

## **INFLUÊNCIA DO TEMPO NO TRATAMENTO ALCALINO NAS FIBRAS DE BAMBU (*Bambusa vulgaris*) UTILIZADAS COMO REFORÇO EM COMPÓSITOS**

**Rogério M. P. dos Santos – rogerio.mps@hotmail.com**

Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade de Engenharia Química (FEQ).

Rua Augusto Corrêa, Guamá.

66.075-900 – Belém – Pará.

**Daniel R. Borges – danielreisborges@gmail.com**

Universidade Federal do Pará (UFPA), Programa de Pós-graduação em Engenharia Química.

Rua Augusto Corrêa, Guamá.

66.075-900 – Belém – Pará.

**Alessandro J. G. dos Santos – ajgs@ufpa.br**

Universidade Federal do Pará (UFPA), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Naturais.

Rua Augusto Corrêa, Guamá.

66.075-900 – Belém – Pará.

**Ana C. R. da Silva – anacarolinasilva1@live.com**

**Deibson S. da Costa – deibsonsc@yahoo.com.br**

**Dorivane C. Farias – doryh.farias@gmail.com**

**Francisca L. S. C. Gomes – lilianwyw@gmail.com**

**Israel L. de Souza – israellima60@gmail.com**

Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade de ciência e Tecnologia (FC&T).

Campus Ananindeua.

Rodovia BR 316, KM 7, nº 590.

67.000-000 – Ananindeua – Pará.

**Resumo:** Visando melhorar as propriedades mecânicas das fibras vegetais para ser aplicada como reforço em compósitos de matriz polimérica, o tratamento alcalino é uma alternativa eficiente que altera a superfície da fibra sem necessitar de alto custo na sua operação. Neste trabalho, temos como objetivo avaliar a influência do tempo no tratamento alcalino das fibras de bambu utilizadas como reforço em compósitos de matriz polimérica. Foram produzidos compósitos com a variação da fração mássica de 1%, 2% e 3% com tratamento de 2 horas e 24 horas. Foram realizados ensaios de tração dos compósitos pela norma ASTM D-3039. Os resultados mostraram que houve um aumento na resistência à tração em relação à matriz pura. Os melhores resultados de resistência à tração foram: 33,05MPa para a fração 3% de fibra de bambu tratada por 24 horas e 27,24 MPa para a fração 1% de fibra de bambu tratada por 2 horas.

**Palavras-chave:** Fibras vegetais. Tratamento alcalino. Compósitos. *Bambusa vulgaris*.

## 1 INTRODUÇÃO

Proveniente de fontes renováveis, as fibras vegetais tem seu uso aumentado consideravelmente nos últimos anos, por ser biodegradáveis, atóxicas, ter baixa densidade e menos abrasiva quando comparadas as fibras inorgânicas. Pesquisas na área de desenvolvimentos tecnológicos buscam produzir materiais compósitos que aliem alto desempenho com ótimas propriedades mecânicas, assim, as fibras vegetais estão sendo aplicada como reforço em compósitos poliméricos, para possível substituição de fibras sintéticas (ZIMMERMANN, 2014).

Compósitos poliméricos reforçados com fibras vegetais podem apresentar baixo desempenho nas suas propriedades, devido à baixa adesão interfacial causada pela baixa polaridade e afinidade química entre a matriz e a fibra vegetal, ocasionando a formação de vazios na interface e iniciando falhas que comprometem o desempenho mecânico dos compósitos (ZIMMERMANN, 2014).

Com finalidade de melhorar a adesão fibra/matriz, o tratamento superficial das fibras é o método mais utilizado, visa limpar a superfície da fibra de ceras e graxas, além de remover parcialmente hemicelulose e lignina presentes na superfície. Uma boa interface fibra/matriz faz com que melhores propriedades do material compósito sejam obtidas. Compósitos mais resistentes apresentam uma interface forte, assim, quando aplicada uma carga no material, essa é transferida eficientemente às fibras, através da matriz. Podemos conseguir essa eficiência na transferência de carga por meio de ligação química, adesão física e travamento mecânico (CARVALHO, 2009).

O bambu é um material de grande abundância em regiões tropicais e subtropicais do mundo, é uma fonte renovável de crescimento muito rápido e apresenta elevada dureza associada à resistência e leveza. Nos colmos as fibras de bambu estão dispostas em formas de feixes entre os nós, com maior concentração na sua região mais externa (GUIMARÃES JÚNIOR, 2010).

