

# COMPÓSITO REFORÇADO COM FIBRA DO PECÍOLO DA PALMEIRA DE DENDÊ: FABRICAÇÃO DE MATERIAL SUSTENTÁVEL

*Acceptance date: 02/05/2024*

**Roberto Yuri Costa Dias**

<http://lattes.cnpq.br/1066558959052005>

**Rafael Vilhena Soares**

**Maria de Fátima Mendes Leal**

**Pedro Victor de Mendonça Maia**

**Roberto Tetsuo Fujiyama**

**PALAVRAS-CHAVE:** Material Compósito, Fibra Natural, Sustentabilidade

COMPOSITE REINFORCED  
WITH PALM PETIOLE FIBER:  
PRODUCTION AIMING FOR THE  
SEARCH FOR SUSTAINABLE  
MATERIAL

**RESUMO:** Neste trabalho, são apresentados resultados de atividades desenvolvidas em uma disciplina da faculdade de engenharia mecânica da UFPA. Na atividade, pecíolos de folha de palmeira foram utilizados para fabricar material compósito utilizando matriz de poliéster. Após a separação das folhas, o pecíolo foi extraído. O pecíolo foi cortado em um comprimento de 10 mm. Após o corte, as placas de material compósito são fabricadas com as fibras orientadas aleatoriamente. O objetivo deste trabalho é apresentar um material com características sustentáveis. Ao final, foram produzidas placas de material compósito com fibras pecíolo e matriz de poliéster. O material produzido apresentou boas características em termos de configuração e distribuição da fibra.

**ABSTRACT:** In this work, results of activities developed in a discipline of the faculty of mechanical engineering at UFPA are presented. In the activity, palm leaf petioles were used to manufacture composite material using polyester matrix. After separating the leaves, the petiole was extracted. The petiole was cut to a length of 10 mm. After the cut, composite material plates are manufactured with the fibers oriented randomly. The objective of this work is to present a material with sustainable characteristics. At the end, composite material plates were produced with petiole fibers and polyester matrix. The material produced showed good characteristics in terms of fiber configuration and distribution.

**KEYWORDS:** Composite Material, Natural Fiber, sustainability

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novas tecnologias, novos materiais e de formas de processos industriais, com o passar do tempo tem se tornado uma realidade natural da sociedade que avança de forma progressiva. Conforme a tecnologia avança, a busca por novos materiais é ampliada, a fim de suprir a necessidade de mercado na produção de bens que alimentam diversos setores produtivos das indústrias. Ainda neste contexto tem-se o envolvimento de materiais ecologicamente correto como forma de proteger o meio ambiente.

No Brasil a busca por novos materiais é intensificada, objetivando a utilização de componentes naturais, visto que o país é privilegiado por ter mais de 4 milhões de km<sup>2</sup> de floresta amazônica, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), facilitando a disponibilidade de material necessário para estudo. Dentro da gama de novos materiais que estão sendo explorados temos os materiais compósitos reforçados com fibras naturais.

O desenvolvimento de novos materiais têm sido objeto de pesquisa, desde a formulação à caracterização de compósitos constituídos com fibras naturais. Os materiais compósitos são obtidos através da combinação de dois ou mais materiais com diferentes propriedades químicas e físicas, sendo que um dos componentes é o matricial e os demais o reforço, no qual as propriedades são obtidas a partir da combinação das propriedades dos constituintes individuais (NAZARENO, 2018, 90).

Na região norte, temos como referência na produção de pesquisas relacionadas a materiais compósitos o laboratório do Grupo de Pesquisa em Materiais Compósitos da Universidade Federal do Pará, utilizando de reforço fibras naturais como, por exemplo, fibra de juta, malva, bambu e coco. As pesquisas no laboratório envolvem a aplicação de recursos ou matérias prima naturais, recicláveis e renováveis.

Segundo a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca, o Pará é o maior produtor nacional de óleo de palma de dendê com uma área plantada de 231.669 hectares e área colhida de 200.000 hectares, sendo 40 mil hectares em áreas de agricultores familiares.

No trabalho “Fabricação de materiais compósitos sanduíche reforçados com fibra de juta e resíduos de madeira” (DIAS, et. al) é realizada a produção de material compósito utilizando fibra de juta e utilizando um resíduo de madeira que seria descartado, mas buscou-se uma nova utilização, sendo a fibra de juta produzida a partir do caule da planta e o resíduo de madeira gerado de processamento de madeira para fins diversos.

