

## REFORÇO DE MATERIAIS COMPÓSITOS COM FIBRAS DE COCO<sup>1</sup>

*Deibson Silva da Costa<sup>2</sup>*  
*Wassim Raja El Banna<sup>3</sup>*  
*Eduardo de Jesus Silva Dos Santos<sup>4</sup>*  
*Carlos Eduardo Pinto Lopes<sup>4</sup>*  
*César Tadeu Nasser Medeiros Branco<sup>4</sup>*  
*Roberto Tetsuo Fujiyama<sup>5</sup>*

### Resumo

Este artigo mostra a caracterização dos compósitos reforçados com fibras de coco. Pois, além de oferece um novo destino aos cocos utilizados pelos comerciantes de Belém, os quais seriam jogados em lixões a céu aberto, sem nenhum tratamento ou preocupação ambiental. Propicia a opção de novos materiais para algumas aplicações. As fibras foram cortadas nos comprimentos de 5 mm, 10 mm e 15 mm e unificadas com a resina tereftálica para produção dos compósitos. Sendo empregado um processo simples na fabricação dos 10 corpos de prova. Os corpos de prova foram submetidos a ensaio de tração, onde foram analisadas sua resistência, e análises microscópica óptica para avaliação das superfícies fraturadas.

**Palavras-chave:** Fibras de coco; Materiais compósitos; Recursos vegetais.

### REINFORCEMENT OF COMPOSITE MATERIALS WITH FIBER COCONUT

#### Abstract

This article shows the characterization of composites reinforced with coconut fiber. Because in addition to offering a new destination to coconuts used by traders of Bethlehem, which would be played in open dumps with no treatment or environmental concern. Provides the option of new materials for some applications. The fibers were cut in lengths of 5 mm, 10 mm and 15 mm and unified with the resin tereftálica for manufacture of composites. Being employed a simple process in the manufacture of 10 specimens. The specimens were subjected to tensile test, where we analyzed their resistance, and optical microscopic analysis to evaluate the fractured surfaces.

**Key words:** Coconut fibers; Composite materials; Plant resources.

<sup>1</sup> *Contribuição Técnica ao 68º Congresso Anual da ABM, 30 de julho a 02 de agosto de 2013, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

<sup>2</sup> *Engenheiro mecânico. Me, Professor, Faculdade de Engenharia Mecânica, ITEC, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil; deibsonsc@yahoo.com.br.*

<sup>3</sup> *Engenheiro mecânico. Me, Professor, Faculdade de Engenharia Mecânica, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.*

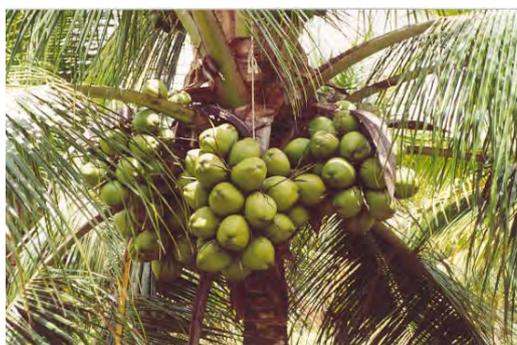
<sup>4</sup> *Graduando, Faculdade de Engenharia Mecânica, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.*

<sup>5</sup> *Engenheiro mecânico. Dr, Professor Adjunto, PPGEM, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é o modelo de vida que busca o equilíbrio entre o desenvolvimento tecnológico e industrial com a preservação do meio ambiente. A utilização de materiais renováveis é uma alternativa de desenvolvimento sustentável. Entre esses materiais renováveis estão as fibras vegetais, que apresentam inúmeras vantagens como: são abundantes, biodegradáveis, baixa peso específico, facilidade de obtenção, não agressão ao meio ambiente em seu processamento, entre outras. Compósitos reforçados por fibras naturais despertam interesse nos meios acadêmicos e tecnológicos pelas possibilidades associadas de serem materiais ecologicamente favoráveis<sup>(1)</sup> e de propriedades mecânicas competitivas com a de outros compósitos reforçados por fibras sintéticas,<sup>(2,3)</sup> usados em larga escala, tendo vantagens sobre estes materiais por possuírem custos de produção mais baixos, menor leveza e maior tenacidade.<sup>(4)</sup> As fibras são as cargas mais eficazes para melhorar as propriedades mecânicas de polímeros. A presença das fibras restringe a deformação da matriz e faz com que as solicitações recebidas sejam transferidas da matriz polimérica para as fibras de reforço através de tensões na interface.

