



DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS REFORÇADOS POR FIBRAS VEGETAIS DE PENTE DE MACACO (*Apeiba tibourbou* AUBL)¹

Flaviano dos Santos Rodrigues²
Elaine Cristina Andrade²
Múcio Marcos da Silva Nóbrega³

Resumo

Este trabalho tem como objetivo produzir compósitos poliméricos à base de poliéster insaturado, reforçados por tecidos vegetais de Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou* AUBL) e avaliar seu comportamento nas propriedades mecânicas em tração e impacto de acordo com as normas ASTM D-3039 e D-256, respectivamente. As mantas vegetais utilizadas neste trabalho são classificadas como reforço lamelar oriundas da casca da árvore Pente de Macaco (*Apeiba tibourbou* AUBL), a qual é típica da região Amazônica. Os compósitos foram preparados com até 44,27% em fração de massa de mantas de Pente de Macaco por moldagem à compressão. Os corpos-de-prova foram serrados manualmente para a realização dos ensaios de tração e impacto Izod. Foram alcançados resultados satisfatórios, pois, houve aumento na resistência à tração e impacto Izod para todos os volumes de reforço vegetal incorporado à matriz termorrígida.

Palavras-chave: Compósitos poliméricos; Tecidos vegetais; Propriedades mecânicas.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF MECHANICAL POLYMERIC COMPOSIT REINFORCED BY VEGETABLES FIBER COMB MONKEY (*Apeiba tibourbou* AUBL)

Abstract

This work has as goal to produce polymeric composites from unsaturated polyester reinforced by tissues of Comb Monkey (*Apeiba tibourbou* AUBL) and to analyse their behavior in the mechanical properties in tensile and impact according to ASTM D-3039 and D-256 norms, respectively. Blankets plants used in this study are classified as lamellar reinforcement derived from the bark of the tree Comb Monkey (*Apeiba tibourbou* AUBL), which is typical of the Amazon region. The composites were prepared with up to 44,27% in mass fraction of blankets Comb Monkey by compression molding. The body of test were handsaw to achievement the tests in tensile and Izod impact. Went achieved satisfactory results, because there was an increase in resistance in tensile and Izod impact for all volumes of reinforcement vegetables incorporated into the thermoset matrix.

Key words: Polymeric composites; Vegetables tissues; Mechanical properties.

¹ Contribuição técnica ao 65° Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Iniciação Científica – FEMAT/UFPA.

³ Professor Adjunto da Universidade Federal do Pará – FEMAT.

1 INTRODUÇÃO

O uso de matérias-primas de fontes renováveis vem sendo objeto de muitos estudos e pesquisas recentes, devido ao seu potencial na substituição de derivados petroquímicos. Por serem materiais considerados "ecologicamente-corretos" compósitos com fibras vegetais tem-se mostrado uma alternativa viável em muitas aplicações na substituição de polímeros reforçados com fibras de vidro e outras cargas. Um fator importante que favorece o emprego de fibras vegetais como insumos renováveis é o crescente significado que vem assumindo a perspectiva de economia de energia por meio da redução de peso dos componentes.⁽¹⁾

Pequenas e médias propriedades rurais podem participar de atividades cooperativas, fornecendo insumos vegetais para matérias-primas industriais nas entressafras de produtos alimentícios. É preciso considerar o custo ambiental da disposição final de produtos convencionais quando comparados a materiais que utilizam fibras vegetais como um de seus componentes e pesar os benefícios sociais que o uso desses materiais acarretam. O desenvolvimento auto-sustentado, relacionado ao equilíbrio dos ciclos biológicos, tem como principal preocupação não retirar da natureza mais do que ela seja capaz de produzir, o que aponta à produção agrícola e ao extrativismo não predatório.⁽²⁾

O campo de emprego das fibras naturais é bastante amplo, abrangendo desde as aplicações clássicas na indústria têxtil até o reforço de matrizes poliméricas termoplásticas e termofixas. Recentemente, a utilização de fibras naturais como materiais absorventes de metais pesados no tratamento de resíduos industriais tem sido apresentada como uma alternativa de uso para as fibras naturais.⁽³⁾ Por razões técnicas e comerciais, também, a indústria automotiva começou a usar compósitos com fibras vegetais, sendo esta uma tendência mundial. Há alguns anos, várias empresas do segmento automotivo têm aplicado diferentes fibras na produção de seus carros, estando entre as mais utilizadas as fibras de sisal, coco, juta e curauá.⁽⁴⁾ As fibras vegetais aparecem, então, como uma valiosa alternativa às fibras inorgânicas.