Neste trabalho tem por objetivo estudar a influência do tempo no tratamento alcalino na superfície das fibras de bambu utilizadas como reforço em compósito polimérico de matriz poliéster. Especificamente avaliar o comportamento mecânico dos compósitos produzidos.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

O polímero utilizado no desenvolvimento deste trabalho foi a resina poliéster isoftálica (Resina AM 910 Aerojet), de média reatividade, amarelada, não acelerada (ausência de promotor de reticulação), baixa viscosidade, boa resistência química, adquirida da Aerojet Brasileira de Fiberglass LTDA. O promotor de reticulação utilizado foi o acelerador de Cobalto (Solução de Octoato de cobalto 1,5%). Utilizou-se como catalisador o Butanox M-50 (Peróxido de Metil etil cetona [MEK-P]), como mostra a Figura 1.

Figura 1 – (a) resina poliéster insaturada; (b) promotor de reticulação; (c) catalisador (MEK-P).



Fonte: Autor, 2018.

As fibras de bambu foram extraídas de colmos obtidos do campus profissional I (Um) da Universidade Federal do Pará – UFPa. Com o auxílio de uma tesoura metálica, as fibras foram cortadas no tamanho de 15 mm (Figura 2).

Figura 2 – Fibras cortadas no tamanho de 15 mm.



Fonte: Autor, 2018.

## 2.2 Métodos

### *Tratamento alcalino*

As fibras de bambu depois de cortadas foram colocadas em recipientes plásticos e adicionado a solução alcalina de hidróxido de sódio – NaOH (Figura 3), concentração 5%. Metade das fibras permaneceram na solução durante 2 h, a outra metade permaneceu durante 24 h, depois de concluído o tempo de tratamento, as fibras foram lavadas com água destiladas, para retirar o excesso de NaOH, e colocadas para secar em temperatura ambiente.



Figura 3 – Fibras no tamanho de 15 mm em solução alcalina.

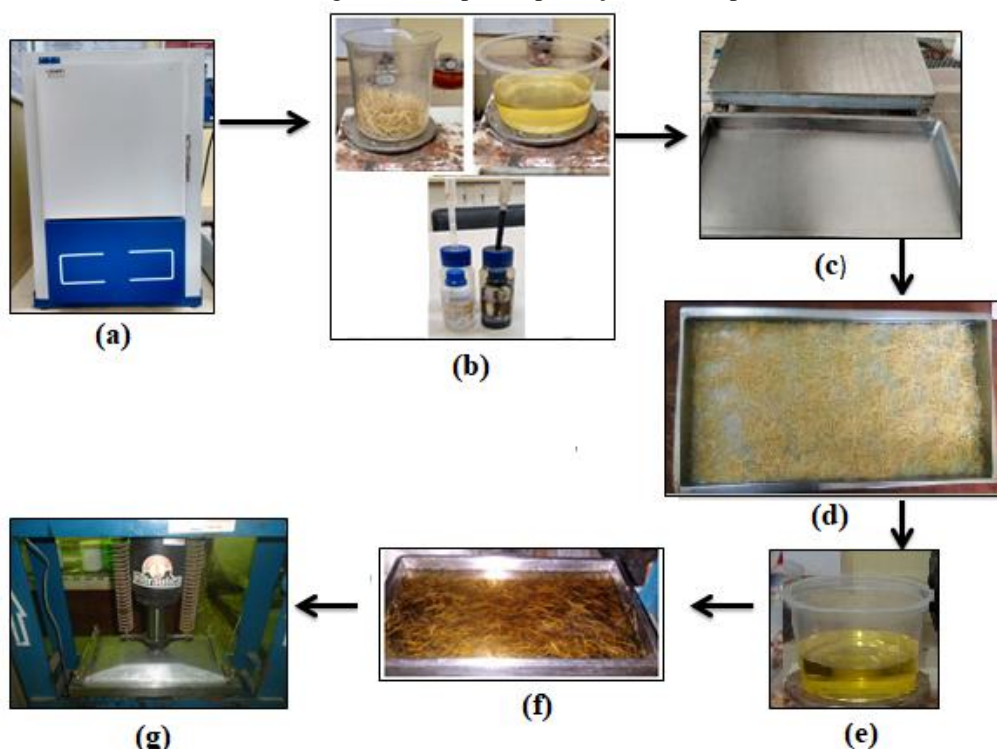


Fonte: Autor, 2018.

