

## CARACTERÍSTICAS DE COMPÓSITOS DE RESINA POLIÉSTER E FIBRAS DE TIMBÓ AÇU (*Derris guianensis*)<sup>1</sup>

Deibson Silva da Costa<sup>2</sup>

Wassim Raja El Banna<sup>2</sup>

Alessandro Jose Gomes dos Santos<sup>3</sup>

Eduardo de Jesus Silva dos Santos<sup>3</sup>

Everaldo Afonso Fernandes<sup>3</sup>

Carlos Eduardo Pinto Lopes<sup>3</sup>

Roberto Tetsuo Fujiyama<sup>4</sup>

### Resumo

O trabalho mostra resultados da caracterização mecânica e microestrutural de material compósito de poliéster e Timbó-Açu (*Derris guianensis*). Os cipós foram adquiridos da região metropolitana de Belém-PA; desfiados e cortadas manualmente nos comprimentos de 5 mm, 10 mm e 15 mm. A fabricação dos compósitos se realizou de maneira simples através de moldagem manual. Foram fabricados dez corpos de prova para cada série de compósitos fabricados de cada comprimento de fibras. A caracterização mecânica foi realizada através de ensaio de tração e a caracterização microestrutural se realizará através de microscopia estereoscópica. Os resultados foram analisados de forma a ser obter uma nova opção de material sustentáveis.

**Palavras-chave:** Fibras de timbó açu; Propriedade mecânica; Materiais compósitos.

### CHARACTERISTICS OF COMPOSITE POLYESTER RESIN AND FIBER TIMBÓ AÇU (*Derris guianensis*)

#### Abstract

The paper shows results of mechanical and microstructural characterization of polyester composite material and Timbó-Açu (*Derris guianensis*). The vines were acquired in the metropolitan region of Belém-PA; manually shredded and cut in lengths of 5 mm, 10 mm and 15 mm. The manufacture of composite is carried out simply by hand molding. Were produced ten specimens for each series of composites made from each length of fiber and waste wood. The mechanical characterization was performed using tensile testing and microstructural characterization will be held through stereoscopic microscopy. The results will be analyzed to obtain a new sustainable material option.

**Key words:** Timbó-açu fibers; Property mechanics; Composite materials.

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

<sup>2</sup> Me, Professor, Faculdade de Engenharia Mecânica, ITEC, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil; deibsonsc@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Graduando, Faculdade de Engenharia Mecânica, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.

<sup>4</sup> Dr, Professor Adjunto, PPGEM, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

A síntese de materiais compósitos consiste em misturar componentes de naturezas distintas visando imprimir novas propriedades aos materiais. Por ser um material multifásico, um compósito exhibe além das propriedades inerentes de cada constituinte, propriedades intermediárias decorrentes da formação de uma região interfacial. As fases dos compósitos são chamadas de matriz – que pode ser cerâmica, polimérica e metálica – e a fase dispersa – geralmente fibras ou partículas que servem como carga.<sup>(1)</sup>

Os materiais compósitos existem com uma grande diversidade dentro do estudo da engenharia dos materiais, o qual tem uma grande importância na hora de se selecionar um material que será utilizado com propriedades mecânicas específicas para determinado esforço requerido. No entanto, para obtermos estes resultados são feitos sucessivos testes em laboratório para que os materiais compósitos tenham as propriedades requeridas em sua estrutura cristalina, ou seja, um material compósito é projetado para exhibir uma combinação das melhores características de cada um dos materiais componentes. "Fiberglass" adquire resistência mecânica das fibras de vidro e flexibilidade do polímero. Muitos dos recentes desenvolvimentos de material têm envolvido materiais compósitos.<sup>(2)</sup>

Com o passar do tempo novos materiais são desenvolvidos para atender as necessidades do homem. Nesse sentido, os materiais compósitos têm desempenhado um papel importante na evolução dos materiais, por que graças as suas excelentes combinações de propriedades mecânicas têm permitido que a humanidade consiga explorar áreas que antes eram restringidas pelos materiais convencionais.<sup>(3)</sup>

