

ESTUDO DO DESEMPENHO DE MATERIAL COMPÓSITO INCORPORADO COM FIBRAS DE BAMBU

N.R.S.Nunes, naomricardo@gmail.com¹
D.C.Farias, doryh.farias@gmail.com¹
N.G.Rodrigues, nayla4star@gmail.com¹
K.S.L.Barbosa, Karllaslb@gmail.com¹
B.H.A.Mendes, Bruno_mendes15@hotmail.com²
A.J.G.Santos, ajgs@ufpa.br^{1,2}
J.A.S.Souza, jass@ufpa.br²

¹ Campus Universitário de Ananindeua, UFPA, Ananindeua, PA, Brasil.

² Programa de Pós graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia- PRODERNA– UFPA, Belém, PA, Brasil.

Resumo: Com a evolução e inovação tecnológica, a engenharia de materiais desenvolve produtos, criando componentes com características propícias e de boa qualidade para serem empregadas nas suas devidas áreas de atuação, com ênfase na indústria, como a geração de compósitos poliméricos. Este trabalho demonstra o progresso do estudo sobre materiais compósitos com resina isoftálica e agentes de cura de acelerador de cobalto e catalisador, com inserção de fibras curtas de bambu in natura nos comprimentos de 30 mm e com tratamento químico em solução de NaOH a 5%. Para o estudo do comportamento mecânico, foram feitos ensaios de resistência a tração de acordo com a norma ASTM D3039. Foram produzidos um total de 10 (dez) corpos de prova para cada série fabricada. Os compósitos produzidos geraram um resultado de limite de resistência a tração de 19,58 MPa para os compósitos em 3% de bambu 30 mm in natura e de 32,14 MPa com a incorporação de 3% de fibras tratadas quimicamente.

Palavras-chave: Engenharia de materiais, características propícias, estudo sobre materiais, comportamento mecânico, Resistência à tração.

1. INTRODUÇÃO

Com a maior preocupação da sustentabilidade do meio ambiente, o estudo sobre materiais compósitos ganhou muito importância no ramo científico, pois há uma necessidade de se criar novos materiais com o objetivo de serem de fontes renováveis e com características superiores a outros insumos, como um desempenho elevado e de baixo peso, podendo assim se utilizar-se em diversas áreas como a esportiva, indústrias e de construção Civil, assim demonstrando um melhor custo-benefício relativos a outros materiais. (TORRES, 2013)

As fibras, principais responsáveis pela resistência do bambu, têm distribuição variável na seção transversal do colmo, com cerca de 40 a 70 % na parte mais externa e cerca de 15 a 30 % na parte mais interna. Nos nós, as fibras se interconectam e penetram parcialmente no diafragma e nos galhos, resultando em pontos de menor resistência (GHAVAMI, 1988)

Um compósito pode ser estabelecido como sendo um material multifásico adquirido através da combinação de variados componentes com o intuito de ganhar respectivas propriedades, as quais não podem ser obtidas em cada formante individualmente. Estes materiais podem ser projetados de forma a possuir as características e propriedades desejadas de acordo com os materiais selecionados, suas proporções, distribuição, morfologia, textura, bem como a estrutura e composição da interface entre os seus componentes. (CHUNG, 2010)

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

2.1. Equipamento utilizados

Os equipamentos utilizados neste trabalho estão especificados a seguir:

ESTUFA, DE LEO – Equipamentos Laboratoriais, T 50°C à 250° C. (Laboratório de Engenharia Química);

BALANÇA ANALÍTICA, URANO BRASIL, (Laboratório de Engenharia Química);

PRENSA HIDRÁULICA, MARCON, modelo MPH-15, com capacidade de 15 Ton. (Laboratório de Engenharia Química)

MOLDE METÁLICO, Dimensões (320 mm x 172,5 mm x 5 mm), (Laboratório de Engenharia Química)



Figura 1.Equipamentos (a)estufa ; (b)Balança analítica.