Neste contexto o presente trabalho tem como objetivo confeccionar e caracterizar mecanicamente compósitos com resina poliéster, reforçados com mantas vegetais oriundas da árvore conhecida vulgarmente como Pente de Macaco cientificamente conhecida como *Apeiba tibourbou* AUBL. É uma árvore que atinge cerca de 10-15 m de altura, utilizada na arborização e ornamentação de praças e avenidas, principalmente devido à beleza de suas folhas e também pela exuberância de seus frutos.⁽⁵⁾ Esta espécie possui copa ampla, com grandes folhas simples, alternas e estipuladas. Seu período de floração desta espécie é extenso, sendo comum encontrar na mesma árvore desde botões florais até frutos maduros.⁽⁶⁾

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a confecção dos compósitos, foi utilizado 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 Mantas de Pente de Macaco mostradas na Figura 1 (a) são obtidas a partir da casca do caule, o qual foi deixado de molho por duas semanas com a troca de água a cada três dias. As mantas foram secas em estufa a 100 °C por 2 horas.

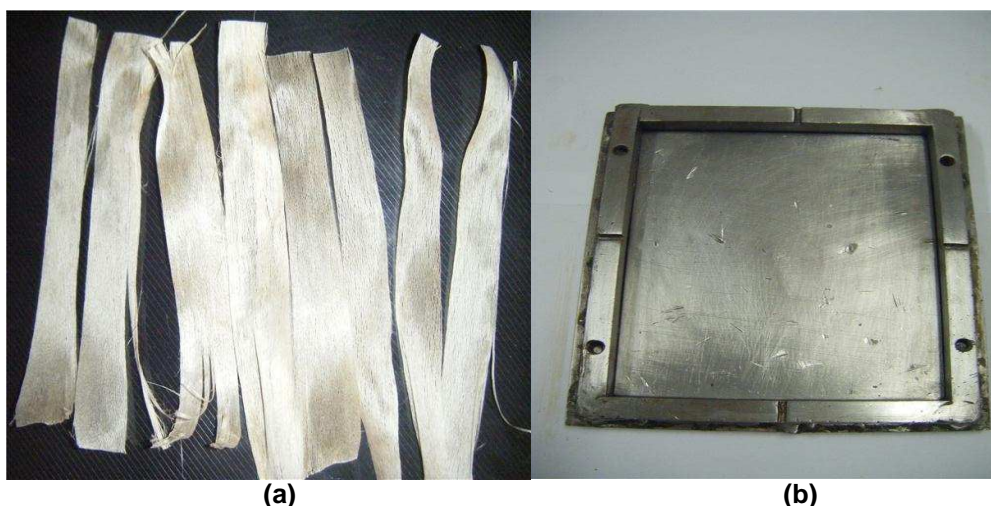


Figura 1. (a) Mantas de Pente de Macaco e (b) Matriz usada na confecção dos compósitos.

Compósitos com teores variados de mantas foram preparados por moldagem à compressão. O teor de mantas foi determinado por análise gravimétrica, utilizando o seguinte procedimento: pesou-se 12 g, 24 g, 40 g e 50 g de reforço vegetal previamente seco, depois pesou-se a placa do compósito produzido. Com os pesos obtidos determinou-se o teor de fibras (em massa) da seguinte forma:

$$T_F (\%) = (P_T/P_L) \times 100$$

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.

As mantas foram colocadas no molde de maneira alinhada ao sentido longitudinal 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 foram submetidas a pós-cura por 48 horas a 50°C, para posterior usinagem dos corpos de prova.

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

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos nos ensaios mecânicos em tração e impacto, assim como os parâmetros de alongamento e módulo de Yong's medidos em tração estão mostrados na Tabela 1 e ilustrados nas Figuras 2-5, respectivamente.

