

CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER E FIBRAS DE SISAL COM COMPRIMENTO HÍBRIDO DE 5 A 15 mm¹

Moacir Kuwahara²
Deibson Silva da Costa³
Wassim Raja El Banna⁴
Jhonatan de Almeida dos Santos⁵
Roberto Tetsuo Fujiyama⁶

Resumo

A utilização de materiais naturais, provenientes de fontes renováveis, apresenta diversas vantagens quando comparados com materiais de fontes não renováveis. Dentre os materiais naturais encontram-se as fibras vegetais que fazem parte da paisagem de diversos países e que no Brasil podem ser encontrados diversos tipos; como por exemplo, o sisal. Neste artigo foi produzido compósitos reforçados com fibras de sisal de comprimentos híbrido variando de 5 mm a 15 mm. As fibras foram cortadas com o uso de um moinho granulador. Foram fabricados oito corpos de prova para cada fração mássica definida com as seguintes proporções; 3,90%, 4,87% e 5,41%; a fabricação foi realizada por moldagem manual, sem pressão ou compactação, usando resina poliéster insaturada com a proporção de agente de cura/resina de 0,33%. O resultados da resistência a tração dos compósitos de sisal de fração mássica 3,90% foi de 16,23 MPa; e de fração mássica 4,87% foi de 19,64 MPa; e de fração mássica 5,41% foi de 22,83 MPa. Os resultados mostraram que os compósitos de fração mássica 5,41% de melhor resistência mecânica. As fraturas dos compósitos foram verificadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV), onde identificadas as disposição das fibras nos compósitos.

Palavras-chave: Fibras de sisal; Fração de fibras; Materiais compósitos.

CHARACTERIZATION MATRIX COMPOSITE MATERIALS AND POLYESTER SISAL FIBER LENGTH WITH HYBRID OF 5 TO 15 mm1

Abstract

The use of natural materials from renewable resources, has several advantages when compared to non-renewable materials. Among the natural materials are vegetable fibers that part of the landscape from various countries and which can be found in Brazil different types; such as sisal. This article was produced fiber-reinforced composite sisal hybrid lengths ranging from 5 mm to 15 mm. The fibers were cut using a mill granulator. Were made eight specimens for each mass fraction defined with the following proportions; 3.90%, 4.87% and 5.41%, manufacturing was done by hand molding, without pressure or compression, using polyester resin unsaturated with the ratio of curing agent / resin 0.33%. The results of the tensile strength of the composites of sisal mass fraction of 3.90% was 16.23 MPa, and mass fraction of 4.87% was 19.64 MPa, and mass fraction of 5.41% was 22.83 MPa. The results showed that the composites of 5.41% mass fraction better mechanical strength. Fractures of the composites were observed by scanning electron microscopy (SEM), which identified the arrangement of fibers in composites.

Key words: Sisal fibers; Fraction of fibers; Composite materials.

¹ Contribuição técnica ao 68º Congresso Anual da ABM - Internacional, 30 de julho a 2 de agosto de 2013, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Faculdade de Engenharia Mecânica, ITEC, Universidade Federal do Pará (UFPA); e Secretaria de Educação do Estado do Pará, Belém, PA, Brasil; moacirkuwahara@yahoo.com.br.

³ MSc., Professor Substituto, PPGEM, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.

⁴ MSc., Professor Substituto, PPGEM, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.

⁵ Professor, Secretaria de Educação do Estado do Pará, Belém, PA, Brasil.

⁶ Dr., Professor Adjunto, PPGEM, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de materiais compósitos está crescendo em importância e campos de aplicação. A sua caracterização, porém, requer o domínio de técnicas e critérios específicos, que diferem em muito dos critérios adotados nos materiais convencionais de engenharia. A aplicação desses materiais é uma realidade atual nas indústrias de ponta com destaque no segmento aeronáutico e aeroespacial. As fibras de celulose como o bambu, sisal, coco, juta, curauá e malva, dentre inúmeras outras, abrem um leque renovável, inesgotável e alternativo de uso como elemento de reforço para compósitos de matriz. No entanto, devemos levar em consideração algumas questões relevantes ao seu uso, como sua durabilidade, reação e aderência a matriz e outros fatores que questionam sua aplicação. Estudos podem ajudar na avaliação das propriedades de desses materiais, melhorando-os para que se tornem mais duráveis e sua aplicação seja viável e satisfatória. De acordo com o tipo de componente disperso, os compósitos podem ser classificados em três grupos: particulares (reforçados com partículas), fibrosos (reforçados com fibras) e compósitos estruturais (reforçado com elementos estruturais). Entende-se por partícula um componente disperso que apresenta aproximadamente a mesma dimensão em todas as direções, enquanto as fibras apresentam uma elevada relação entre seu comprimento e diâmetro.⁽¹⁾ Objetivo principal deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica da obtenção de compósitos usando resina poliéster reforçada com fibras de sisal, utilizando cortes de sisal com um equipamento moinho granulador e analisando suas características micro-estrutural, através de ensaio mecânicos e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As fibras de sisal da espécie *Agave Sisalana* foram obtidas no comércio da cidade de Belém-Pa, e utilizadas na forma como foram adquiridas, sem tratamento superficial e em condições ambientais.

