação da amostra. O comportamento de deformação dos corpos de prova em função da força de tração aplicada pode ser evidenciado nas Figuras 7 e 8.

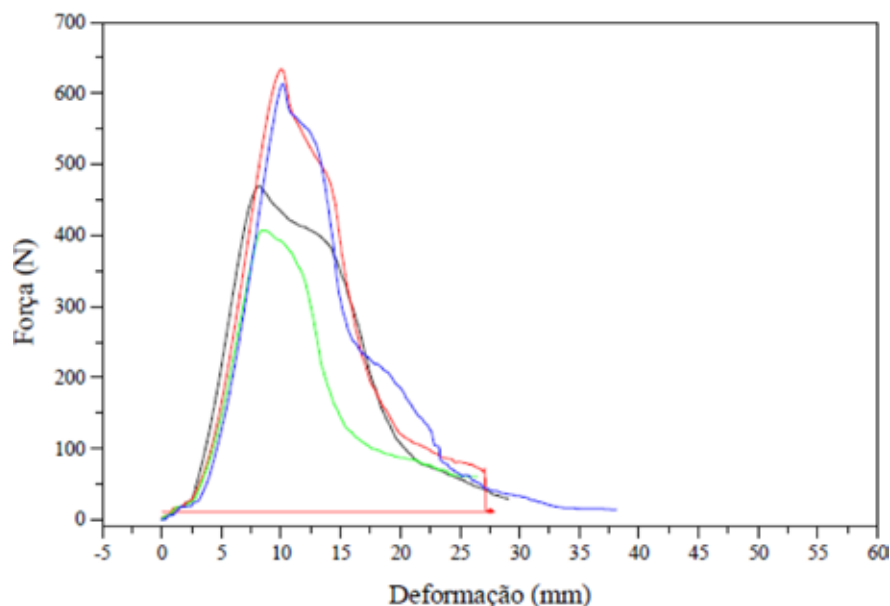


Figura 7. Gráfico força x deformação do material proposto.

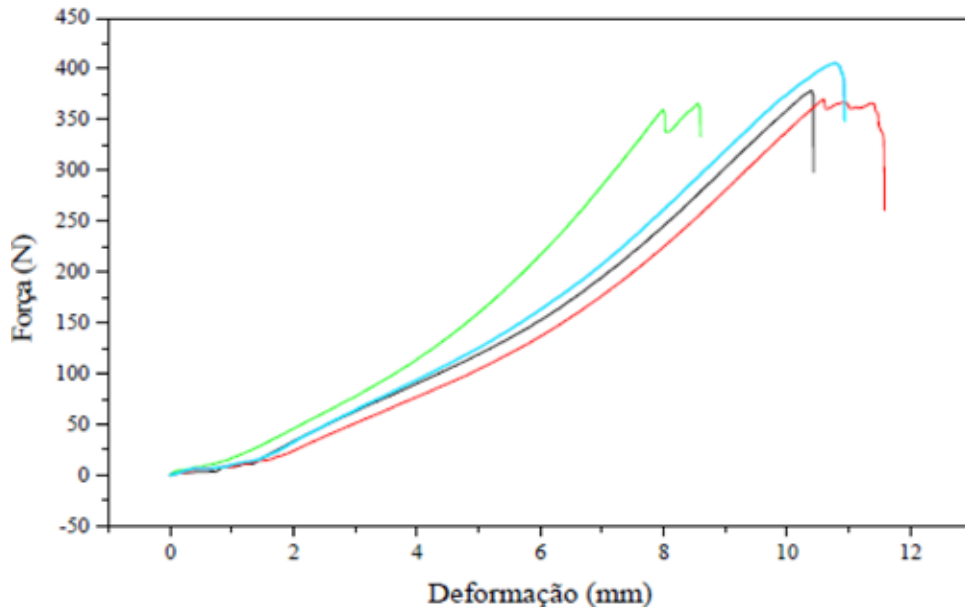


Figura 8. Gráfico força x deformação dos materiais utilizados na empresa.

O laminado obtido neste trabalho apresentou um comportamento frágil, semelhante ao material utilizado atualmente pela empresa, conforme evidenciado nas Figuras 7 e 8.

Os valores do limite de resistência à tração obtidos dos ensaios mecânicos do material proposto e do aplicado na empresa podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores do limite de resistência à tração.

<i>Material Proposto</i>		<i>Material Atual</i>	
<i>Amostras</i>	<i>Limite de resistência à tração (MPa)</i>	<i>Amostras</i>	<i>Limite de resistência à tração (MPa)</i>
CP01	8	CP01F	6
CP02	8	CP02F	7
CP03	9	CP03F	6
CP04	10	CP04F	8
CP05	8	CP05F	6
μ	8,60	μ	6,60
σ	0,80	σ	0,80

Comparando os resultados da Tabela 1, observou-se que o material proposto equiparou-se ao utilizado atualmente pela fábrica com a vantagem de estar alinhado com as questões ambientais, utilizando a sustentabilidade dos seus componentes.

