

ANÁLISE DE RESISTÊNCIA A FLEXÃO DE COMPÓSITOS COM ADIÇÃO DE RESÍDUO DE COBRE E FIBRAS ALCALINAS DE BAMBU

Data de aceite: 03/07/2023

Alessandro José Gomes dos Santos

Faculdade de Engenharia Industrial
Universidade Federal do Pará – UFPA,
Campus Abaetetuba
Abaetetuba– Pa, Brasil
Faculdade de Engenharia Mecânica,
Centro Universitário Maurício de Nassau -
UNINASSAU
Belém-Pa, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-9892-6682>

Rian Cristian Douro Amorim

Faculdade de Engenharia Química -
Universidade Federal do Pará – UFPA

Deibson Silva da Costa

Faculdade de Engenharia de Materiais,
Universidade Federal do Pará – UFPA,
Campus Ananindeua – Pa

Emerson Cardoso Rodrigues

Faculdade de Engenharia Química -
Universidade Federal do Pará – UFPA

Diego Cardoso Estumano

Faculdade de Biotecnologia, Universidade
Federal do Pará – UFPA

José Antônio da Silva Souza

Faculdade de Engenharia Química -
Universidade Federal do Pará – UFPA

RESUMO: A grande área de engenharia dos materiais busca a todo momento uma alternativa sustentável e de baixo custo para a produção de novos itens, trazendo vantagens à sociedade e ao meio ecológico. Buscando trazer uma solução viável para o problemas ambientais e assim minimizar os seus impactos, o presente trabalho analisou mecanicamente por meio de ensaios de Flexão em compósitos de matriz polimérica (MP) com inserção de resíduo de cobre (RCU) com granulometria de 100 MESH com adição de 10%, 20% e 30% e fibras de bambu (FB) tratadas (TR) com NaOH a 5% nos comprimentos de 15 mm e 30 mm com uma duração de 2 horas no tratamento em solução. A resistência à flexão atingiu o valor de 123,13 MPa em FB15mmTR/RCU30% e de 121,64MPa para FB30mmTR/RCU30%.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentável; Bambu; Ecológico; Flexão;

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico aponta para a necessidade de novos materiais, de modo a atender características necessárias para uma boa aplicação. Diante disso, os materiais

compósitos apresentam propriedades fundamentais que buscam agregar valores como segurança, meio ambiente e economia. (Daniel et al., 2020).

Do ponto de vista de impactos ambientais, a construção civil é uma das maiores geradoras seja na produção da matéria prima, transporte de materiais, ruídos, impermeabilização do solo ou até na geração de resíduos de construção e demolição (Spadotto et al., 2011).

A preocupação ambiental tem gerado interesse na pesquisa de novos materiais que estejam alinhados com os princípios da sustentabilidade. Entre esses materiais, atualmente, encontram-se os compósitos produzidos a partir de recursos de fontes renováveis (Calegari e Oliveira, 2016).

Além disso, a produção de compósitos visa a utilização de materiais usados muitas vezes com o objetivo de obter propriedades específicas, diferentes daquelas encontradas isoladamente em cada constituinte. Para o compósito ter um bom desempenho, além do tipo, quantidade e orientação das fibras é necessária uma boa aderência entre os materiais. (Vieira et. al., 2016).

Portanto, torna-se importante o desenvolvimento desta pesquisa, para então, trazer à tona perspectivas sustentáveis e economicamente viáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais e Equipamentos utilizados

- Agitador de Peneiras
- Peneira manual 100 MESH - Fabricante Tyler;
- Estufa - Fabricante DE LEO Equipamentos Laboratoriais;
- Balança analítica – Fabricante URANO RASIL;
- Serra de bancada – Laboratório de Engenharia Química
- Máquina de ensaio universal – Fabricante KRATOS
- Molde de Silicone



Figura 1. Estufa.



Figura 2. Balança Analítica.



Figura 3. Molde de Silicone.

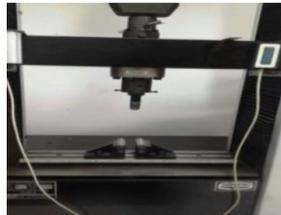


Figura 4. Máquina de ensaio.

Matérias de partida

Fibras de Bambu

As fibras de Bambu foram extraídas no campus profissional I da Universidade Federal do Pará, em seguida foram cortadas com uma tesoura metálica, nos comprimentos de 15 mm de 30 mm e posteriormente, algumas delas, foram tratadas em solução alcalina de hidróxido de sódio 5% durante o período de 2h, após o período a solução foi drenada e as fibras foram lavadas com água destiladas para retirar o excesso de NaOH, e colocadas para secarem na estufa a 60 °C.



Figura 5. Fibras de Bambu.

