

## **FABRICAÇÃO DE MANTAS DE FIBRAS DE SISAL E DE CURAUÁ PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAL COMPÓSITO**

**Rafael Takahashi** – takahashirafael@hotmail.com

**Léo C. O. Pereira** – leocesaroliveira@hotmail.com

**Dênio R. C. de Oliveira** – denio@ufpa.br

**Roberto T Fujiyama** – fujiyama@ufpa.br

UFPA, Faculdade de Engenharia Mecânica e Programa de Pós-graduação em Eng. Mecânica  
e Faculdade de Engenharia Mecânica

Rua Augusto Corrêa, 01, ITEC - Guamá

66075-110 – Belém - Pará

**Resumo:** Neste trabalho são apresentados resultados de teste em laboratório de metodologia de fabricação de mantas de fibras naturais, mais precisamente com fibras de sisal e de curauá, buscando utilizar matérias da região amazônica como forma de encontrar alternativas para a utilização deste material como matéria-prima para a produção de novos produtos, por exemplo, o compósito plástico-fibra, agregando valor a esta matéria-prima. Foi feita a caracterização das fibras de sisal e de curauá através de ensaio mecânicos de tração e por microscopia eletrônica de transmissão. Por fim foi feito os testes de fabricação das mantas de fibras. Os resultados mostraram que é possível produzir mantas ou pré-pregs de fibras naturais e principalmente para o caso particular das fibras de sisal e de curauá.

**Palavras-chave:** fibra de curauá, fibra de sisal, pré-pregs, mantas.

### **1 INTRODUÇÃO**

O conceito de sustentabilidade tem-se enraizado de forma cada vez mais contundente em todas as áreas da atividade humana, se desdobrando em novas filosofias e vertentes alicerçadas principalmente no equilíbrio entre as atividades de exploração; mineral, vegetal e animal; demandadas pela humanidade e a manutenção da biosfera do planeta.

A nova proposta de fabricação dos veículos, por exemplo, têm por meta a substituição dos elementos poluentes por produtos naturais, os chamados bioprodutos, na sua estrutura interna e externa, além da opção por combustíveis ecológicos. A cadeia produtiva de materiais empregados na fabricação de veículos é mais prejudicial ao meio ambiente do que a fumaça expelida pelos escapamentos. Segundo Casas (2010) há emissões da indústria petroquímica, de processamento de plástico e de manufatura que contribuem significativamente com a degradação do meio ambiente.

Nesse aspecto, o presente estudo reverte-se como essencial, uma vez que intenta desenvolver materiais capazes de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações, uma vez que utiliza materiais que não esgotam os recursos para o futuro. Ou seja, são materiais renováveis e não poluentes, o que contribui significativamente com a preservação do meio ambiente

Assim sendo, o presente trabalho busca utilizar matérias da região, como por exemplo, as fibras vegetais, as quais podem ser encontradas abundantemente na região amazônica, com vista ao aproveitamento deste material como matéria-prima para a produção de novos produtos, por exemplo, o compósito plástico-fibra.

## 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1 Material compósito

A utilização de compósitos reforçados com fibras vegetais não é recente e as primeiras patentes datam da década de 60. Durante os anos 70 e 80, as fibras sintéticas substituíram as fibras vegetais, devido ao seu melhor desempenho e aos aspectos econômicos. A partir da década de 90, uma visão mais realística ou “ecológica” do processo industrial fez ressurgir o interesse em materiais renováveis, tais como as fibras e os óleos vegetais, principalmente na indústria automotiva. Associado aos aspectos ecológicos, há também os aspectos tecnológicos e as vantagens econômicas no uso destes materiais. A questão social é também um forte argumento para o incentivo da produção destes compósitos, uma vez que estes materiais são geralmente oriundos de regiões economicamente pobres (SILVA, 2003).

### 2.2 Fibras naturais

As fibras vegetais são classificadas de acordo com a sua origem e podem ser agrupadas em fibras de semente (algodão), fibras de caule (juta, linho, cânhamo), fibras de folhas (bananeira, sisal, piaçava, curauá, abacá, henequém), fibras de fruto (côco) e fibras de raiz (zacatão). As fibras oriundas do caule ou das folhas são chamadas fibras duras e são mais utilizadas como reforço em compósitos poliméricos (SILVA, 2003).