A cultura do coco é abundante em muitos países tropicais, principalmente nas faixas de litoral. O coqueiro cresce em areias salgadas de praias, onde nenhuma outra cultura seria economicamente viável. É de fácil cultivo e produz por longo período, sendo seu fruto constituído por uma casca lisa, o exocarpo, pelo mesocarpo, parte espessa intermediária e pelo endocarpo, casca duríssima e lenhosa. O mesocarpo fornece as fibras que, no fruto maduro, apresentam-se lenhosas e duras e, nos frutos verdes, são moles, com alto teor de umidade e fornecem a melhor fibra celulósica. Como a colheita é feita, em maior escala, quando os cocos estão maduros, há maior disponibilidade de fibras grosseiras.<sup>(5)</sup> A Figura 1 mostra a imagem de um coqueiro.



**Figura 1.** Arvore de coco (coqueiro).

O artigo possibilitou a avaliação mecânica e microestrutural de compósitos reforçados por fibras de coco de comprimentos 5 mm, 10 mm e 15 mm.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

A resina utilizada foi a poliéster tereftálica insaturada. E fibras de coco obtidas de pequenos comerciantes de Belém, os quais seriam jogados em lixões a céu aberto, sem nenhum tratamento ou preocupação ambiental. A Figura 2 mostra a fibras de coco.



Figura 2. Fibras de coco.

A Figura 2 mostra a fibra de coco, sem tratamento, que foram processadas no trabalho.

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Compósitos de coco

A fabricação realizou-se manualmente através do uso de moldes de silicone, sem pressão ou vibração das fibras nos compósitos. Os compósitos foram lixados até as medidas da norma ASTM D 638M.<sup>(6)</sup> Figura 3 mostra um fluxograma de fabricação dos compósitos de fibras de coco.

O fluxograma a seguir mostra como foram produzidos os compósitos de fibras de coco para os ensaios de tração.

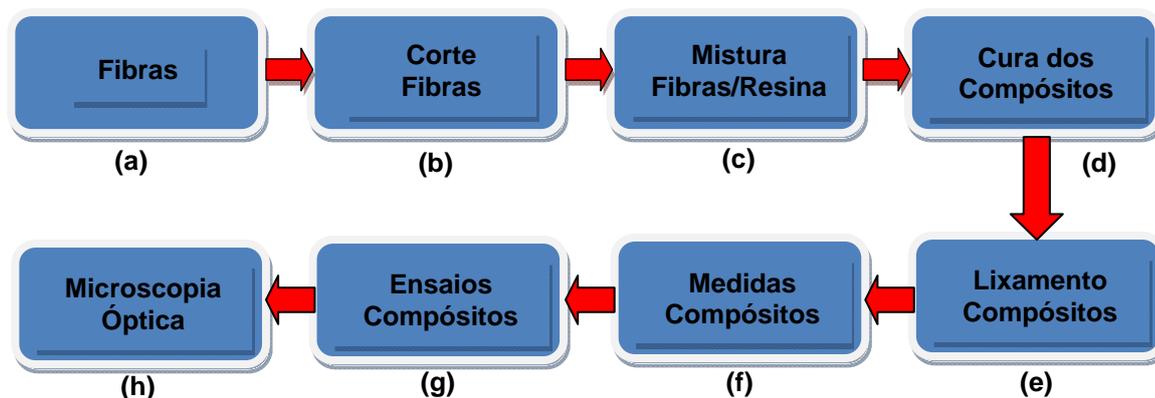


Figura 3. Fluxograma de fabricação dos compósitos de fibras de coco.

