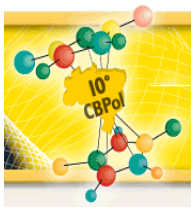


COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS COM FIBRAS DE BABAÇU *Orrbignya speciosa* : CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA

Elaine C. Andrade [1], Múcio M. S. Nóbrega[2*]

[1] *IC - Universidade Federal do Pará – FEMAT .* <elaine_femat@hotmail.com>
[2] *Universidade Federal do Pará –FEMAT.* <*mucio@ufpa.br*>

A busca por materiais ecologicamente corretos visando minimizar os problemas ambientais tem se tornado uma grande preocupação nos últimos anos. A utilização das fibras vegetais como substitutas de diversos reforços sintéticos ou de cargas minerais em compósitos poliméricos tem apresentado um grande potencial de aplicação tecnológica. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e caracterização mecânica de um compósito de matriz polimérica reforçado com fibras vegetais de coco Babaçu. Foram confeccionadas placas do compósito com diferentes teores de reforço fibroso para estudo das propriedades mecânicas em tração e impacto de acordo com as normas ASTM D-3039 e D-256, respectivamente. As fibras vegetais utilizadas neste trabalho são originárias da região sudeste do estado do Pará e como matriz polimérica foi utilizada a resina poliéster insaturada.

Palavras-chave: *Compósitos poliméricos; Fibras vegetais; Fibras de Babaçu; Propriedades mecânicas.*

POLYESTER MATRIX COMPOSITES REINFORCED WITH BABAÇU FIBERS Orrbignya Speciosa: MECHANICAL CHARACTERIZATION

The search for environmentally correct materials to minimize environmental problems has become a major concern in recent years. The use of vegetable fibers such as synthetic substitutes for various reinforcements and loads of minerals in polymer composites have shown great potential for technological application. This work aims at the development and mechanical characterization of a polymer matrix composite reinforced with vegetable fibers of the Babaçu coconut. There were made composite plates with different levels of fibrous reinforcement to study the mechanical properties in tensile and impact according to ASTM-D 3039 and D-256, respectively. The vegetable fiber used in this work is from the Southeast of Pará State and the polymer matrix used was unsaturated polyester resin.

Keywords: *Polymer composites; Vegetable fibers; Babaçu fibers; Mechanical properties.*

Introdução

A preocupação com o meio ambiente têm despertado o interesse constante na busca de alternativas viavéis para o desenvolvimento sustentável, principalmente em nosssa região amazônica, onde encontramos uma biodiversidade das mais ricas do planeta. Dentro deste contexto os materiais compósitos têm papel de destaque, pois a utilização de fibras vegetais como substituta de diversos reforços sintéticos ou cargas minerais nestes compósitos poliméricos tem apresentado um grande potencial de aplicação tecnológica [1,2]. As fibras naturais mostram uma boa alternativa, uma vez que são facilmente disponíveis na forma fibrosa e pode ser extraída de folhas a custos muito reduzidos [3].

Destaque deve ser dado à utilização de fibras naturais de origem vegetal em razão da enorme variedade de plantas disponíveis na biodiversidade, passíveis de serem pesquisadas e por serem uma fonte de recursos renováveis em muitos países em desenvolvimento do mundo [2-5]. No Brasil

existe uma grande variedade de fibras vegetais com diferentes propriedades químicas, físicas e mecânicas [4].

Propriedades das fibras vegetais não dependerá exclusivamente do tipo de planta, localidade em que é cultivada, idade da planta e do método utilizado na sua extração, mas também da estrutura das fibras, do ângulo microfibrilar, das dimensões e composição química [2].

Os compósitos reforçados com fibras vegetais apresentam boas propriedades mecânicas em tração e impacto para aplicações de médio desempenho [6], tais como divisórias, cestos, luminárias, etc. Fibras vegetais, em comparação com fibras de vidro, são muito eficientes na absorção de som, têm baixo custo, são leves, não estilhaçam em caso de acidentes, são biodegradáveis e podem ser obtidas utilizando-se 80% menos energia [7,8]. No entanto, fibras naturais também apresentam algumas características indesejáveis, alta absorção de umidade, baixa resistência térmica e propriedades altamente anisotrópicas [9].

Uma dificuldade que tem impedido a utilização em larga escala das fibras vegetais é a falta de uma boa aderência à maioria das matrizes poliméricas [10]. Muitos estudos têm sido realizados para melhorar a aderência entre a fibra e a matriz através da modificação da fibra e/ou polímero utilizando métodos físicos ou químicos. Os métodos físicos tal como o plasma e o tratamento térmico são utilizados para modificar tanto a fibra como a matriz polimérica. Os métodos químicos são aplicados para modificar a fibra e também a matriz, no caso da fibra inclui o tratamento com silano, isocianatos, permanganato de potássio ($KMnO_4$), anidrido maleico, álcalis e etc. Por outro lado, a matriz polimérica é quimicamente modificada com monômeros, tais como anidrido maleico, acrilonitrila e etc [11].