As fibras vegetais são estruturas alongadas extraídas da natureza sem ter que passar por reações químicas de síntese ou de modificações estruturais. Algumas delas são partes integrantes de folhas, de caules, de sementes e de frutos. (GOMES, 2015)

O pecíolo, parte componente de uma folha, é a haste que possibilita movimentação, costumeiramente em formato cilíndrico, (ALMEIDA, M e ALMEIDA, C, 2018, p.57) que

no caso particular da palmeira do dendê são encontrados ao centro da folha conforme o esquema apresentado na figura YY.

O método mais simples de laminação consiste na impregnação de resinas de baixa viscosidade sobre as fibras, que geralmente encontram-se na forma de tecidos. Camadas deste tecido são empilhadas e revestidas com resina para que se obtenha a espessura desejada. Geralmente este processo ocorre sobre uma superfície plana ou molde aberto. A resina e o agente endurecedor são misturados imediatamente antes da aplicação e a cura é realizada a temperatura ambiente (CLYNE e HULL, 2019)

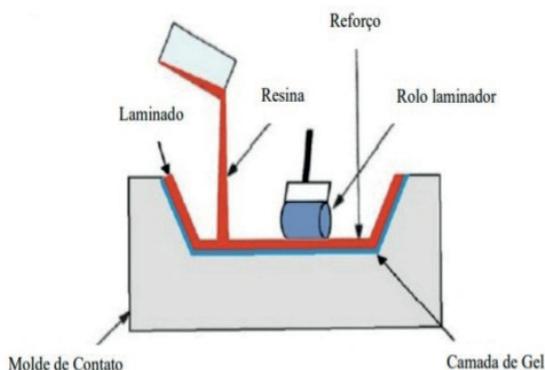


Figura 1- Ilustração do processo de laminação manual

Fonte: Adaptado de Chawala, 2019

Neste trabalho é proposto o uso do pecíolo das folhas da palmeira de Dendê na fabricação de placas de materiais compósitos, nas dimensões de 10x20mm, com o objetivo de identificar a viabilidade de utilização do mesmo como reforço e a realização de avaliação da qualidade superficial do compósito produzido buscando observar como o pecíolo da palmeira de dendê ficou disposto na matriz polimérica.

Pecíolo compreende a haste que possibilita a movimentação da folha, costumeiramente em formato cilíndrico

## MATERIAIS E METODOLOGIA

### Materiais

Para a produção dos compósitos, utilizou-se como matriz resina poliéster, comprada pelos entes do laboratório, e como reforço, fibras do pecíolo da folha da árvore de dendê, obtida a partir de uma palmeira dendezeiro, localizada na Universidade Federal do Pará, campus Belém.

Os materiais utilizados para confecção dos corpos de prova:

Pecíolo da Folha de Dendê; Resina Poliéster; Catalisador; Cera Desmoldante; Pincel; Molde de silicone. Na figura 1 tem-se a ilustração destes materiais citados, com exceção da folha do dendê.

- Utilizada com o intuito de reduzir a aderência entre a resina e o molde, facilitando a retirada do corpo de prova.
- Molde padronizado com dimensões especificadas pela norma ASTM D638.
- Tem por objetivo retirar o excesso de cera desmoldante que por ventura se aloje em certas regiões do molde de silicone.
- Resina Poliéster utilizada como matriz do material compósito.
- Tem como função acelerar o processo de cura ou solidificação do material.

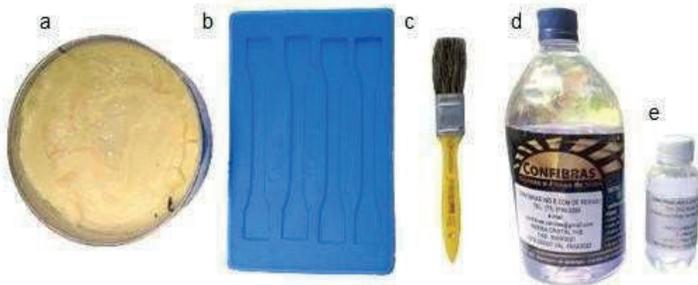


Figura 2: a) Cera Desmoldante b) Molde de Silicone c) Pincel d) Resina Poliéster e) Catalisador.

Fonte: Autoria Própria

## Métodos

Primeiramente, realizou-se a extração do pecíolo da folha do dendê, para posterior corte do mesmo no tamanho de 10 mm. Após esta etapa, foram determinadas a fração mássica de fibra presente no compósito. Por fim, houve a mistura dos componentes, resina poliéster e pecíolo de dendê, que produziram os corpos de prova, os quais foram envazados no molde de silicone.

## Extração e corte do pecíolo

A extração das folhas foi realizada de palmeiras de dendê encontradas no campus Universidade Federal do Pará, conforme a Figura 2.



Figura 3 – Dendezeiro.

Fonte: Autoria própria.

