

# **ESTUDO DE TIPOS DE POLÍMEROS COMO MATERIAIS LIGANTES NA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS COMPÓSITOS**

Marcela Diogo Piveta Matsushima<sup>1</sup>

Edson Roberto da Silva<sup>2</sup>

Warley Augusto Pereira<sup>3</sup>

## **RESUMO**

Atualmente a preocupação com o meio ambiente e com as leis ambientais obrigam as empresas a encontrar alternativas de reciclagem ou até mesmo a mudanças de materiais para substituir e desenvolver novos produtos para manter a competitividade no mercado. Com esta exigência os materiais compósitos vêm se destacando por apresentar melhor resistência mecânica e maior qualidade do que alguns materiais atualmente utilizados em diversas aplicações industriais, melhorando a produtividade e diminuindo custos. O trabalho mostrará à produção de materiais compósito utilizando a fibra de bananeira trançada a mão e revestida a dois tipos de polímeros industriais sendo a cola epóxi e o silicone comparando a resistência à tração de cada fibra revestida, verificando o comportamento e a viabilidade. Com os resultados obtidos de ambas o material compósito poderá ser substituído no meio industrial sendo aplicado em diversos segmentos, por ter baixo custo de produção.

**PALAVRAS CHAVE:** Materiais compósitos; Materiais ligantes, Fibras Vegetais.

## **ABSTRACT:**

Currently the concern for the environment and environmental laws require companies to find alternative recycling or even to change materials to replace and develop new products to maintain market competitiveness. With this requirement composite materials are distinguishing themselves by having better mechanical strength and higher quality than some materials currently used in various industrial applications, improving productivity and reducing costs. The work show the production of composite materials using banana fiber braided by hand and coated with two types of industrial polymers with an epoxy glue and silicone comparing the tensile strength of each coated fiber, checking the behavior and viability and the results obtained from both the composite material can be replaced in the industrial medium being applied in several segments, because they have a low production cost.

---

<sup>1</sup> Aluna de Graduação do Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Rio Verde

<sup>2</sup> Professor Mestre da Universidade de Rio Verde – Orientador

<sup>3</sup> Professor Doutor da Universidade de Rio Verde – Coorientador

**KEYWORDS:** Composite materials; Binder materials, Vegetable fibers.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos com o aumento da produção em massa, pesquisadores e empresas tiveram que investir em novas tecnologias na descoberta de novos materiais de engenharia que atendam às necessidades industriais com custo compatível, respeitando as leis ambientais e de segurança que estão em vigência.

Dentre muitas alternativas, vem aumentando a busca por diferentes materiais que a natureza possa oferecer e que são pouco utilizadas, mas que possuam grande potencial estrutural com isso as pesquisas nessas áreas se destacam, pois trazem uma variação de recursos naturais renováveis e diversificados.

As pesquisas estão trazendo grandes perspectivas por resultados positivos auxiliando a cadeia produtiva com a redução de custos, oferecendo sempre possibilidades de adquirir materiais alternativos existentes.

Silva (2010) define material compósito ou simplesmente compósito, como material composto por duas ou mais fases, sendo essas de diferentes propriedades químicas e físicas. Os materiais compósitos são compostos por uma fase contínua (matriz ou fibra) e uma fase dispersa (reforço, modificador ou polímero), contínua ou não, cujas propriedades são obtidas a partir da combinação dos constituintes individualmente.

As fibras vegetais são todas aquelas encontradas na natureza em forma de *in natura*, e os polímeros são ligas que adicionados a essa fibra formam os materiais compósitos. Os polímeros são pequenas moléculas que denominadas monômeras se ligam para formar macromoléculas podendo ser vegetais e não vegetais (MORASSI,1994 e SANTOS CRUZ,2002).