As fibras utilizadas neste trabalho foram extraídas da planta *Orrbignya speciosa* da família botânica *Palmae*. O Babaçu é o fruto de uma palmeira nativa da região Norte do Brasil e que apresenta em seu interior várias sementes ou amêndoas de onde é extraído o óleo de coco Babaçu, o qual é muito utilizado para fins alimentícios e na fabricação de margarinas. Este óleo apresenta propriedades semelhantes ao óleo de dendê (ou palma), apresentando alto teor de ácido láurico. Outra aplicação que vem ganhando destaque é a produção de álcool de Babaçu a partir das sementes [12].

A casca do coco, devidamente preparada, fornece um eficiente carvão, fonte exclusiva de combustível em várias regiões do Norte e Nordeste do Brasil. A população local realiza freqüentemente o processo de produção do carvão de Babaçu durante a noite. O processo é realizado queimando-se lentamente o coco em caieiras cobertas por folhas e terra, a casca do Babaçu produz uma vasta fumaça aproveitada como repelente de insetos. Outros produtos de

aplicação industrial podem ser derivados da casca do coco do Babaçu, tais como etanol, metanol, coque, carvão reativado, gases combustíveis, ácido acético e alcatrão [13].

Apesar de tantas e tão variadas utilidades, por sua ocorrência não controlada do ponto de vista econômico e agrícola, o Babaçu continua a ser tratado como um recurso marginal, permanecendo apenas como parte integrante dos sistemas tradicionais e de subsistência. O Babaçu é uma cultura extrativista, não havendo plantações comerciais [13].

Diante do exposto a motivação principal deste trabalho é o fato das fibras de Babaçu serem nativas do Norte Brasileiro, apresentem propriedades mecânicas que indicam boas aplicações em compósitos poliméricos e serem fator de desenvolvimento regional contribuindo para a amenização dos impactos ambientais. A investigação da sua utilização como reforço em compósitos de matriz polimérica quase não foi encontrada na literatura.

Este trabalho tem o objetivo de desenvolver novos compósitos à base de poliéster insaturado reforçados por fibras curtas de Babaçu e estudar suas propriedades mecânicas em tração e impacto; as quais foram avaliadas em função dos diferentes teores de fibras incorporados a matriz.

Experimental

Confecção dos Compósitos

Para a confecção dos compósitos, foi utilizada como matriz polimérica uma resina poliéster insaturada GAMA 313, fabricada pela Embrapol, do tipo ortoftálica pré-acelerada, reticulada com estireno. Utilizou-se como iniciador o Peróxido de Metil-Etil-Cetona (MEK-P) em concentração de 1% em peso.

As fibras de Babaçu mostrada na Figua 1, são provenientes da região Sudeste do estado do Pará e obtidas pelo método de maceração, as quais são classificadas como fibras curtas. As fibras foram secas em estufa a 100 ºC por 2 horas.

Figura 1. Cacho de coco Babaçu e fibras retiradas da sua casca.