Dessa forma, sugere-se que esse novo material poderá substituir, com êxito, o KEST. No entanto, esses limites de resistência à tração poderiam ser melhorados se mais camadas de fibras fossem adicionadas ao laminado e sua espessura também pudesse ser aumentada,

comprovando que diversos fatores podem influenciar nos ensaios mecânicos.

3.2. Resistência ao impacto

A resistência ao impacto bem com a resistência à tração é de grande importância no desenvolvimento dos materiais devido à sua aplicação na indústria automotiva.

Dessa forma, neste trabalho foi necessário calcular a resistência ao impacto devido ao esforço que o material poderá sofrer durante uma colisão.

Tabela 2. Valores do limite de resistência ao impacto

Material Proposto			Material Atual		
Amostras	Energia Absorvida (J)	Resistência (kJ/m ²)	Amostras	Energia Absorvida (J)	Resistência (kJ/m ²)
CP01	2	7,7	CP01F	3	10,2
CP02	3	11,4	CP02F	3	10,7
CP03	3	11,3	CP03F	3	10,6
CP04	4	15,95	CP04F	3	9,9
CP05	3	11,8	CP05F	3	11,8
μ	3	11,63	μ	3	10,64
σ	0,63	2,62	σ	0	0,65

Analisando-se a resistência ao impacto do material obtido neste trabalho, foi observado que, houve, como no ensaio de tração, uma equivalência de valores quando comparados ao KEST.

A inserção da camada de fibra de sisal fez com que a energia absorvida aumentasse e, conseqüentemente, a resistência. Outro fator que ajudou a obter as propriedades mecânicas satisfatórias foi o fato de as reentrâncias e saliências das fibras terem sido completamente impregnadas pelo poliuretano à base de óleo de mamona, melhorando a resistência interfacial do laminado.

Estes resultados comprovaram que existe a possibilidade de substituição do atual composto pelo proposto neste trabalho, mantendo-se as resistências mecânicas do projeto da fábrica.

4. Conclusões

O setor automobilístico está em constante evolução, buscando o desenvolvimento de produtos sustentáveis para se adequarem ao mercado cada vez mais competitivo, o que leva a uma redução de peso nos automóveis e também de matéria-prima derivada do petróleo.

Com relação aos resultados obtidos, ressalta-se que os objetivos propostos no trabalho foram alcançados de forma satisfatória. Os resultados dos ensaios mecânicos de tração e impacto do material proposto indicaram um desempenho mecânico similar ao revestimento que, ainda hoje, é utilizado.

Dessa forma, fica demonstrado que é completamente possível a substituição do atual revestimento pelo proposto no trabalho sem perda das propriedades e características iniciais do projeto, destacando-se ainda a questão da sustentabilidade dos componentes utilizados.

Conclui-se que o poliuretano à base de óleo de mamona reforçado por fibra de sisal apresenta um bom desempenho mecânico, exibindo aspectos favoráveis do ponto de vista mecânico e ecológico para sua aplicação como revestimento interno de cabines de caminhões.

5. Referências Bibliográficas

ASM INTERNATIONAL. **Engineered materials handbook: composites**. 4th ed. United States of America: ASM, 1993. v.1, 983p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Norma ASTM D638-10, Tensile properties of plastics, Standard Test Methods for. Philadelphia, PA, 2010.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Norma ASTM D6110-06, Determining the Charpy impact resistance of notched specimens of plastics PA, 2006.

MEDINA, H. V. **Reciclagem de automóveis: estratégias, práticas e perspectivas**. Rio de Janeiro [s.n.], 2003.

MOTHÉ, C. G.; ARAUJO, C. R. **Caracterização térmica e mecânica de compósitos de poliuretano com fibras de curauá**. Artigo Técnico Científico – Associação Brasileira de Polímeros, São Carlos, São Paulo, 2004.

MULINARI, D. R. **Comportamento térmico, mecânico e morfológico dos compósitos de polietileno de alta densidade reforçados com fibras de celulose do bagaço de cana de açúcar**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2009.

NAVEIRO, R. M.; PACHECO, E.B.A.V.;
MEDINA, H. V. **Ecodesign**: o desenvolvimento
de projeto de produto orientado para reciclagem.
5º Congresso Brasileiro de Gestão de
Desenvolvimento de Produto, Porto Alegre, 2005.

SERVES, V.; **Espumas flexíveis de
poliuretana à base de polióis de óleo de
mamona etoxilado**. Dissertação (Mestrado)
– Instituto de Química-Universidade Estadual
de Campinas, Campinas, 2007.