O fluxograma mostra os processos (etapas) de fabricação dos compósitos de fibras de coco. Pode-se observar na Figura 3a temos as fibras antes de serem cortadas; na Figura 3b apresenta o corte das fibras nos comprimentos de 5 mm, 10 mm e 15 mm; na Figura 3c temos a homogeneização fibras resina para posterior vazamento nos moldes de silicone; na Figura 3d ilustra a cura dos compósitos por 7 dias nos moldes de silicone; na Figura 3e apresenta o lixamento dos compósitos para se conseguir as medidas da norma de ensaio; na Figura 3f mostra a aferição dos compósitos com paquímetro digital para verificação de suas dimensões; na Figura 3g temos os ensaios de tração dos compósitos para determinação de sua resistência mecânica; na Figura 3h ilustra a microscopia óptica dos compósitos para análise de suas superfícies fraturadas.

### 2.2.2 Caracterização mecânica e microestrutural dos compósitos

Foram fabricados 10 corpos de prova para os procedimentos experimentais. Os ensaios de tração foram realizados de acordo com a norma ASTM D 638M.<sup>(6)</sup> Os ensaios foram realizados com seguintes parâmetros: com célula carga de 5 kN, a uma velocidade de ensaio de 5 mm/min. O equipamento utilizado foi máquina universal de ensaio fabricada pela KRATOS COF Equipamentos Industriais LTDA, modelo MKCA - KE.do laboratório de ensaios mecânicos do Laboratório de Engenharia Mecânica (LABEM).

A microestrutura dos compósitos foi verificada por microscopia óptica, para obtenção das fraturas ocorridas no material.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

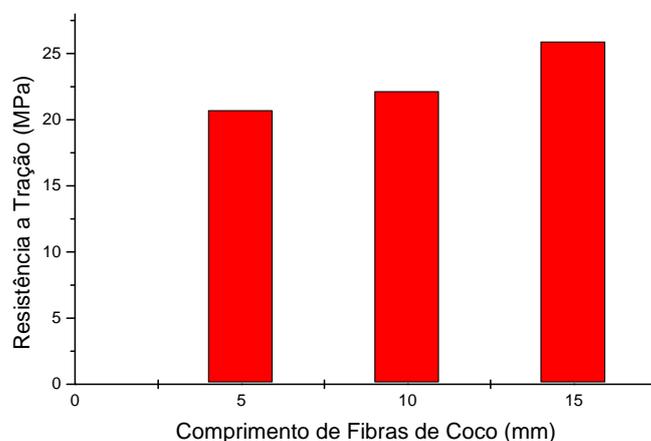
### 3.1 Caracterização Mecânica e Microestrutural dos Compósitos

Na caracterização mecânica dos compósitos de coco, temos os resultado mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Caracterização mecânica dos compósitos de coco

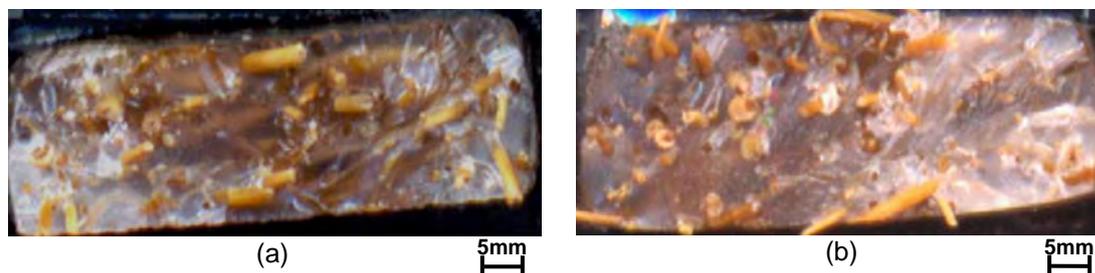
Reforço	Fração Mássica do Reforço ( $F_M$ ) %	Resistência a Tração ( $\sigma$ ) (MPa)
Coco 5 mm	8,24	<b>20,71 (<math>\pm 1,46</math>)</b>
Coco 10 mm	6,03	<b>22,15 (<math>\pm 2,49</math>)</b>
Coco 15 mm	5,54	<b>25,91 (<math>\pm 2,16</math>)</b>