Na classificação dos compósitos poliméricos definimos que são reforços de fibras que ficam sobrepostas em uma determinada porção de polímero, também chamada de matriz. Nestes, essa fibra é considerada mais rígida e conseqüentemente mais forte em relação às matrizes de fase contínua, isso é muito importante do ponto de vista da sua empregabilidade no setor industrial.<sup>(4)</sup>

O foco da aplicabilidade desses materiais compósitos está na boa resposta que a área deste material vem tendo ao longo dos anos, com combinações bastante aceitas do ponto de vista da sua estrutura mecânica, óptica, térmica e entre outras bastante requeridas dentro do que é solicitado pela indústria, principalmente a automobilística. A Figura 1 mostra a planta de Timbó-Açú (*Derris guianensis*).



Figura 1. Timbó-Açú (*Derris guianensis*).

Neste trabalho serão fabricados compósitos a partir das fibras naturais de Timbó-Açú (*Derris Guianensis*) e resina poliéster, para investigar as suas propriedades mecânicas e microestrutural.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

A resina utilizada foi a poliéster tereftálica insaturada. O agente de cura utilizado foi o peróxido de MEK (Butanox M-50), nas proporções de 0,33% (v/v). As fibras de Timbó-Açú utilizadas no trabalho foram coletadas em uma fazenda localizada no interior do estado do Pará. Sendo as fibras desfibradas manualmente, sem qualquer tipo de tratamento (Figura 2).



Figura 2. Fibras de Timbó-Açú (*Derris Guianensis*).

### 2.2 Métodos

#### 2.2.1 Produção dos Corpos de Prova

Para a fabricação dos compósitos, foram utilizados moldes de silicone para o vazamento do compósito em suas quatro lacunas devidamente expostas. Tais lacunas foram superdimensionadas para que após a solidificação, o corpo de prova pudesse ser lixado sem comprometer as suas dimensões. A Figura 3 mostra um desses moldes silicone. As perdas de material após a produção dos corpos de prova são praticamente insignificantes. A escolha do silicone para produção dos moldes deve-se ao fato de ele manter uma consistência mecânica ótima no momento de desmoldar o compósito.



Figura 3. Molde de fabricação dos corpos de prova.

Para que os ensaios fossem realizados, foi utilizada uma máquina universal de ensaio fabricada pela Kratos COF Equipamentos Industriais Ltda., modelo MKCA -

KE com carga de 5 kN, a uma velocidade de ensaio de 5 mm/min. do laboratório de ensaios Mecânicos do Labem (Figura 4).



Figura 4. Máquina de ensaio de tração utilizada.

Para que fosse feita a caracterização mecânica do material, foi realizado ensaios de tração onde foram atendidas as exigências regentes na norma ASTM D 638M.<sup>(5)</sup>

### 2.2.2 Caracterização mecânica dos compósitos

Mostram-se através dos resultados, quais as propriedades mecânicas adquiridas. Para análise do comportamento mecânico fez-se uso do ensaio de tração dos corpos de prova fabricados. Os resultados apresentam-se na forma de tabelas e gráficos gerados após a realização dos ensaios.

Para os ensaios e análises de resultados foi feita a seguinte classificação:

- corpo de prova com fibra de Timbó-Açú de 5 mm;
- corpo de prova com fibra de Timbó-Açú de 10 mm; e
- corpo de prova com fibra Timbó-Açú de 15 mm.

Para a realização dos ensaios de tração foram atendidas as exigências regentes na norma ASTM D 638M, como nota-se na Figura 5.

