

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DE COMPOSITOS HÍBRIDOS COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE COBRE E FIBRAS DE BAMBU 30 mm COM TRATAMENTO ALCALINO

Resumo: *No presente artigo foram produzidos: matriz polimérica plena, compósito de matriz híbrida com inserção de resíduo de cobre e reforço de fibras de bambu no tamanho de 30 mm tratadas quimicamente. O Resíduo de cobre foi caracterizado através de Difração de Raios-X - DRX, as fibras de bambu foram tratadas com uma solução de hidróxido de sódio a 5 % v/v. Os compósitos foram fabricados por moldagem manual (Hand-Lay-Up), moldagem por compressão e a temperatura ambiente ($T = 25^\circ$). Foi avaliado a propriedade mecânica dos compósitos por meio de ensaio de tração.*

Palavras-chave: Materiais Compósitos. Ensaio de Tração. Fibras de Bambu. Resíduo Cobre.

1 INTRODUÇÃO

O uso crescente de materiais compósitos em vários domínios tecnológicos modernos despertou atenção considerável nas pesquisas de materiais reforçados e processos avançados de produção. Durante muito tempo esta tecnologia ficou restrita, mas atualmente ela vem sendo aplicada principalmente nas indústrias automotivas, esportivas e de construção civil, pois esses são materiais que apresentam baixo peso (leveza) e um desempenho, principalmente mecânico, superior aos materiais convencionais (TORRES, 2013).

Um dos parâmetros mais importantes em materiais compósitos, com uma ou mais fases contínuas, é a interface entre o reforço e a matriz. A interface é a região onde ocorre o contato entre os componentes do compósito. Essa região é a primeira responsável pela transferência da solicitação mecânica da matriz para o reforço. A adesão inadequada entre as fases envolvidas na interface pode promover o início de falhas, comprometendo o desempenho do compósito. Portanto, além das propriedades individuais de cada componente do compósito, a interface deve ser a mais adequada possível para garantir a combinação das propriedades envolvidas (DANIEL e ISHAI, 2006).

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Determinação da influência do uso de fibras de bambu (*bambusa vulgares*) tratadas quimicamente na confecção de placas de compósitos de base polimérica carregadas com resíduo da indústria do beneficiamento de minério de cobre.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver compósitos de matriz polimérica plena e compósito polimérico híbrido reforçado com fibras de bambu, no tamanho de 30 mm, tratada quimicamente;
- Caracterização mineralógica do resíduo industrial de cobre;
- Avaliar mecanicamente (Tração);

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Material sintético

- A Resina Poliéster Isoftálica (Resina AM 910 AEROJET), de média reatividade, amarelada, não acelerada (ausência de promotor de reticulação), baixa viscosidade e boa resistência química;
- Catalisador o produto comercial BUTANOX M-50;
- Acelerador de Cobalto, produto comercial denominado CAT MET UMEDECIDO (Solução de Octato de Cobalto 1,5%).
- Desmoldante.

Resíduo industrial de cobre

O material foi submetido a operação de secagem em estufa por 24 h à temperatura de 105 °C. Posteriormente sofreu peneiramento manual em peneira de granulometria 100 mesh da série Tyler (tamanho da abertura 0,147 mm), no intuito de separar a amostra desejada para o trabalho.

Fibra natural de bambu

Inicialmente foram cortados vários bambus para fazer a seleção dos colmos a serem utilizados, são colocados em um recipiente com água para ser feita a extração manual das fibras.

3.2 Equipamentos

- Estufa, de Leo-Equipamentos Laboratoriais, T 50 °C a 250 °C;
- Balança analítica, Chyo modelo JK 200;
- Molde metálico, dimensões (230 mm x 172,5 mm x 5 mm);
- Prensa hidráulica, Marcon, modelo MPH – 15, com capacidade de 15 ton;
- Máquina de corte, marca DeWALT, modelo DW860B;
- Máquina universal de tração, marca KRATOS modelo IKCL3 com sistema de aquisição de dados, com célula de carga de 5 kN, adotando velocidade de 2 mm / min e comprimento útil para medição entre garras de 180 mm.

3.3 Metodologia

Caracterização do resíduo de cobre com a difração de raios - x (DRX)

A Difração de Raios – X constitui uma das principais técnicas de caracterização microestrutural de materiais cristalino. Partindo desta finalidade do ensaio, o resíduo antes de ser levado para análise, foi pulverizado com a utilização de um pistilo e almofariz com o intuito de reduzir a granulometria do material.