2.2. Materiais Sintéticos usados

A Resina utilizada no trabalho foi a Resina Poliéster Isoftálico (Resina AM 910 AEROJET), de média reatividade, amarelada, não acelerada (ausência de promotor de reticulação), baixa viscosidade, boa resistência química, adquirida de Aerojet Brasileira de Fiberglass LTDA. O acelerador de Cobalto (Promotor de Reticulação) utilizado no presente trabalho foi o produto comercial denominado CAT MET UMEDECIDO 1,5 % (Solução de Octoato de cobalto 1,5%), adquirido de Aerojet Brasileira de Fiberglass LTDA. Utilizou-se como catalisador o produto comercial BUTANOX M-50 marca de AEROJET (Peróxido de metil etil cetona [MEK-P]), adquirido da empresa Aerojet Brasileira de Fiberglass LTDA.



Figura 2.Materiais Sintéticos: Resina poliéster,catalisador MEK-P e acelerador de cura .

Tabela 1: Característica da resina isoftálica insaturada.

Propriedade	Medida	Unidade
Viscosidade (25° C)	600 - 1200	cP
Tempo de Gel* (25° C)	6 - 8	Min
Pico Exotérmico	180 - 200	° C
Índice de Acidez	15 máx	mgKOH/g
Teor de Sólidos	59 - 63	%
Massa Específica (25° C)	1,10 - 1,15	g/cm ³

*Cura a 25°C, com 0,5% de Octanato de Co 6% + 1,5% de MEK-P em 100 g de resina.

2.2.1. Fibra Natural – Bambu

As fibras de bambu utilizadas no presente trabalho foram extraídas do campus profissional I (Um) da Universidade Federal do Pará – UFPA. As fibras foram cortadas (auxílio de uma tesoura metálica), no tamanho de 30 mm.

A Figura 3 mostra as fibras de bambu extraídas.



Figura 3. Fibras de Bambu.

2.3 Produção dos compósitos

Para a produção dos compósitos de matriz polimérica sem carga, matriz polimérica com reforço de fibras de bambu, tratadas quimicamente com hidróxido de sódio 5 % v/v e não tratada quimicamente, no tamanho de 30 mm, compósitos polimérico com inserção de carga de resíduo de cobre e compósitos poliméricos híbridos, foi utilizado um molde metálico na forma de placa retangular (Dimensões: 320 mm x 172,5 mm x 5 mm), o método aplicado foi o método manual também chamado *hand layup*, sendo o resíduo de cobre utilizado no trabalho o passante da peneira de granulometria 100 mesh ($\leq 0,147$ mm) e as fibras sendo cortadas manualmente (com auxílio de uma tesoura metálica) no comprimento de 30 mm. As placas de compósitos foram produzidas no molde metálico e em seguida prensadas em prensa hidráulica com carga de 2,6 kN durante 20 minutos.

A Figura 4 mostra o molde metálico e a prensa hidráulica modelo MPH-15, com capacidade de 15 Ton., marca MARCON, Brasil.

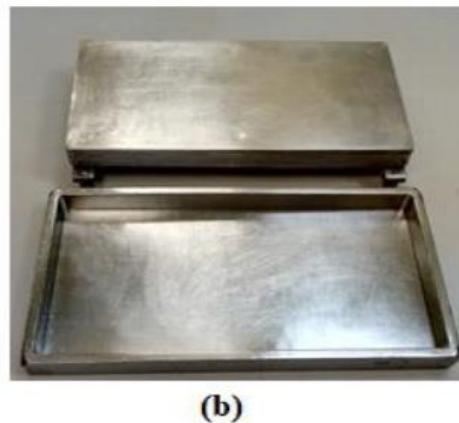


Figura 4. (a) prensa hidráulica; (b) molde metálico

2.3.1 Etapas da produção dos Corpos de Prova

1. Primeiramente foram colocados em estufa a 105 °C, as fibras de bambu e o resíduo de cobre no intuito de remover umidade, na sequência foi feita a pesagem de todo o material utilizado na produção das placas de compósitos, pesou-se a resina isoftálica, o resíduo de cobre, as fibras de bambu, o acelerador de cobalto (Promotor) e o catalisador MEK - P na intenção de se obter as suas respectivas massas;
2. Na sequência iniciaram-se a produção das placas, onde se produziu placas de resina poliéster isoftálica sem carga. Posteriormente foram confeccionadas as placas de resina poliéster isoftálica com inserção de reforço de fibras de bambu com e sem tratamento químico no tamanho de 30 mm, com as seguintes proporções de fibras de bambu: 1 %, 2 % e 3 % (F1, F2, F3 respectivamente). As fibras foram dispostas aleatoriamente dentro da matriz polimérica e os comprimentos