Dentre as fibras naturais com potencial de aplicação em compósitos, destaca-se o curauá, cultivado às margens dos rios da Amazônia, que produz uma fibra de alta resistência e quando misturada a polímeros, por exemplo, pode dar origem a produtos com menor densidade, podendo apresentar grandes aplicações (MOTHÉ, C. G.; ARAÚJO, C. R., 2004).

O curauá tem-se constituído como a mais resistente fibra atualmente pesquisada, principalmente quando se compara sua resistência específica, ou seja, a relação entre a resistência da fibra e sua massa específica, chegando mesmo a superar fibras sintéticas tradicionais como a fibra de vidro, o que pode ser observado na Figura 1.

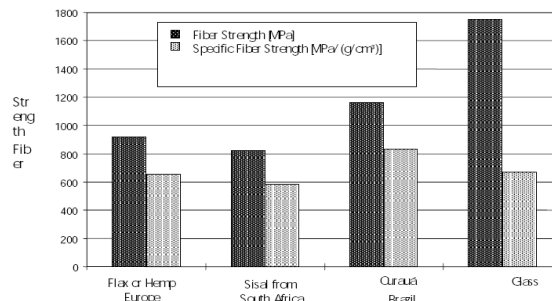


Figura 1 – Resistência de algumas fibras vegetais comparadas com a fibra de vidro.

#### *A fibra de curauá*

A Fibra de Curauá é obtida da planta do mesmo nome, uma bromeliácea (*Ananas Erectifolius*), da mesma família do conhecido abacaxi, cujo design físico da planta é muito semelhante. A Figura 2 ilustra a planta do Curauá.

O especialista japonês Junpei Kanazashi, em pesquisada realizada em Belém-PA no ano de 2001 constatou que o curauá é a fibra que apresenta maior resistência mecânica dentre tantas outras que estão catalogado no mercado mundial.



Figura 2 – A planta de curauá.

### ***A fibra de sisal***

O sisal é um vegetal eminentemente tropical e por isso existem poucos plantios comerciais com a fibrosa fora desse ambiente. Pertence ao gênero *Agave*, que engloba um grupo bem definido de plantas de consistência herbácea e escapo floral saliente, que podem atingir 12 ou mais metros de altura. O arranjo regular de suas folhas, aliado à posição altaneira do seu escapo floral, confere-lhe aparência estética de beleza invulgar onde quer que seja cultivada. A denominação *Agave* dada ao gênero é derivada, apropriadamente, de agavos que em grego, significa admirável, magnífico. O sisal pertence à classe Monocotiledônea, série Liliflórea, família Agavaceae, subfamília Agavoidea, gênero *Agave*, espécie *A. sisalana* (SILVA; BELTRÃO, 1999).

Cada fibra de sisal (fibra técnica) é constituída por uma centena de fibras elementares ligadas entre si. Possuem alto teor de celulose, excelentes propriedades de resistência à ruptura e alongamento e boa resistência à ação da água salgada (SILVA, 2003).

As fibras de sisal, assim como as fibras vegetais em geral, constituem-se, basicamente, de celulose, hemicelulose e lignina, sendo por isso, chamadas alternativamente de fibras lignocelulósicas (SILVA; BELTRÃO, 1999).

### ***O poliuretano***

As resinas poliuretano mostram grande versatilidade de aplicação, podendo ser utilizadas em diferentes segmentos industriais. Estas resinas podem ser obtidas com densidades que variam de 6 a 1220 kg/m<sup>3</sup>, podendo se apresentar como um elastômero de alta flexibilidade ou de maior dureza, ou como um plástico de engenharia. As resinas poliuretano podem ser derivadas tanto do petróleo como de fontes naturais, e neste caso tem-se os chamados “biomonômeros” que podem ser obtidos de fontes renováveis, como os óleos vegetais. Estes óleos derivam de um número de vegetais, tais como soja, milho, açafrão, girassol, canola, amendoim, oliva e mamona, entre outros (PETROVIC, 1999).

### 3 MATERIAIS E METODOS

#### 3.1 Materiais

##### *Fibras vegetais de sisal e de curauá*

Na figura 3 (a) e (b) encontram-se as fibras de curauá e de sisal respectivamente, na forma como adquirida.