### ***Produção dos compósitos***

Foram produzidos compósitos na forma de placas retangulares utilizando o método manual de *Hand lay-up*, a fração mássica de fibras de bambu foi variada de 1%, 2% e 3%, sendo uma série com a fibra tratada por 2 horas e a outra série com as fibras tratadas por 24 horas. Na figura 4, são ilustradas as etapas da preparação dos compósitos. (a) Secagem das fibras em estufa à 60° C por 3min, para remover a umidade. (b) Pesagem de todos os materiais utilizados na produção dos compósitos (resina, promotor, catalisador MEK-P e fibras). (c) Aplicação de desmoldante no molde metálico. (d) Mostra as fibras dispostas de forma randômica na superfície do molde. (e) Mostra a mistura da resina com os outros produtos (promotor e catalisador MEK-P). (f) Mostra as fibras impregnadas com a resina e o início do processo de cura da resina (endurecimento). (g) Mostra o molde fechado e prensado em prensa hidráulica com carga de 2,5 kN durante 20 minutos, para haver melhor molhabilidade das fibras de bambu.

Figura 4 – Etapas da produção dos compósitos.



Fonte: Autor, 2018.

### ***Preparação dos corpos de prova***

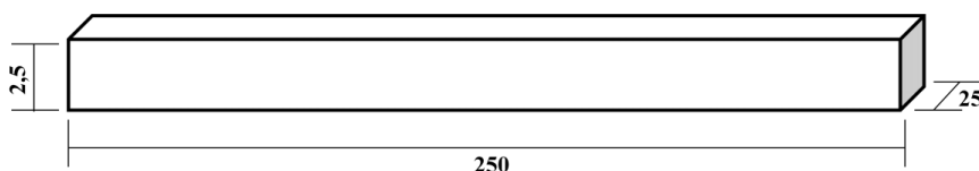
As placas de compósitos (Figura 5) produzidas foram cortadas seguindo a ASTM D 3039, que adota as seguintes medidas para os corpos de prova (Figura 6).

Figura 5 – Compósito produzido.



Fonte: Autor, 2018.

Figura 6 – Dimensões (em mm) dos corpos de prova para ensaio de tração (sem escalas).



Fonte: Autor, 2018.

### ***Ensaio de Tração***

Os ensaios mecânicos de tração foram realizados segundo a Norma ASTM D 3039, utilizando um máquina universal de ensaios mecânicos, 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 as garras de 180 mm (Figura 7).

Figura 7 – Máquina universal de ensaios mecânicos.



Fonte: Autor, 2018.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Ensaio de Tração

##### *Tratamento Alcalino por 24 horas*

Resultados obtidos no ensaio de tração dos compósitos poliméricos com reforços de fibras de bambu 15 mm tratados por 24 horas, variando a fração mássica de fibras (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados do ensaio de tração de compósitos reforçados com fibras de bambu 15 mm com tratamento pelo período de 24 horas.

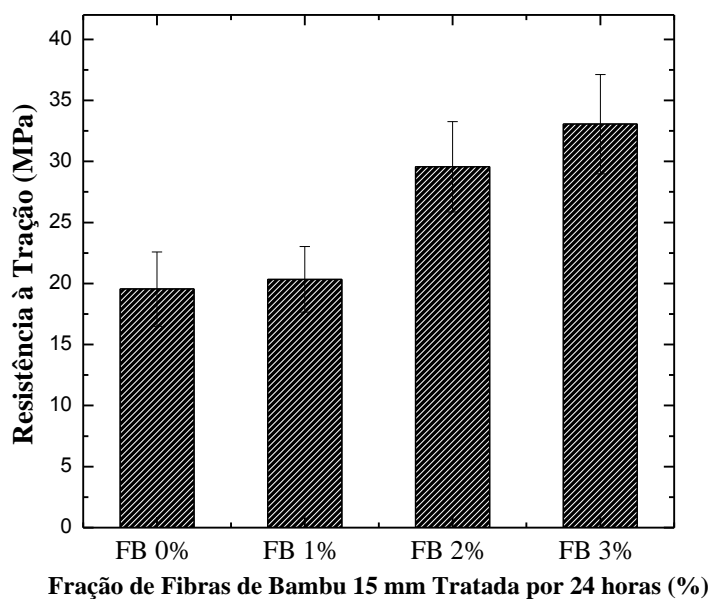
Tipo de Amostra	Proporção de Fibras (%)	Fração Mássica (FM) (g)	Resist. Tração (MPa) (Desvio Padrão)	Alongamento (mm)
<b>Matriz Sem Carga</b>	0	317,40	19,54 ( $\pm$ 3,05)	4,84
<b>Fibras de Bambu de 15 mm Tratadas.</b>	1	3,17	20,34 ( $\pm$ 2,69)	4,97
	2	6,34	29,56 ( $\pm$ 3,71)	4,82
	3	9,51	33,05 ( $\pm$ 4,07)	5,58