Na fabricação dos compósitos polimérico foi usando resina poliéster tereftálica insaturada e pré-acelerada, combinada com fibras de sisal com comprimentos variando entre 5 a 15 mm cortada em um equipamento Moinho Granulador 20 HP/5W da marca Rone e Modelo R-20. Foram fabricados oito corpos de prova para cada fração mássica definida com as seguintes proporções; 3,90%, 4,87% e 5,41%; a fabricação foi realizada por moldagem manual, sem pressão ou compactação, usando resina poliéster insaturada com a proporção de agente de cura/resina de 0,33%.

Os ensaios de tração nos compósitos foram realizados de acordo com a norma ASTM D 638M em uma máquina de ensaio universal Kratos Cof modelo MKCA-KE – com célula de carga de 5 kN, a uma velocidade de ensaio de 5 mm/min. Após a realização dos ensaios mecânicos, a superfície de fratura dos corpos de prova foi analisada de forma a se estudar os mecanismos de falha de cada composição fabricada. A morfologia da superfície de fratura foi analisada por microscopia eletrônica de varredura.

A Figura 1 mostra os equipamentos de ensaios de tração dos compósitos e o moinho granulador onde foi cortado as fibras de tamanho variando entre 5 mm a 15 mm.

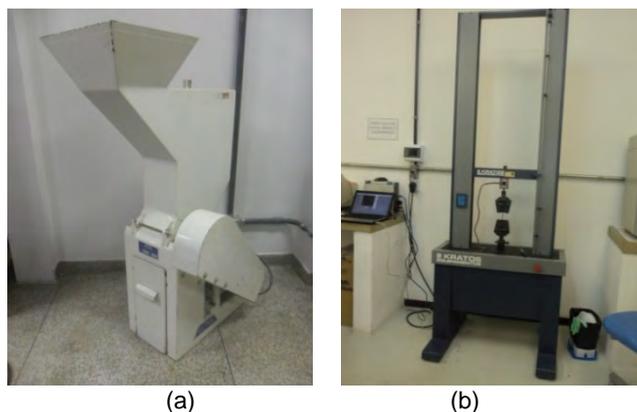


Figura 1. (a) Equipamento para corte das fibras; (b) Máquina de ensaio de tração dos compósitos.

A Figura 2 mostra a fibra de sisal após serem submetidas ao moinho granulador.



Figura 2. Fibras de sisal.

A Figura 3 mostra as fibras de sisal vazadas nos molde de silicone prontas para serem curadas.



Figura 3. Fibras sisal nos moldes de silicone

3 RESULTADOS

As fibras de sisal já foram caracterizadas quanto à sua tração, alongamento, comprimento, diâmetro, massa específica, teor de umidade, aspecto superficial e a sua microestrutura segundo o trabalho do autor.⁽²⁾ E os resultados estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da caracterização das fibras de sisal não tratadas

Resistência Tração (MPa)	Alongamento (%)	Compr. (mm)	Diâmetro (mm)	Massa Específica (g/cm ³)	Teor de Umidade (base úmida) (%)
453,62 (±91,98)	5,5 (± 2,02)	1000,16 (± 50)	0,245 (± 0,032)	1,42 (± 0,01)	13,10 (± 0,5)

A Tabela 2 mostra os resultados da caracterização mecânica dos compósitos de sisal com as fibras variando entre 5 mm a 15 mm.

Tabela 2. Resultados da caracterização mecânica dos compósitos de sisal

Reforço	Fração Mássica Reforço (F _M)%	Resistência Tração (σ) (MPa) Média (Desvio Padrão)
5 mm a 15 mm	3,90	16,23 (± 3,64)
5 mm a 15 mm	4,87	19,64 (± 2,19)
5 mm a 15 mm	5,41	22,83 (± 0,54)

Após a realização dos ensaios de tração nos compósitos, foi feita uma avaliação do comportamento das fibras na matriz após a fratura. As Figuras 4 e 5 mostra a região fraturada, onde se pode notar esse comportamento, através da microscopia eletrônica de varredura (MEV).

