

## FIBRAS DE BANANEIRA COMO MATERIAL DE ENGENHARIA

**Wassim Raja El Banna** – wassim\_eng04@yahoo.com.br

**Roberto T Fujiyama** – fujiyama@ufpa.br

**Izrael Pinho dos Santos** – izrael@ufpa.br

**Léo C. O. Pereira** – leocesaroliveira@hotmail.com

UFPA, Programa de Pós-graduação em Eng. Mecânica e Faculdade de Engenharia Mecânica  
Rua Augusto Corrêa, 01, ITEC - Guamá  
66075-110 – Belém – Pará

***Resumo:** O grupo de pesquisa em materiais compósitos da Faculdade de Engenharia Mecânica e da Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFPA vem desenvolvendo atividades de pesquisa com vista à aplicação de fibras natural vegetal como material de engenharia. As fibras naturais usadas como reforço em matrizes poliméricas melhoram as propriedades mecânicas dos polímeros e podem substituir reforços inorgânicos obtidos de fontes não-renováveis como a fibra de vidro, com as vantagens adicionais de serem mais leves, menos abrasivas aos equipamentos de processamento e biodegradáveis. O grande desafio seria converter as boas características das fibras celulósicas da bananeira e curauá, comprovadas pelos artesanatos, para a indústria, criando novas fontes de trabalho. A bananeira está entre as culturas de maior importância econômica para os países tropicais e subtropicais. Da família das Musaceas é cultivada em todos os Estados brasileiros, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior. O curauá é uma planta legitimamente brasileira, de fácil cultivo e processamento, que produz fibras de ótimo desempenho mecânico. Com base nisso, iremos utilizar neste trabalho as fibras extraídas do pseudocaule da bananeira São-Tomé (*Musa Sapientum*, Musaceae) e da folha do curauá (*Ananas erectifolius*). A extração das fibras será feita de forma manual, sem uso de nenhuma tecnologia, e sem tratamento químico nas fibras. Sendo a fibra de curauá conhecida hoje como uma das fibras naturais que apresentam maior resistência, o objetivo deste trabalho é provar que a fibra da bananeira também pode ser usada como reforço para materiais compósitos substituindo fibras tradicionalmente usadas em engenharia.*

***Palavras-chave:** Material compósito, Fibra natural, Fibra de bananeira.*

### 1 INTRODUÇÃO

Toda produção de banana, no Brasil, é consumida *in natura* e o seu cultivo tem papel fundamental quanto à mão-de-obra. A banana possui um fator importante na alimentação da população de baixa renda, isso por ela não só apresentar um valor nutritivo considerável, mas também por ter um custo baixo. Permitindo assim um retorno rápido ao produtor gerando com isso divisas para o País. Em termos de produção o Brasil é o segundo maior produtor de banana perdendo apenas para Índia, possuindo assim um alto índice de produtividade. Essa é uma das razões pelo estudo das fibras da bananeira, sendo uma planta de fácil cultivo no

Brasil e assim trazer vantagens quanto a sua obtenção a fim de ser usada como reforço em polímeros.

A fibra de curauá é a terceira numa análise econômica no país, após sisal e juta, e está entre as lignocelulósicas de maior rigidez. Algumas vezes citada como a mais competitiva entre as fibras brasileiras já que está sendo cultivada em larga escala na região Amazônica. Estas fibras são utilizadas pela população indígena para confecção de redes para dormir, cordas, linhas de pesca, entre outros. Foi constatado que o plantio é economicamente recomendável, tanto para agricultores que desejam implantar um reflorestamento, como para empresas interessadas em reduzir o custo florestal.

Nos últimos anos, há uma crescente preocupação em relação às questões ambientais, o que está acarretando aumento de pesquisas na área de compósitos utilizando fibras naturais como cargas reforçantes. As fibras celulósicas apresentam baixo custo, baixa densidade e reduzem o desgaste em equipamentos de processamento se comparadas às fibras sintéticas, além de serem de fonte renovável, biodegradáveis, atóxicas e serem facilmente modificadas por agentes químicos.

Muitos pesquisadores tentam alcançar seus objetivos através da fabricação de materiais de alta qualidade para a engenharia a partir de recursos renováveis. Eles sabem dos benefícios ecológicos que esses recursos irão lhes oferecer como matéria-prima, por exemplo, muitos dos recursos que estão se tornando escassos serão poupados, serão ambientalmente usados corretamente e não poderão causar problemas à saúde. Assim, a partir deste estudo, pretende-se dar a oportunidades a comunidades que tradicionalmente utilizam esta fibra de forma artesanal a terem mais uma fonte de renda com o beneficiamento de um resíduo que seria descartado ou queimado, transformando-o em algo mais rentável e socialmente aplicável.

