

COMPÓSITOS DE RESINA POLIÉSTER E FIBRAS DETIMBÓ-AÇU: PARTICULADOS¹

*José Maria Braga Pinto²
Cesar Tadeu Nasser Medeiros Branco³
Eduardo de Jesus Silva dos Santos³
Deibson Silva da Costa⁴
Wassim Raja El Banna⁴
Roberto Tetsuo Fujiyama⁵*

Resumo

O objetivo deste trabalho foi a fabricação de compósitos poliméricos de matriz poliéster reforçada com fibras de timbó-açu e a apresentação de suas características físicas e mecânicas. A resina utilizada foi poliéster insaturada e pré-acelerada. As fibras de timbó-açu foram extraídas dos cipós obtidos junto ao comércio local de Belém-PA, que foram submetidas aos processos de caracterização física e mecânica. As fibras foram cortadas manualmente nos comprimentos de 5, 10 e 15 mm. Os compósitos foram fabricados por processo simples utilizando moldagem manual e sem pressão. Foram fabricados e ensaiados 8 (oito) corpos de prova para cada série de compósitos particulados com fibras de timbó-açu com os comprimentos já definidos.

Palavras-chave: Compósitos; Poliéster. Reforços vegetais; Fibras de timbó-açu.

APPLICATION OF TIMBÓ-AÇU FIBER IN COMPOSITE POLYMERIC

Abstract

The aim of this work was the fabrication of polymeric matrix composites reinforced with polyester fibers timbó-açu. Was used unsaturated polyester resin and pre-accelerated. Fibers timbó-açu were acquired by the local trade of Belém- Pará, which were subjected to the processes of physical and mechanical characterization. Fibers were manually cut in lengths of 5, 10 and 15 mm. Composites were fabricated by molding process using simple manual and without pressure. Were made 8 (eight) samples for each series of composites reinforced with fibers cut from timbó-açu with already defined lengths.

Key words: Composites; Polyester; Reinforcements vegetables; Timbó-Açu fibers.

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

² *Engenheiro civil. Mestrando em Engenharia Mecânica, IFPA. Belém, PA, Brasil.*

³ *Graduando/bolsista em engenharia mecânica, UFPA, Belém, PA, Brasil.*

⁴ *Engenheiro mecânico. Doutorando em Engenharia Mecânica. UFPA, Belém, PA, Brasil.*

⁵ *Engenheiro mecânico. Prof. Dr. ITEC. UFPA, Belém, PA, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem surgido, mundialmente, grande interesse pelo desenvolvimento de novos materiais e novas tecnologias que levem à utilização de produtos com menor impacto ambiental. Os materiais plásticos sintéticos tem merecido atenção especial, quanto às questões relativas ao descarte desses materiais, pois a não-biodegradabilidade e as dificuldades econômicas e operacionais de reciclagem acabam por gerar um grande volume de resíduos em lixões, aterros sanitários e não raro, na própria natureza.

Na busca de soluções para essas questões, vários centros de pesquisas estão desenvolvendo trabalhos na área de compósitos poliméricos visando além de testar novos materiais, garantir a preservação ambiental, possibilitar alternativas econômicas para um grande número de pessoas da zona rural. Nas pesquisas nesta área, merece destaque aquela que busca a aplicação de reforços naturais, principalmente quanto à utilização de fibras vegetais, que entre algumas vantagens, podemos destacar baixo custo e é ecologicamente correto. A indústria automobilística é um claro exemplo desta busca de alternativa por substituição de compósitos metálicos por materiais não metálicos.

Dados de produção de fibras vegetais originárias da Amazônia Legal são ainda incipientes e localizados. Esta carência de informações acarreta falta de políticas no setor.

A Organização das Nações Unidas pela Agricultura e Alimentação (FAO) declarou 2009 como o Ano Internacional das Fibras Naturais, com diversos eventos, inclusive no Brasil, para divulgar e estimular a demanda por seu uso e mostrar a relevância econômica dessas fibras, especialmente para os pequenos agricultores.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

2.2.1 Fibras de timbó-açú

Os cipós são plantas trepadeiras que se desenvolvem sobre os troncos e copas de outras árvores. Os cipós ocorrem em toda a Floresta Amazônica, sendo abundantes nas florestas de terra firme da Amazônia Oriental.⁽¹⁾ As fibras de timbó-açú foram extraídas do cipó (raiz aérea) de uma espécie do gênero *Heteropsis* (Figura 1).



Fonte:Foto: Ruiz, Rocío

Fig. 1: (a) escolha do cipó maduro; (b) – Extração do cipó.

2.1.2 Resina poliéster

O polímero utilizado na elaboração do trabalho foi a resina poliéster tereftálica insaturada e o agente catalisador foi o peróxido de metil-etil-cetona (MEK) na proporção de 0,33% em volume, proporção esta, que em ensaio com matriz pura, apresentou os melhores resultados mecânicos.⁽²⁾



Figura 2- Resina poliéster.

