

Desenvolvimento de um shape sustentável

Development of a sustainable shape

Edson Oliveira de Souza¹
Daniella Regina Mulinari²

ISSN
1809-9475

Artigo
Original

Original
Paper

Palavras-chaves

Shape
Compósitos
Fibra de vidro
Fibra de juta

Resumo

Sabe-se que o sucesso no esporte torna um país mais conhecido e mais respeitado na comunidade internacional. Dentre os diversos esportes, o *skate* atrai um número considerado de praticantes. Segundo o instituto Datafolha, o número de praticantes desse esporte aumentou 20% entre os anos de 2006 a 2010, registrando quase quatro milhões de praticantes em todo o Brasil. Com esse aumento de adeptos ao esporte, cresceu também a necessidade de produzir peças para atender a crescente demanda, aliada a preservação ambiental. Dessa forma, o uso de compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais tem interessado as empresas e pesquisadores, pois utilizam recursos renováveis e apresentam baixo custo. A utilização de fibras naturais em termorrígidos nas aplicações comerciais tem sido promissora, tendo em vista que elas não são tóxicas, possuem baixo custo, são de fontes renováveis e atendem às novas exigências de preservação ambiental. Além disso, as fibras naturais não são abrasivas a equipamentos de processo e geram compósitos com baixa susceptibilidade. Então, visando atender as novas tecnologias sustentáveis, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um laminado sustentável para *shape* a partir de materiais provenientes de fontes renováveis.

Abstract

It knows that success in sport makes a country more known and more respected in the international community. Among the various sports skateboarding attracts a number of practitioners considered. Institute Datafolha evidence that the number of practitioners of the sport skateboarding increased 20% from the year 2006 to 2010, recording nearly four million players across Brazil. This increase in fans to the sport, also increased the need to produce parts to meet the growing demand, coupled with environmental preservation. Of this form, the use of polymeric composites reinforced with natural fibres has interested researchers and companies that use renewable resources and has low cost. The use of natural fibres in thermosetting commercial applications has been promising, considering that they are nontoxic, present low cost, are renewable sources and present the new requirements for environmental preservation. Furthermore, natural fibres are not abrasive to processing equipment and generate composites with low susceptibility. Then, to accord the new sustainable technologies the objective of this work was to develop a laminate from sustainable materials from renewable resources for shape.

Keywords

Shape
Composites
Glass fibres
Jute fibres

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 o uso de materiais compósitos reforçados com fibras naturais provenientes de fontes sustentáveis tem crescido extensamente. Essas fibras têm despertado interesse de vários setores como indústria automobilística, esportiva e construção civil, visando à substituição de materiais convencionais. Outra razão é a vasta possibilidade de modelagem e a obtenção de peças com menor impacto ambiental.

No entanto, esses compósitos podem manifestar vários tipos de falhas quando submetidos a carregamento cíclicos, incluindo delaminação e fratura na fibra. Durante o carregamento cíclico o comportamento de fratura de compósitos pode ser influenciado por parâmetros como a interface fibra/polímero, método de processamento do compósito e arquitetura das fibras. Contudo, é importante considerar o forte efeito das fibras na redistribuição de tensão no material, sendo a deformação da matriz um parâmetro também fundamental para a fadiga desse material.

Dessa forma, a proposta deste trabalho foi desenvolver e avaliar o comportamento mecânico de um *shape* sustentável, utilizando compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais para contribuir nas questões relacionadas ao impacto ambiental.

O *shape* é a peça do *skate* feita de madeira, o qual é produzido por sete lâminas de madeira marfim (para *shapes* nacionais), sendo cinco lâminas no sentido longitudinal da fibra da madeira e duas no sentido transversal da fibra, as quais são coladas com resina epóxi.

Segundo o instituto Datafolha (2010), o número de praticantes do esporte *skate* aumentou 20% entre os anos de 2006 a 2010, registrando quase quatro milhões de praticantes em todo o Brasil. Com esse aumento de adeptos ao esporte, cresceu também a necessidade de produzir mais peças para atender a crescente demanda.

Além disso, o *shape*, que é tradicionalmente feito de madeira, exige uma alta exploração de árvores para sua produção. Desse modo, as empresas buscam investir em novas técnicas e tecnologias para atividades, considerando também a variável ambiental em suas estratégias de produção.

Portanto, buscou-se neste trabalho desenvolver e avaliar as propriedades mecânicas de um *shape* sustentável, utilizando compósito polimérico (resina epóxi) reforçado com fibras de juta e fibras de vidro. Assim foram realizadas as caracterizações mecânicas.

