

# COMPÓSITOS DE FIBRAS DE JUTA E MATRIZ POLIÉSTER<sup>1</sup>

*Deibson Silva da Costa<sup>2</sup>*

*Wassim Raja El Banna<sup>2</sup>*

*Eduardo de Jesus Silva dos Santos<sup>3</sup>*

*Carlos Eduardo Pinto Lopes<sup>3</sup>*

*Everaldo Afonso Fernandes<sup>3</sup>*

*Roberto Tetsuo Fujiyama<sup>4</sup>*

## Resumo

O desenvolvimento e a aplicação de materiais renováveis de baixo custo e de reduzido consumo de energia na engenharia tornam-se exigências básicas atualmente. Pois, as fontes não renováveis de matérias-primas já estão se esgotando e de forma inversa a demanda por elas vem aumentando ano a ano. O artigo mostra os resultados obtidos de compósitos naturais reforçados por fibras de juta. As fibras de juta foram caracterizadas e cortadas no comprimento de 5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm. As fibras foram incorporadas com a resina polimérica tereftálica adotando um processo de fabricação manual e simples. Os compósitos foram caracterizados mecânica, física e microestruturalmente. Foram fabricados 12 corpos de prova reforçados com fibras de juta para cada comprimento de fibra. Os resultados encontrados foram analisados e comparados com outros compósitos reforçados com outras fibras vegetais.

**Palavras-chave:** Fibras de juta; Materiais compósitos; Compósito de poliéster.

## COMPOSITES OF JUTE FIBRES AND POLYESTER MATRIX

### Abstract

The development and application of renewable materials, low cost and low power consumption in engineering become basic requirements today. For the non-renewable sources of raw materials are already running out and reverse the demand for them is increasing year by year. The paper shows the results of composites reinforced by natural fibers of jute. The fibers of jute were characterized and cut to length 5 mm, 10 mm, 15 mm and 20 mm. The fibers were incorporated with the polymeric resin tereftálica adopting a manufacturing process simple and manual. The composites were characterized mechanical, physical and microstructurally. Were manufactured 12 test pieces reinforced with fibers of jute for each length of fiber. The results were analyzed and compared with other composites reinforced with other fibers.

**Key words:** Jute fibers; Composite materials; Polyester composite.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 68º Congresso Anual da ABM - Internacional, 30 de julho a 2 de agosto de 2013, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

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

<sup>3</sup> *Graduando, Faculdade de Engenharia Mecânica, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.*

<sup>4</sup> *Dr., Professor Adjunto, PPGEM, ITEC, UFPA, Belém, PA, Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e a aplicação de materiais renováveis de baixo custo e de reduzido consumo de energia na Engenharia tornam-se exigências básicas atualmente. Os materiais industrializados mobilizam recursos financeiros, consomem muita energia e requerem processos centralizados em sua produção. Em conseqüência, entre outros impactos, várias atividades são suprimidas em áreas rurais ou mesmo em cidades de pequeno porte e materiais não renováveis são irreversivelmente desperdiçados, causando permanente poluição ambiental. A variedade de materiais hoje disponíveis para uso em Engenharia é extraordinariamente grande e com materiais cada vez mais especializados para aplicações específicas. As fibras vegetais representam, na constituição de um material compósito, um caso de particular relevância entre os materiais de Engenharia não clássicos. No entanto, para se entender melhor como se comporta esse material não convencional, torna-se necessário efetuar estudos de seus constituintes separadamente, ou seja, da fibra e da matriz.<sup>(1)</sup>

Com o nome científico (*Corchorus capsularis*), e originário da Índia, a juta é uma fibra resistente e tem módulo de elasticidade relativamente elevado. Do fio de juta são produzidos diversos tipos de telas usadas em confecções, decorações, revestimentos de piso e parede, artesanato, cortinas, sacolas, divisórias, base para gesso, sacarias.<sup>(2)</sup>