2.2 Métodos

2.2.1 Caracterização física das fibras

Para a determinação das características físicas das fibras foram realizados ensaios com amostras de fibras de 5 milímetros de comprimento. Para a caracterização das fibras foi determinada a massa específica, pelo método do picnômetro. Os equipamentos utilizados para a determinação da massa específica estão mostrados na Figura 3.

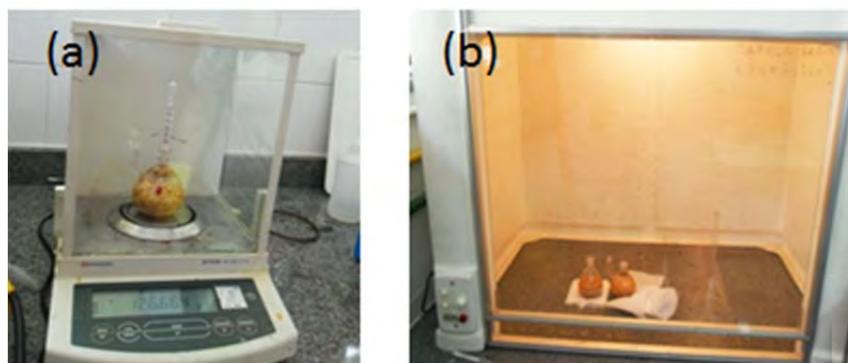


Figura 3. Equipamentos utilizados para ensaio da massa específica: (a)balança eletrônica com proteção; (b)capela.

Para os ensaios para a determinação do teor de umidade foram utilizados os equipamentos mostrados na Figura 4.

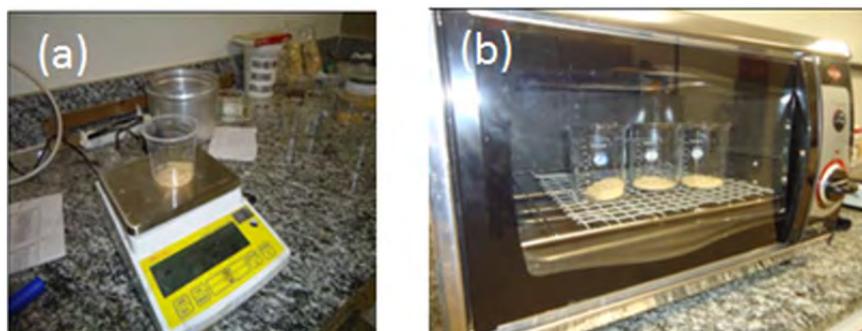


Figura 4 – Equipamentos para ensaios do teor de umidade: (a) Balança eletrônica ; (b) forno elétrico.

2.2.2 Caracterização mecânica das fibras e compósitos com fibras

Por processo manual, os cipós adquiridos no comércio de Belém, desprovidos das cascas finas (epiderme), foram cortados com pedaços de 40 centímetros e por bipartição sucessiva, buscaram-se fibras de pequenos diâmetros. As fibras produzidas para este trabalho possuem diâmetro médio de 0,38 milímetros que estão mostradas na Figura 5. Em (a), os cipós e as fibras extraídas; em (b) as fibras com comprimento mínimo de 220 milímetros preparadas para moldagem de corpos de prova de compósitos com fibras contínuas/alinhas, em (c), as fibras por corte manual, com auxílio de tesoura, nos comprimentos de 5, 10 e 15 milímetros, para confecção de compósitos particulados.



Figura 5 – Amostras das fibras : (a) o cipó e as fibras extraídas; (b) fibras alinhadas para confecção dos corpos de prova; (c) Fibras com comprimentos de 5, 10 e 15 mm para fabricação dos corpos de prova dos compósitos.

As fibras foram submetidas ao ensaio mecânico de tração na máquina universal de fabricação Kratos, com célula de carga de 5kN e velocidade de deslocamento de 0,50 mm/min.

Os corpos de prova foram preparados por moldagem, manualmente, em moldes de silicone, sem desmoldante e sem pressão ou agitação sobre base firme e plana. Em recipientes, à resina com adição de catalizador na proporção 0,33% (v/v), foram adicionadas as fibras com massa já definida e homogeneizadas por cinco minutos para moldagem dos corpos de prova.

As características mecânicas dos compósitos foram determinadas em máquina universal de ensaios, utilizando célula de carga de 5 kN, com velocidade de deslocamento de 5mm/min, após 15 dias de cura e preparação dos corpos de prova. O comprimento útil para medição entre garras de 60 mm. A figuras 6 mostra imagens do equipamento utilizado (fab. KRATOS).