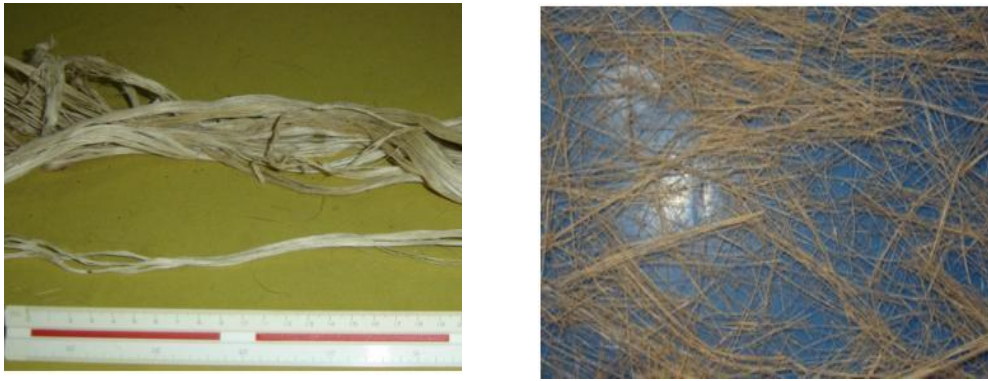


Figura 3 – (a) Fibras de curauá e (b) Fibras de sisal.

Iniciou-se a pesquisa com as fibras de curauá e sisal cortadas manualmente nos comprimentos de 10 mm, 25 mm e 50 mm, sendo as mesmas pesadas e separadas amostras de 2 g para a confecção das mantas, de forma a se manter constante a massa por unidade de área. As fibras, neste primeiro momento, foram utilizadas sem tratamento superficial e com a umidade natural, da forma como adquiridas no mercado local. A figura 4 (a) ilustra as fibras de curauá cortadas e (b) ilustra as fibras de curauá após a pesagem.

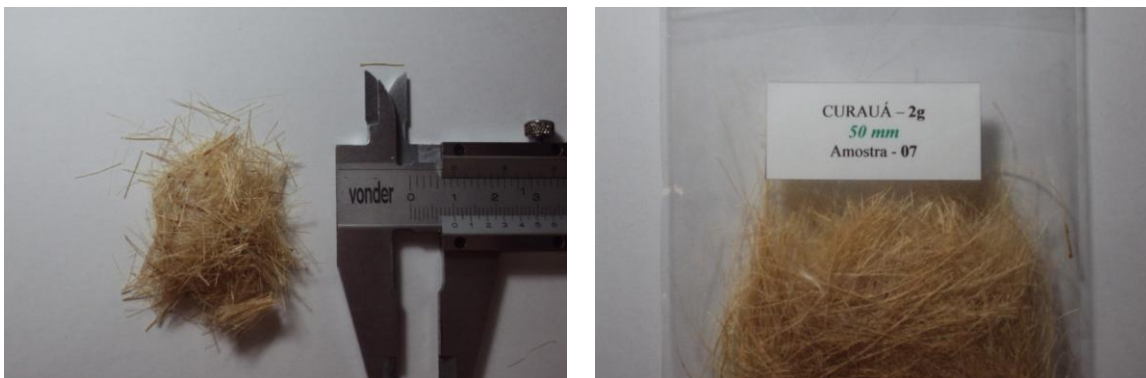


Figura 4 – (a) Curauá cortadas manualmente no comprimento de 10 mm e (b) Amostra de fibras de curauá prontas para utilização.

##### *Polímero poliuretano*

O poliuretano a base de mamona fabricada pela empresa SINERGIA é composto pelo componente (A) cuja nomenclatura formal é 4,4-difenilmetano diisocianato polimerizado e

pelo componente (B) cuja nomenclatura formal é Éster de ácido graxo. A Figura 5 ilustra a resina de poliuretano e o agente de cura utilizado como agente agregador das fibras.



Figura 5 – Resina de poliuretano e agente de cura.

## 3.2 Metodologia experimental

### *Caracterização microestrutural das fibras de sisal e de curauá*

Quanto ao aspecto superficial, as fibras foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura.

### *Caracterização da resistência a tração das fibras de sisal e de curauá*

Quanto à resistência à tração, foram ensaiadas 30 amostras de fibras de sisal e de curauá. Para a análise dos dados, as fibras foram consideradas com uma seção circular. Todas as amostras tiveram o diâmetro definido de forma a se determinar a resistência à tração.