O trabalho tem como objetivo geral produzir um material compósito com fibra vegetal revestida com polímeros não vegetais. Para o estudo foi trançado fibras vegetais retiradas do caule de uma bananeira, as mesmas foram revestidas com dois diferentes polímeros, um a base de epóxi e outro a base de silicone. Foi realizado ensaio de tração nas amostras com o objetivo de avaliar qual dos materiais apresentava a melhor resistência mecânica.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA:

No meio ambiente existem vários materiais que podem ser utilizados como matéria-prima para o desenvolvimento de novos materiais, permitindo a substituição de componentes ou até mesmo no desenvolvimento de novos produtos. Dentre estas possibilidades estão os polímeros e as fibras vegetais.

Os pioneiros da aplicação de polímeros como material de engenharias utilizavam resinas termorrígidas que eram utilizadas amplamente nas construções civil e também nos dias atuais. As resinas a base de polímeros contém alta resistência mecânica e são aplicadas como bases em grandes trabalhos na construção civil. (HOLLAWAY, 2010).

Os materiais plásticos têm como características alta resistência à corrosão, e são fáceis de modelar, simplificando a fabricação de uma única peça ou de vários componentes, onde, na sua fabricação, o consumo de energia é bem inferior à fabricação de peças metálicas (PANAR; EPSTEIN, 1984).

Na literatura existem diversas definições para materiais compósitos, e a definição mais usada, é a de Daniel e Ishai (1994), citando que um compósito bem estruturado é um sistema de materiais formado de duas ou mais fases visualizada na escala macroscópica, cujo seu desempenho mecânico e suas propriedades são bem superiores àquelas usadas atuando independentemente.

Considerando que os materiais compósitos poliméricos estão sendo cada vez mais utilizados nas últimas décadas, justifica-se o aumento nas indústrias automobilísticas, aeroespacial, construção civil e esportiva, devido à fabricação de um material diferente, pois a cada tipo de material novo, um tipo de reforço também diferente é utilizado à fabricação desses materiais (NETO, 2006).

Os materiais compósitos têm em sua composição materiais que submetidos a condições como temperatura, taxa de deformação, presença de descontinuidades geométricas, tipo de carga, meio ambientes e por parâmetros micro estruturais, que incluem estrutura cristalina, grau de cristalinidade, onde sua estrutura de deformação externa e interna se torna interferência. (PRACELLA et al., 2006).

Os materiais compósitos com base poliméricos vêm ganhando espaço e substituindo os materiais tradicionais utilizados no meio industrial e estão proporcionando a incorporação de diferentes propriedades. Com o aumento das indústrias a otimização de processo, redução

de custos e a preservação do meio ambiental são necessárias como incentivo na busca de novos materiais que proporcionam resultados melhores e mais satisfatórios (HERRERA-FRANCO; VALADEZ-GONZÁLEZ, 2005).

Os plásticos são materiais com alta resistência à tração, compressão, oxidação, e de difícil degradação no meio ambiente. Com o aumento da preocupação ambiental e com a sustentabilidade, os processos industriais procuram recursos naturais como alternativa de fontes renováveis para a suas matérias – primas principalmente nos produtos provenientes da reciclagem como as garrafas pet, que são encontrados com facilidade. (YU; DEAN; LI, 2006).

As fibras são materiais encontrados na natureza responsáveis pela sustentação das plantas e se destacam por sua resistência e as mais utilizadas são: sisal, casca do coco e caule de bananeiras entre outras, (GORNI, 2008).



Fonte: Divulgação / Agecom (2012)

Figura 1 – Amostra de Fibra extraída do Sisal

As fibras são divididas em três tipos de origem: animal, vegetal e mineral e se diferenciam pelas variedades e grandes disponibilidades em nossa biodiversidade. Algumas peças internas de automóveis já estão sendo feitas de fibras naturais para proteção térmica e acústica, pois seu custo é baixo e elas demonstram alta eficiência. (HERRERA-FRANCO; VALADEZ-GONZÁLEZ, 2005).