Tabela 1. Propriedades mecânicas dos compósitos. Pós-cura por 48 horas a 50 °C

Teor de Fibra (%)	Resistência à Tração (MPa)	Módulo de Young's (GPa)	Alongamento na Ruptura (%)	Resistência ao Impacto Izod (J/m)
0	23,70 ± 3,57	2,13 ± 0,08	1,27 ± 0,33	72,46 ± 25,00
12,12	90,50 ± 4,50	4,47 ± 0,26	1,85 ± 0,30	99,01 ± 11,79
24,30	167,28 ± 11,49	6,55 ± 0,57	2,41 ± 0,18	102,97 ± 11,60
38,87	214,85 ± 17,12	7,24 ± 0,74	3,77 ± 1,00	171,67 ± 35,93
44,27	215,69 ± 10,09	7,24 ± 0,32	3,56 ± 0,42	382,35 ± 35,87

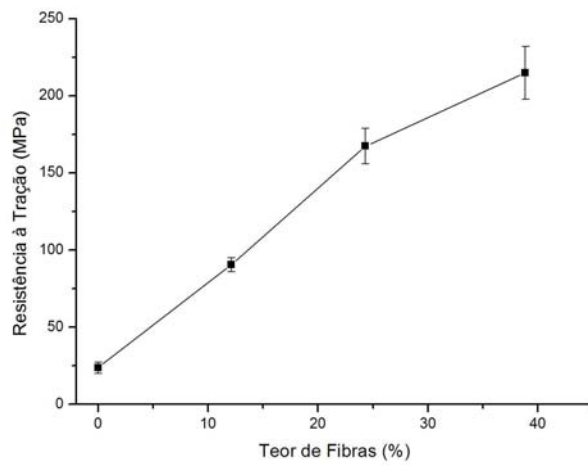


Figura 2. Resistência à Tração dos compósitos em função do teor de Mantas de Pente de Macaco.

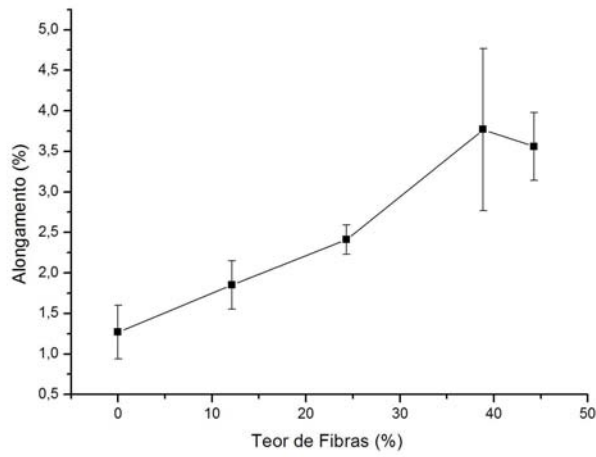


Figura 3. Alongamento dos compósitos em função do teor de Mantas de Pente de Macaco.

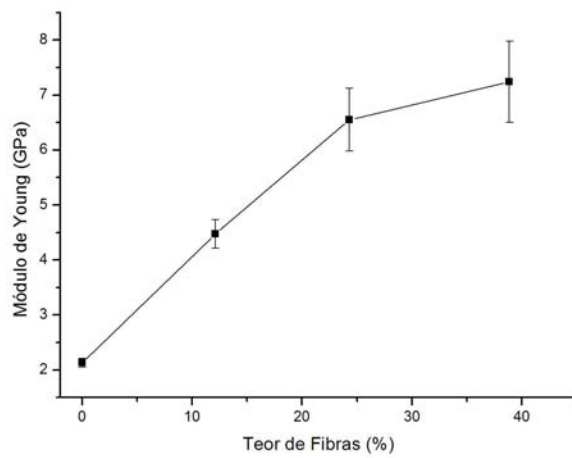


Figura 4. Módulo de Young's dos compósitos em função do teor de Mantas de Pente de Macaco.

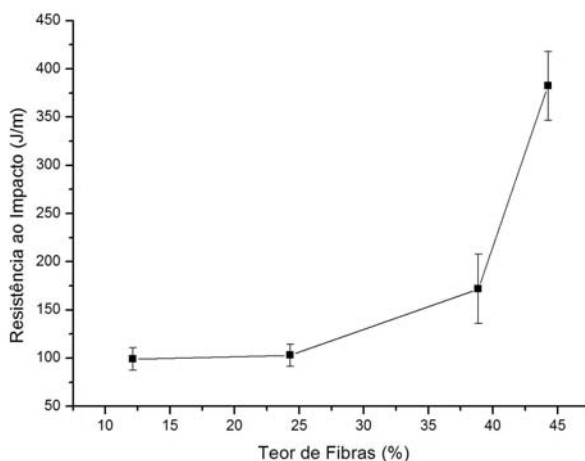


Figura 5. Resistência ao Impacto Izod dos compósitos em função do teor de Mantas de Pente de Macaco.