Em seguida, foi retirado o pecíolo da folha de dendê, que consiste na parte central da folha, dando início ao corte em tamanhos de 10 mm, utilizando gabarito. A Figura 3 é referente às duas partes separadas que compõem a folha da palmeira do dendê. Na Figura 4 tem-se o pecíolo cora no comprimento de 10 mm.



a b

Figura 4- a) Folíolo; b) Pecíolo.

Fonte: Autoria própria.



Figura 5- Fibras do pecíolo de dendê após o corte com 10 mm de comprimento.

Fonte: Aatoria própria.

### Determinação das frações mássicas

A fração mássica é determinada pela divisão da quantidade de fibra pela quantidade de resina utilizada. A quantidade de reforço dentro da matriz polimérica pode alterar suas características mecânicas, por este motivo sua determinação é fundamental. Foi realizado o preenchimento do molde até o seu limite com as fibras dos pecíolos e posteriormente a pesagem dessa quantidade.



Figura 6 – Molde com fibras

Fonte: O autor

### Preparação da composição antes do envase no molde

A matriz poliéster foi misturada com as fibras de pecíolo de dendê, já padronizadas com 10 cm de comprimento, em um recipiente plástico transparente, em seguida, a mistura foi vertida no molde de silicone de maneira a ocupar todo o interior destinado a formar o corpo de prova, a fim de configurar as dimensões preestabelecidas, vale ressaltar que todo este processo foi feito de forma manual. Para o preenchimento dos moldes foram utilizados 61,5 g de resina e 1% de catalisador.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos parâmetros de influência nos compósitos reforçados com fibras está relacionado ao comprimento da fibra de reforço. Cabe ressaltar, que as características mecânicas de um compósito reforçado com fibras não dependem somente das propriedades da fibra, mas também do grau segundo o qual a carga aplicada é transmitida para as fibras pela fase matriz. Outro parâmetro a ser considerado é a orientação e concentração das fibras. O arranjo ou a orientação das fibras, a concentração das fibras e a sua distribuição apresentam influência significativa sobre a resistência e outras propriedades dos compósitos reforçados com fibras.

Fundamentado nisso, a Tabela 1 mostra que a eficiência de reforço por fibras distribuídas aleatoriamente e uniformemente é de apenas um quinto da eficiência na direção longitudinal de um compósito com fibras alinhadas; entretanto, as características mecânicas são isotrópicas.

<i><b>Orientações da Fibra</b></i>	<i><b>Direção da Tensão</b></i>	<i><b>Eficiência do Reforço</b></i>
Todas as fibras paralelas	Paralela às fibras	1
	Perpendicular às fibras	0
Fibras distribuídas aleatória e uniformemente em um plano específico	Qualquer direção no plano das fibras	$\frac{3}{8}$
Fibras distribuídas aleatória e uniformemente nas três dimensões no espaço	Qualquer direção	$\frac{1}{5}$

Tabela 1 – Eficiência de reforço de compósitos reforçados com fibras.

Fonte: H, Krenchel, 1964.

Mediante inspeção visual, notou-se que as placas apresentaram certas vacâncias de preenchimento do pecíolo do dendê, conforme mostra a Figura 5. Essas vacâncias podem influenciar na resistência do material pelo fato de não apresentar homogeneidade por toda região da placa de compósito.

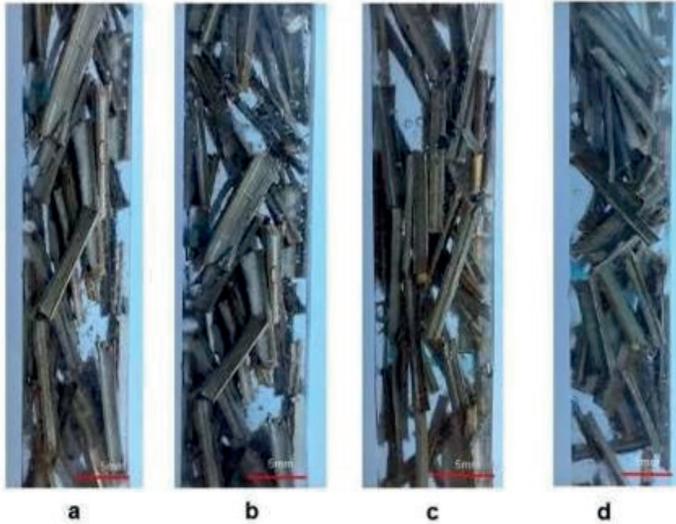


Figura 7 – Placas de compósito reforçado com pecíolo de dendê.

Fonte: Autoria própria.