Compósitos são materiais de duas ou mais partes e tem como objetivo melhorar determinadas propriedades destes materiais. Entre as propriedades existentes estão: a resistência à tração, resistência à flexão, rigidez, resistência à fadiga. Os compósitos podem ser classificados em três classes: Com fibras, que são alinhadas ou dispersas dentro da matriz; Laminados que são camadas sobrepostas umas sobre as outras com materiais diversos e; Particulados que são partículas de materiais inseridos dentro de uma matriz (JONES, 1975).

Na resistência mecânica dos polímeros surgem muitos desafios, pois sua composição apresenta viscoelasticidade, e por esse motivo as suas propriedades mecânicas dependem da influência do tempo, podendo apresentar diferentes resultados, levando em consideração a velocidade aplicada nos esforços mecânicos que são utilizados em determinadas propriedades (VLAD, S, 2005).

Pereira (2003) define que um compósito é um material composto formado pela junção de dois materiais de naturezas diferentes, apresentando no final um material de desempenho superior daqueles componentes apresentados separadamente inicialmente.

Segundo Lima Júnior (2007), não existe ainda uma classificação universal, que define materiais compósitos. Os materiais compósitos são agrupados obedecendo à forma, o processo, o tipo de matriz e o tipo de reforço entre outros. Essas classificações são as mais encontradas nos livros.

O Polímero é apresentado como um composto químico de massa molar elevada, tendo em sua formação moléculas simples iguais (monômeros) ou de vários tipos diferentes, formadas por ligações covalentes, e são resultado de reações de adição ou de condensação. Um polímero formado por um único monômero recebe o nome de homopolímero, já o formado por diferentes monômeros recebe o nome de copolímero (CANEVAROLO JÚNIOR, 2006).

Os polímeros podem ser classificados por diversas características sendo a mais utilizada à característica mecânica na fabricação de compósitos. Dependendo do comportamento mecânico os polímeros são divididos em plásticos (termoplásticos ou termorrígidos), elastômeros (borrachas) e fibras (MANO e MENDES, 1999).

O polímero mais comercializado é o termoplástico sendo que a sua principal característica é de ser fundido diversas vezes e podendo ser reutilizado dependendo do tipo do plástico e também pode ser dissolvido com vários solventes. Com isso sua reciclagem é possível, onde é bastante procurado nos dias atuais. Esses polímeros possuem alta massa molar e alta resistência podendo se deformar quando submetidos a tensões mecânicas (LEVY NETO e PARDINI, 2006).

As utilizações de fibras naturais como reforço em materiais compósitos poliméricos estão substituindo as fibras sintéticas, como a fibra de vidro, e nos últimos anos essas pesquisas estão sempre em foco, pois as fibras vegetais apresentam inúmeras vantagens como custo baixo, densidade baixa, alta resistência, biodegradabilidade e menor abrasividade comparando as com outras fibras (JOSEPH et al., 1996; NABI SAHEB e JOG, 1999; RONG et al., 2001).

De acordo com Silva (2003), as fibras sintéticas e resinas derivadas do petróleo serão cada dia mais inutilizadas devido às novas exigências legislativas ambientais, os materiais compósitos naturais estão sendo uma alternativa na substituição das fibras sintéticas, pois ela tem um alto preço e as próprias empresas e consumidores sentem a necessidade de preservar o meio ambiente contribuindo em novas pesquisas desenvolvidas nessa área.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS:**

Os testes de ensaio de tração apresentados neste trabalho foram realizados no Laboratório de Ensaios Mecânicos das faculdades de Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção da UniRV – Universidade de Rio Verde.

As fibras utilizadas nos ensaios foram extraídas do troco de uma bananeira conhecida cientificamente como *Pseudocaule*. A extração foi realizada de forma manual com o auxílio de uma faca bem afiada para retirar a parte interna da fibra que recebe o nome de “Renda”

Após a extração as fibras foram deixadas cerca de 3 horas no sol para que ficassem secas. As fibras foram separadas em tiras e amarradas em três faixas para serem trançadas manualmente facilitando o encaixe na máquina de ensaio de tração minimizando o risco de soltar no momento dos testes.

