

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E ESTÉTICA DE COMPÓSITOS DE POLIÉSTER COM FIBRAS DE SISAL, JUTA E KENAF

Hannah de Lemos Bremberger ¹; Guilherme Wolf Lebrão ²

¹ Aluna de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

² Professor da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

Resumo. *As fibras naturais têm mostrado bons resultados em seu uso como reforço para a fabricação de compósitos, além de possuírem vantagem em relação aos compósitos sintéticos porque são mais baratos e menos agressivos ao meio ambiente. A presente pesquisa caracterizou mecanicamente e analisou a resistência ao intemperismo em compósitos feitos a partir de fibras de sisal, juta e kenaf, utilizando-se da resina de poliéster como matriz. Como resultado, obteve-se três compósitos biodegradáveis com características estéticas diferentes, e comportamentos mecânicos semelhantes.*

Introdução

Os materiais compósitos começaram a ser comercializados após a Segunda Guerra Mundial e desde então vêm substituindo as ligas metálicas por terem propriedades mecânicas semelhantes, mas com peso específico reduzido, além de ser possível especificar e mesclar propriedades desejadas aos materiais compósitos. Recentemente, uma nova preocupação surgiu: a necessidade de desenvolver e tornar comercializáveis materiais biodegradáveis, de origem natural e menos agressivos ao meio ambiente. Nesse contexto de sustentabilidade, como pode ser constatado segundo Mattoso (1999), as fibras naturais ganharam foco e vêm sendo bastante utilizadas por serem provenientes de fontes renováveis, têm baixo custo de produção, são leves, não possuem características abrasivas e por isso causam menos desgaste nos componentes produtivos e facilitam o processo de moldagem. Entre as fibras naturais mais utilizadas destacam-se as fibras de algodão, curauá, coco, bambu, sisal e bananeira.

Essa nova tendência na área de compósitos beneficia o mundo inteiro por questões ecológicas, mas sobretudo é uma oportunidade muito boa para o Brasil de se destacar, pois é um país com a economia baseada na agricultura, com flora muito diversificada e clima ideal para o cultivo de diversas plantas cujas fibras podem ser utilizadas como reforço em materiais compósitos.

Segundo Marinelli (2008), o campo de emprego das fibras naturais é bastante amplo, abrangendo aplicações clássicas na indústria têxtil, o uso como reforço em matrizes poliméricas termoplásticas e termofixas e, mais recentemente, a utilização como materiais absorventes de metais pesados no tratamento de resíduos industriais, entre outras aplicações. Um outro segmento que também vem empregando fibras naturais vegetais é a indústria automobilística, em peças de acabamento interno de veículos, onde outras propriedades mecânicas, térmicas e acústicas são relevantes.

O presente projeto propõe o estudo de três compósitos diferentes, que utilizam uma mesma matriz de resina de poliéster e como reforço, fibras de sisal, juta e kenaf. Serão feitos ensaios de resistência ao intemperismo, tração e impacto, utilizando o modelo de Charpy e também análise do acabamento estético, como a textura e aparência final.

Considerou-se utilizar o poliéster, que apesar de ser um polímero sintético, se degrada com a exposição prolongada à unidade e aos raios ultravioletas, o que o tornaria biodegradável dentro do contexto da sustentabilidade que é proposto nesse trabalho.

É importante mencionar que a maior parte das investigações sobre compósitos realizadas até agora limitam-se às propriedades mecânicas ou químicas do material, ou somente ao caráter ecológico, e que este projeto tem o diferencial de abranger estes aspectos e

ainda preocupa-se com a aparência estética do material, de modo a torná-lo atraente como matéria-prima.

Material e Métodos

As fibras de sisal, juta e kenaf foram cedidas em forma de tapete da empresa Tapetes São Carlos como incentivo para a pesquisa científica nessa área da indústria. Já a resina Centerpol 603 sem proteção UV e o respectivo catalizador, o Brasnox DM-50 foram comprados da Resinfiber.

As fibras naturais podem sofrer uma variação de espessura e tamanho dependendo dos fatores climáticos que a planta viveu, e isso pode influenciar em suas propriedades, por isso, antes de produzir os tapetes, fibras de diferentes colheitas são misturadas, de forma que se obtenha o mais próximo de uma homogeneização. Além disso, as fibras sofrem lavagem e secagem antes de serem processadas para que impurezas não afetem suas propriedades ou sua adesão com a matriz.