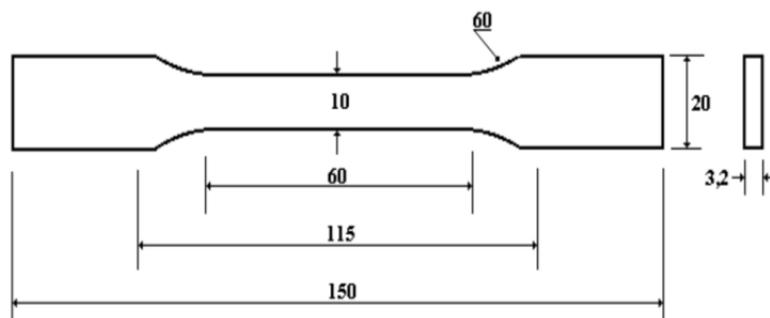


Figura 5. Desenho das dimensões (em mm) dos corpos de prova para tração, sem escala.

A Figura 5 mostra esquematicamente quais as medidas de padrão dos corpos de prova produzidos atendidos pela norma. Os corpos de prova foram fabricados a partir de moldes de silicone em número mínimo de 10 (dez) para os ensaios com matriz reforçada com fibras de Timbó-Açú.

### 2.2.3 Caracterização microestrutural dos compósitos

Foram efetuadas as análises de microestrutura na região de fratura, conforme se identifica na Figura 6.



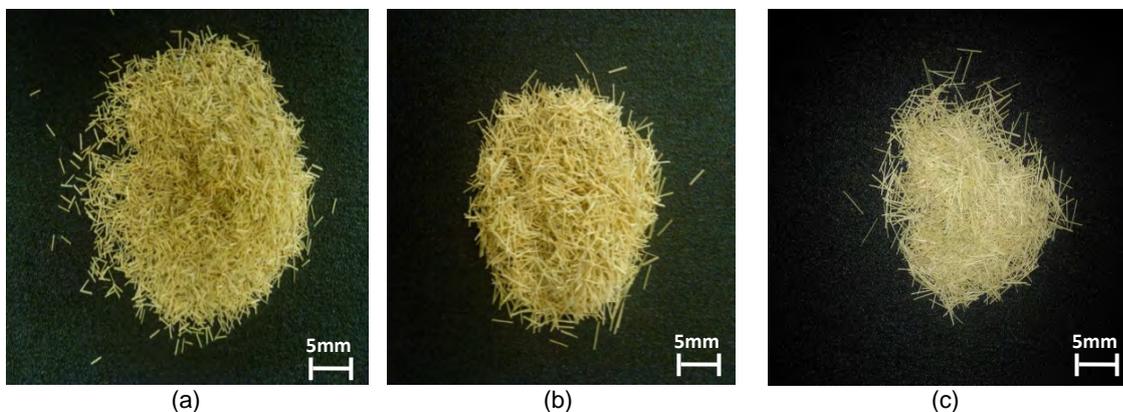
**Figura 6.** Corpo de prova fraturado.

Após a realização dos ensaios mecânicos, as superfícies onde ocorreram as fraturas dos corpos de prova foram analisadas de forma a se estudar os mecanismos de falha de cada composição fabricada. Por meio de microscopia estereoscópica a morfologia da superfície de fraturada pode ser verificada.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Fibras de Timbó-Açú (*Derris Guianensis*)

As fibras de Timbó-Açú utilizadas no trabalho foram coletadas em uma fazenda localizada no interior do estado do Pará e foram extraídas no comprimento de 40 cm, posteriormente foram cortadas em três comprimentos diferentes: 5 mm, 10 mm e 15 mm (Figura 7).



**Figura 7.** Fibras extraídas: (a) 5 mm; (b) 10 mm e (c) 15 mm.

A Figura 7 mostra as fibras de Timbó-Açú cortadas da maneira como foram utilizadas na fabricação dos compósitos.