Tratamento químico nas fibras de bambu

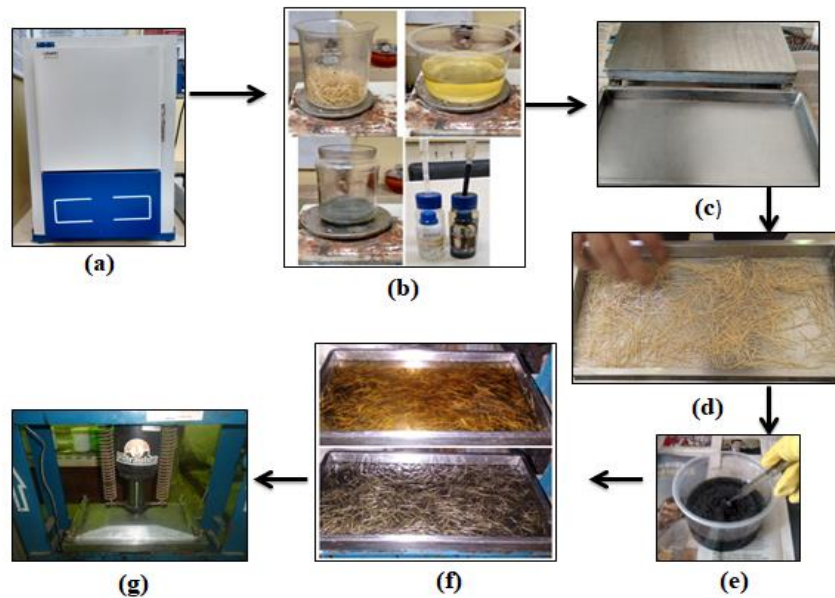
As Fibras de bambu após serem extraídas dos colmos de bambu, foram colocadas em um recipiente e adicionado ao mesmo uma solução alcalina de hidróxido de sódio – NaOH, concentração 5 % v/v, feito isso, as fibras permaneceram na solução durante 24 h, em seguida foram lavadas em água corrente, e colocadas para serem secadas, para posteriormente serem cortadas (auxílio de uma tesoura metálica), no tamanho de 30 mm.

Etapas da produção do corpo de prova

Na Figura 1 é mostrado um fluxograma de todo o processo de confecção e preparação dos compósitos híbridos com reforço de fibras de bambu incorporação de resíduo de cobre. Na Figura 1 (a) representa à estufa, a Figura 1 (b) mostra a pesagem de todos os materiais usados na produção dos compósitos, na Figura 1 (c) é mostrado a aplicação de produto desmoldante

no molde metálico, na Figura 1 (d) é mostrado as fibras sendo dispostas aleatoriamente no molde metálico, na Figura 1 (e) é apresentada a mistura da resina com os outros produtos (promotor, catalisador MEK –P, Resíduo de cobre), na Figura 1 (f) é mostrado o início do processo de cura (endurecimento) dos compósitos, na Figura 1 (g) mostra o compósito sendo prensado na prensa hidráulica.

Figura 1: Etapas de produção dos compósitos.



Fonte: Borges, Daniel R.

Ensaio de resistência a tração

Os ensaios de tração foram realizados seguindo a norma ASTM D3039 e os corpos de prova adotaram as seguintes medidas 25 mm x 250 mm.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

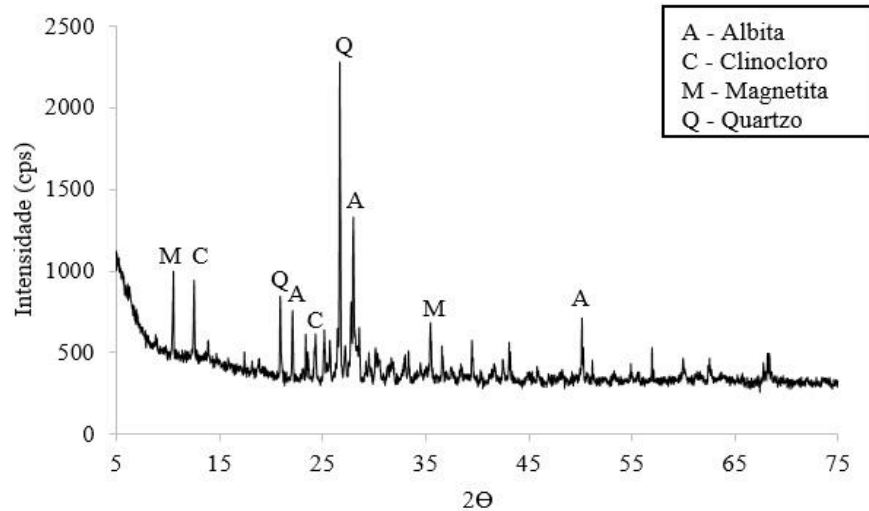
4.1 Caracterização do resíduo de cobre

Difração de raio-x (DRX)