Após a colheita, os feixes com as hastes, ficam imersos em água por 15 a 20 dias, depois de ser desfiada e lavada, a juta fica é posta a secar estendida em varais, por dois ou três dias. As fibras, após a secagem, são armazenadas e, posteriormente, comercializadas em fardos. O processo de fiação tem início no amaciador, uma máquina que suaviza a fibra, e numa etapa seguinte, dá-se a cardagem que "penteia" e desembaraça a juta, resultando em finos fios, esses fios, então, são organizados em grandes rolos por uma máquina denominada passador. Os rolos seguem para as fiadeiras, onde as fibras são torcidas e trançadas, dando origem a fios, cordas e cabos de várias espessuras, de acordo com sua utilização. As fibras de juta são classificadas como: amaciadas, cardadas e urdidadas transformando-se em fios. A juta é um arbusto que alcança uma altura de 3 a 4 metros. Seu florescimento acontece cerca de 4 a 5 meses após a sementeira, iniciando-se imediatamente a colheita.<sup>(1)</sup> A Figura 1 apresenta os arbustos de planta de juta.



**Figura 1.** Arbusto de planta de juta.

O trabalho tem como objetivo apresentar o comportamento mecânico, físico e microestrutural das fibras de juta e o desempenho mecânico a tração e análises microestrutural dos compósitos reforçados por fibras de juta de 5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Materiais**

Foram utilizados dois constituintes dos compósitos fabricados de juta. A resina polimérica de poliéster com catalisador na proporção de 0,33% v/v. E as fibras de juta obtidas no comércio local. Figura 2 ilustra exemplo das fibras de juta.



**Figura 2.** Fibras de juta.

As fibras juta foram trabalhadas da maneira como adquiridas, sem qualquer processo de lavagem ou tratamento químico.

### **2.2 Métodos**

#### **2.2.1 Caracterização das fibras de juta**

As caracterizações física, mecânica e microestrutural foram realizadas de acordo com as normas ASTM D3822<sup>(3)</sup> e DNER-ME 084.<sup>(4)</sup> Foram retiradas 100 amostra para os procedimentos laboratoriais. Sendo que a caracterização física das fibras consiste na determinação do diâmetro, comprimento, teor de umidade, massa específica. A caracterização mecânica das fibras consiste na determinação da resistência a tração, alongamento. A caracterização da microestrutura da fibra consiste em verificar as características das fibras antes e após serem tracionadas e rompidas.

#### **2.2.2 Fabricação e caracterização dos compósitos de juta**

Confecção manual dos compósitos, sem uso de aparato tecnológico, com uso de moldes de silicone.

As fibras foram primeiramente cortadas nos comprimentos desejados de 5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm. Depois foram misturadas por cerca de cinco minutos com a resina e catalisador. Em seguida depositadas nos moldes de silicone para seu processo de cura que foi de sete dias. Após esse período os compósitos foram desmoldados e devidamente preparados, por procedimentos metalográficos, para os ensaios de tração e caracterização mecânica. Todos os procedimentos de fabricação foram baseados em normas ou recomendações da literatura e os ensaios mecânicos foram realizados de acordo com a norma ASTM D 638M.<sup>(5)</sup>

As frações mássicas de fibras nos compósitos foram determinadas para todos os comprimentos de fibra (5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm). Sendo realizado pela capacidade volumétrica dos moldes vazios acomodarem somente as fibras dentro dos moldes sem compactação ou pressão, sendo pesadas dez vezes, calculando-se a média das pesagens e transformando-se as frações mássicas encontradas em porcentagem para cada comprimento de fibra. Com isso encontrou-se frações mássicas diferentes para cada comprimento de fibras utilizadas na fabricação dos compósitos.

Os ensaios foram realizados em uma máquina universal de ensaio fabricada pela Kratos com célula carga de 5 kN, a uma velocidade de ensaio de 5 mm/min. Figura 3 os compósitos de juta devidamente preparados para serem submetidos a máquina de ensaio de tração. A microestrutura dos compósitos foi verificada por microscopia óptica.



