UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA
FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

VITÓRIA BEATRIZ DA SILVA WANZELER

ESTUDO DA RESIST`ÊNCIA A FLEXÃO DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS COMPOSTOS POR FIBRAS CURTAS DE BAMBU E RESÍDUO DE COBRE

ANANINDEUA
2022

VITÓRIA BEATRIZ DA SILVA WANZELER

ESTUDO DA RESIST`ÊNCIA A FLEXÃO DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS COMPOSTOS POR FIBRAS CURTAS DE BAMBU E RESÍDUO DE COBRE

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciência e Tecnologia com ênfase em tecnologia mecânica, pela Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Ananindeua.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro José Gomes dos Santos

ANANINDEUA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

D111e da Silva Wanzeler, Vitória Beatriz.
Estudo da Resistência a Flexão de Compósitos Poliméricos Compostos por Fibras Curtas de Bambu e Resíduo de Cobre / Vitória Beatriz da Silva Wanzeler. — 2022.
16 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Alessandro José Gomes dos Santos
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Ananindeua, Curso de Ciência e Tecnologia, Ananindeua, 2022.

1. Sustentabilidade . 2. Ecológico. 3. Fibra Tratada. 4. Resíduo de Mina. 5. Resistência à Flexão . I. Título.

CDD 620.118

VITÓRIA BEATRIZ DA SILVA WANZELER

ESTUDO DA RESIST`ÊNCIA A FLEXÃO DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS COMPOSTOS POR FIBRAS CURTAS DE BAMBU E RESÍDUO DE COBRE

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciência e Tecnologia com ênfase em tecnologia mecânica, pela Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Ananindeua.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro José Gomes dos Santos

APROVADO EM: 16 / 12 / 22

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Cláudio Fialho Andrade
Examinador – FACT/UFPA

B.Sc. David Lohan Pereira de Sousa
Examinador – FACT/UFPA

B.Sc. Jean Carlos de Almeida Nobre
Examinador – FACT/UFPA

Dedico este trabalho à tia Lene, pois, dela recebi uma lição valiosa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter guiado minha caminhada e me concedido a oportunidade de realizar um sonho.

Agradeço a minha mãe, a minha família, aos meus amigos Fagner, Melani, Thalya, Maicon e Marlon, a turma de Ciência e Tecnologia 2019, aos meus Professores e a Faculdade de Ciência e Tecnologia.

RESUMO

A Indústria opta por caminhos sustentáveis e de baixo custo. Sendo assim, neste presente trabalho foram desenvolvidos compósitos com incorporação de fibras de bambu de 30mm não tratadas(FB30mmNT) e tratadas com NaOH a 5% (FB30mmTR) e Resíduo de Cobre(RCU) variando em 10%, 20% e 30%**.** As FB foram tratadas por 2h, o RCU com granulometria de 100mesh. Os ensaios de flexão obedeceram a norma ASTM D790. A resistência à flexão atingiu o valor de 95,98MPa para FB30mmNT/RCU e 121,64MPa para FB30mmTR/RCU.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Ecológico; Fibra Tratada; Resíduo de Mina; Resistência à Flexão.

ABSTRACT

Industry opts for sustainable and low-cost paths. Therefore, in this present work, composites were developed incorporating untreated 30mm bamboo fibers (FB30mmNT) and treated with 5% NaOH (FB30mmTR) and Copper Residue (RCU) varying in 10%, 20% and 30%. The FB were treated for 2h, the RCU with a granulometry of 100mesh. Flexion tests followed the ASTM D790 standard. Flexural strength reached a value of 95.98MPa for FB30mmNT/RCU and 121.64MPa for FB30mmTR/RCU.

Keywords: Sustainability; Ecological; Treated Fiber; Mine Waste; Flexural Resistance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Peneira de 100 MESH e Agitador de Peneira.....14
Figura 2 – Estufa.....14
Figura 3 – Balança Analítica.....14
Figura 4 – Molde de Silicone.....14
Figura 5 – Máquina de ensaio.....14
Figura 6 – Fibras de Bambu.....14
Figura 7 – Resíduo de Cobre 14
Figura 8 – Esquemático das dimensões (em mm) 15
Figura 9 – Gráfico de ensaio de tensão de flexão dos compósitos..... 15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado dos compósitos com fibra de bambu 30 mm não tratadas e resíduo de cobre.....15
Tabela 2 - Resultado dos compósitos com fibra de bambu 30 mm tratadas e resíduo de cobre.....15