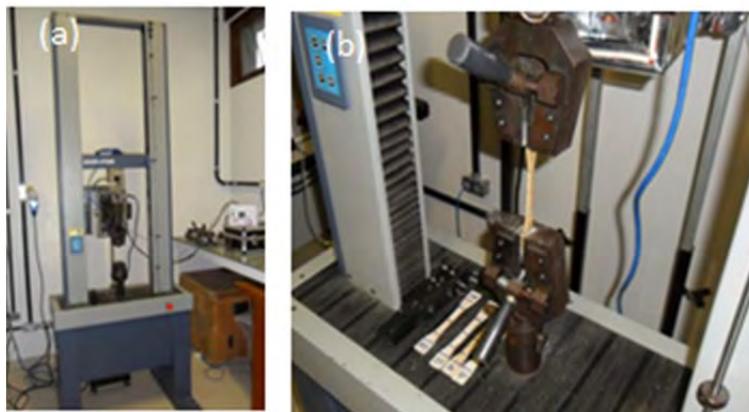


Figura 6. Equipamento utilizado no ensaio de tração das fibras e dos compósitos: (a) visão geral; (b) visão localizada do compósito fixado à máquina

3 RESULTADOS

Os resultados de caracterização física e mecânica das fibras e compósitos são apresentados em forma de tabelas para dar uma visão mais geral. A Tabela 1 mostra dados referentes às fibras ensaiadas de acordo com ASTM⁽³⁾ e a Tabela 2, mostra os dados adquiridos dos compósitos de resinas poliéster com reforço particulado de fibras vegetais de timbó-açú, após ensaios conforme ASTM.⁽⁴⁾

Tabela 1 – Caracterização física e mecânica das fibras de timbó-açú

Material	Resistência à tração (MPa)	Alongamento (%)	Diâmetro (mm)	Massa específica g/cm ³	Teor de umidade (%)	Módulo de elasticidade GPa
Fibras de timbó-açú	405,32 (±207,45)	1,53 (±0,37)	0,045 (±0,0,15)	1,54 (±0,018)	5,5 (±0,1)	5,68 (± 2,43)

Tabela 2 – Caracterização mecânica dos compósitos de resina poliéster e fibras de timbó-açú

Tipo de Compósitos	Resistência a Tração (MPa)	Alongamento (%)	Fração mássica(%)
Compósitos de 5 mm	9,22 (±1,91)	6,14	19
Compósitos de 10 mm	12,19 (±1,97)	5,74	18,39
Compósitos de 15 mm	20,17 (±2,78)	8,20	12,99

4 DISCUSSÃO

As variáveis envolvidas no processo de estudo das fibras naturais vegetais são de difícil controle, pois vão desde o processo de colheita (artesanal ou mecanizado); condições climáticas; passando pela parte da coleta/extração, no caso dos cipós, se próximo à raiz ou da extremidade da espécie, o processo de armazenamento dessas fibras, se em local aberto ou ambiente confinado até a preparação das amostras das fibras e dos compósitos. O presente trabalho utilizou procedimentos que fossem mais simples possíveis, embora seguindo os procedimentos normativos

já existente, para que, quando levado à produção em maior escala não haja muita complexidade nesta produção.

Trazendo a discussão e fazendo a análise comparativa das propriedades físicas e mecânicas obtidas das fibras de timbó-açú, objeto do presente trabalho, com os dados da tabela 3⁵, podemos observar que a resistência à tração de 405,32 MPa está 4,72% menor que a resistências da juta mas, apresenta esta propriedade muito superior às fibras de sisal, em torno de 73% e acima de 81% em relação a kenaf. Com relação ao alongamento, a fibra em estudo, que apresentou alongamento médio de 1,53%, que é menor que os da maioria das fibras naturais determinadas e que estão apresentadas na tabela 3, sendo superior às fibras de bambu, em torno de 17%. A massa específica de 1,54 g/cm³, está compatível com a média das fibras estudadas por PRASAD⁶ e que estão apresentadas na Tabela 4. Entretanto, apresenta valores superiores a todas as fibras da tabela citada.

O módulo de elasticidade é a propriedade que a fibra de timbó-açú apresentou valor abaixo das fibras tradicionais, tais como sisal, bambu, algodão.