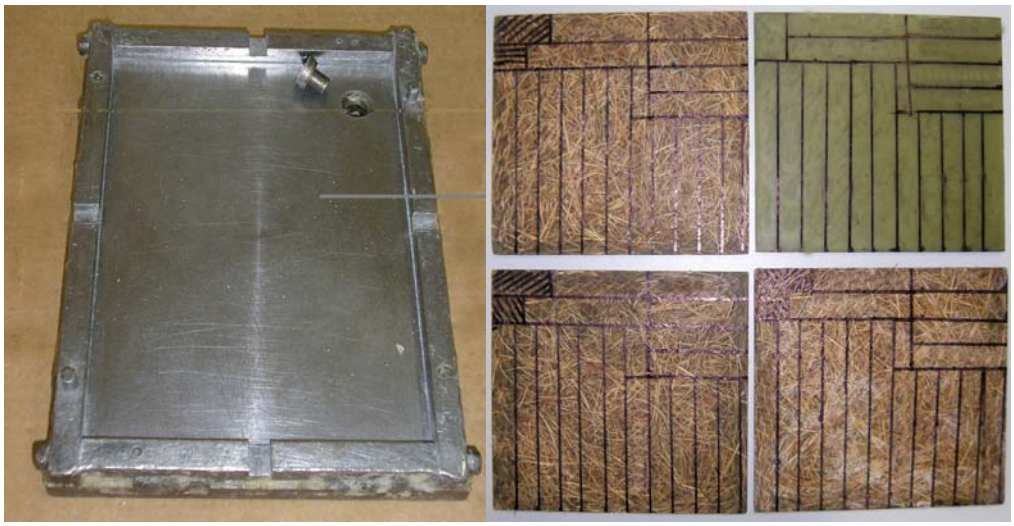
Preparação dos Compósitos

Compósitos com teores variados de fibras foram preparados por moldagem à compressão. O teor de fibras foi determinado por análise gravimétrica, utilizando o seguinte procedimento: pesou-se 30, 40 e 50g de fibras de Babaçu previamente secas, depois pesou-se a placa do compósito produzido. Com os pesos obtidos determinou-se o teor de fibras (em massa) da seguinte forma:

T_F (%) = (P_T/P_L) x 100

Onde T_F é o teor de fibras, P_T é o peso (g) das fibras e o P_L é o peso (g) da placa.

O molde mostrado na Figura 2(a) foi untado com cera de polimento automobilístico para auxiliar à desmoldagem. O catalisador MEK-P foi acrescentado à resina e parte desta mistura vertida no molde. As fibras de Babaçu previamente pesadas e secas foram colocadas no molde de maneira aleatória e pressionadas com auxílio de uma espátula para garantir a sua total impregnação. Por fim, verteu-se um excesso de resina, quando a resina estava próxima do ponto de gelificação o molde foi fechado e colocado em uma prensa hidráulica com 8 toneladas de força de fechamento por 8 horas, a temperatura ambiente. As placas mostradas na Figura 2(b) obtidas foram submetidas a pós-cura por 48 horas a 50 ºC, para posterior usinagem dos corpos de prova.



(a) (b)

Figura 2. Molde metálico utilizado para confecção dos compósitos com diferentes teores de fibras de Babaçu.

Confecção dos Corpos de Prova e Ensaios Mecânicos

Os corpos de prova foram serrados manualmente a partir das placas produzidas por compressão. Para avaliação da influência do teor de fibra nas propriedades mecânicas foram realizados ensaios mecânicos de tração e impacto.

O ensaio de tração foi conduzido em uma máquina universal EMIC DL 10KN, em temperatura ambiente com uma velocidade de 1mm/min tendo como base a norma ASTM D-3039. O ensaio de impacto Izod foi realizado em uma máquina Ceast Resil 5.5 operando com um martelo de 5.5 J segundo a norma ASTM D-256.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nos ensaios de tração estão mostrados na Tabela 1 e ilustrados na Figura 3.

Tabela 1. Propriedades mecânicas dos compósitos com reforço de fibras de Babaçu. Pós-cura por 48 horas a 50 ºC.

Teor de Fibra de Babaçu (%)	Resistência à Tração (MPa)	Resistência ao Impacto (J/m)	Módulo de Young (GPa)	Alongamento na Ruptura (%)
0	23,70 ± 3,57	72,46 ± 25,00	2,13 ± 0,08	1,27 ± 0,33
28,07	15,85 ± 3,15	423,25 ± 133,80	2,36 ± 0,11	1,96 ± 0,51
37,42	22,42 ± 3,16	497,96 ± 32,50	2,35 ± 0,15	2,84 ± 0,69
41,76	33,91 ± 3,30	559,24 ± 59,70	2,71 ± 0,13	3,61 ± 0,28

É observado na Figura 3 que a resistência à tração dos compósitos reforçados com fibras curtas de Babaçu apresentam resistências superiores à da matriz para teores de fibras acima de 38%. A resistência à tração para teores inferiores, não superaram à da matriz poliéster. Este fato pode estar associado à orientação aleatória das fibras e devido à atuação das fibras como defeito no compósito para as composições abaixo de 38%; fator este que vem comprovar a existência de um volume crítico de fibras de Babaçu que atuam como reforço. Os dados obtidos estão de acordo com os reportados na literatura para sistemas afins, onde acredita-se que o desempenho superior dos compósitos reforçados com teores de fibras acima de 38% em relação à matriz esteja associado tanto ao menor diâmetro médio da fibras, que promovem o aumento nas áreas de contato fibra/matriz, quanto às propriedades mecânicas individuais das fibras.