Resíduo de Cobre

O resíduo de Cobre fornecido pela empresa Vale S.A, oriundo da Mina do Sossego, localizada em Canaã dos Carajás, foi submetido a secagem em estufa por 24

horas à temperatura de 105°C. Em seguida sofreu peneiramento manual em peneira de granulometria 100 Mesh da série Tyler.



Figura 6. Resíduo de Cobre.

Materiais sintéticos

Matriz polimérica

Para a matriz foi utilizada a Resina Poliéster/Isotálico (AM 910 AEROJET), de média reatividade, amarelada, não acelerada, baixa viscosidade. O acelerador de Cobalto CAT MET UMEDECIDO 1,5% (Solução de Octoato de cobalto 1,5%) e o Catalisador BUTANOX M-50 (MEK-P).

Métodos

Confecção dos Corpos de Prova

Para a produção dos compósitos foi utilizado um molde de silicone, no qual cada corpo de prova foi confeccionado nas dimensões de 12,7 mm de largura e 3,0 mm de espessura, o método aplicado foi o manual, sendo o resíduo de cobre utilizado com a granulometria de 100 Mesh, variando em 10%, 20% e 30% as proporções em massa, as fibras de bambu sendo cortadas com auxílio de uma tesoura metálica nos comprimentos de 15 mm e 30 mm, sendo previamente separadas e colocadas em solução alcalina de hidróxido de sódio 5%. Os corpos de prova foram produzidos no molde e após 24 h de cura foram levados ao teste de flexão. Foram obtidos um total de 8 corpos de prova em cada série produzida.

Ensaio de Flexão

Com base nas curvas carga-deslocamento e conhecendo as dimensões dos corpos de prova é possível determinar a resistência do compósito a flexão (σ) e o módulo de elasticidade na flexão (E). Conforme descrito na equação a seguir.

$$\sigma = \frac{3PL}{2BW^2} \quad (1)$$

Os ensaios de Flexão foram realizados segundo a norma ASTM D790 e utilizaram as seguintes medidas como apresentado na figura 8.

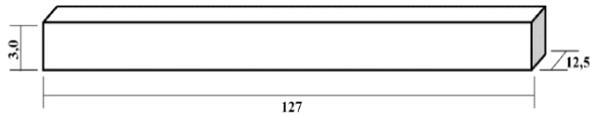


Figura 7. Esquemático das dimensões (em mm) para ensaios de flexão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados de resistência à flexão dos compósitos com inserção de resíduo de cobre e fibra de bambu 15 mm tratadas

Os resultados para a resistência mecânica, por meio dos ensaios de flexão, são apresentados na tabela 1

Fração mássica (%)	Tensão de Flexão (MPa)	Deflexão (mm)	Módulo de flexão (GPa)
Matriz Polimérica	82,86(±3,19)	1,25(±0,38)	13,80(±1,22)
FB15mmTR + RCU10%	101,28(±2,62)	3,47(±0,88)	17,13(±1,23)
FB15mmTR + RCU20%	115,04(±5,36)	3,90(±0,76)	20,80(±2,09)
FB15mmTR + RCU30%	123,13(±6,34)	3,55(±0,55)	23,02(±2,78)

Tabela 1: Resultados do ensaio de flexão dos resíduos de cobre e das fibras de bambu de 15 mm tratadas.

Na tabela 1, quando se adiciona fibras tratadas quimicamente na matriz polimérica, nota-se um gradativo aumento da resistência à flexão, superior à matriz polimérica. Tais resultados podem ser evidenciados na figura 8.

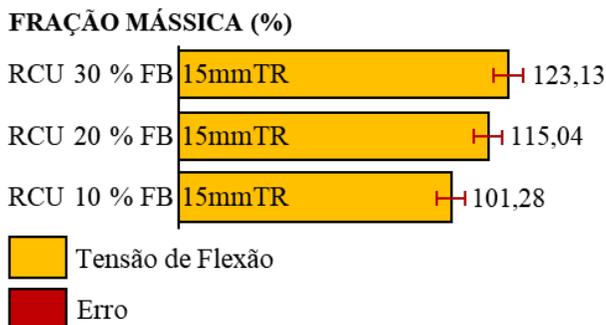


Figura 8: Gráfico da Fração Mássica / Tensão de Flexão.

Resultados de resistência à flexão dos compósitos com inserção de resíduo de cobre e fibra de bambu 30 mm tratadas

Os resultados para a resistência mecânica, por meio dos ensaios de flexão, são apresentados na tabela 2.

Fração Mássica (%)	Tensão de Flexão (MPa)	Deflexão (mm)	Módulo de Flexão (GPa)
Matriz Polimérica	82,86(±3,19)	1,25(±0,38)	13,80 (±1,22)
FB30mm TR + RCU10%	103,42(±4,23)	2,76(±0,64)	19,35(±2,51)
FB30 mm TR + RCU20%	109,37(±4,05)	2,80(±0,52)	22,83(±1,99)
FB30 mm TR +RCU30%	121,64(±4,93)	2,43(±0,60)	24,68(±1,67)

Tabela 2 - Resultados dos compósitos com fibra de bambu 30 mm tratadas e resíduo de cobre.