### *Metodologia de fabricação das mantas de fibras de sisal e de curauá*

Para a geração das mantas foi utilizado como elemento agregador das fibras a resina de poliuretano biodegradável derivado do óleo de mamona preparada segundo as recomendações do fabricante. O poliuretano a base de mamona fabricada pela empresa SINERGIA é composto pelo componente (A) cuja nomenclatura formal é 4,4-difenilmetano diisocianato polimerizado e pelo componente (B) cuja nomenclatura formal é Éster de ácido graxo. A proporção de mistura é indicada em partes por volume (PPV) para cada componente, que devem ser misturados na proporção de 1:1,5 em volume “(uma parte de A para uma e meia partes de B)”.

Após cortadas e pesadas, as fibras foram distribuídas manualmente sobre uma base de silicone, de forma a se obter a melhor distribuição possível da massa por toda a extensão da base, como mostra a figura 6.



Figura 6 – Fibras de curauá distribuídas sobre a base de silicone.

A base de silicone foi utilizada por ser antiaderente, evitando-se assim o uso de desmoldante.

Distribuídas as fibras, a resina de poliuretano foi aplicada por aspersão utilizando-se um borrifador manual. A resina foi previamente diluída a 30% em volume com estireno, de modo a facilitar o processo de aspersão. Aplicada a resina, a manta foi laminada manualmente de forma a gerar uma superfície regular. O laminador é ilustrado na figura 7.



Figura 7 – Laminador manual utilizado no processo de preparo das mantas.

Após um período de cura de 3 dias as mantas foram retiradas da base.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Caracterização microestrutural das fibras de sisal e de curauá.**

A fibra de curauá mostrou ser constituída por diversas microfibrilas, o que está de acordo com o observado na literatura. Estas microfibrilas, convenientemente tratadas podem ajudar no ancoramento mecânico das fibras na matriz, melhorando a adesão interfacial entre estes. As figuras 8 e 9 ilustram o aspecto microscópico das fibras de curauá e sisal respectivamente.

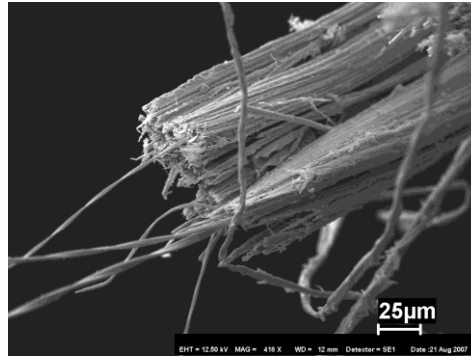


Figura 8 – Aspecto superficial da Fibra de curauá observado ao MEV.

Já a fibra de sisal não mostra superficialmente as microfibrilas, mas apresenta o feixe de fibras envolvido em camadas que podem ser extraídas para melhorar a adesão destas fibras à matriz.

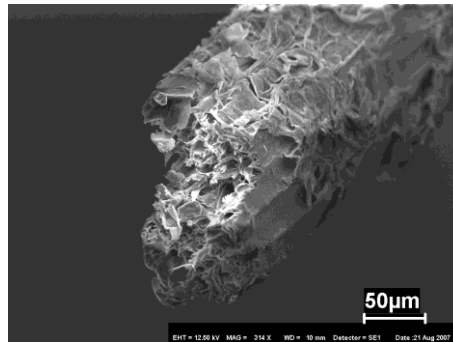


Figura 9 – Aspecto superficial da Fibra de sisal observado ao MEV.

#### 4.2 Determinação da resistência a tração das fibras de sisal e de curauá

Os resultados estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da caracterização das fibras de sisal e curauá.

Fibra	Resist. Tração (MPa)	Alongamento (%)
	Média	Média
Sisal	298,50	5,41
Curauá	285,90	1,74

Os resultados estão dentro dos parâmetros encontrados na literatura para valores de resistência a tração para fibras naturais.

#### 4.3 Fabricação das mantas de fibra de curauá e de sisal.

Após as etapas do processo de fabricação as lâminas de pré-pregs foram retiradas do molde de silicone e apresentaram a configuração conforme mostra a figura 10 (a) manta de fibra de curauá e (b) manta de fibra de sisal.