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	*American Society for Testing and Materials*
FB	Fibras de Bambu
MP	Matriz Polimérica
NaOH	Hidróxido de Sódio
NT	Não Tratadas
RCU	Resíduo de Cobre
TR	Tratadas

SUMÁRIO

1. RESUMO.....13
2. INTRODUÇÃO.....13
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....13
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....15
5. CONCLUSÕES.....16
6. REFERÊNCIAS.....16

ESTUDO DA RESISTÊNCIA A FLEXÃO DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS COMPOSTOS POR FIBRAS CURTAS DE BAMBU E RESÍDUO DE COBRE

Ferreira, M.C. [1], Santos, A.J.G.[2], Costa, D.S.[3], Jucá, M.V.F.[1], Montes, T.T.J.[1], Wanzeler, V.B.S.[1]

[1]Universidade Federal do Pará, Campus Ananindeua, Faculdade de Ciência e Tecnologia – FCET/UFPA, Ananindeua, Brasil (cf87167113@gmail.com)
[2]Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia – PRODERNA/UFPA, Belém, Brasil
[3]Universidade Federal do Pará, Campus Ananindeua, Faculdade de Engenharia de Materiais- FEMAT/UFPA, Ananindeua, Brasil

Resumo: A Indústria opta por caminhos sustentáveis e de baixo custo. Sendo assim, neste presente trabalho foram desenvolvidos compósitos com incorporação de fibras de bambu de 30mm não tratadas(FB30mmNT) e tratadas com NaOH a 5% (FB30mmTR) e Resíduo de Cobre(RCU) variando em 10%, 20% e 30% **.** As FB foram tratadas por 2h, o RCU com granulometria de 100mesh. Os ensaios de flexão obedeceram a norma ASTM D790. A resistência à flexão atingiu o valor de 95,98MPa para FB30mmNT/RCU e 121,64MPa para FB30mmTR/RCU.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Ecológico; Fibra Tratada; Resíduo de Mina; Resistência à Flexão;

INTRODUÇÃO

As preocupações com as questões ecológicas têm gerado interesse na utilização de materiais oriundos de fontes renováveis, que sejam sustentáveis, ou ainda, que possam ser compostados. Carvalho (2011)
Uma grande variedade de fibras naturais, obtidas a partir de plantas ricas em celulose, e denominadas como fibras lignocelulósicas, têm sido, nos últimos anos, não só investigadas, mas efetivamente aplicadas na engenharia de compósitos (Satyanarayana et al, 2007).
Compósitos são 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 necessária e fundamental a presente pesquisa, a fim de obter resultados que podem vir a beneficiar a sociedade em geral e especialmente a indústria a fim de reduzir custos, assim como também trabalha na reutilização de resíduos minerais. Para então, trazer à tona perspectivas sustentáveis e baratas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais:

Equipamentos utilizados:

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

Figura 1. Peneira de 100 MESH e Agitador de Peneira.

Figura 2. Estufa DE LEO Equipamentos Laboratoriais.

Figura 3. Balança Analítica URANO BRASIL.

Figura 4. Molde de Silicone.

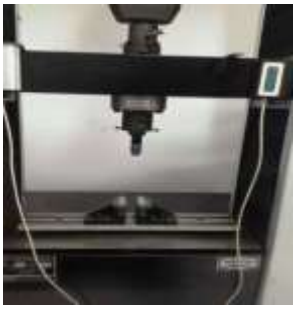

Figura 5. Máquina de ensaio de flexão.

Matérias primas:

Matriz polimérica

Para a matriz foi utilizada a Resina PoliésterIsoftálico (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).

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, no tamanho 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 destilada para retirar o excesso de NaOH, e colocadas para secarem na estufa a 60 ºC.

Figura 6. 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.

Figua 7. Resíduo de Cobre.

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 de largura e 3,0 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 fibras de bambu sendo cortadas com auxílio de uma tesoura metálica nos comprimentos de 30 mm, algumas dessas fibras sendo previamente separadas e colocadas em solução alcalina de hidróxido de sódio 5%. Os corpos de prova foram produzidos no molde e após 24h de cura foram levados ao teste de flexão. Foram gerados um total de 8 corpos de prova.

Ensaio de Flexão

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

Figura 8. Esquemático das dimensões (em mm)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

Os compósitos poliméricos com inserção de resíduo de cobre e fibra de bambu 30 mm não tratadas foram avaliados quanto a sua resistência mecânica por meio de ensaio de flexão, onde foram obtidos os resultados expressos na tabela 1:

Tabela 1. Resultado dos compósitos com fibra de bambu 30 mm não tratadas e resíduo de cobre.