Por serem fibras vegetais, estas ainda possuem umidade retida em seu interior e essa umidade pode afetar a relação e adesão entre a fibra e a resina, por isso, foi necessário fazer uma secagem dos tapetes e para tanto deixou-se os tapetes de fibra em estufa a 80°C durante 6 horas para que a umidade fosse reduzida até que o peso da fibra se mantesse constante e não reduzisse mais durante a secagem.

Primeiramente definiu-se qual seria a proporção entre o catalizador e a resina. O poliéster pode trabalhar em uma relação que varia entre 0,5 e 2,5% entre a resina e o catalizador. Depois de fazer alguns testes de tempo de gel com as diferentes proporções, conclui-se que a melhor concentração para o experimento seria de 1,0%, pois as placas feitas para extrair os corpos de prova eram grandes, e concentrações maiores de catalizador, poderia fazer com que a resina começasse a endurecer antes de todo o tapete de fibra estar completamente molhado pela resina.

Os corpos de prova foram feitos utilizando-se um molde quadrado de medidas internas de 400x400 mm, com altura de 3,0 mm, onde colocou-se o tapete de fibra, que em seguida foi molhado com a mistura de resina e catalizador. Quando a fibra estava completamente molhada com a resina, colocou-se uma placa sobre o conjunto, que foi pressionada com grampos metálicos, para que o compósito tivesse dimensões homogêneas.

No entanto, cada tapete de fibra se comportou de forma diversa, e foi necessário utilizar frações diferentes de resina em cada compósito. O tapete de juta era o mais compacto, e utilizou-se 750ml para fazer a placa. O tapete de kenaf era um pouco mais vazado do que o de juta e por isso foi necessário utilizar 1l de poliéster para fazer a placa.

Para a fibra de sisal, que tinha o tapete menos compacto e portanto era mais cheio de ar, fazer um corpo de prova utilizando a laminação manual no molde era inviável, pois o tapete era mais alto do que o molde, havia desperdício de resina e o resultado era um corpo de prova irregular. Para solucionar este problema, utilizou-se o processo de saco de vácuo para que o corpo de prova tivesse medidas mais homogêneas, conforme demonstrado na Figura 1. Para fazer o corpo de prova do compósito de sisal foi necessário 1,15 l de poliéster.

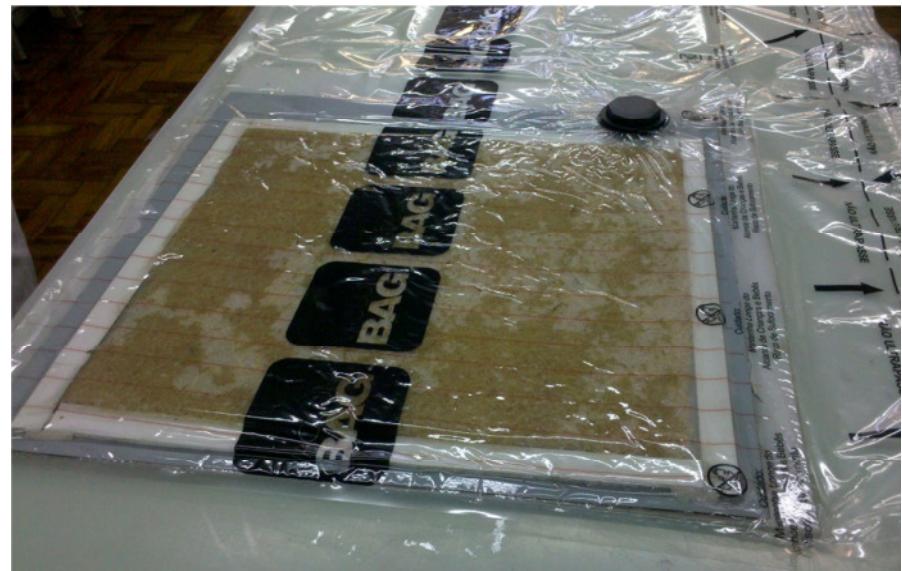


Figura 1 - Compósito de fibra de sisal e poliéster em saco de vácuo.