2. Experimental

2.1. Materiais

Para a obtenção do laminado foi utilizado resina epóxi e a fibra de juta. A resina epóxi utilizada neste trabalho foi a POLIPOX indústria e comercial Ltda. Trata-se de uma resina rígida, de alta viscosidade e baixa reatividade, pré-acelerada com densidade entre 1,18 e 1,22 g/cm³ (25 °C). O reforço utilizado para o projeto foi a fibra de juta, em forma de tecido, e a fibra de vidro, em forma de tecido com 121 g/m².

2.2. Obtenção dos Compósitos

O processamento dos laminados foi feito utilizando-se moldagem por compressão sob, aproximadamente, 10 toneladas por 24 horas, conforme evidenciado na Figura 1.



Figura 1. Processo de compressão para obtenção do compósito.

Foram produzidos três tipos de compósitos, tais como:

- Laminados com fibras de vidro e fibra de juta (FV/FJ/FV/FJ/FV/FJ/FV);
- Laminados com fibras de vidro e fibra de juta (FV/FV/FJ/FJ/FJ/FV/FV);
- Laminados com fibras de vidro e fibra de juta (FJ/FJ/FV/FV/FV/FJ/FJ), como mostra a Figura 2.



Figura 2. 1ª Hipo: laminado (FV/FJ/FV/FJ/FV/FJ/FV); 2ª Hipo: laminado (FV/FV/FJ/FJ/FV/FV/FV); 3ª Hipo: laminado (FJ/FJ/FV/FV/FV/FJ/FJ).

Todo o processo foi realizado à temperatura ambiente e a desmoldagem dos laminados ocorreu um dia após a moldagem. Em seguida os laminados foram curados em temperatura ambiente por 7 dias.

Esses laminados foram comparados ao *shape* nacional industrializado já existente no mercado, feito a partir de sete lâminas de madeira marfim e colados com resina epóxi.

2.3. Propriedades Mecânicas

As propriedades mecânicas foram avaliadas por meio de ensaios mecânicos de impacto.

Os ensaios de impacto foram realizados no Laboratório de Ensaios Mecânicos do Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA, utilizando-se a Máquina de Impacto da marca PANTEC. Foram analisados cinco corpos de prova, com dimensões de acordo com a norma ASTM D 6110 de cada material. Foi avaliada a energia absorvida ao impacto e a resistência. As micrografias dos corpos de prova fraturados foram obtidas em um microscópio eletrônico de varredura, a fim de se obter informações quanto ao mecanismo de falhas.

3. Resultados

Cinco corpos de prova foram submetidos ao teste de resistência ao impacto, a fim de se observar seu comportamento para avaliar a viabilidade de utilizar esse novo material na produção do *shape*.

O teste de resistência ao impacto neste trabalho foi de suma importância para avaliar e comparar os laminados obtidos com os materiais já existentes no mercado.

A Tabela 1 evidencia a resistência ao impacto dos laminados processados e do *shape* utilizado.

Tabela 1 - Valores do limite de resistência ao impacto

| Amostras | Energia Absorvida (J) | Resistência ao Impacto (KJ.m-2) |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| SHAPE | $8,8 \pm 0,8$ | $64,7 \pm 5,1$ |
| Laminado (FV/FJ/ FV/FJ/ FV/FJ/FV) | $3,4 \pm 0,55$ | $125,5 \pm 35,0$ |
| Laminado (FV/FV/ FJ/FJ/ FJ/FV/FV) | $4,0 \pm 0,0$ | $140,2 \pm 6,9$ |
| Laminado (FJ/FJ/ FV/FV/ FV/FJ/FJ) | $4,4 \pm 0,55$ | $140,9 \pm 11,1$ |

Analisando-se a resistência ao impacto dos laminados obtidos neste trabalho com os materiais utilizados atualmente, foi observado que houve um aumento na resistência, atingindo 54 %, conforme evidenciado na Tabela 1.

Esse fato ocorreu devido à espessura do corpo de prova, pois o material utilizado atualmente apresentou uma espessura em torno de 10 mm. Por outro lado, os laminados apresentaram uma espessura em torno de 2 mm.

Tal fato interferiu diretamente na energia absorvida e conseqüentemente na resistência. Todos os laminados apresentaram boa resistência ao impacto. No entanto, observou-se que os laminados (FV/FJ/ FV/FJ/ FV/FJ/FV) apresentaram menor resistência ao impacto quando comparado aos demais laminados. Isso pode ser explicado pela distribuição das fibras, a qual influencia diretamente na energia absorvida e na resistência do material.

A Figura 3 evidencia essa diferença entre os laminados.