Fonte: Autor, 2018.

Na tabela 1, nota-se um aumento de resistência à tração dos compósitos de fibras de bambu, quando são tratadas quimicamente pelo período de 24 horas. A medida que a fração de fibras aumenta, a resistência à tração aumenta, assim, o compósito com fração mássica de 3% de reforço de fibra de bambu apresentou maior resistência à tração no valor de 33,05 MPa. Além de um alongamento de 5,58 mm, superior ao obtido pela matriz pura sem reforço.

O gráfico de barra ilustra o comparativo da matriz sem carga e dos compósitos com reforço de fibras de bambu nas frações de FB1, FB2 e FB3 15 mm tratadas por 24 horas, quanto as suas resistências à tração (Figura 8).

Figura 8. Comportamento de resistência à tração do material compósito em função das fibras de bambu de 15 mm, tratadas por 24 horas.



Fonte: Autor, 2018.



### Tratamento Alcalino por 2 horas

Resultados obtidos no ensaio de tração dos compósitos poliméricos com reforços de fibras de bambu 15 mm tratados por 2 horas, variando a fração mássica de fibras (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados do ensaio de tração de compósitos reforçados com fibras de bambu 15 mm com tratamento pelo período de 2 horas.

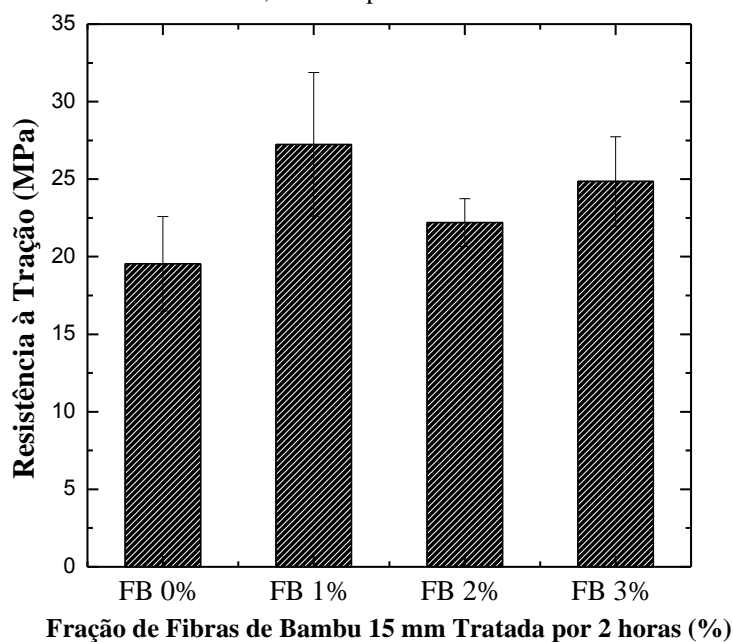
Tipo de Amostra	Proporção de Fibras (%)	Fração Mássica (FM) (g)	Resist. Tração (MPa) (Desvio Padrão)	Alongamento (mm)
<b>Matriz Sem Carga</b>	0	317,40	19,54 ( $\pm 3,05$ )	4,84
<b>Fibras de Bambu de 15 mm Tratadas.</b>	1	3,17	27,24 ( $\pm 4,64$ )	4,32
	2	6,34	22,73 ( $\pm 1,40$ )	4,01
	3	9,51	24,85 ( $\pm 2,89$ )	4,30

Fonte: Autor, 2018.

Na tabela 2, nota-se um aumento de resistência à tração dos compósitos de fibras de bambu, quando são tratadas quimicamente pelo período de 2 horas. Observou-se que o compósito com fração mássica de 1% de reforço de fibra de bambu apresentou uma resistência à tração de 27,24 MPa. Os alongamentos dos compósitos produzidos foram inferiores ao valor obtido pela matriz pura.