O revestimento das fibras foi realizado de forma manual, apenas com o auxílio de uma espátula para espalhar homoganeamente os polímeros sobre todo o corpo da fibra.

Os polímeros escolhidos para esse processo foram o silicone e a cola epóxi, a cola epóxi utilizada está disponível para utilização em duas bisnagas sendo utilizada 16g da mistura A composta de resina epóxi e 16g da mistura B composta por poliaminas totalizando 32g de cola epoxi por fibra, que no momento da aplicação devem ser misturadas nas mesmas quantidades e aplicadas na superfície escolhida, que neste trabalho é a fibra de bananeira, o tempo de secagem é de 10 minutos, porém o tempo de cura total é de 24 horas, nas fibras com silicone foram adicionadas por fibras cercas de 25g.

As Fibras revestidas foram deixadas 24 horas em descanso após a aplicação para que os polímeros revestidos ficassem totalmente secos.

Foram avaliados 6 corpos de provas, sendo, 2 sem adição de polímeros como mostrado na Figura 2, 2 revestidos com polímeros epóxi como mostrado na Figura 3, 2 revestidos com silicone conforme mostrado na Figura 4.



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 2 – Amostra da Fibra Sem adição de Polímeros



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 3 – Amostra da Fibra Adicionado Epóxi



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 4 – Amostra da Fibra Adicionado Silicone

Na Figura 5 é apresentada a máquina de ensaios de tração da marca Oswaldo Filizola modelo BME-20 KN, onde foram realizados os testes para avaliação da influência dos

polímeros nos materiais compósitos criados.



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 5 – Máquina de Ensaio de Tração

Nos ensaios realizados foi avaliada a tensão máxima suportada por todas as fibras. As áreas de cada corpo de prova foram definidas através de médias partindo de três pontos diferentes ao longo da fibra. Foram avaliados dois corpos de prova para cada fibra revestida onde o resultado da tensão final foi baseado na média dos dois ensaios.

#### **4. RESULTADO E DISCUSÃO:**

Para analisar os resultados dos ensaios de tração, na Tabela 1 represento os valores da tensão média suportada para cada tipo de corpo de prova.

| <b>Amostra</b>     | <b>Tensão Média (Mpa)</b> | <b>Variação % de Tensão</b> |
|--------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Fibra Pura         | 1,992                     | -                           |
| Fibra com Silicone | 1,468                     | -26,31%                     |
| Fibra com Epóxi    | 3,812                     | 91,34%                      |

Fonte: Arquivo pessoal

Tabela 1- Representando o ganho de tensão com os polímeros

Como pode ser notado na tabela 1 os resultados apresentados na fibra revestida com epóxi obtiveram um aumento de tensão de 91,34% se comparada com os resultados da fibra pura, ficando mais resistente. Possivelmente o ganho de resistência mecânica está associado ao fato de que a cola epóxi permite uma aplicação mais homogênea sobre a fibra e após a sua secagem fica mais resistente, mais dura e não flexível.

As fibras revestidas com silicone não tiveram aumento de resistência mecânica, provavelmente o silicone utilizado no revestimento, pela sua consistência, não penetrou nas fibras trançadas revestindo apenas superficialmente o material. Ao comparar os resultados de resistência mecânica do material revestido com silicone com a do material sem revestimento, o revestido com silicone obteve perda na resistência mecânica, possivelmente ao invés de ganhar força mecânica a adição de silicone pode ter reagido com a superfície da fibra ou até mesmo humedecido a mesma e piorando a resistência mecânica.

## 5. CONCLUSÃO:

A partir dos resultados obtidos e em resposta aos objetivos pode-se concluir que:

1. a resistência mecânica dos materiais compósitos com fibra de bananeira pode apresentar variação de acordo com o polímero utilizado;
2. dentre os materiais estudados o compósito de fibra de bananeira revestido com polímero a base de epóxi foi o que obteve a melhor resistência mecânica;
3. a pior resistência mecânica foi observada para o compósito de fibra de bananeira revestida com polímero a base de silicone.