foram estabelecidos pela capacidade das fibras serem reforços eficazes dentro da matriz e também pela boa eficiência das fibras de acomodação, disposição e facilidade de homogeneização com os outros constituintes dos compósitos.

3. Com as Placas produzidas no total que se desejava, foram realizados os cortes dessas placas para a produção dos corpos de prova para serem realizados os ensaios de tração. Essas placas foram cortadas com o auxílio de uma máquina de corte, marca DeWALT, modelo DW860B.

A Tabela 2 a seguir mostra a quantidade de placas produzidas com seus respectivos corpos de prova obtidos.

Tabela 2. Quantidades de placas e corpos de prova fabricados

Proporção	Fração Mássica (%)	Placas	Quantidade
Matriz sem carga	100	1	5
Bambu 30 mm sem trat.	F 1	1	5
Bambu 30 mm sem trat.	F 2	1	5
Bambu 30 mm sem trat.	F 3	1	5
Bambu 30 mm com trat.	F 1	1	5
Bambu 30 mm com trat.	F 2	1	5
Bambu 30 mm com trat.	F 3	1	5

Na figura 5, é demonstrado esquematicamente as medidas adotadas para o ensaio de tração que foram realizados seguindo a norma ASTM D3039.

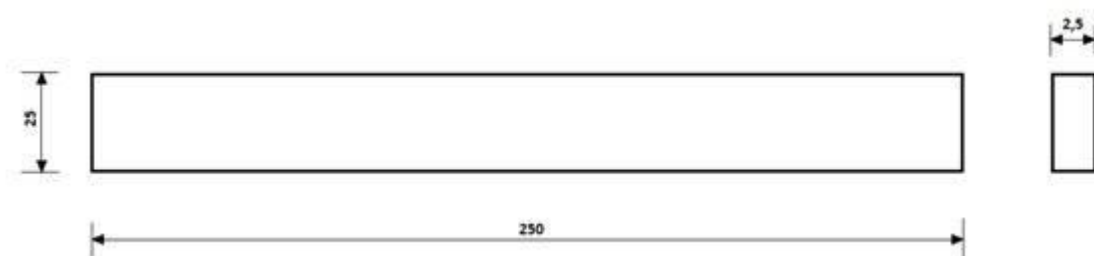


Figura 5. Dimensões (em mm) dos corpos de prova para ensaios de tração.

2.4 Resultado e Discussão

Na Tabela 3, mostram-se os resultados obtidos dos ensaios de tração feitos com compósitos reforçados com as fibras de bambu sem tratamento químico com o comprimento de 30 mm.

Tabela 3: Resultados do ensaio de tração de compósitos reforçados com fibras de bambu 30 mm sem tratamento

Tipo de amostra	Proporção de fibras(%)	Fração Mássica (FM) (g)	Resist. Tração (MPa) (Desvio Padrão)	Alongamento (mm)	Módulo de Elasticidade (GPa)
Matriz sem carga	0	317,40	19,54 ($\pm$ 3,05)	4,84	0,81
Fibras de Bambu de 30 mm não Tratadas.	1	3,17	33,11 ($\pm$ 2,26)	5,91	1,09
	2	6,34	30,41 ($\pm$ 4,23)	5,90	1,08
	3	9,51	19,58 ($\pm$ 1,92)	4,76	0,83

Na Tabela 3 observa-se o aumento do limite de resistência a tração quando ocorre a inserção na matriz polimérica das fibras de bambu nos comprimentos de 30 mm sem tratamento químico nas frações de 1 % e 2 %, fato este ocorrido devido a uma melhor distribuição das fibras no sentido do carregamento das forças atuantes no compósito. Contudo continuando adicionando fibras a matriz nota-se uma diminuição da resistência chegando a resistência a ficar praticamente a mesma da matriz sem carga pode ter ocorrido uma concentração de fibras em alguns pontos da matriz gerando zonas de fratura na matriz enquanto que em outras partes da matriz ocorre um vazio “nuvem” de fibras, gerando com uma diminuição da resistência do compósito com adição de fibras de bambu.