O gráfico de barra ilustra o comparativo da matriz sem carga e dos compósitos com reforço de fibras de bambu nas frações de FB1, FB2 e FB3 15 mm tratadas por 2 horas, quanto as suas resistências à tração (Figura 9).

Figura 9. Comportamento de resistência à tração do material compósito em função das fibras de bambu de 15 mm, tratadas por 24 horas.



Fonte: Autor, 2018.

## 4 CONCLUSÃO

Com objetivo de aumentar a adesão entre a fibra e a matriz polimérica, o tratamento alcalino nas fibras de bambu apresenta potencial para ser empregado na confecção de compósitos poliméricos. Devido os valores obtidos nesta caracterização, os materiais compósitos de matriz polimérica reforçados com as fibras tratadas por 2 horas e 24 horas apresentaram como resultados, melhor resistência à tração em comparação a matriz pura.

O aumento no tempo de tratamento alcalino nas fibras deve resultar em aumento na resistência mecânica do compósito, devido à modificação na superfície das fibras, aumentando a rugosidade superficial, removendo certa quantidade de lignina, cera e óleos que estão presentes nas fibras, resultando em uma melhor adesão entre fibra e matriz. Notou-se que houve esse aumento no limite na resistência à tração com o aumento do tempo de tratamento.

Todas as séries de compósitos que foram realizados os ensaios, tiveram resultados do limite de resistência à tração, superiores à matriz pura sem reforço.

A maior resistência à tração nos compósitos reforçados com fibra 15 mm tratadas por 24 horas, foi o compósito com fração mássica de 3%.

A maior resistência à tração nos compósitos reforçados com fibra 15 mm tratadas por 2 horas, foi o compósito com fração mássica de 1%.

### *Agradecimentos*

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia – PRODENA, Universidade Federal do Pará –UFPA, Belém, Pará, Brasil. e a CAPES pelo financiamento no desenvolvimento dos trabalhos.

## 5 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 3039-08**: "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic (Metric)", Annual Book of ASTM Standards, 2005.

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

CARVALHO, Kelly C. C. *et al.*; Efeito do tratamento químico nas propriedades térmicas de fibras curtas de coco verde. In: X Congresso Brasileiro de Polímeros - X CBPol. 2009. Foz do Iguaçu. **Anais**. 2009.

GUIMARÃES JÚNIOR, M.; NOVACK, K. M.; BOTARO, V. R. Caracterização anatômica da fibra de bambu (*Bambusa vulgaris*) visando sua utilização em compósitos poliméricos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 11(7), p. 442-456, 2010. Disponível em: <<http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/DIC10/guimaraes.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

RODRIGUES, J. S.; **Comportamento mecânico de material compósito de matriz poliéster reforçado por sistema híbrido fibras naturais e resíduos da indústria madeireira**. 2008. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2008. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.



ZIMMERMANN, M. V. G. *et al.*; Influência do tratamento químico da fibra de bananeira em compósitos de poli(etileno-co-acetato de vinila) com e sem agente de expansão. **Polímeros**, São Carlos, v.24, n.1, p. 58-64, 2014.

### **INFLUENCE OF TIME ON ALKALINE TREATMENT ON BAMBOO (*Bambusa vulgaris*) FIBERS USED AS COMPOSITE REINFORCEMENT**

**Abstract:** Seeking to improve the mechanical properties of the vegetable fibers to be applied as reinforcement in composites of polymer matrix, the alkaline treatment is an efficient alternative that alters the surface of the fiber without needing of high cost in her operation. In this work, we have as objective evaluates the influence of the time in the alkaline treatment of the bamboo fibers used as reinforcement in composites of polymer matrix. Composites were produced with the variation of the mass fraction of 1%, 2% and 3% with treatment of 2 hours and 24 hours. Rehearsals of traction of the composites were accomplished by the norm ASTM D -3039. The results showed that there was an increase in the resistance to the traction in relation to the pure head office. The best resistance results to the traction were: 33,05MPa for the fraction 3% of fiber of bamboo fiber treated by 24 hours and 27,24 MPa for the fraction 1% of bamboo fiber treated by 2 hour.

**Key-words:** Vegetable fibers. Alkaline treatment. Composites. *Bamboo vulgaris*