Na tabela 2, quando se adiciona fibras tratadas quimicamente na matriz polimérica, nota-se um gradativo aumento da resistência a flexão, principalmente conforme a fração de resíduo de cobre vai aumentando de 10%, 20% até 30% que obteve o valor de 121,64 MPa.

Na tabela 2, quando se adiciona fibras tratadas quimicamente na matriz polimérica, nota-se um gradativo aumento da resistência à flexão, superior à matriz polimérica. Tais resultados podem ser evidenciados na figura 9.

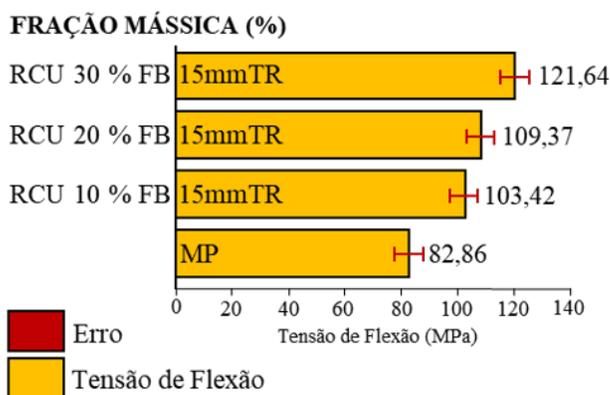


Figura 9. Gráfico de ensaio de tensão de flexão dos compósitos.

Pode-se observar através do gráfico, que ao adicionarmos fibras de bambu e resíduo de cobre, tem-se um aumento perceptível em relação a tensão de flexão, pois quando a fibra é tratada quimicamente, sua resistência fica mais satisfatória quando comparada a matriz polimérica (Moura, 2019), isso se deve ao fato da melhor interação na interface matriz/fibra, pois o tratamento contribui para retirada da umidade no interior das fibras, ocorrendo uma diminuição de lignina e da hemicelulose, uma eliminação de impurezas, desta forma, melhorando as propriedades mecânicas. O acréscimo do resíduo de cobre também agrega valor a esse melhor desempenho do compósito, principalmente quando acrescido de 30% de resíduo, pois nas frações 10% e 20% ocorre a fácil sedimentação dos resíduos na matriz polimérica (BANNA, 2017).

CONCLUSÃO

Os compósitos poliméricos com fibra de bambu (15 mm) tratadas quimicamente, com a inserção de 30% de resíduo de cobre, apresentou aumento na resistência mecânica de flexão, com o valor de 123,13 MPa. Ademais, destaca-se que os compósitos, com fibras de bambu (30 mm) tratadas quimicamente, com 30% de resíduo de cobre, apresentou um comportamento mecânico satisfatório em relação a matriz polimérica. Em geral, os resultados de resistência a flexão dos compósitos estudados evidenciaram um aumento da resistência em relação a matriz polimérica, os quais podem beneficiar a sociedade como um todo e, especialmente, a indústria de novos materiais, assim, resultando na redução de custos, bem como, promovendo a reutilização de resíduos minerais.

AGRADECIMENTOS

A CAPES, ao Laboratório de Engenharia Química (LEQ), Laboratório de Engenharia Mecânica (LABEM), localizados na Universidade Federal do Pará (UFPA).

REFERÊNCIAS

ASTM D790, Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, ASTM International, 2017.

BANNA, W. R. Influência do resíduo de flotação de minério de cobre nas propriedades físicas e mecânica de compósitos de matriz termofixa e fibras de bananeira (*Musa Sapientum*, Musaceae). Doutorado (Tese). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia-UFPA, 2017.

CALEGARI, E. P.; OLIVEIRA, B. F. DE. Compósitos a partir de materiais de fontes renováveis como alternativa para o desenvolvimento de produtos. *Sustentabilidade em Debate*, v. 7 n.1, p. 140-155, 2016.

DANIEL, B. T. F. et. al. Efeito da incorporação de resíduo mineral de calcário nas propriedades físicas e de resistência mecânica em compósitos poliméricos. *Brazilian Journal of Development*, v. 6 n.2, p. 6493-6505, 2020.

MOURA, C. R. Aplicações e tratamentos das fibras de bambu e similares: uma revisão. *The journal of engineering and exact sciences*, vol. 05 N. 05, 2019.

SPADOTTO, A. et. al. Impactos ambientais causados pela construção civil. In: *Unesc & Ciência-ACSA*, v. 2 n.2, p. 173-180, 2011.

VIEIRA, P. R., CARVALHO, E. M. L., VIEIRA, J. Análise das propriedades de compósitos poliméricos reforçados com fibra de vidro. *ENGEVISTA*, vol. 18 n. 2, p. 363-374, 2016.