Figura 3. Corpos de Compósitos de Fibras de juta.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização das Fibras de Juta

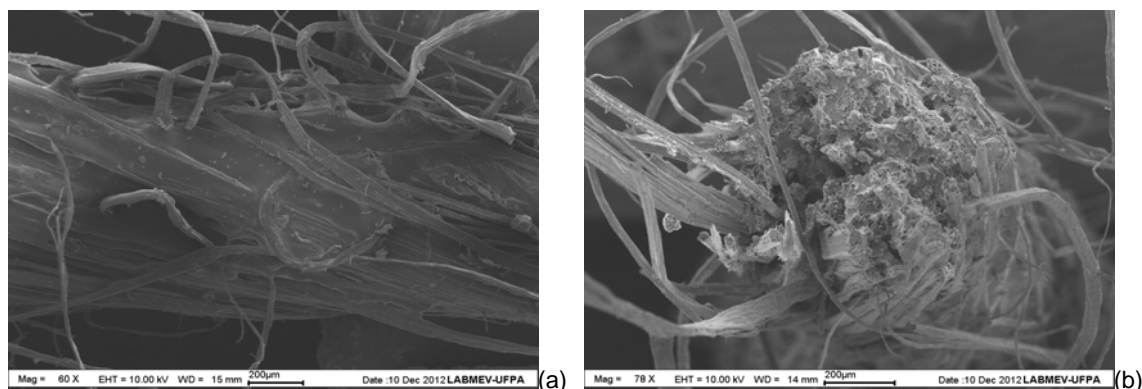
A Tabela 1 mostra a caracterização mecânica e física das fibras de juta utilizadas no trabalho.

Tabela 1. Propriedades mecânicas e físicas das fibras de juta

Fibra	Resist. Tração (MPa)	Alongamento (%)	Diâmetro (mm)	Massa Específica (g/cm <sup>3</sup> )	Teor de Umidade (%)
Juta	208,75 (± 65,28)	2 (± 1,01)	0,10 (± 0,005)	1,10 (± 0,01)	12,5 (± 0,5)

Os resultados da caracterização mecânica e física das fibras de juta mostraram resultados suficientes para determinação da sua escolha para aplicação como reforço de compósitos poliméricos. Pois, os resultados foram bons quando comparados com as fibras de sisal, por exemplo, que apresenta resultados similares.

As Figuras 4 mostra-se as microestruturas das fibras de juta. A Figura 4a superfície da fibra de juta e a Figura 4b ilustra a seção da fibra fraturada após o ensaio de tração.



**Figura 4.** (a) Fibra de juta seção longitudinal, (b) Fibra de juta fraturada.

As imagens da Figura 4 demosntram microstrutura das fibras de juta. Na Figura 4a temos a superfície longitudinal da fibra mostrando resíduos, desfiamento das microfibrilas, irregularidades, cavidades e outros elementos presentes. Já na Figura 4b ilustra a região fratura da fibra de juta após o ensaio de tração, evidenciando as microfibrilas expostas e uma maior quantidade de desfiamento e embaralhamento dos elementos constituintes das fibras.

### 3.2 Caracterização Mecânica e Microestrutural dos Compósitos de Juta

Na Tabela 2 tem-se o comportamento mecânico de tração dos compósitos de juta.

**Tabela 2.** Comportamento mecânico dos compósitos de juta

Compósito	Fração Mássica do Reforço ( $F_M$ ) %	Resistência a Tração ( $\sigma$ ) (MPa)
Juta 5 mm	9,80	19,56 ( $\pm 1,32$ )
Juta 10 mm	9,56	21,30 ( $\pm 2,90$ )
Juta 15 mm	7,77	30,57 ( $\pm 3,49$ )
Juta 20 mm	7,50	25,34 ( $\pm 2,61$ )