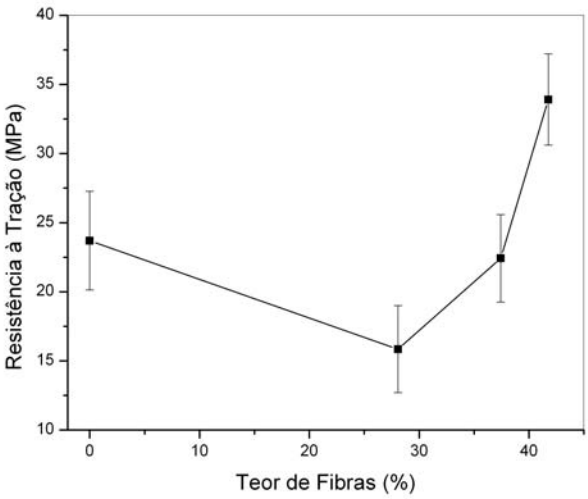


Figura 3. Resistência à tração dos compósitos secos em função do teor de fibras de Babaçu.

A Figura 4 mostra o comportamento da resistência ao impacto dos compósitos em função do teor de fibras. Fica evidenciado o aumento da resistência ao impacto para todos os teores de fibras. Os resultados indicam uma boa adesão das fibras pela matriz, provocando um aumento da eficiência de transferência de tensão para as fibras durante o impacto, consequentemente elevando a resistência do compósito.

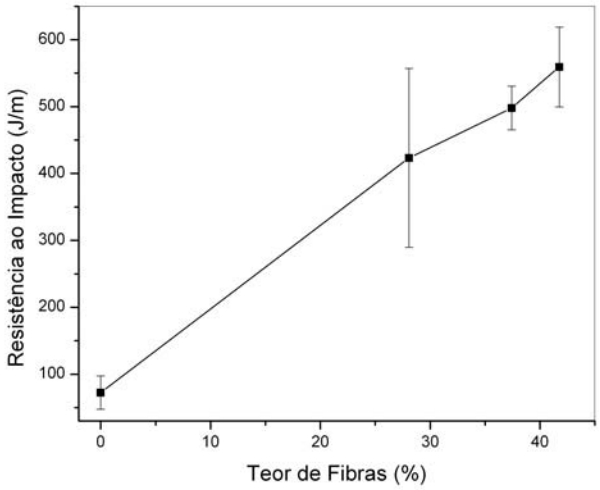


Figura 4. Resistência ao impacto dos compósitos em função do teor de fibras de Babaçu.

Os resultados obtidos para o módulo de Young ou módulo de elasticidade, podem ser observados na Figura 5. À medida que aumenta-se o teor de fibras de Babaçu na matriz poliéster verifica-se um aumento no módulo de elasticidade. Tal ocorrência é explicada pelo fato das fibras diminuírem o movimento livre das cadeias poliméricas e também por apresentar maior rigidez que a matriz, resultando num aumento do módulo de elasticidade do compósito com o teor de fibras.

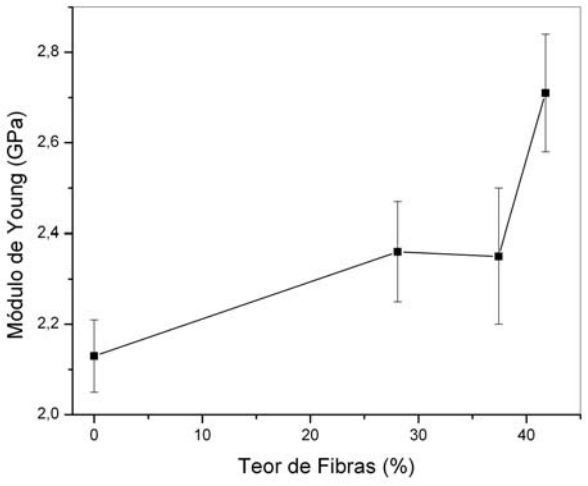


Figura 5. Módulo de Young do compósito em função do teor de fibras de Babaçu.

Na Figura 6 podemos perceber que a incorporação das fibras na matriz poliéster provocou um aumento no alongamento do compósito e mostrou-se maior que a da matriz pura para todos os teores de fibras estudados. O aumento percentual observado foi de 2,3%, comportamento semelhante ao encontrado na literatura, podendo-se atribuir este resultado a boa adesão fibra-matriz e ao aumento da tenacidade do compósito.