Os ensaios mecânicos realizados para fazer a caracterização dos compósitos foram feitos nas dependências da Escola de Engenharia Mauá e são estes os ensaios: tração, impacto e resistência ao intemperismo.

O ensaio de tração é feito segundo a norma ASTM D 3039/D 3039M – 08, que indica que em fibras aleatórias e descontínuas o corpo de prova deve ter as seguintes dimensões: largura de 25 mm, altura de 250 mm e espessura de 2,5 mm. Foi utilizada a escala 2 na célula 2.



Figura 2 - Máquina utilizada no ensaio de tração.

O ensaio de impacto é feito seguindo a norma ASTM D 6110 – 08 e os corpos de prova foram feitos sem entalhe, nas medidas 10,16 mm x 127 mm x 3 mm e o equipamento utilizado para este ensaio pode-se observar na Figura 3.

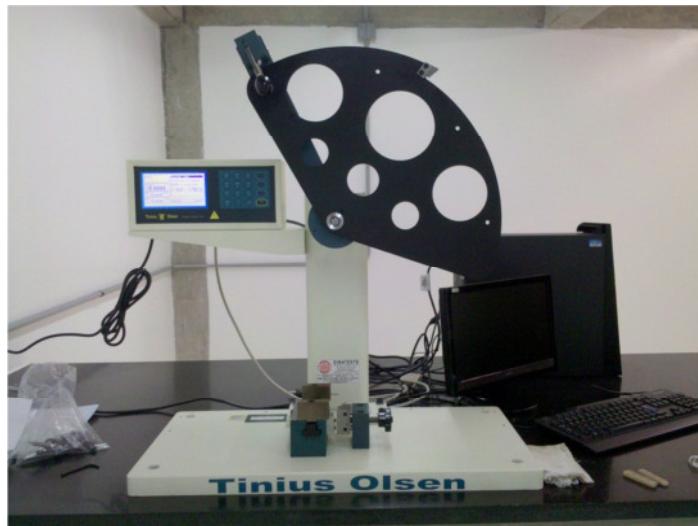


Figura 3 - Máquina utilizada no teste de impacto.

No ensaio de intemperismo o material foi exposto durante 400 horas a raios contínuos de UV e a exposição intermitente de umidade. A norma utilizada é a G 23 – 96 e o procedimento utilizado é o 1.

O procedimento realizado para o ensaio de intemperismo foi deixar três amostras de cada um dos compósitos durante 120 horas na câmara e ao fim deste período observar se o ensaio estava ocorrendo como esperado. Depois, deixou-se as amostras durante mais 280 horas dentro da câmara.

Resultados e Discussão

Pode-se observar na Tabela 1 a seguir que o alongamento dos compósitos a base de sisal e juta se comporta de forma igual e o compósito a base de kenaf se alonga em média 1,6% a mais antes de sua ruptura. Os compósitos testados possuem uma resistência à tração semelhante, medida em MPa. O compósito de juta se mostrou mais resistente à tração, seguido pelo compósito de kenaf, e o menos resistente é o compósito de sisal.

Tabela 1 - Resultados obtidos no ensaio de tração.

| | MPa | Comprimento inicial | Comprimento final | Alongamento (%) |
|-------|-------|---------------------|-------------------|-----------------|
| Sisal | 1,056 | 250mm | 281mm | 12,4% |
| Juta | 1,57 | 250mm | 281mm | 12,4% |
| Kenaf | 1,38 | 250mm | 285mm | 14% |

O ensaio de impacto foi feito nas amostras originais, mas também em amostras que foram expostas ao intemperismo. O objetivo foi analisar se o material perdia propriedades ao ser exposto.