Tabela 3- Propriedades físicas e mecânicas de fibras naturais⁽⁵⁾

Fonte	Fibra	Diâmet. médio (µm)	Massa especif. (g/cm ³)	Resist tração (média) (MPa)	Módulo elast. (GPa)	Along. (%)
SOYKEABKAEW; SUPAPHOL; RUJIRANAVANIT (2004)	Juta	69,90	0,268	425,40	-	1,9
SOYKEABKAEW; SUPAPHOL; RUJIRANAVANIT (2004)	Linho	210,30	0,294	663,00	-	5,0
OKUBO;FUJII; YAMAMOTO (2004)	Bambu	106	-	441,00	35,90	1,3
SHIBATA;CAO; FUKUMOTO (2005)	Kenaf	140	0,749	223,00	14,49	-
SHIBATA;CAO; FUKUMOTO (2005)	Bagaço de cana	394	0,344	89,00	4,52	-
TORRES;CUBILLAS (2005)	Sisal	223,53	-	234,30	-	-
IDICULA et al. (2006)	Banana	120	1,35	550	20	5-6
IDICULA et al. (2006)	Abacaxi	50,00	1,526	413,00	-	3-4
WANBUA; IVENS; VERPOEST, (2003)	Algodão	-	1,51	400	12,00	3-10
IDICULA et al. (2006)	Vidro	15,00	2,54	2500	64,00	3
SILVA et al. (2006)	carbono	7,00	1,76	3650	231	1,4
SILVA et al. (2006)	Kevla 49	12	1,44	3600	112,4	2,4

Tabela 4- Propriedades das fibras segundo Prasad⁽⁶⁾

Fibra	Massa específica (kg/m ³)	Diâmetro médio (µm)	Resistência a tração (Mpa)	Módulo de elasticidade (Gpa)	% Alongamento na ruptura
Sisal	1450	80-300	227-700	9-20	3-14
Coco	1150	100-460	131-175	2,5-6	15-40
Banana	1350	80-250	529-759	8-20	1,0-3,5
Bambu	910	88-330	440-600	35-46	1,4
Jowar	922	80-500	302	6,99	4,32

Para compósitos com fibras de sisal, Rodrigues (2) apresenta valores mostrados na Tabela 5. Analisando comparativamente os valores de resistência à tração dos compósitos produzidos com reforço de fibras de timbó-açú com comprimento de 15 mm com os compósitos com fibras de sisal também com 15 mm, aqueles apresentam valor de 22,9% menor que estes.

Tabela 5- Resistência à tração e fração mássica dos compósitos matriz poliéster e reforço de fibras de sisal em vários comprimentos despostas aleatoriamente⁽²⁾

Reforço	Fração mássica Reforço (P_f) (%)	Resistência a tração (Mpa)
Sisal 5 mm	5,41	15,27($\pm 0,91$)
Sisal 10 mm	4,87	23,48($\pm 2,11$)
Sisal 15 mm	3,90	26,16($\pm 2,15$)

5 CONCLUSÃO

Os compósitos reforçados por fibras de Timbó-açu de 15 mm desenvolveram melhor resistência à tração que os compósitos fabricados com fibras de menor comprimento, como por exemplo de 20,17 ($\pm 2,78$) MPa nos compósitos com fibras de 15mm para 9,22 ($\pm 1,91$) MPa para compósitos com fibras de 5mm. Este comportamento desta característica mecânica está compatível com o comportamento dos compósitos com reforço de fibras de sisal², que é uma fibra que já possui dados consolidados para aplicação como reforço de compósitos.

As propriedades investigadas dos compósitos apresentaram bons resultados quando comparados a outros compósitos, o que demonstra que as fibras de timbó-açu é uma alternativa para aplicação em compósitos poliméricos.

A fibra de timbó-açu precisa ser melhor estudada para a obtenção de mais informações, mas preliminarmente, apresenta grande potencial de aplicação em compósitos que venham ao encontro das tecnologias ecologicamente corretas e socialmente justas.

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.

Ao laboratório de química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (Campus Belém).

REFERÊNCIAS

- 1 VIDAL et al. Manejo de cipós para redução do impacto na exploração madeireira na Amazônia Oriental. Série Amazônia 13. Imazon, 1998.
- 2 RODRIGUES, J.S. Comportamento mecânico de material compósito de matriz poliéster reforçado por sistema híbrido fibras naturais e resíduos da indústria madeireira. 2008. 101f. Dissertação (mestrado em engenharia mecânica). Instituto de Tecnologia. Universidade Federal do Pará, Pará. 2008.
- 3 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.

- 4 ASTM D 3822 - 1996, “**Standard Test Method for Tensile Properties of Single Textile Fibers**, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, 1996.
- 5 COSTA, D.S.da. Caracterização de Materiais Compósitos de Matriz poliéster e Fibras de Bambu, Sisal e Vidro e Híbridos Bambu/Sisal, Bambu/Vidro e Sisal/Vidro.2012.104f. Dissertação (mestrado em engenharia mecânica). Instituto de Tecnologia. Universidade Federal do Pará, Pará. 2012
- 6 A.V. Ratna Prasad; K. Mohana Rao. Mechanical properties of natural fibre reinforced composites: Jowar, sisal e bamboo. **Materials design 32**, India, p. 4657-4663. March 2011.