A Figura 6 ilustra o gráfico de barra comparativo da matriz sem carga e dos compósitos com reforço de fibras de bambu nas frações de F 1, F 2 e F 3 30 mm não tratadas, quanto as suas resistências à tração.

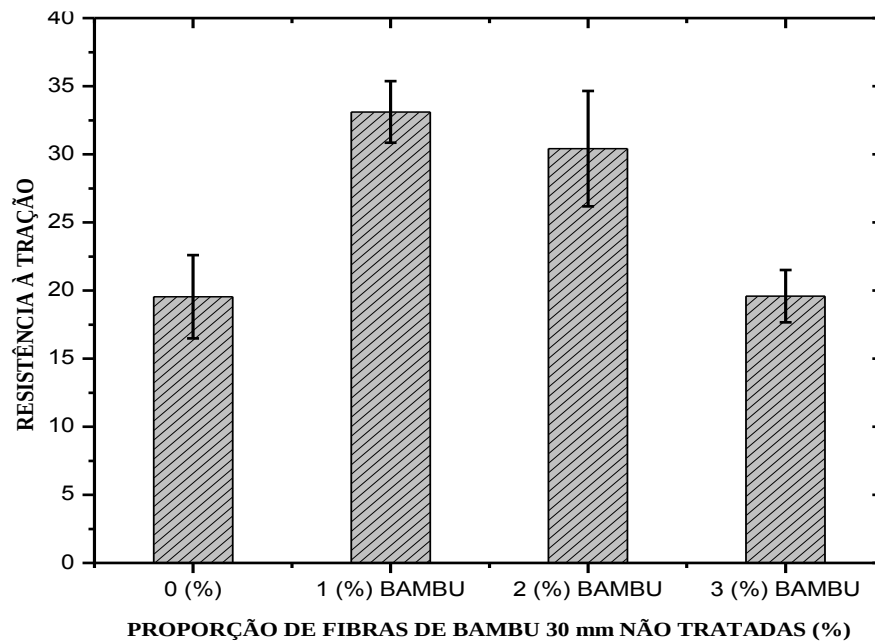


Figura 6: Comportamento de resistência à tração do material composto em função das fibras de bambu de 30 mm NÃO TRATADAS.

Na Tabela 4, mostram-se os resultados obtidos dos ensaios de tração feitos com compósitos reforçados com as fibras de bambu com tratamento químico com o comprimento de 30 mm.

Tabela 4: Resultados do ensaio de tração de compósitos reforçados com fibra de bambu 30 mm com tratamento.

Tipo de amostra	Proporção das Fibras(%)	Fração Mássica (FM) (g)	Resist. Tração (MPa) (Desvio Padrão)	Alongamento (mm)	Módulo de Elasticidade (GPa)
Matriz sem carga	0	317,40	19,54 ($\pm$ 3,05)	4,84	0,81
Fibras de bambu de 30 mm Tratadas.	1	3,17	22,56 ($\pm$ 3,23)	4,12	0,94
	2	6,34	28,20 ($\pm$ 3,73)	4,87	0,92
	3	9,51	32,14 ($\pm$ 3,71)	5,50	1,11