#### 3.2 Caracterização dos Compósitos de Timbó-Açú

Os resultados da caracterização mecânica dos compósitos, com relação a força aplicada, estão demonstrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados do ensaio de tração

AMOSTRA	FORÇA MÁXIMA SUPORTADA (N)		
	COMPRIMENTOS		
	5 mm	10 mm	15 mm
	FORÇA (N)	FORÇA (N)	FORÇA (N)
Corp. Prova 1	547,22	519,76	738,45
Corp. Prova 2	486,91	825,24	912,03
Corp. Prova 3	424,14	679,12	676,67
Corp. Prova 4	550,65	793,86	874,03
Corp. Prova 5	435,42	685,99	789,45
Corp. Prova 6	541,83	560,46	714,92
Corp. Prova 7	556,05	694,32	734,04
Corp. Prova 8	323,13	687,22	657,55
<b>Média</b>	<b>483,17</b>	<b>679,82</b>	<b>762,14</b>
<b>Desv.Padrão</b>	<b>83,49</b>	<b>111,26</b>	<b>90,68</b>

Nos resultados do ensaio de tração observou-se, de forma geral, que o compósito reforçado com fibra de Timbó-Açú com o comprimento de 15 mm possui melhor desempenho de força suportada em relação aos outros comprimentos, como mostrou a Tabela 1.

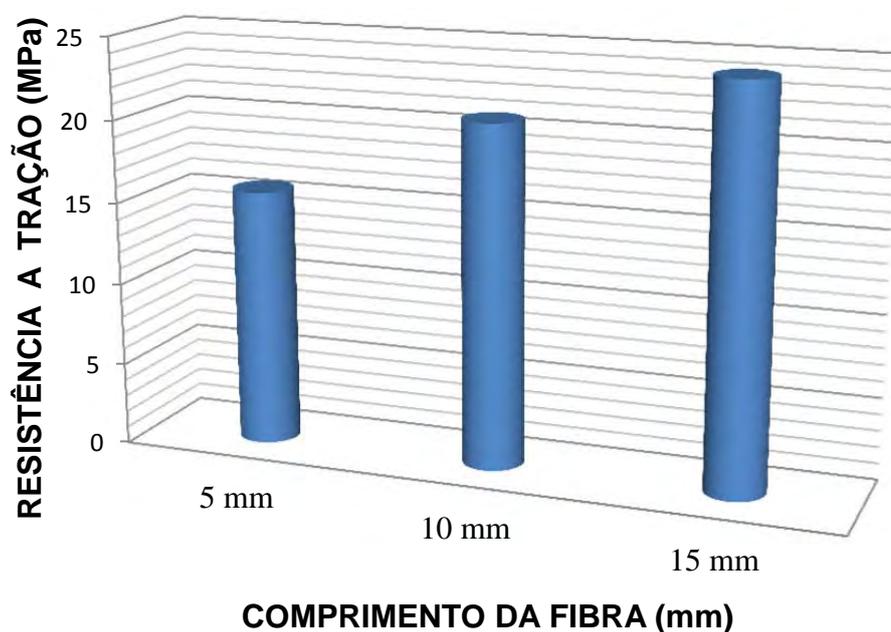
Na Tabela 2 são mostrados nos resultados obtidos no ensaio de tração para os compósitos poliésteres reforçados com fibras de Timbó-Açú com os seus comprimentos variando de 5, 10 e 15 mm.

**Tabela 2.** Resultados obtidos dos ensaios de tração dos compósitos de resina poliéster reforçada com fibras de Timbó-Açú de 5, 10 e 15 mm

Reforço	Fração Mássica (%)	Resistência a Tração (MPa) Média (desvio padrão)	Alongamento Médio (mm)
Timbó-Açú - 5 mm	11,75	15,66 (1,57)	2,36
Timbó-Açú - 10 mm	8,61	20,79 (1,80)	6,21
Timbó-Açú - 15 mm	5,94	24,14 (1,99)	5,11

Com os dados obtidos, observa-se que a fibra de comprimento de 15 mm apresentou uma maior resistência à carga aplicada por causa do menor número de pontos concentradores de tensão (pontas) quando houve um melhor arranjo das fibras nos corpos de prova produzidos.