Por fim, as placas de compósito apresentaram poucas porosidades, mas com formações de bolhas de ar. Indicativo para um maior cuidado no processo de envase no molde. Quanto à utilização dos pecíolos de dendê com a resina poliéster, foi observada uma boa trabalhabilidade oferecendo assim o tempo necessário para a realização do envase, proporcionando um bom tempo de execução nas produções das placas.

O pecíolo após o corte e secagem apresentou um diâmetro médio de 1,3 mm. Na figura 6 é possível observar a disposição do pecíolo dentro da matriz polimérica.



Figura 08 – Disposição do pecíolo de Dendê na matriz polimérica.

Fonte: Autoria própria.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observando o cenário de desenvolvimento de materiais atual, é de grande importância pesquisas relacionadas à busca de materiais alternativos que possam suprir a demanda geracional. O presente trabalho buscou a avaliação da viabilidade de produção de compósitos através de pecíolos de dendê, e assim foi observado um promissor avanço na utilização do presente material. O resultado inicial é positivo, o material teve uma boa trabalhabilidade, se adequou bem ao molde utilizado. No entanto é necessária em pesquisas futuras a avaliação de suas propriedades, através de ensaios de caracterização mecânica, como o ensaio de tração, a fim de obter maior detalhamento do material produzido e posteriormente realizar a busca de utilização deste material como produto de utilidade em setores industriais e domésticos, trazendo para as indústrias uma alternativa de fabricação de material utilizando componentes naturais.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio recebido pela Faculdade de Engenharia Mecânica do ITEC-UFGA e aos alunos PIBIC bolsista da PROPESP-UFGA.

## REFERÊNCIAS

- CUENCA, M. A. G. NAZARIO, C. C. **Importância e evolução da dendeicultura na região dos tabuleiros costeiros da Bahia de 1990 – 2002**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 23 p. (Documentos/Embrapa Tabuleiros Costeiros, 77)
- CAETANO, MÁRCIA COUTINHO; MOTA, DALVA MARIA DA; FERREIRA, Maria do Socorro Gonçalves. **Trabalho familiar na produção de dendê sob contrato na Amazônia brasileira: o caso de Santa Maria, Pará**. Século XXI (Santa Maria), 2018-11- 16, Vol.8 (1), p.417.
- DIAS, R. S. M. ; GOMES, I. S. ; VILHENA, E. S. ; PEREIRA, L. C. O. ; LOPES, C. E. P. ; VILHENA, E. S. ; OLIVEIRA, A. B. S. ; RIBEIRO, M. M. ; SILVA, S. C. ; ARAUJO, L. R. ; BITENCOURT JUNIOR, A. H. S. ; FUJIYAMA, R. T. . **Fabricação de materiais compósitos sanduiche reforçados com fibra de juta e resíduos de madeira**. Brazilian Journal of Development, v. 5, p. 6376-6384, 2019.
- LEVY NETO, F.; PARDINI, L. C., **Compósitos estruturais: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgar Blucher, 2006.
- LEÃO, M. A., **Fibras de licuri: um reforço alternativo de compósitos poliméricos**. 2008. 109 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
- SATYANARAYANA, K. G.; GUIMARÃES, J. L.; WYPYCH, F.; **Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications. Composites: Part A**, v. 38, p. 1694-1709, 2007.

Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca, 2020. **DENDÊ**. Disponível em: <http://www.sedap.pa.gov.br/content/dend%C3%AA> Acessado em: 10/04/2022

TAKAHASHI, R., Desenvolvimento de material compósito de matriz polimérica reforçada a partir de pré-pregs de fibras naturais de curauá e de sisal. Monografia (grau de Engenheiro Mecânico), Universidade Federal do Pará, p. 17-19, 2011.

VEIGA, A.S.; FURLAN JUNIOR, J.; KALTNER, J.F Situação atual e perspectivas futuras da dendeicultura nas principais regiões produtoras: a experiência do Brasil. In: MÜLLER, A.A. FURLAN JUNIO, J (Ed.) **Agronegócio do dendê: Uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 41-65.

GOMES, A.; COSTA, N.; MOHALLEM, N. **Os Tecidos e a Nanotecnologia**, 2015

ALMEIDA, M. ALMEIDA, C. V. **Morfologia da folha de plantas com semente**. Coleção Botanica (3). Piracicaba: ESALQ/USP, 2018. p. 57.

CLYNE, T. W.; HULL, D., **Na Introduction to Composite Materials**. 3 ed., Cambridge University Press, Cambridge, 2019.

RECILAR, I. G. **Efeito dos processos de laminação manual e laminação termomecânica nas propriedades mecânicas do material compósito carbono-epóxi**. Centro Universitario FEI, 2022.

COMPOSITE REINFORCED WITH PALM PETIOLE FIBER: PRODUCTION AIMING FOR THE SEARCH FOR SUSTAINABLE MATERIAL