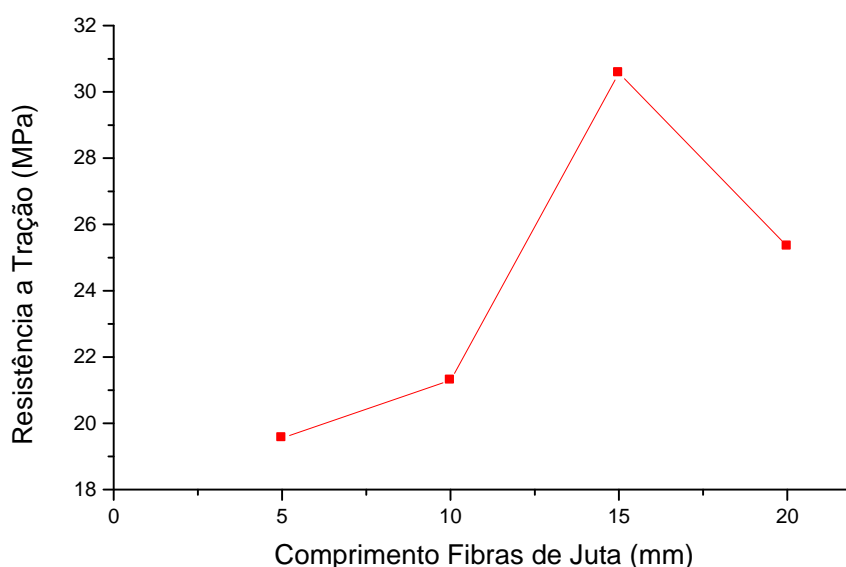
De acordo com os resultados dos compósitos de fibras de juta se nota um aumento acentuado da resistência dos compósitos com aumento do comprimento das fibras, isso acontece até o comprimento de 15 mm. Após isso, nota-se o decaimento da resistência do compósito (fibra de 20 mm). Fato que provavelmente ocorreu devido ao processo de fabricação utilizado no trabalho que consiste em manipulação manual, com fibras descontínua e aleatórias, tamanho dos corpos de prova. Limitando assim, o comprimento máximo de fibras inserido no compósito, no caso para fibras de juta, o comprimento máximo conseguido foi de 20 mm. Com isso, os compósitos de fibras menores (5 mm) tem-se uma grande concentrações de tensões pelo maior números de extremidades das fibras. Nos compósitos de fibras de 20 mm tem-se o inconveniente das fibras não se acomodarem adequadamente, e curarem dentro dos compósitos nas mais variadas direções. Ao ponto de ficarem enroladas

dentro dos compósitos, o que prejudica sua função de reforço efetivo. Prejudicando suas características mecânicas.

As diferentes frações mássicas de fibras inseridas nos compósitos não influenciaram de maneira significativa nas resistências a tração dos compósitos. Pois, pode-se observar pela Tabela 2 que a variação de fração mássica das fibras, entre a fração (9,80%) e a fração (7,77%) ficou em torno de 2%. Enquanto que a resistência a tração dos compósitos com as mesmas proporções de fração mássica (9,80% e 7,77%) de fibras, apresentaram variação em sua resistência em torno de 40%.