### 5.1 Sugestão para trabalhos futuros.

1. Verificar a viabilidade de estar utilizando a fibra revestida em meio industrial fazendo a substituição da fibra sintética.
2. Avaliar outros polímeros, industriais e vegetais em outras aplicações.

## REFERÊNCIAS

CANEVAROLO JÚNIOR, S. V. Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros. 2ª ed. São Paulo: Artliber Editora. 2006

DANIEL, I. M.; ISHAI, O. Engineering mechanics of composite materials. New York: Oxford University Press, 1994.

GORNI, A. A. Introdução aos Plásticos. Revista Plástico Industrial. Disponível em: <http://www.gorni.eng.br/intropol.html>. Acesso em 04/06 /2015.

HERRERA-FRANCO, P. J.; VALADEZ-GONZÁLEZ, A. A study of the mechanical properties of short natural-fiber reinforced composites. Composites: Part B, v, 36, p.597–608, 2005.

HOLLAWAY, L. C. A review of the present and future utilisation of FRP composites in the civil infrastructure with reference to their important in-service properties. Construction and Building Materials, v. 24, p. 2419–2445, 2010.

JOSEPH, K.; VARGHESE, S.; KALAPRASAD, G.; THOMAS, S.; PRASANNAKUMARI, L.; KOSHYH, P.; PAVITHRAN, C. Influence of Interfacial Adhesion on The Mechanical Properties and Fracture Behaviour of Short Sisal Fibre Reinforced Polymer Composites. European Polymer Journal. Vol. 32, n. 10, p. 1243-1250, 1996.

LEVY NETO, F.; PARDINI, L. C. Compósitos Estruturais. Ciência e Tecnologia. Ed. Edgard Blücher, 2006.

LIMA JÚNIOR, U. M. Fibras da Semente do Açaizeiro (*Euterpe Oleracea* Mart.): Avaliação quanto ao uso como reforço de Compósitos fibrocimentícios, 2007.

MANO, E. B.; MENDES, L. C. Introdução a Polímeros. 2ª ed. – São Paulo: Editora Blücher. 1999.

MORASSI, O. J., — Fibras Naturais – Aspectos gerais e aplicação na indústria automobilística||, In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência de Materiais CBCIMAT, 12, 1994. Anais, p 1259-1262.

NABI SAHEB, D.; JOG, J. P. Natural Fiber Polymer Composites: A Review. *Advances in Polymer Technology*, Vol. 18, No. 4, p. 351–363, 1999.

PANAR, M.; EPSTEIN, B. N. Multicomponent polymeric engineering materials. *Science*, v. 22, p. 642-646, 1984.

PEREIRA, J. C. Curso de projeto estrutural com materiais compósitos. 126p. 2003. Apostila de curso. Universidade Federal de Santa Catarina.

RONG, M. Z.; ZHANG, M. Q.; LIU, Y.; YANG, G. C.; ZENG, M. H. The effect of fiber treatment on the mechanical properties of unidirectional Sisal-reinforced epoxy composites. *Composites Science and Technology*, Vol. 61, p. 1437–1447, 2001.

SANTOS, A. M. Estudo de Compósitos Híbridos Polipropileno/Fibras de Vidro e Coco para Aplicações em Engenharia. 2006. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2006.

SILVA, R. V. Compósito de resina poliuretana derivada de óleo de mamona e fibras vegetais. 2003, 139p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

SILVA, A. L. S. Química e o mercado de trabalho. *Jornal Estilo, Cruz Alta/RS*, p. 09 - 09, 30 out. 2010

VLAD, S. - *Material e plastice*, 42, p.63, (2005).

YU, L.; DEAN, K.; LI, L. Polymer blends and composites from renewable resources. *Progress in Polymer Science*, v. 31, p. 576–602, 2006.