4 DISCUSSÃO

Os resultados indicam que as resistências à tração dos compósitos reforçados com fibras de Pente de Macaco apresentam desempenhos superiores à da matriz para todos os teores de fibras. Compósitos com fibras de Pente de Macaco não possuem um volume crítico de fibras e, em todos os casos as mantas funcionaram como reforço, diferentemente de compósitos com fibras de babaçu que possuem este volume crítico aproximado de 38% observado por Andrade e Nóbrega.⁽⁷⁾ Acredita-se que o desempenho superior apresentado pelos compósitos reforçados com fibras de Pente de Macaco em relação à matriz polimérica esteja associado às propriedades mecânicas individuais das fibras, diferentemente das fibras de bananeira que para nenhum teor estudado por Savioli et al.⁽⁸⁾ esta fibra se comportou como reforço.

Na Figura 3 podemos observar 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 reforços 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.

Os módulos de elasticidade dos compósitos reforçados com 12,12%; 24,30%; 38,87% e 44,27% de fibras apresentaram um aumento de 109,9%; 207,5%; 240% e 240% respectivamente, em relação ao poliéster puro. Com isso, pode-se afirmar que o maior módulo de elasticidade foi obtido com a maior quantidade de reforço utilizada (44,27%), conforme mostrado na Figura 4. Os resultados obtidos para essa propriedade mecânica com o reforço de Pente de Macaco foram superiores aos resultados de Silva et al.⁽⁹⁾ encontrados para fibras de curauá com teor de 20 % de fibra tratada obtendo o valor de 3 GPa. Enquanto isso, o valor do módulo elástico do compósito reforçado com Pente de Macaco sem tratamento químico foi de aproximadamente 6 GPa.

A Figura 5 mostra o comportamento da resistência ao impacto Izod dos compósitos em função do teor 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, conseqüentemente elevando a resistência do

compósito. Estes resultados são coerentes com os apresentados para as propriedades em tração.

5 CONCLUSÃO

As mantas de Pente de Macaco indicam um grande potencial para reforçar a matriz poliéster, haja vista que foram alcançados resultados satisfatórios, pois houve aumento em todas as propriedades medidas. Com isso, o reforço de Pente de Macaco se habilita como alternativa ecologicamente correta para substituição de reforços inorgânicos para aplicação de médio desempenho mecânico.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Marcus Vinícius Lia Fook, UAEMA/UFCG pela realização dos ensaios mecânicos.

REFERÊNCIAS

- 1 KLEBA, I.; ZABOLD, J - Poliuretano com fibras naturais ganha espaço na indústria automotiva, Rev. Plástico Industrial, p.88-99, nov. 2004.
- 2 TANOBE, V.; MOCHNACZ, S. et al. Caracterização de biocompósitos poliéster/luffa cilíndrica ou sisal. 2003, Vitória. São Paulo: ABM, 2003.
- 3 SILVA, R.; HARAGUCHI, S. K.; MUNIZ, E. C. Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósitos. Rev. Química Nova, vol. 32, n. 3, São Paulo, 2009.
- 4 SANTOS, A. M. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Paraná, Brasil, 2006.
- 5 MATOS, V. P. et al. Efeito do tipo de embalagem e do ambiente de armazenamento sobre a germinação e o vigor das sementes de *Apeiba tibourbou* AUBL. Rev. Árvore, vol. 32, n. 4, Viçosa, 2008.
- 6 GIRNOS, E.C. Morfologia, anatomia e aspectos da germinação de *Apeiba tibourbou* Aubl. (Tiliaceae). 1993. 161f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- 7 ANDRADE, E. C.; NÓBREGA, M. M. S. Compósitos de Matriz Poliéster Reforçados com Fibras de Babaçu *Orrbignya speciosa* : Caracterização Mecânica. 2009, Foz do Iguaçu. Paraná: CBPol, 2009.
- 8 SAVIOLI, R. G; RIBEIRO, A. L. A; SÁNCHEZ, C. G; SANCHES, E. M. S. Avaliação das Propriedades Mecânicas e Térmicas do Compósito da Fibra de Bananeira em Matriz Polimérica de Poliéster Insaturado. In: 18 Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais. Porto de Galinhas, Recife, PE, Novembro de 2008
- 9 SILVA, H. S. P; JUNQUEIRA, D; MORAES, A. G. O; AMICO, S. C. Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos Termorrígidos com Fibras de Curauá. In: 18^a Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Porto de Galinhas, Recife, PE. Novembro de 2008.