A seguir pode-se observar a Tabela de resultados do ensaio em amostras que não sofreram exposição ao intemperismo. Nota-se que o compósito feito com fibra de sisal é o que mais absorve energia, seguido pelo compósito de Kenaf e por último o compósito com Juta, como pode-se observar na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Resultados obtidos no ensaio de impacto em amostras normais.

| | J | kJ/m ² | J/m |
|-------|--------|-------------------|---------|
| Sisal | 0,4136 | 5,26685 | 53,7219 |
| Juta | 0,1482 | 2,47750 | 26,0138 |
| Kenaf | 0,2081 | 3,92441 | 40,0290 |

A Tabela 3 mostra o resultado do ensaio de impacto tipo Charpy realizado em amostras do material após passar 400 horas na câmara de intemperismo sob exposição de raios UV e umidade. Nota-se que todos os compósitos amostrados tiveram perda de propriedades mecânicas, sendo que o compósito de kenaf teve o pior resultado e o compósito de juta teve o melhor resultado.

Tabela 3 - Resultados obtidos no ensaio de impacto em amostras expostas ao intemperismo.

| | J | kJ/m ² | J/m |
|-------|--------|-------------------|---------|
| Sisal | 0,2260 | 3,34698 | 36,7969 |
| Juta | 0,1051 | 2,38539 | 21,4675 |
| Kenaf | 0,1 | 1,39115 | 15,1635 |

Este resultado mostra não somente que o poliéster degradou, mas também as fibras, que são as maiores responsáveis pela resistência do compósito, sofreram degradação durante o tempo de exposição ao intemperismo.



Figura 4 - Microscópio utilizado para analisar a degradação superficial.

As imagens das Figuras 5,6 e 7 foram tiradas no microscópio com ampliação de 50 vezes e mostram a superfície do compósito antes e depois do período de exposição ao intemperismo. À esquerda observa-se as amostras que não foram para a câmara de intempérie. À direita estão fotos das amostras que foram expostas durante 400 horas aos raios UV e à umidade.

Pode-se verificar que nas imagens da direita o material se degradou e houve formação de buracos que indicam o início de um processo de desintegração do material.

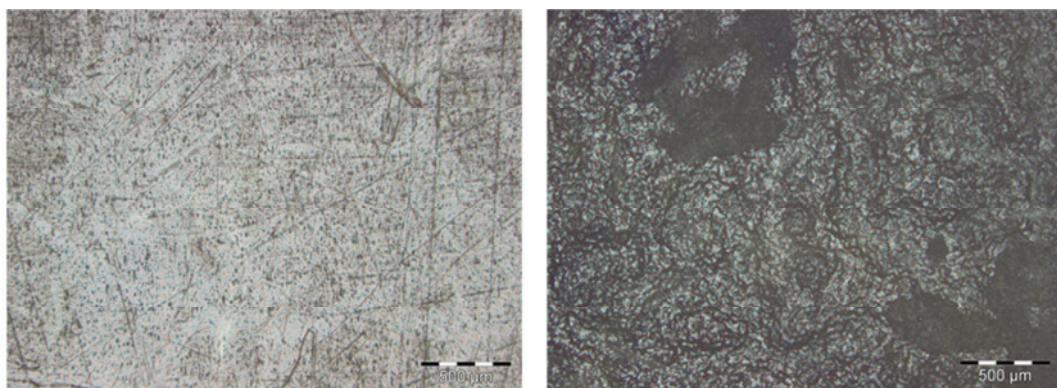


Figura 5 - Imagem 50x aumentada do compósito de juta antes e depois da degradação.

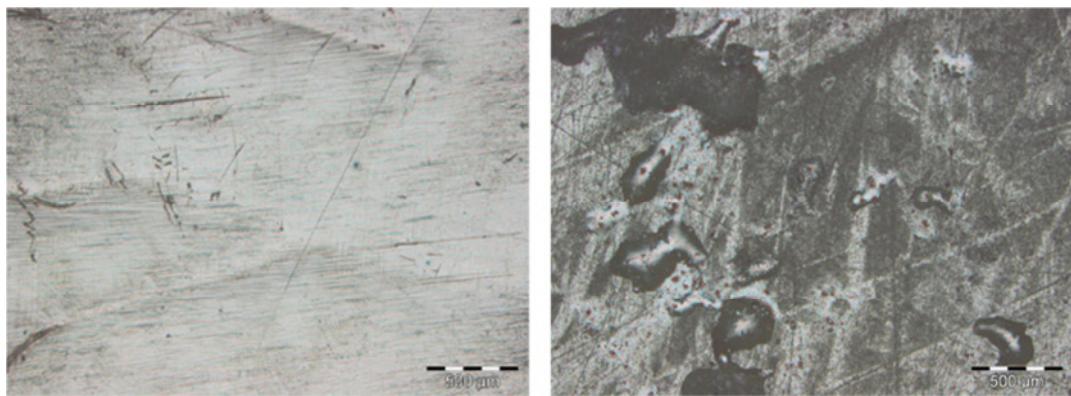


Figura 6 - Imagem 50x aumentada do compósito de kenaf antes e depois da degradação.