Fração Mássica (%)	Tensão de Flexão (MPa)	Deflexão(mm)	Módulo de Flexão (GPa)
Matriz Pura	82,86(±3,19)	1,25(±0,38)	13,80 (±1,22)
FB30mmNT + RCU10%	90,30(±6,19)	1,64(±0,29)	14,59(±1,98)
FB30mmNT + RCU20%	83,70(±5,10)	2,41(±0,32)	14,95(±2,37)
FB30mmNT + RCU30%	95,98(±5,91)	2,44(±0,67)	14,97(±2,40)

Observa-se através dos resultados da tabela que a resistência à flexão dos compósitos poliméricos com adição de resíduo de cobre e fibra de bambu não tratada, apresenta um aumento a tensão de flexão em relação a matriz pura principalmente quando adicionado 30% de resíduo, que gerou o valor de 95,98MPa.

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

Os compósitos poliméricos com reforço de fibras de bambu 30 mm tratadas quimicamente e inserção de resíduo de cobre foram avaliados quanto a sua resistência mecânica através do ensaio de flexão, onde foram obtidos os resultados da tabela 2:

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

Fração Mássica (%)	Tensão de Flexão (MPa)	Deflexão (mm)	Módulo de Flexão(GPa)
Matriz Pura	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)

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 aumento de 10%, 20% até 30% que gera o valor de 121,64 MPa.

Análise gráfica dos dados obtidos nos ensaios de flexão

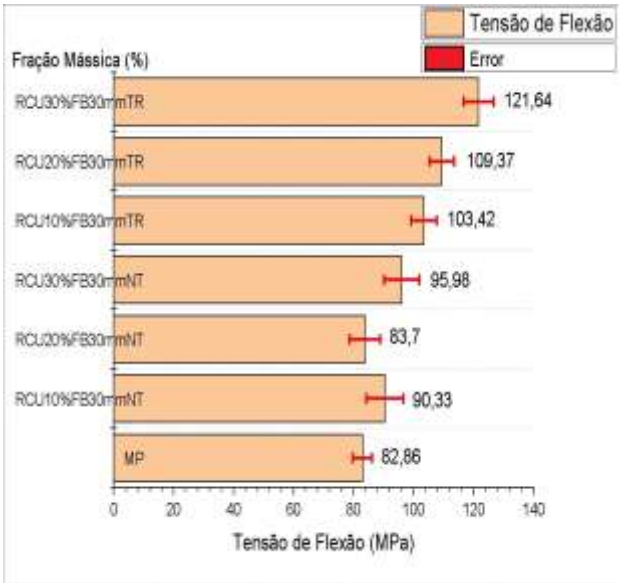

Figura 9. Gráfico de ensaio de tensão de flexão dos compósitos

Como se pode observar através do gráfico ao adicionarmos fibras de bambu e resíduo de cobre temos um aumento em relação a tensão de flexão perceptível pois quando a fibra passa por tratamento químico sua resistência fica ainda mais satisfatória quando compara a matriz pura (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, ocorre uma diminuição de lignina e da hemicelulose, uma eliminação de impurezas, melhorando assim 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 plena (BANNA, 2017).

CONCLUSÃO

A fabricação dos materiais compósitos sugeridos foi satisfatória, já que o processo de formação da matriz acrescidos de fibra de bambu (tratadas e não tratadas) e adição de resíduo de cobre atingiu um processo de cura condizente para a produção dos corpos de prova utilizados no ensaio de flexão.

Com a fabricação dos compósitos pode-se concluir que eles têm limite de resistência à flexão superior quando comparado com a matriz polimérica pura.

Os compósitos fabricados com resíduo de cobre e fibra de bambu não tratada tiveram um aumento no seu limite de resistência a flexão significativos, porem compósitos que tiveram a inserção de fibras de 30 mm tratadas quimicamente e resíduo de cobre na fração 30% tiveram um comportamento mecânico satisfatoriamente expressivo em relação a matriz pura denotando a utilização desse como reforço.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

ASTM D 790 “Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials”, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials.

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, Musacae*). Doutorado (Tese). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia- UFPA ,2017.

CARVALHO, L. F. M. Tratamentos de fibras de carnaúba [copernicia prunífera (miller) H. E. moore] para o desenvolvimento de compósito biodegradável com matriz de polihidroxibu-tirato. Doutorado (Tese). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – UFRN, 2011.

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

SATYANARAYANA, K. G., GUIMARÃES, J.L., WYPYCH, F. Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications. Composites: Part A: Applied Science and Manufacturing, vol. 38, pp.1694-1709, 2007.

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.