A Figura 8 mostra o comparativo da resistência média entre os compósitos produzidos, após análises do gráfico pode-se definir que a carga resultante, em MPa, no reforço com fibras de 15 mm apresenta um melhor resultado em relação aos outros compósitos.



**Figura 8.** Carga suportada pelo compósito de Timbó-Açú para os diferentes comprimentos.

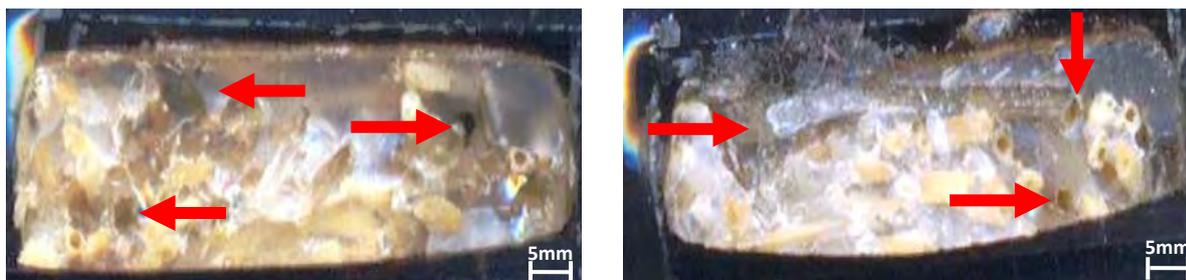
As propriedades mecânicas foram variáveis de acordo com o comprimento de fibra utilizada no reforço, sendo que a de 15 mm apresenta um melhor resultado quando é solicitada por esforço de tração em sua estrutura, com uma resistência que chega a 35,13% maior se comparada com o reforço de fibra de 5 mm e atinge um valor equivalente a 13,88% se comparada com o reforço de fibra de 10 mm.

No estudo da literatura nota-se que as fibras são responsáveis por suportar a uma determinada carga aplicada em sua estrutura, como podem ser observados na Figura 8, os compósitos mais resistentes produzidos são os que têm maior comprimento das fibras de Timbó-Açú no reforço. O que denota um arranjo melhor das fibras de maior comprimento dentro do corpo de prova.

### 3.3 Caracterização Microestrutural dos Compósitos de Timbó-Açú

Na Análise microestrutural por microscopia estereoscópica observou-se os mecanismos de falhas presentes nos compósitos fabricados, após serem submetidos ao ensaio de tração.

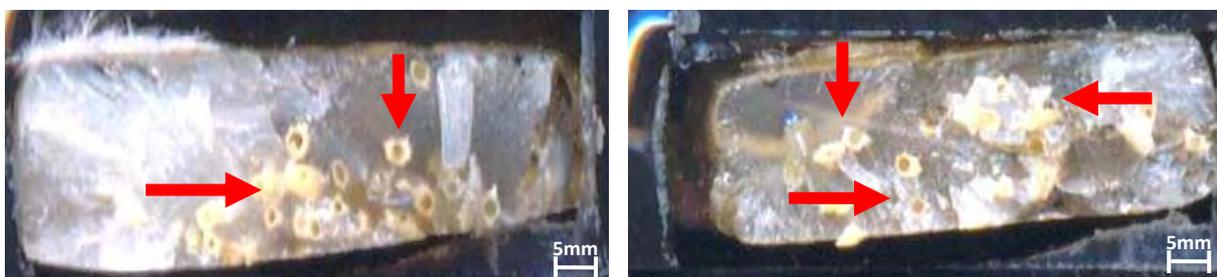
Verificou-se nas análises, o que ocorreu de fato na região onde romperam os corpos de prova, depois de serem submetidos a uma carga característica no ensaio de tração. As fraturas foram conseqüentemente geradas pela falta de interação entre o aglomerante e o reforço, neste caso a fibra de Timbó-Açú. Os pontos onde são identificadas as fraturas dos compósitos de menor resistência destacam-se na Figura 9.