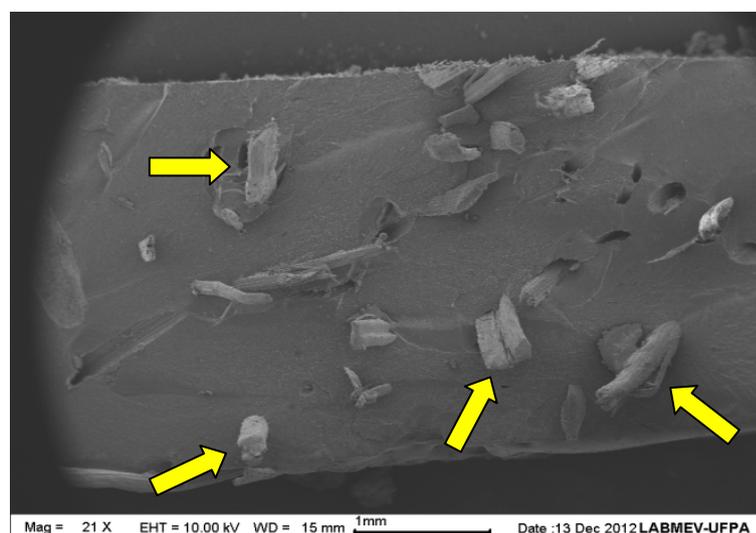


Figura 4. Superfície de fratura compósitos poliéster reforçado com fibras de sisal variando entre 5 mm a 15 mm. As setas amarelas indicam as fibras rompidas.

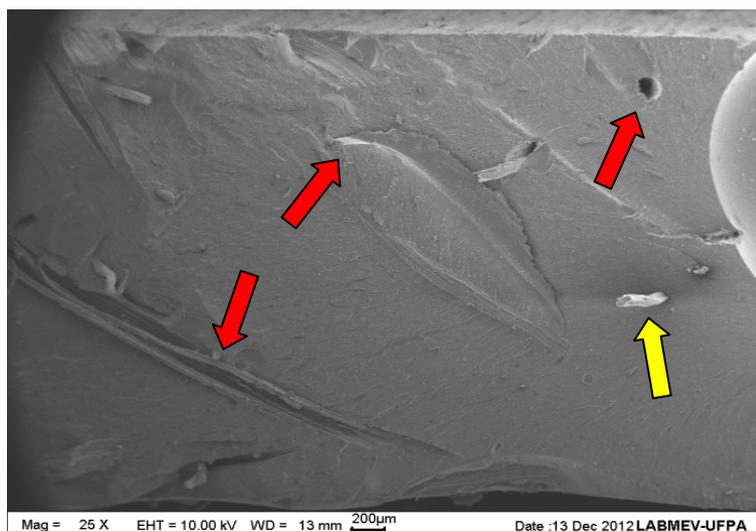


Figura 5. Superfície de fratura de compósitos poliéster reforçado com fibras de sisal variando entre 5 mm a 15 mm. As setas vermelhas indicam as fibras que sacaram na matriz (*pull out*).

4 DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra os resultados obtidos com o aumento da fração mássica da fibra de 3,90%, 4,87% e 5,41%. De acordo com as informações a resistência do compósito que obteve melhor desempenho foi a fração mássica de 5,41% das fibras de sisal, considerado como bom para fabricação de compósitos com fibras de sisal.⁽³⁾ E comprovando assim, o que tem sido reportado por diversos autores sobre a variabilidade das propriedades das fibras naturais.⁽⁴⁾

Já na Figura 4 mostra a fratura de um compósito de fibras de sisal. Apresenta uma predominância de fibras rompidas (setas amarelas), o que aumenta a resistência do compósito, comprovando a forte adesão entre a fibra e a matriz.

A Figura 5 mostra a caracterização superficial de fratura analisada por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Observa-se que o mecanismo de falha na superfície de fratura do compósito é o arrancamento de fibras (setas vermelhas).

5 CONCLUSÕES

A metodologia empregada na fabricação dos compósitos foi satisfatória, mas a ausência de pressão diminui a quantidade de reforço. Os compósitos reforçados com fibras de sisal apresentam desempenho mecânico bastante satisfatório em relação às demais fibras vegetais tradicionalmente utilizadas como reforço de compósitos. O método de microscopia eletrônica de varredura foi satisfatório indicando falhas dominantes em cada compósito fabricado. E mostrando as características das superfícies de fraturas dos compósitos.

O trabalho proporcionou uma nova opção de materiais compósitos de reforçados por fibras vegetais, os quais podem substituir parcialmente compósitos de fibras de vidro, além do que podem gerar renda para população local de onde as fibras são extraídas, além de ser um material que preserva o meio ambiente.

Agradecimentos

Ao laboratório de Materiais compósitos do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pará, ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica e a Secretaria de Educação do Estado do Pará.

REFERÊNCIAS

- 1 CALLISTER, JR. W. D. **Ciência e Engenharia de materiais: uma introdução**. 5. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- 2 COSTA, D. S. **Caracterização de Materiais Compósitos de Matriz Poliéster e fibras de bambu, sisal e vidro e híbridos bambu/sisal, bambu/vidro e sisal/vidro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.
- 3 SILVA, R. V. **Compósito de Resina Poliuretano Derivada de Óleo de Mamona e Fibras Vegetais**. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia dos Materiais) - Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2003.
- 4 A. T. C. Sales, Tese de Doutorado, Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2006.