A Tabela 1 apresenta os resultados de resistência a tração dos compósitos de coco. Observa-se que os compósitos reforçados por fibras de 15 mm foram que apresentaram melhor desempenho mecânico. Os compósitos reforçados por fibras de 10 mm demonstraram resultados intermediários de resistência a tração. Já os compósitos reforçados por fibras de 5 mm apresentaram menores resultados de resistência mecânica entre as séries fabricadas. Diante dos resultados e pela literatura pesquisada verificou-se que a fração mássica de fibras nos compósitos não tem uma importância significativa na resistência a tração dos compósitos produzidos. A Figura 4 evidencia essa tendência de aumento da resistência a tração do compósito com aumento do comprimento da fibra.



**Figura 4.** Resistência à tração versus comprimentos de fibras.

A caracterização das superfícies fraturadas foram analisadas através de microscópio óptico. A Figura 5 mostra as superfícies fraturadas dos compósitos de fibras de coco.



**Figura 5.** Superfície de fratura de compósito poliéster reforçado com fibras de coco.

Na Figura 5a temos a fratura dos compósitos de coco com fibras de 5 mm demonstrando descolamento e arrancamento das fibras, além de vazios, defeitos, entrâncias e outros elementos que prejudicam sua resistência mecânica. Na Figura 5b apresenta a fratura dos compósitos de coco com fibras de 15 mm mostrando o rompimento e melhor compactação das fibras, e também melhor disposição e alinhamento das fibras que interagem de maneira positiva na resistência mecânica dos compósitos produzidos.

#### 4 CONCLUSÕES

As fibras de coco se mostraram eficientes como reforços de compósitos poliméricos. Pois, os resultados obtidos em ensaios de tração foram satisfatórios, de acordo com a literatura pesquisada.

A caracterização mecânica em ensaio de tração foi adequada para análise dessa propriedade dos compósitos. Demonstrando que os compósitos de fibra de 15 mm apresentaram melhor desempenho mecânico. E os compósitos de fibras de 5 mm proporcionaram menores desempenho mecânico entre as séries fabricadas.

Na caracterização da microestrutura dos compósitos foram capazes de identificar as falhas predominantes nas superfícies fraturadas dos compósitos. Mostrando as falhas dominantes de cada série fabricada. Nos compósitos de fibras de 15 mm se identificou a dominação de fibras rompidas e nos compósitos de fibras de 5 mm se observou a dominação de fibras arrancadas.

Compósitos vegetais são de extrema importância para o desenvolvimento de novos materiais para os diversos ramos das indústrias, construção civil, naval, automobilística e outras áreas. Daí a importância de se pesquisar novas fibras vegetais com potencial de reforço dos compósitos dessa natureza.

#### Agradecimentos

Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura – LABMEV do Instituto de Geociências, e ao Laboratório de Engenharia Mecânica (LABEM) da Universidade Federal do Pará pelas realizações dos experimentos deste trabalho e ao ITEGAM – Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia.

## REFERÊNCIAS

- 1 NAVARRO, R. F.; MEDEIROS, J. MARIZ, T. F.. Determinação do conteúdo de celulose e lignina em fibras de Luffa Cilíndrica. **Anais** do I Congresso Brasileiro de Polímeros, São Paulo novembro de 1991.
- 2 FUNG, K. L.; XING, X. S.; LI, R. Y.; MAI, Y.-W. An investigation on the processing of sisal fibre reinforced polypropylene composites. **Composites Science and Technology**. v. 63, p.1255-1258, 2003.
- 3 BHATTACHARYA, D.; BOWIS, M.; JAYARAMAN, K. Thermoforming wood fiberpolypropylene composite sheets. **Composites Science and Technology**. v. 63, p. 353-365, 2003.
- 4 HRISTOV, V. N.; LACH, R.; GRELLMANN, W. Impact fracture Behavior of modified Polypropylene/Wood Fiber Composites. **Polymer Testing**. v. 23, p. 381-389, 2004.
- 5 CEPED - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento. Utilização de fibras vegetais no fibrocimento e no concreto-fibra. **BNH-DEPEA**, Rio de Janeiro, 1982.
- 6 ASTM D 638 - 1989, "**Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic (metric)**", Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, 1989.