

# AValiação de Características Espectroscópicas de Fibras de Bambu Após Modificação Superficial\*

Eric Fortunato Soares Lima<sup>1</sup>  
Milene Muniz Eloy da Costa<sup>2</sup>  
Santino Loruan Silvestre de Melo<sup>3</sup>  
Enio Pontes de Deus<sup>4</sup>

## Resumo

Sabendo da necessidade do homem de desenvolver trabalhos com novos materiais, o uso de compósitos das mais variadas fontes cresce de forma proporcional aos avanços tecnológicos. Com isso, materiais como fibras naturais têm-se destacado, sendo utilizadas como reforço em compósitos estruturais, a fim de incrementar suas propriedades mecânicas. Nesse contexto, o objetivo principal deste trabalho é analisar as mudanças superficiais das fibras de bambu após terem passado por tratamentos químicos de mercerização e de acetilação. Estes foram realizados com o intuito de retirar ceras, hemicelulose e parte da lignina, que se encontram na superfície de fibras lignocelulósicas, a fim de incrementar a adesão das fibras com as matrizes poliméricas. Para analisar se os tratamentos propostos foram bem sucedidos na retirada desses compostos, as fibras foram avaliadas através da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) antes e após os tratamentos. Os resultados apresentaram que os tratamentos, quando realizados de forma adequada, mostraram-se eficazes sem proporcionar prejuízos estruturais às fibras.

**Palavras-chave:** Fibras lignocelulósicas; Fibras de bambu; Modificação superficial; Reforço estrutural.

## EVALUATION OF SPECTROSCOPIC CHARACTERISTICS OF BAMBOO FIBERS AFTER SUPERFICIAL MODIFICATION

### Abstract

Knowing the man's need to develop work with new materials, the use of composites of the most varied sources grows in proportion to technological advances. With this, materials such as natural fibers have been highlighted, being used as reinforcement in structural composites, in order to increase their mechanical properties. In this context, the main objective of this work is to analyze the superficial changes of bamboo fibers after having passed through mercerisation and acetylation chemicals. These were carried out in order to remove wax, hemicellulose and part of the lignin, which are found on the surface of lignocellulosic fibers, in order to increase the adhesion of the fibers with the polymeric matrices. To analyze whether the proposed treatments were successful in the withdrawal of these compounds, the fibers were evaluated through the Scanning Electron Microscopy (SEM) before and after the treatments. The results showed that treatments, when performed properly, proved effective without providing structural damage to the fibers.

**Keywords:** Lignocellulosic fibers; Bamboo fiber; Surface Modification; Structural reinforcement.

<sup>1</sup> Engenharia metalúrgica, graduando, bolsista de iniciação científica, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>2</sup> Engenharia química, doutoranda em ciência dos materiais, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>3</sup> Físico Bacharel/Licenciado, Doutorando, Professor Mestre, FAFIDAM, Universidade Estadual do Ceará, Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil.

<sup>4</sup> Engenharia Civil, Doutorado, Professor orientador, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Fibras naturais vegetais

As fibras naturais vegetais podem ser provenientes de diversas fontes, como bambu, cana-de-açúcar, coco, sisal, entre outros. Nesse contexto, as fibras lignocelulósicas têm sido bastante estudadas para aplicação em reforço de compósitos, uma vez que apresentam uma série de fatores positivos em relação às fibras sintéticas. Como exemplo, é possível citar melhores propriedades mecânicas e baixa massa específica. Além disso, esse material possui baixo custo e considerável capacidade de renovação [1].

Um dos problemas associado ao uso desse tipo de fibras é, basicamente, a falta de compatibilidade com compósitos poliméricos, visto que são compostos hidrofílicos e as matrizes poliméricas são compostos hidrofóbicos. Outro problema é que as propriedades mecânicas das fibras vegetais são bastante heterogêneas, assim é interessante que determinados tratamentos sejam feitos com o objetivo de tornar tais propriedades mecânicas mais uniformes. [2, 3]

### 1.2 Fibras de bambu

Uma vantagem da utilização do bambu é que ele é uma espécie de rápido reflorestamento e chega à idade adulta em 3 ou 4 anos. Além disso, pode suportar altas temperaturas antes de sofrerem degradação, cerca de 200 °C. [4]

As fibras de bambu são consideradas compósitos estruturais pelo fato de possuírem uma constituição vascular e fibrilar envoltos por lignina. Além disso, têm altos valores de tensão máxima na ruptura, por possuir fibrilas de celulose orientadas por toda a extensão dos entrenós do colmo. [5]