Na tabela 4, observa-se um aumento de resistência à tração dos compósitos com reforço de fibras de bambu 30 mm tratadas quimicamente, nota-se que adicionando fibras de bambu nas frações 1 %, 2 % e 3 %, ocorre de forma diretamente proporcional o aumento da resistência a tração dos compósitos quando comparados com a matriz sem carga, fato este ocorrido por haver uma melhor interação na interface matriz/fibra, com o tratamento químico, ocorre uma diminuição gradativa da lignina e da hemicelulose nas fibras, uma melhora na rugosidade da fibra, eliminação de impurezas da mesma ocasionando com isso melhoras nas propriedades mecânicas do compósito, as fibras podem estar direcionadas no sentido do carregamento da força. Fazendo uma comparação com trabalhos da literatura pesquisada: PIRES (2009)[5], trabalhando com compósitos reforçados com fibras de Juta tratada quimicamente com hidróxido de sódio (NaOH) em matriz epoxy, encontrou uma resistência a tração de 51,35 MPa. PAULA (2011)[6], determinou uma resistência a tração de 28 MPa, para compósitos reforçados com fibras de bagaço de cana-de-açúcar tratadas quimicamente em matriz termoplástica.

A Figura 7 ilustra o gráfico de barra comparativo da matriz sem carga e dos compósitos com reforço de fibras de bambu nas frações de F 1, F 2 e F 3 30 mm tratadas, quanto as suas resistências à tração.

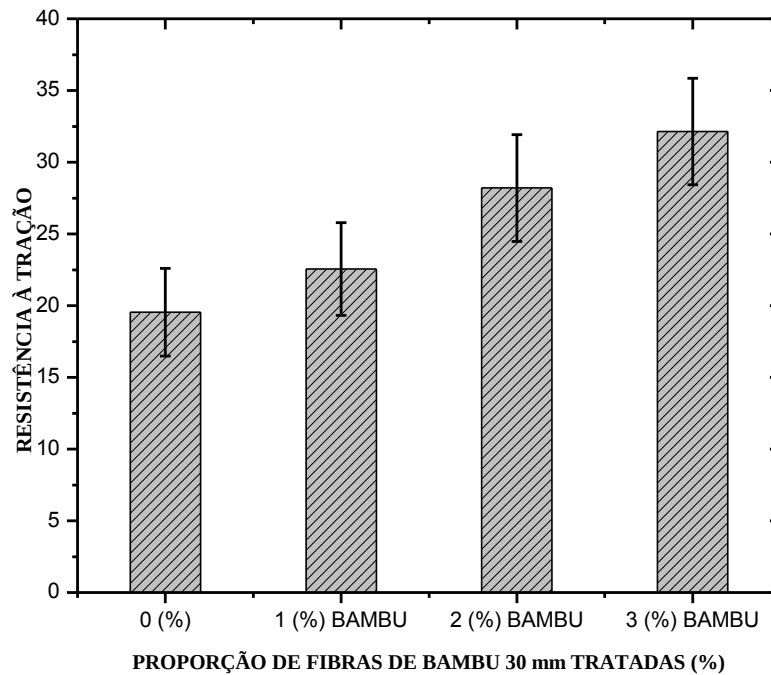


Figura 7: Comportamento de resistência à tração do material composto em função das fibras de bambu de 30 mm TRATADA.

A Figura 8 ilustra um gráfico comparativo entre os resultados obtidos entre as fibras tratadas e as fibras não tratadas.

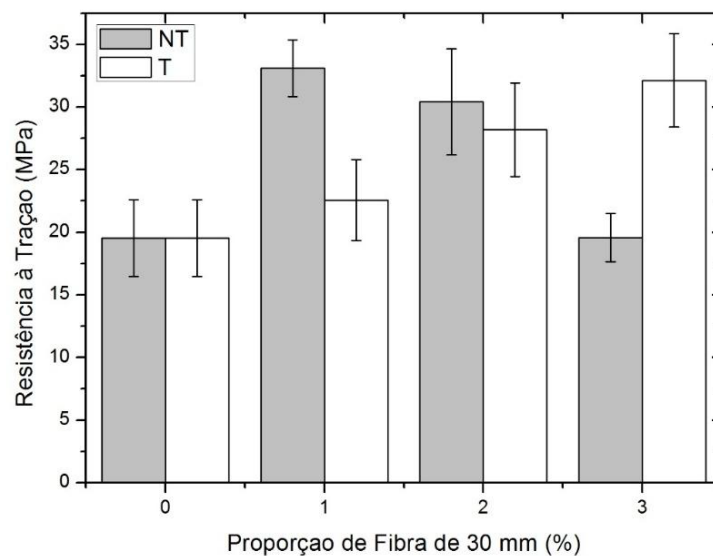


Figura 8: Gráfico comparativo entre o comportamento de resistência a tração entre as fibras de 30 mm tratadas e não tratadas.