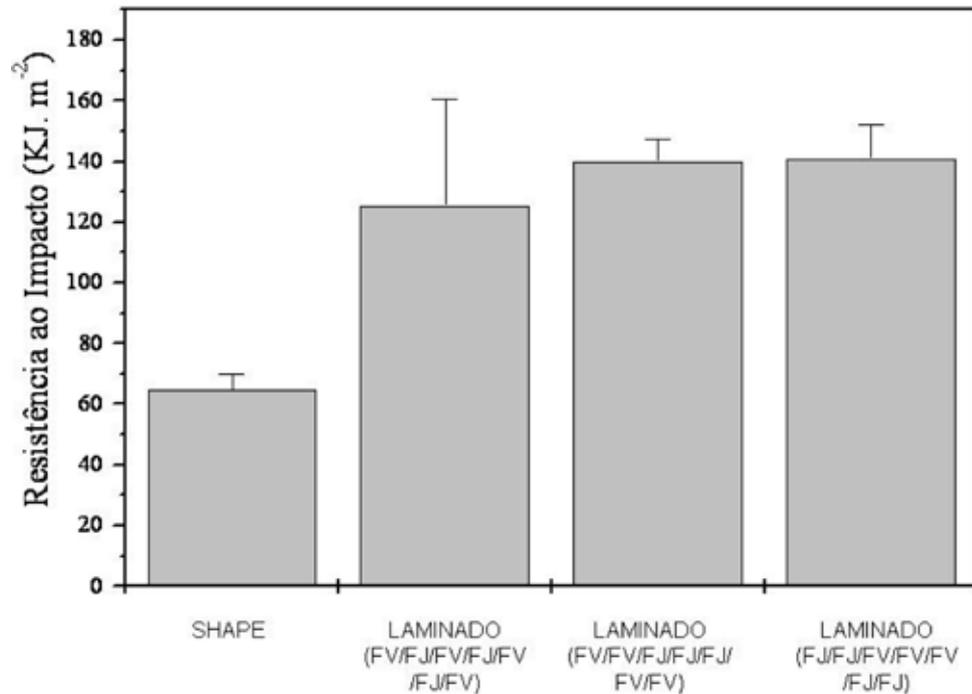


Figura 3. Resistência ao impacto dos materiais.

A disposição dos tecidos em forma de fibras na matriz também aumentou a resistência ao impacto, devido ao mecanismo de dissipação de energia. As fibras foram arrancadas (*pull out*) da matriz e dissiparam energia durante o processo de fricção mecânica, fato este observado por OLIVEIRA & TOLEDO (2011). A Figura 4 elucidada a fratura dos materiais após o ensaio.

A Figura 4 mostra a região da fratura após o ensaio, onde foi verificada certa uniformidade de distribuição das fibras pela matriz e fibras fraturadas ao longo da matriz. Também foram observadas fibras arrancadas (*pull-out*) da matriz, devido à dissipação de energia causada pela fricção mecânica, conforme Figura 5.



Figura 4. Fratura dos laminados após o ensaio de impacto.

Analisando-se a Figura 5 foi possível evidenciar os mecanismos de falhas, os quais envolveram os seguintes mecanismos: ruptura da fibra, trincamento da matriz e descolamento da fibra. No entanto, a estrutura superficial da fibra de juta com reentrâncias e

saliências ajudou para que ocorresse uma boa adesão interfacial, resultando em compósitos com propriedades mecânicas satisfatórias. Comportamento similar foi observado por OLIVEIRA & TOLEDO (2011).