## 2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As extrações das fibras foram feitas manualmente sem uso algum de equipamentos tecnológicos e sem nenhum tratamento químico. As fibras utilizadas neste estudo foram extraídas do pseudocaule (tronco) da bananeira do tipo São-Tomé (*Musa Sapientum*, Musaceae), localizadas em Santa Izabel-PA e das folhas da planta de curauá (*Ananas erectifolius*), na qual foram obtidas através do comércio em Belém-PA. O pseudocaule é formado pela sobreposição de bainhas foliares (camada), onde cada pseudo é composto por aproximadamente 15 bainhas em condições de uso para a produção de fibras. Essas camadas foram separadas em três partes: camada externa, camada intermediária e camada interna. Para este trabalho será utilizada a camada interna como ponto de estudo, já que entre essas três camadas, foi a que apresentou melhor resultado. Elas foram caracterizadas quanto à sua resistência à tração, diâmetro médio, massa específica, aspecto superficial e teor de umidade.

A massa específica das fibras foi determinada, conforme a norma DNER-ME 084/95. Os ensaios de resistência à tração das fibras foram realizados segundo a norma ASTM D3822-96 em uma máquina de ensaios mecânicos da marca KRATOS, modelo IKL3, com célula de carga de 5KN e velocidade de deslocamento de 0,5mm/min. Foram ensaiadas 50 amostras de cada fibra, de forma a dar confiabilidade nos resultados. Juntamente ao ensaio de tração, foi definido o diâmetro médio das fibras, por microscopia óptica, admitindo-se as fibras com uma seção circular, sendo realizadas três medidas ao longo do sentido longitudinal das 50 amostras da bananeira e do curauá por microscopia óptica.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As fibras da bananeira e de curauá foram caracterizadas quanto à sua resistência à tração, diâmetro, massa específica, teor de umidade e aspecto superficial. Os resultados da caracterização mecânica e física das fibras estão listados na Tabela 1. As fibras foram caracterizadas sem tratamento superficial.

Tabela 1 – Resultados da caracterização da fibra da bananeira

Reforço	Diâmetro ( $\mu\text{m}$ )	Resist. Tração ( $\text{MPa}$ )	Massa Específica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Teor de Umidade (%)
B. Tomé Interna	55	2339	1,45	14
Curauá	100	1003	1,50	10

Os resultados encontrados na Tabela 1 estão dentro da média dos valores obtidos por outros pesquisadores (BEAUDOIN, 1992). O limite de resistência à tração obtida está entre os valores já vistos em outras literaturas com exceção da B. Tomé interna que apresentou valor superior de 80% à média encontrada em relação às outras fibras, comprovando o que tem sido reportado por diversos autores sobre a variabilidade das propriedades delas. As propriedades em tração das fibras foram encontradas admitindo-as com uma seção circular.

Objetivando comprovar tais resultados, foram preparados corpos de prova que mostram tal afirmação. Para as fibras da bananeira foram observadas através do MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura) e para as fibras de curauá foi utilizado um Microscópio óptico da marca LEICA, conforme mostrado na Figura 1.

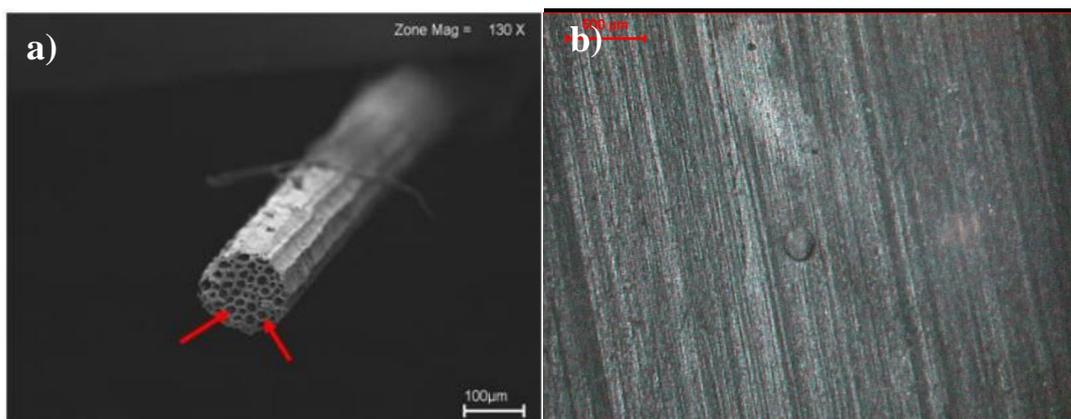


Figura 1 – a) fibras da bananeira foram observadas através do MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura); b) fibras de curauá foi utilizado um Microscópio óptico da marca LEICA.