Nesse contexto, este trabalho focou em estudar as fibras de bambu da espécie *Bambusa vulgaris*, espécie que comumente cresce em solo úmido (bastante comum nas margens de terras cultivadas com clima tropical). A morfologia dessa espécie pode ser descrita da seguinte forma: o colmo acomoda nós e entrenós e cresce linearmente de forma cilíndrica; e a base do caule conecta o colmo ao rizoma. Além disso, essa espécie pode chegar a 20 metros de altura e seu diâmetro pode variar de 5 cm a 10 cm. [4]

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais utilizados

Os materiais utilizados neste trabalho são fibras de bambu da espécie *Bambusa vulgaris*. As amostras de bambu foram retiradas de reservas da Universidade Federal do Ceará (UFC) e possuíam, quando colhidas, cerca de 5 anos de idade e 10 cm de diâmetro externo. Feito isso, as amostras foram levadas para o Laboratório de Mecânica da Fratura e Fadiga (LAMEFF-UFC), onde o bambu foi teve seus colmos serrados, descascados e desfibrados.

### 2.2 Tratamento das fibras

O primeiro procedimento químico realizado foi uma lavagem com água aquecida, seguida por mercerização. O processo teve início com a imersão das fibras em água destilada, a uma temperatura de 80°C, durante 30 minutos. Posteriormente, as fibras foram lavadas com água corrente destilada em temperatura ambiente durante 10 minutos e devidamente secas. Em seguida, as fibras foram imersas em solução de NaOH 2% (p/v), na proporção de 1/10 e a uma

temperatura de 60°C. As fibras permaneceram imersas nessa solução durante 2 horas. Após o período de reação, as fibras foram devidamente lavadas com água destilada. Vale ressaltar que esse procedimento foi realizado 2 vezes. Feito isso, as fibras foram secas em uma estufa a 60°C durante 24 horas.

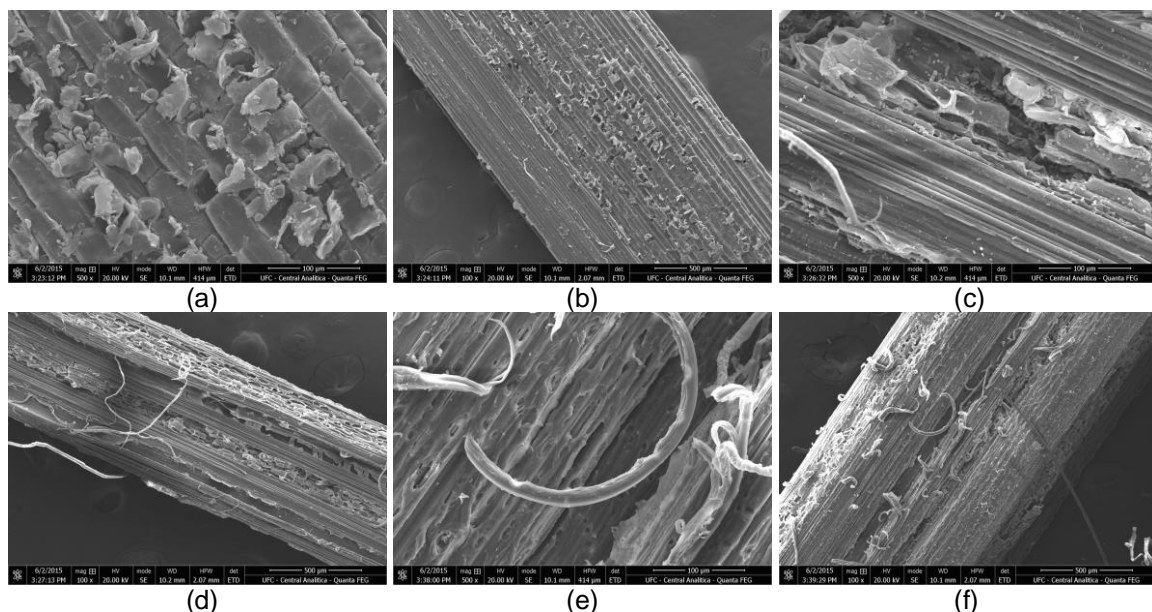
Depois de passar pela mercerização, parte das fibras foram submetidas à acetilação. Para fazer esse procedimento foi utilizada uma solução de anidrido acético e ácido acético (1,5: 1,0 em massa). Nessa solução foram adicionadas 20 gotas de ácido sulfúrico a cada 500 mL de solução. As fibras permaneceram imersas nessa solução a uma temperatura de 100°C durante 1 hora. Passado o tempo necessário, as fibras foram retiradas da solução e lavadas com água destilada, através da utilização de um banho de ultrassom por 40 minutos. Depois disso, foram secas em estufa a 60°C por 24 horas.