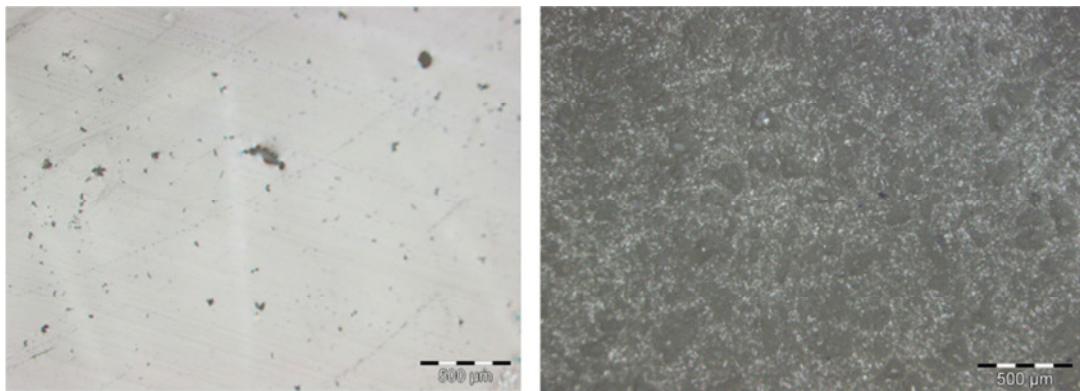


Figura 7 - Imagem 50x aumentada do compósito de sisal antes e depois da degradação.

Como as imagens são da superfície dos compósitos, pode-se considerar que as imagens são praticamente do poliéster, porque as fibras ficaram na parte interna do compósito, sem possibilidade de foco nesta ampliação, mesmo assim as imagens são conclusivas para afirmar que o poliéster se degradou ao ser exposto à umidade e aos raios UV.



Figura 8 - compósitos de sisal, juta e kenaf.

Quanto às características estéticas, os materiais apresentaram cores naturais em tons diversificados que são realçados com a presença da resina, que por ser transparente, deixa as tramas das fibras visíveis, o que dá um visual esteticamente muito bom e um apelo bastante natural e sustentável.

Conclusões

O objetivo de se trabalhar com um material compatível ao meio ambiente foi alcançado, pois comprovou-se que as fibras e a resina utilizadas se degradaram ao simular uma exposição ao meio ambiente. Esta degradação não é apenas estética ou superficial, mas o material também vai perdendo as suas propriedades mecânicas conforme vai se degradando.

Com tais resultados, pode-se propor algumas aplicações para esta matéria prima. Devido à degradação, o material é indicado para uso interno ou que haja uma camada protetora superficial para preservar o compósito e aumentar seu tempo de vida útil. Também é possível utilizar este material em produtos que não necessitem de uma vida útil muito longa, como caixas e palletes utilizados em transportes de alimentos e supermercados.

Referências Bibliográficas

- Mattoso, L. H. C.; Pereira, N. C.; Souza, M.L.; Agnelli, J. A. M. (1999) *O Agronegócio do Sisal no Brasil*. 1^a edição. Brasília, p. 161.
- Marinelli, A. L. et al. (2008) *Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos com Fibras Vegetais Naturais da Biodiversidade: Uma Contribuição para a Sustentabilidade Amazônica*. Polímeros: Ciência e Tecnologia, **18**, 92-99.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. (1996) *G 23 – 96: Standard Practice for Operating Light-Exposure Apparatus (Carbon-Arc Type) With and Without Water for Exposure of Nonmetallic Materials*.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. (2010) *D6110 – 08: Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics*.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. (2010) *D 3039/D 3039M – 08: Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*.