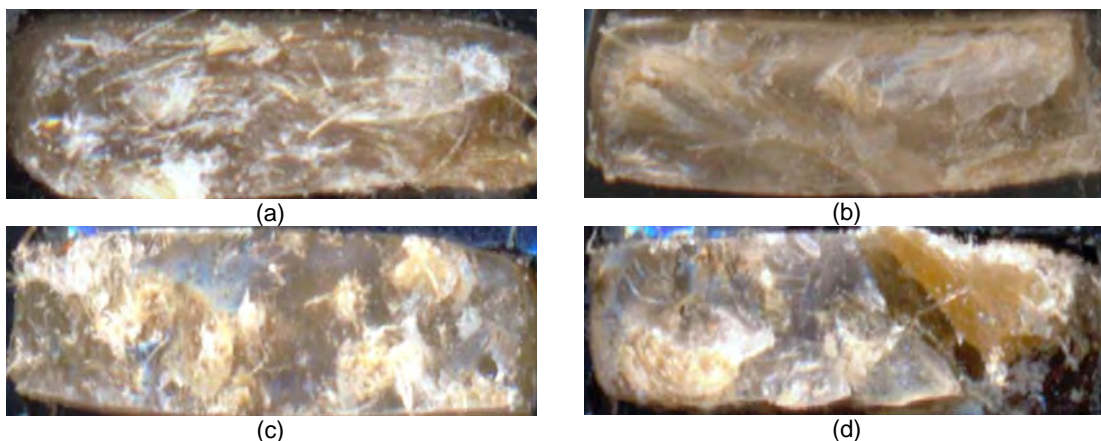
Diante disso, houve uma pequena influência das frações mássicas de fibras nas propriedades de tração dos compósitos. Por outro lado, enfatiza-se a alta influência dos comprimentos de fibras nas características mecânicas dos compósitos.

A Figura 5 mostra o comportamento mecânico de tração dos compósitos de juta de 5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm.



**Figura 5.** Resistência a tração dos compósitos versus comprimentos de fibras.

Na Figura 6 mostra as fraturas dos compósitos de fibras de juta de 5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm. Pois, esses compósitos obtiveram resultados com diferenças mais acentuadas.



**Figura 6.** Superfície de fratura dos compósitos de fibras de juta: (a) Compósitos de 5 mm; (b) Compósitos de 10 mm; (c) Compósitos de 15 mm; (d) Compósitos de 20 mm.

A Figura 6 apresenta-se as morfologias dos compósitos de fibras de juta. Observa-se que nos compósitos de menores resistências a tração, reforçados com fibras de 5 mm (Figura 6a) nota-se a presença de um emaranhado de fibras na superfície, além de vazios e crateras, afetando de maneira negativa a resistência do compósito. Na morfologia dos compósitos de 15 mm (Figura 6b) deslumbra-se com aparecimento de fibras arrebatadas da matriz, o que elevou a resistência do compósito. Na Figura 6d apresenta-se os compósitos de 20 mm com acentuados defeitos e vazios em sua superfície, depreciando sua resistência.

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados de caracterização das fibras estudadas e dos compósitos observaram-se grandes variações em seus valores. Pois, por tratar-se de material vegetal orgânico proveniente da natureza e por não serem submetidos a qualquer processamento industrial.

Nos compósitos inseridos fibras de juta obtiveram incremento do aumento da resistência com aumento do comprimento das fibras nos compósitos. Sendo isso, efetivo até o comprimento de 15 mm. Com a resistência dos compósitos de fibras de 20 mm decaiu. Demonstrando que pelo processo de fabricação adotado o comprimento efetivo de reforçamento é os de fibras de 15 mm.

Em relação a microestrutura foi confirmado a ineficiência de adesão entre fibras/matriz para os compósitos de resistência menores e eficiência de ancoragem na interface fibras/matriz para os compósitos de maiores resistências.

#### 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 PICANÇO, M. S. **Comportamento à Compressão de Argamassas Reforçadas com Fibras Vegetais da Amazônia (Behavior of cement mortar reinforced with Amazonian fibers subjected to compression)**. Rio de Janeiro – PUC Rio, 2008.
- 2 TOLEDO FILHO, R. D e GHAVAMI, K. Comportamento em compressão de argamassa reforçadas com fibras naturais. Relação tensão deformação experimental e processo de fratura. **R. Brás. Eng. Agríc. Ambiental, Campina grande**, v. i, p.79-88, 1997.
- 3 ASTM D 3822 – 1996, “**Standard Test method for Tensile Properties of Single Textile - Fibers**”, Annual Book of ASTM Standards”, American Society for Testing and Materials, 1996.
- 4 Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (1995). **DNER-ME 084/95**. Agregado miúdo – determinação da densidade real.
- 5 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.