A análise difratométrica realizada na amostra de resíduo de cobre, apresentou os principais componentes mineralógicos do material de acordo com suas respectivas fichas PDF, Os principais picos correspondem ao quartzo (Q) – PDF 01-085-0795, Albita (A) – PDF 00-009-0466 e Magnetita (M) – PDF 01-087-0246. O quartzo se encontra em maior quantidade na amostra de resíduo de cobre analisada, indicando uma influência do mesmo (quartzo) na propriedade mecânica dos

compósitos produzidos com a adição de resíduo de cobre na matriz polimérica. A Figura 2 mostra a difração de raios – x do resíduo de cobre.

Figura 2: Difração de Raios – X do resíduo de cobre.



Fonte: Borges, Daniel R.

4.2 Resultado de resistência à tração dos compósitos híbridos com incorporação de resíduo de cobre e reforço de fibras de bambu de 30 mm tratadas

Os compósitos poliméricos híbridos com incorporação de resíduo de cobre e reforço de fibras de bambu 30 mm tratados foram avaliados quanto a sua resistência mecânica através do ensaio de tração, onde foram obtidos os seguintes resultados como mostra na tabela 1.

Tabela 1: Resultados do ensaio de tração de compósitos híbrido com incorporação de resíduo de cobre e reforço de fibras de bambu de 30 mm com tratamento.

Tipo de Amostra	Fração Mássica (FM) (%)	Resist. Tração (MPa) (Desvio Padrão)	Deformação de Ruptura (mm)	Módulo de Elasticidade (GPa)
Matriz Sem Carga	0	19,54 (± 4,05)	4,84	0,81
Resíduo de Cobre + Fibras de Bambu de 30 mm Tratadas.	10 RC + 3 % FB	22,74 (± 2,30)	6,21	0,93
	20 RC + 3 % FB	31,96 (± 2,58)	5,35	1,25
	30 RC + 3% FB	31,31 (± 2,11)	5,60	1,18

Fonte: Borges, Daniel R.

Observou-se que na fração RC 10 do compósito híbrido a propriedade analisada (Resistência à tração) não apresentou um aumento significativo, enquanto que nas frações de RC 20 e RC 30 do compósito híbrido teve um aumento significativo da resistência a tração do compósito quando comparado a matriz sem carga e nota-se também um aumento dos módulos de elasticidades dos compósitos híbridos comparados com a matriz sem carga.

5 CONCLUSÕES

Os compósitos híbridos reforçados com fibras de bambu de 30 mm tratadas e inserção de resíduo de cobre, apresentaram um resultado satisfatório, tendo em vista que houve aumento no limite da resistência a tração dos compósitos em relação à matriz plena. Pode-se considerar que os compósitos híbridos a partir de 20 % RC + 3 % FB possuem um aumento do limite de resistência considerável em comparação ao material produzido apenas com a matriz poliéster isoftálica.

6 REFERÊNCIAS

CALLISTER JR, William. D. **Ciência e engenharia de materiais: Uma Introdução**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

BORGES, Daniel R. **Influência do uso de fibras de bambu (*Bambusa Vulgaris*) tratadas quimicamente em compósitos de polímero termofixo cerregadas com resíduo da indústria do beneficiamento de minério de cobre**. 2018. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pará. PA, 2018.

DANIEL, Isaac M.; ISHAI, Ori **Engineering Mechanics of Composite Materials**. Oxford University Press, New York: 2006.

MOURA, Washington. A.; DAL MOLIN, Denise. C. C. **Influência da adição de escória de cobre em características relacionadas à durabilidade do concreto**, Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 41-56, abr./jun. 2004.

TORRES, Rubens. 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.

***ANALYSIS OF THE TENSILE STRENGTH OF HYBRID COMPOSITES WITH THE
INCORPORATION OF COPPER RESIDUES AND 30 MM BAMBOO FIBERS WITH
ALKALINE TREATMENT***

Abstract: *In the following article, full polymeric matrix, hybrid matrix composites with copper residue insertion and reinforcement of chemically treated 30 mm bamboo fibers. The copper residue was characterized by X-ray diffraction XRD, the bamboo fibers were treated with 5% v / v sodium hydroxide solution. The composites were manufactured by manual molding (Hands-Hay-Up), compression molding and at room temperature ($T = 25^{\circ}$). The mechanical properties of the composites were evaluated by means of a tensile test.*

Keywords: *Composite materials, tensile test, bamboo fiber, Waste Copper.*