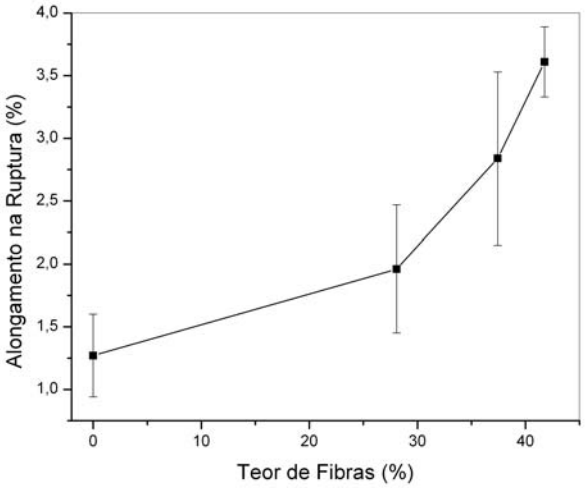


Figura 6. Alongamento na ruptura dos compósitos em função do teor de fibras de Babaçu.

Conclusões

Concluimos que houve um aumento nas propriedades de resistência à tração dos compósitos para teores acima de 38% de fibras, corroborando a existência de um volume crítico de fibras que atuam como reforço no compósito.

As propriedades mecânicas em impacto dos compósitos reforçados com fibras de Babaçu aumentaram com o teor de fibras empregadas, o que foi associado a boa adesão fibra-matriz elevando a tenacidade do compósito.

O módulo de Young aumentou substancialmente com o aumento do teor de fibras, provocado pela maior rigidez das fibras.

Os valores medidos no alongamento na ruptura mostram que a incorporação das fibras na matriz poliéster é proporcional ao aumento no teor de fibras.

Estes resultados preliminares indicam que fibras de coco Babaçu podem ser utilizadas em compósitos poliméricos, para aplicações onde seja necessário médio desempenho mecânico.

Agradecimentos

Os autores agradecem a UFPA/PARD pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

[1] M. M. S. Nóbrega, Compósitos de Matriz Poliéster com Fibras de Caroá *Neoglaziovia variegata*: caracaterização mecânica e sorção de água. Tese de Doutorado em Engenharia de Processos, Universidade Federal de Campina Grande. PB, 117f, 2007.

[2] K. Oksman; A. P. Mathew; R. Långström; B. Nyström; K. Joseph, The influence of fibre microstructure on fibre breakage and mechanical properties of natural fibre reinforced polypropylene, *J. Composites Science and Technology*. 2009, *xxx*, xxx–xxx.

[3] F. de A. Silva; N. Chawla; R. D. de T. Filho, Tensile behavior of high performance natural (sisal) fibers, *J. Composites Science and Technology*. 2008, *68*, 3438–3443.

[4] A. L. Marinelli; M. R. Monteiro; J. D. Ambrósio, Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos com Fibras Vegetais Naturais da Biodiversidade: uma contribuição para sustentabilidade amazônica, Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 18, n° 2, p. 92-99, 2008.

[5] F. P. D. Lopes; L. F. L. Santos; S. N. Monteiro, Efeito do Tratamento das Fibras de Carauá nas Propriedades Mecânicas de Compósitos com Matriz Poliéster. 62º Congresso Anual da ABM / 62nd ABM International Annual Congresso. Vitória-ES, p.861-870, 2007.

[6] H. N. Dhakal; Z. Y. Zhang; M. O. W. Richardson; O. A. Z. Errajhi, The low velocity impact response of non-woven hemp fibre reinforced unsaturated polyester composites, *J. Composite Structures*. 2007,*81*, 559–567.

[7] L. H. Carvalho; W. S. Cavalcanti, Propriedades Mecânicas de Tração de Compósitos Poliéster/Tecidos Híbridos Sisal/Vidro, Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 16, nº 1, p. 33-37, 2006.

[8] M. M. S. Nóbrega; C. J. F. Braz; T. S. Alves; V. M. Fonseca; L. H. Carvalho, Tensile and Impact Properties of Macambira and Caroá fiber reinforced Unsaturated Polyester Composites. International Conferenceon Science & Technology for Sustainable Development. New Delhi, 2006.

[9] A. Alawar; A. M. Hamed; K. Al-Kaabi, Characterization of Treated Date Palm Tree Fiber as Composite Reinforcement, *J. Composites: Part B*. 2009, aceito em 04/2009.

[10] P.J. Herrera-Franco; A. Valadez-Gonza´lez, A study of the mechanical properties of short natural-fiber reinforced composites, *J. Composites: Part B*. 2005, *36*, 597–608.

[11] K. Jarukumjorn; N. Suppakarn, Effect of Glass Fiber Hybridization on Properties of Sisal Fiber-Polypropylene Composites, *J. Composites: Part B*. 2009, aceito em 04/2009.

[12] <http://www.campestre.com.br/oleo-de-coco-babacu.shtml>; 2009 [acessado em Maio de 2009].

[13] <http://www.biodieselbr.com/plantas/babacu/babacu.htm>; 2009 [acessado em Maio de 2009].