Foram comparadas as densidades das fibras estudadas com a densidade da fibra de vidro que é de aproximadamente 2,5 g/cm<sup>3</sup>, as fibras vegetais são em média 45% menos densas que a fibra de vidro. A densidade é uma propriedade fundamental na definição da aplicação das fibras para uso tecnológico (FAGURY,2005). As fibras vegetais devido à alta percentagem de grupos hidroxilas podem ser consideradas como hidrofílicas. As fibras da bananeira São-Tomé têm uma absorção de umidade de aproximadamente 14%, enquanto que as fibras do curauá apresentam uma absorção de 10%.

As hemicelulose são consideradas como os principais responsáveis pela absorção de água das fibras, embora a celulose não cristalina e a lignina também desempenham papel importante neste processo. Comparadas com as outras fibras, as fibras da bananeira apresentam teores de umidade maiores que as de açaí 12% (SANTOS, 2010), a de juta 9,5% (FAGURY, 2005), a de sisal 12,5% (RODRIGUES, 2008) e a de bambu 12% (COSTA, 2011). A Figura 2 mostra uma comparação das fibras da bananeira e curauá em relação às outras fibras vegetais.

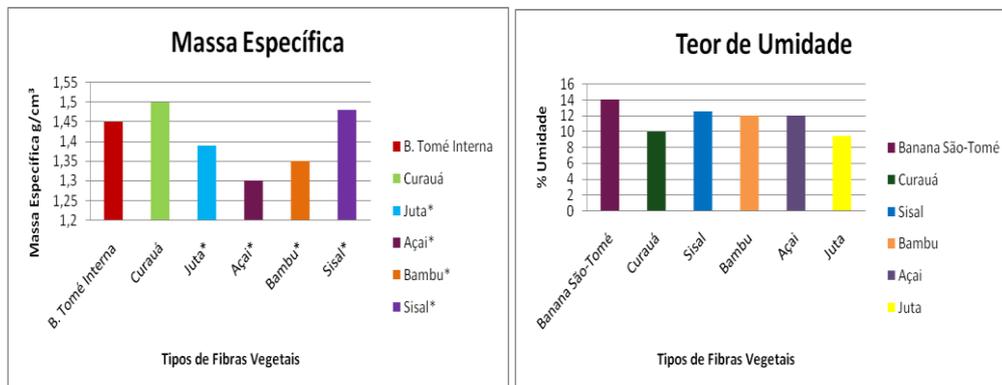


Figura 2 – Comparação da massa específica e teor de umidade das fibras da bananeira e curauá em relação às outras fibras vegetais.

Pode-se efetuar uma relação entre a absorção de umidade e a densidade das fibras, ou seja, quanto maior for à absorção de umidade pela fibra menor será sua densidade, uma vez que esta apresenta mais espaços vazios em sua estrutura.

As curvas de secagem das fibras de bananeira e curauá a 105° C, obtida a partir da secagem de amostras com 3 gramas de massa encontra-se ilustrada na Figura 3

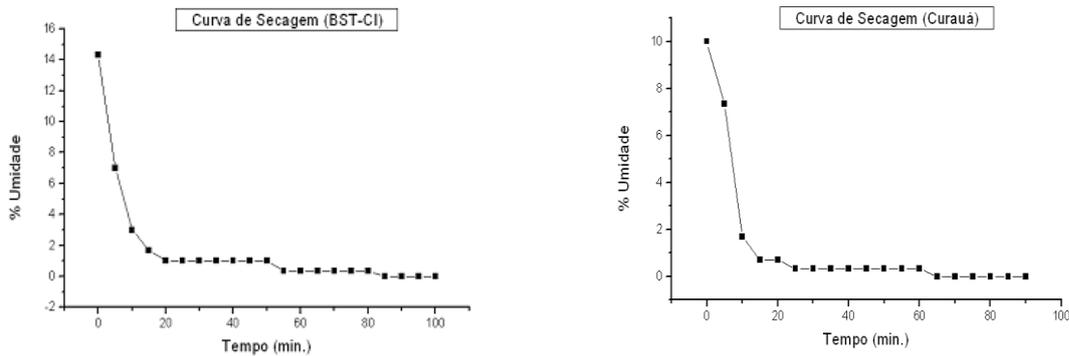


Figura 3 – Curvas de secagem das fibras de bananeira e curauá a 105°C.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das pesquisas iniciais deste trabalho pode-se apresentar as seguintes considerações finais:

A fibra da bananeira possui microestruturas semelhantes às demais fibras vegetais, onde se notou em sua composição microestrutural, o alto percentual das microfibrilas de celulose, conduzindo a bons resultados nas propriedades mecânicas.

A caracterização mecânica das fibras de bananeira mostrou que estas, apesar de não terem sofrido qualquer tratamento, apresentaram bons níveis de resistência à tração, principalmente em relação às fibras de curauá.

As fibras da bananeira do tipo São-Tomé obtidas a partir de camadas internas apresentaram resultados mais satisfatórios que as fibras de curauá, demonstrando sua viabilidade como reforço de compósitos com matrizes poliméricas.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem a CAPES, CNPQ e Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia - ITEGAM.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM D 3822 – 96. “**Standard Test Method for Tensile Properties of Single Tensile Fibers**”. Annual Book of ASTM Standard, American Society for Testing and Materials.

ASTM D 5942 – 96. “**Standard Test Method for Determining Charpy Impact Strength of Plastic**”. Annual Book of ASTM Standard, American Society for Testing and Materials.

ASTM D 639 - 89. “**Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic (Metric)**”. Annual Book of ASTM Standard, American Society for Testing and Materials.

BEAUDOIN, J. J. **Handbook of fiber-reinforced concrete: Principles properties, developments and applications.** Editora Noyes. New Jersey, 1990.

COSTA, D.S. Caracterização mecânica, física e microestrutural de fibras de bambu. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MATERIAIS, 2011.

FAGURY, R. V. G. **Avaliação de fibras Naturais para a fabricação de compósitos: açaí, coco e juta.** 2005. 49f. Dissertação (Mestrado Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Federal do Pará.

FRANCO, L. A. L. **Análise fractográfica de compósitos poliméricos estruturais.** Dissertação (Mestrado em Física e Química de Materiais Aeroespaciais) – Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, 2003.

RODRIGUES, J. S. **Comportamento mecânico de material compósito de matriz poliéster reforçado por sistema híbrido fibras naturais e resíduos da indústria madeireira.** 2008. 35f. Dissertação (Mestrado Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Federal do Pará.

SANTOS, A.M. **Estudo de compósitos híbridos polipropileno/fibras de vidro e coco para aplicações em engenharia.** 2006. 13f. Dissertação (Mestrado Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

SILVA, R. V. **Compósito de resina poliuretano derivada do óleo de mamona e fibras vegetais.** 2003. 157f. Tese (Doutorado Engenharia de Materiais). Universidade do Estado de São Paulo – USP, São Carlos.

## **BANANA FIBER AS AN ENGINEERING MATERIAL**

**Abstract:** Natural fibers used as reinforcement in polymer matrices improves the mechanical properties of polymers and can replace inorganic reinforcements obtained from non-renewable sources such as fiber glass, with the added advantages of being lighter, less abrasive to processing equipment and biodegradable. The challenge was to convert the good characteristics of cellulosic fibers like banana and curauá proven by crafts to the industry, creating new sources of work. The banana is among the most economically important crops for the tropical and subtropical countries. The family of MUSAC is cultivated in all Brazilian states, since the coastal strip to the plateaus of the interior. The curauá legitimately is a Brazilian plant of easy cultivation and processing, which produces excellent mechanical performance fibers. On this basis, we will use in this paper fibers extracted from banana pseudostem Sao Tome (*Musa sapientum*, Musaceae) and leaf curauá (*Ananas erectifolius*). The extraction of the fibers will be done manually without use of any technology and no chemical treatment of fibers. As the fiber curauá known today as one of natural fibers that have a higher resistance, the aim of this paper is to prove that the fiber of banana can also be used as reinforcement fiber for composite materials to replace traditionally used in engineering.

**Key-words:** *Composite Material, Natural Fiber, Banana Fiber.*