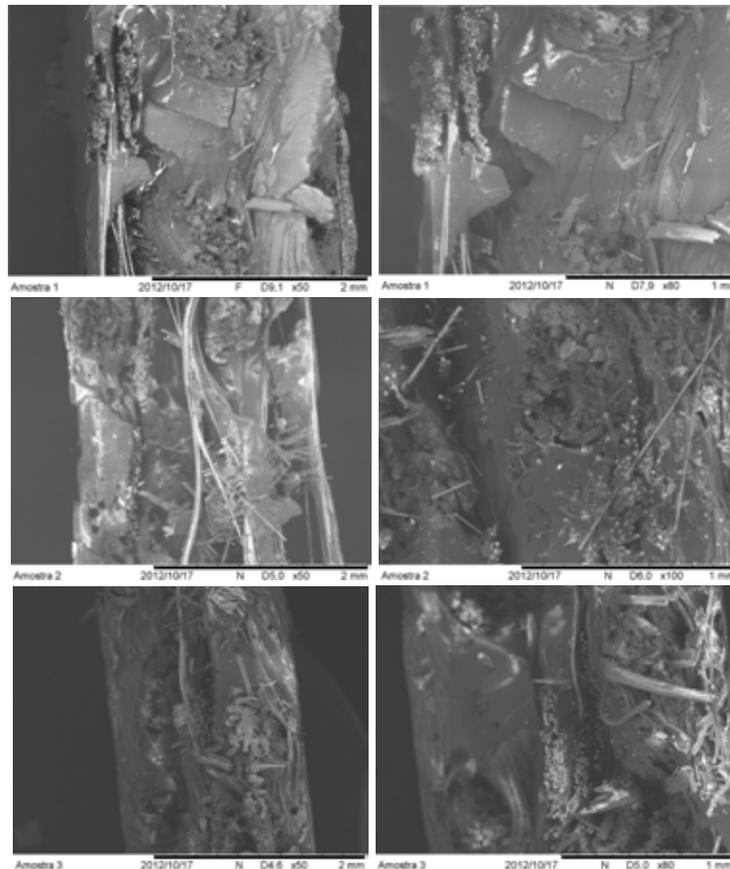


Figura 5. MEV da fratura dos laminados e do *shape* após o ensaio de impacto.

4. Conclusões

A partir dos resultados obtidos das propriedades mecânicas e mecanismo de falhas dos laminados processados, foi possível concluir que:

1. Os laminados apresentaram resistência ao impacto superior quando comparado ao *shape* utilizado atualmente;
2. A resistência ao impacto dos laminados variou, devido à disposição dos tecidos, o que influenciou diretamente na energia absorvida e conseqüentemente na resistência ao impacto;
3. Os laminados apresentaram um mecanismo de fratura bastante complexo, envolvendo mecanismos de falhas como ruptura da fibra, trincamento da matriz e descolamento da fibra;

Dessa forma, sugere-se que laminados de madeira sejam substituídos parcialmente pelos laminados feitos a partir de compósitos híbridos.

5. Referências

CAMERINI, A. L. et al. Tenacidade ao impacto de compósitos de tecido de juta reforçado matriz de polietileno reciclado. *Revista Matéria*, v. 13, n. 1, p 180 - 185, 2008.

CBSK. Dados do esporte: história do esporte no mundo. Disponível em: <<http://www.cbsk.com.br>>. Acesso em: 5 ago. 2012.

CHAVES, C. Tábuas do skate. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/educacaofisica/tabuas_skate.htm> Acesso em: 16 set. 2012.

- DANIEL, I. M.; ISHAI, O. Engineering mechanics of composite materials. Oxford University Press, New York, 1994, 410p.
- GONÇALVES, J. A. V. Compósitos à base de resina epóxi reforçados com fibras de coco. 2010. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de Sergipe, 2010.
- JÚNIOR, E. H. Resistência ao impacto. In: CANEVAROLO Jr, S. V. Técnicas de caracterização de polímeros. São Paulo: Artliber Editora, 2003. P. 361-384.
- MACEDO, J. S. Desenvolvimento de biocompósitos à base de polihidroxibutirato e resíduos do processamento de fibras de casa de coco. 2010. 138f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.
- MANO, E. B. Introdução a polímeros. 2. Ed. São Paulo: Blücher, 1999. 191p.
- MARINELLI, A. L. et al. Desenvolvimento de compósitos poliméricos com fibras vegetais naturais da biodiversidade: uma contribuição para a sustentabilidade amazônica. Polímeros, São Carlos, v. 18, n. 2, p. 1-10, abril/junho 2008.
- 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. 2009. 112f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica com ênfase em materiais) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2009.
- NETO, F. L.; PARDINI, L. C. Compósitos estruturais: ciência e tecnologia. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 313 p.
- PAULA, C. M. S. S. Estudo da influência do tratamento químico das fibras de sisal na resistência mecânica de compósitos sisal/epóxi. 1996. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 1996.
- SANTIAGO R. C. et al. Comportamento mecânico do compósito de resina ortoftálica reforçado com fibra de juta e tratado quimicamente com hidróxido de sódio. Tecnologia e desenvolvimento sustentável. 2007. vol 3. Disponível em: <<http://www.redenet.edu.br/ojs/index.php/tecnologia/article/view/33/29>> Acesso em: 19 set. 2012.
- SANTOS, Al. M. Estudo de compósitos híbridos polipropileno / fibras de vidro e coco para aplicações em engenharia. 2006. 76f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, 2006.
- TEIXEIRA, M. G. Aplicação de conceitos da ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos: o exemplo do resíduo de Madeira. 2005. 159f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.
- ZWIR, G. V. Fabricação de shape. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/busca-1>> Acesso em: 15 ago. 2012.