### 2.3 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Para fazer a devida análise da microestrutura superficial das fibras de bambu foi utilizado um microscópio de varredura FEG Quanta 450 ambiental com EDS/EBSD. Todas as amostras de fibras receberam recobrimento de ouro de 10 nm e esse procedimento foi feito em uma metalizadora de modelo BALZERS 5CD50.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através do MEV podem ser observados na Figura 1 a seguir.



**Figura 1.** (a) Microscopia eletrônica de varredura da fibra de bambu natural (x 500); (b) Microscopia eletrônica de varredura da fibra de bambu natural (x 100); (c) MEV para a fibra de bambu tratada com 2% de NaOH (x 500); (d) MEV para a fibra de bambu tratada com 2% de NaOH (x 100); (e) MEV para a fibra de bambu tratada com 2% de NaOH e acetiladas por 1h (x 500); (f) MEV para a fibra de bambu tratada com 2% de NaOH e acetiladas por 1h (x 100).

Na Figura 1 (a) e (b), micrografias referentes às fibras de bambu em seu estado natural, é possível observar que a estrutura superficial da fibra está coberta por determinadas unidades que se repetem em toda sua extensão, sendo visível o tecido fundamental das fibras, onde podem ser observadas a lignina e as ceras. Além disso, percebe-se também que a estrutura celular desse material apresenta

uma certa regularidade ao longo de toda a sua superfície. Estes resultados também foram observados em outros estudos [2, 3].

Na Figura 1 (c) e (d), é perceptível que as microfibrilas estão mais expostas. Isso significa que o tratamento com NaOH foi capaz de retirar as camadas de hemicelulose e de lignina que, antes, recobria as microfibrilas. Além disso, é notável que, apesar da retirada dessas estruturas, as microfibrilas não foram prejudicadas.

Observando a Figura 1 (e) e (f), que correspondem às fibras que passaram pela mercerização e pela acetilação, é notório que ocorreu a remoção de algumas fibrilas da camada superficial das amostras analisadas. Com isso, entende-se que este processo de acetilação degrada superficialmente a camada exterior das fibras de bambu.

#### 4 CONCLUSÃO

Depois de ser feita uma análise dos resultados obtidos por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), foi possível concluir que o processo de mercerização, feito com a concentração adequada de NaOH, é capaz de remover de forma satisfatória parte da hemicelulose e da lignina, além da cera das camadas mais externas da fibra de bambu.

Já nas fibras que também passaram pelo processo de acetilação, notou-se uma leve degradação superficial, esse fato destaca a importância de não realizar um processo de acetilação muito longo, uma vez que isso poderia degradar a fibra de forma a prejudicar suas boas propriedades.

Dessa forma, os tratamentos realizados evidenciaram um aumento da rugosidade superficial das fibras, indicando que um ancoramento mecânico pelas matrizes poliméricas pode ser facilitado. Análises do comportamento mecânico das fibras, bem como de seus respectivos compósitos, devem ser realizadas a fim de obter-se resultados mais concretos.

#### Agradecimentos

Agradecemos ao CNPQ pela bolsa de pesquisa concedida e ao LAMEFF por todo o amparo no desempenho das atividades experimentais. Agradecemos também, ao professor orientador Prof. Dr. Enio Pontes de Deus.

#### REFERÊNCIAS

- 1 Loruan Silvestre De Melo S. Investigação das Propriedades Mecânicas e Adesão Interfacial dos Compósitos de Polipropileno Virgem e Reciclado Reforçados com Fibras e Microfibras de Bambu [Mestrado]. Universidade Federal do Ceará; 2016.
- 2 Bourmaud A, Baley C. Nanoindentation contribution to mechanical characterization of vegetal fibers. *Composites Part B: Engineering*. 2012;43(7):2861-2866.
- 3 Costa MME, Melo SLS, Santos JVM, Araújo EA, Cunha GP, Deus EP, Schmitt N. Influence of physical and chemical treatments on the mechanical properties of bamboo fibers. In: 3rd International Conference on Natural Fibers, 2017
- 4 Eufrazio da Costa J A. Estudo das Propriedades Térmicas e Mecânicas de Biocompósitos com Matriz Polimérica Derivada do LCC Suportados em Fibras de Bambu [Mestrado]. Universidade Federal do Ceará; 2012.

- 5 Wahab. Relationship between physical, anatomical and strength properties of 3-year-old cultivated tropical bamboo *gigantochloa scortechinii*. Journal of Agricultural and Biological Science. 2012;7(10):782-791.