2.5 Conclusão

O Método de fabricação escolhido foi aceitável, levando em consideração o tempo de cura e fabricação do material.

Quando inseridas fibras de 30 mm de bambu não tratadas, com fração de 1 %, os compósitos chegaram num valor de resistência a tração de 33,11 MPa.

Quando a inserção de fibras de 30 mm de bambu tratadas quimicamente, o compósito com fração de 3 %, apresentou um valor de resistência a tração de 32,14 MPa.

Com uma análise dos resultados, observa-se que as fibras não tratadas apresentam diminuição da resistência a partir de 2%, ocorrendo zonas de fraturas no material em algumas áreas; contudo, os resultados obtidos pelas fibras tratadas com NaOH demonstram um aumento gradual de resistência, melhorando este material compósito e adquirindo melhor rendimento do produto.

3. REFERÊNCIAS

- ASTM D 3039 - 08, "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic (Metric)", Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, 2005.
- CHUNG, D. D. L. Composite materials. 2. ed. Berlin: Springer, 2010.
- GHAVAMI, K. Application of bamboo as a low-cost construction material. Proceedings of the Int'I Bamboo, Workshop, nov. 1988.
- PAULA, G. P. Formulação e Caracterização de Compósitos com Fibras Vegetais e Matriz Termoplástica. 2011. 102 p. Dissertação (Mestrado), (Programa de Pós Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- TARGA, G. N., PIRES, E. N., AL-QURESHI, H. A., BARRA, G. M. O., 2009, *Produção e caracterização de um compósito de fibra de juta e resina de poliéster insaturado*, In: 10º Congresso Brasileiro de Polímeros, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, PR, Brasil
- TORRES, R. B. Desenvolvimento de compósito híbrido de fibra de vidro e micropartículas de sílica e cimento para uso em caneleiras. 2013. 70 F. Dissertação (Mestrado em Materiais e Processos de Fabricação) - Universidade Federal de São João Del-Rei, MG, 2013.

4. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

STUDY OF PERFORMANCE OF COMPOSITE MATERIAL INCORPORATED WITH BAMBOO FIBERS

N.R.S. Nunes, naomricardo@gmail.com¹
D.C. Farias, doryh.farias@gmail.com¹
N.G. Rodrigues, nayla4star@gmail.com¹
K.S.L. Barbosa, Kallaslb@gmail.com¹
B.H.A. Mendes, bruno_mendes15@hotmail.com¹
A.J.G. Santos, ajgs@ufpa.br¹
J.A.S. Souza, jass@ufpa.br^{1,2}

¹ University Campus of Ananindeua, UFPA, Ananindeua, PA, Brazil.

² Graduate Program in Natural Resource Engineering of the Amazon - PRODERNA- UFPA, Belém, PA, Brazil.

Abstract. With the evolution and technological innovation, materials engineering develops products, creating components with propitious and good quality characteristics to be employed in their proper areas of activity, with an emphasis on industry, such as the generation of polymer composites. This work demonstrates the progress of the study on composite materials with isophthalic resin and cobalt accelerator curing agents and catalyst, with insertion of short bamboo fibers *In natura* in the lengths of 30 mm and with chemical treatment in 5% NaOH solution. For the study of mechanical behavior, tensile strength tests were performed according to ASTM D3039. A total of 10 (ten) specimens were produced for each fabricated series. The composites produced yielded a tensile strength limit of 19.58 MPa for the composites in 3% bamboo 30 mm *in natura* and 32.14 MPa with the incorporation of 3% of chemically treated fibers.

Keywords: Materials Engineering, Propitious characteristics, Study on Materials, Mechanical Behavior, Tensile Strength.