**Figura 9.** Superfície de fratura de compósito poliéster reforçado com fibras de Timbó-Açú de 5 mm.

Pode-se observar (setas), através das análises de micrografia, que o fator que contribuiu para reduzir o desempenho dos compósitos com reforço de fibras de 5 mm foi a baixa adesão na interface fibra/matriz (Figura 8). Além do mecanismo de falha dominante no compósito por conta do deslocamento das fibras, de grandes crateras e vazios, evidenciando também a baixa adesão da fibra na matriz. A presença de fibras dispostas na matriz transversalmente à direção do carregamento é outro fator importante que contribuiu para a redução do desempenho do compósito, atuando de forma negativa na resistência do compósito.

Nos corpos de prova onde a resistência à carga aplicada foi maior, ou seja, nos compósitos reforçados com fibras de 15 mm houve um melhor efeito de alinhamento das fibras no molde, mesmo as fibras dispostas aleatoriamente, isso ocorreu pelo fato de que a quantidade de fração mássica, neste caso, é menor (5,94%) e com o aumento no comprimento de fibras utilizadas como reforço o que diminuiu as pontas das fibras nos moldes produzidos, resultando em menores concentrações de tensões que resultam em trincas do material. É mostrada na Figura 10 a região de fratura ocorrida em um dos corpos de prova ensaiados. Verifica-se que o comprimento das fibras de 15 mm implica em melhoria na aderência fibra-matriz.



**Figura 10.** Superfície de fratura de compósito poliéster reforçado com fibras de Timbó-Açú de 15 mm.

Com o aumento do comprimento das fibras, o efeito de reforçamento foi mais efetivo e a resistência do compósito aumentou. A Figura 10 mostra que um compósito reforçado com fibras de 15 mm apresenta a presença de fibras rompidas próximo ao plano de propagação da trinca. Além do alinhamento involuntário das fibras dentro do corpo de prova.

#### 4 CONCLUSÕES

Na caracterização mecânica dos compósitos de fibras de Timbó-Açú obtiveram-se resultados similares a outros compósitos reforçados por outras fibras vegetais, como os de fibras de sisal. A série fabricada de compósitos que apresentou melhor desempenho mecânico foi os compósitos reforçados com fibras de 15 mm.

As análises feitas por meio de microscopia estereoscópica mostraram que a fratura ocorreu em região de maior concentração de fibras arranjadas no corpo de prova,

sendo que estas estão em diversas direções no compósito e não apresentam uma uniformidade no plano.

Conclui-se ainda que uma fratura causada no reforço-matriz de forma que houvesse o rompimento de fibras ao longo do corpo de prova indicam que tal união foi bem feita. E são superiores se comparadas quando há um “escorregamento ou arrancamento” das fibras do corpo de prova.

As utilizações de reforços provenientes da natureza minimizam os custos e diminuem o peso dos compósitos, já que as fibras são mais baratas e mais leves em comparação com as fibras sintéticas produzidas atualmente.

### **Agradecimentos**

Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura – LABMEV do Instituto de Geociências, e ao Laboratório de Engenharia Mecânica (LABEM) da Universidade Federal do Pará pelas realizações dos experimentos deste trabalho e ao ITEGAM – Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia.

### **REFERÊNCIAS**

- 1 SHELDON, R.P. **Composite Polymeric Materials**. London, 1982.
- 2 CALLISTER, W. D. Jr. **Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução**. (Trad.) Sérgio Murilo Stamile Soares. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- 3 CALLISTER, W. D. **Materials Science and Engineering: an Introduction**, 4 ed, New York: John Wiley & Sons, 1997.
- 4 TAKAHASHI, R. **Desenvolvimento de Material Compósito de Matriz Polimérica Reforçada a Partir de Pré-Pregs de Fibras Naturais de Curauá e de Sisal**. Universidade Federal do Pará- UFPA. Belém- PA, 2011.
- 5 ASTM D 638 - 1989, “**Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic (metric)**”, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, 1989.