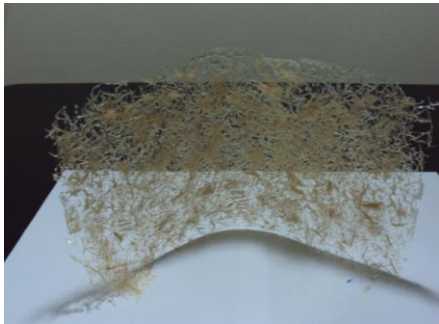


Figura 10 – (a) Manta de fibra de curauá e (b) Manta de fibra de sisal.

As mantas foram, até este ponto, fabricadas em baixas espessuras de forma a manter a maleabilidade desta, facilitando um posterior processo de moldagem hand lay up a ser testado posteriormente para a fabricação do material compósito.

## 5 CONCLUSÕES

O uso das fibras naturais tem mostrado ser um bom material alternativo na substituição dos materiais convencionais.

A trabalhabilidade das fibras de sisal e de curauá tem apresentado boas expectativas quanto ao seu uso como matéria prima para a construção de peças e componentes para a construção civil.

As fibras de sisal e de curauá tem mostrado boa conformabilidade quando se trata de seu uso na fabricação de mantas e pré-pregs.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem ao CNPQ e ao Instituto de Tecnologia Galileu da Amazônia – ITEGAM.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFREY, Turner & GURNEE, Edward F. **Polímeros Orgânicos**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1967.

ASTM D 3822 - 01, **Standard Test Method for Tensile Properties of Single Textile Fibers**, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials.

AZZINI, A.; GONDIM-TOMAZ, R. M. A.; ERISMANN, N. M. **Desfibramento de Cavacos Laminados de Bambusa Vulgaris Schrad Visando À Extração de Amido**. Bragantia, Campinas, v. 57, n. 1, 1998.

BARROS, Patrick da Conceição de & RODRIGUES, Sandro Paulo Silva. **Avaliação da interface**; Matriz Epóxi e filamento de sisal. Trabalho de conclusão de curso. UFPA, Jan. 2000.

GOMES, Alexandre Manoel do Carmo & FREITAS, Rodney Figueiredo. **Avaliação da Tenacidade de Materiais Compósitos**: Um caso particular de matriz Epóxi reforçada por fibras naturais. Trabalho de conclusão de Curso. UFPA, Mar. 2000.



HERAKOVICH, Carl T. **Mechanics of Fibrous Composites**. New York, John Wiley & Sons, 1998.

LEDO, Ivaldo Apoliano de Mesquita. **O cultivo do Curauá no Lago Grande da França**. Belém-PA, Banco de Crédito da Amazônia S/A, 1964.

MEDINA, Júlio César. **Plantas Fibrosas da Flora Mundial**. Campinas-SP, Instituto Agrônômico de Campinas, 1959.

RODRIGUES, Jean da Silva & SEABRA, Paulo Reis Moura. **Avaliação do Comportamento em Flexão de Materiais Compósitos**: Um caso particular de matriz Epóxi reforçada por fibras naturais. Trabalho de conclusão de curso. UFPA, Mar. 2000.

SELKE.E.S., Wichman.I. **Wood fiber/polyolefin Composites**. PartA: applied science and manufacturing. Michigam.Composites: Part A 35 (2004) 321–326. Composites, 2003.

SILVA, Alexandre Francisco Barral. **Análise de fabricação de Pré-Pregs poliméricos reforçados com fibras vegetais e caracterização mecânica das fibras**, Trabalho de conclusão de curso. UFPA, Mar. 2005.

SILVA, R. V. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Centro Tecnológico. **Compósito de resina poliuretano derivada de óleo de mamona e fibras vegetais**. São Carlos, 2003. 157 f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais)

SMITH, William F.. **Foundations of Materials Science and Engineering**. 2ª Ed. New York, McGraw-Hill, 1993.

***Abstract:** This paper presents results of laboratory testing methodology for manufacturing blanket of natural fibers, specifically with sisal fibers and curauá, seeking to use materials from the Amazon region as a way to find alternatives to using this material as raw material for the production of new products, for example, the plastic-fiber composite, adding value to this raw material. It was made of sisal fiber characterization and curauá through tensile test and transmission electron microscopy. Finally the test was made manufacturing of blanket of fiber. The results showed that it is possible to produce blanket or pre-pregs of natural fibers and especially for the particular case of sisal fibers and curauá.*

**Keywords:** curauá fiber, sisal fiber, pre-pregs, blankets.