

# CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS COM CARGA DE PIAÇAVA <sup>(1)</sup>

*Regina Coeli Martins Paes Aquino<sup>(2)</sup>*

*José Roberto Moraes d'Almeida<sup>(3)</sup>*

*Sérgio Neves Monteiro<sup>(4)</sup>*

## Resumo

Os chamados materiais compósitos, compostos ou conjugados vêm sendo cada vez mais empregados em diferentes aplicações industriais. Estes materiais são fabricados associando-se reforços e matrizes de todos os tipos de materiais: metálicos, cerâmicos e poliméricos. O grande sucesso dos compósitos como materiais não é devido apenas à possibilidade de obter-se materiais com propriedades diferentes das apresentadas pelos materiais convencionais de engenharia, mas, principalmente, ao fato de permitirem uma grande flexibilidade de projeto. Assim sendo, através de uma seleção apropriada da matriz, do reforço, da orientação e distribuição espacial do reforço e da proporção relativa entre a matriz e o reforço, o projetista pode criar um material em função dos requisitos específicos de um determinado projeto. Isto fez com que nas últimas décadas a utilização de materiais compósitos crescesse de maneira exponencial. Ressalta-se ainda que atualmente existe um interesse a nível mundial para a fabricação de compósitos que utilizem fibras naturais. Neste sentido, este trabalho mostra a caracterização e desenvolvimento de compósitos de matriz polimérica com fibras de piaçava. A metodologia a ser usada envolve a impregnação da piaçava com resina polimérica poliéster, sem compactação da mistura, para se obter um material com resistência mecânica compatível para seu desempenho. O compósito apresentou um desempenho comparável a materiais tradicionais fabricados a base de madeira.

**Palavras-chave:** Compósitos; Piaçava; Matriz polimérica; Propriedades mecânicas.

*Trabalho a ser apresentado no 60º Congresso Anual Internacional da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, São Paulo, julho de 2005.*

*D.Sc., Arquiteta, Professora e Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Arquitetura e Construção Civil, do Centro Federal de Educação Tecnológica, CEFET, Campos dos Goitacazes, Rio de Janeiro.*

*D.Sc., Professor do Departamento de Ciências dos Materiais e Metalurgia da Pontifícia Universidade Católica, PUC, do Rio de Janeiro.*

*Ph.D., Professor Titular do Laboratório de Materiais Avançados, LAMAV, da Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF.*

# 1 INTRODUÇÃO

O grande sucesso dos compósitos como materiais não é devido apenas à possibilidade de obter-se materiais com propriedades diferentes das apresentadas pelos materiais convencionais de engenharia, mas, principalmente, ao fato de permitirem uma grande flexibilidade de projeto. Assim sendo, através de uma seleção apropriada da matriz, do reforço, da orientação e distribuição espacial do reforço e da proporção relativa entre a matriz e o reforço, o projetista pode criar um material em função dos requisitos específicos de um determinado projeto. Isto fez com que nas últimas décadas a utilização de materiais compósitos crescesse de maneira exponencial.

Mais do que qualquer outra classe de materiais, os compósitos permitem que sejam aproveitados na sua fabricação resíduos de outros materiais. Os resíduos entrariam no compósito como simples carga na matriz ou até mesmo como reforçadores. Os resíduos de fibras vegetais, resultantes de processos agro-industriais vêm mostrando uma grande perspectiva para fabricação de compósitos

As fibras naturais, como reforço em compósitos, têm ainda muitos desafios para tornarem-se largamente utilizadas como materiais de engenharia. Entretanto seu uso vem aumentando gradativamente. Ressalta-se ainda que atualmente existe um interesse a nível mundial para a fabricação de compósitos que utilizem fibras naturais. Este fato deve-se aos seguintes pontos (Young, 1997):

- as fibras naturais são mais baratas do que as fibras comumente utilizadas, tais como as fibras de vidro e aramida;
- as fibras naturais são biodegradáveis, o que torna o seu emprego bastante atraente no mercado;
- as fibras naturais representam recursos renováveis.

Porém o emprego destas fibras apresenta algumas desvantagens, podendo-se citar como exemplo que as fibras naturais não possuem propriedades uniformes, apresentando uma grande variação nos valores das suas propriedades, as quais estão diretamente relacionadas com a composição dos seus constituintes: celulose, hemicelulose e lignina.

A produção de fibras vegetais ocupa uma posição de destaque na estrutura a economia agrícola mundial, ao mesmo tempo em que sua industrialização constitui um dos principais setores de atividades industriais. Pode-se dizer que, provavelmente, não existe nenhum material que seja mais utilizado na vida diária e com o qual os indivíduos tenham maior contato do que com as fibras vegetais.

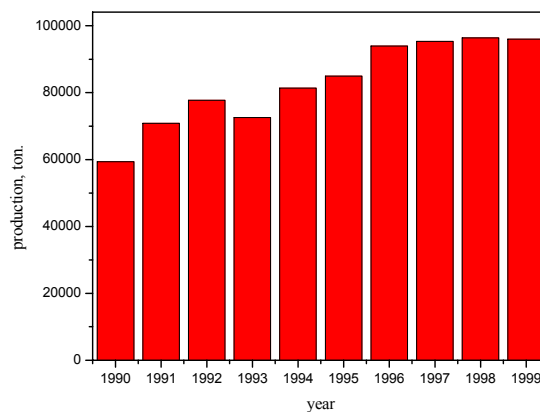
A utilização de fibras naturais, vegetais ou celulose natural, como material de reforço pelo homem, já existe há muito tempo. O capim, palha de arroz ou de milho eram misturados ao barro na fabricação de tijolos ou paredes reforçadas, para diminuir a fragilidade deste e tornando-o menos quebradiço. Essa prática resiste até os dias de hoje, sendo cada vez mais crescente, tanto em seu interesse como em quantidade de fibras já conhecidas. A forma fibrosa apresentada pela celulose e suas características estruturais proporcionam a este material requisitos necessários para diversas aplicações na área de engenharia. A utilização desses materiais, inicialmente de maneira empírica e intuitiva, deu origem a nova área de ciência e engenharia de materiais com características tecnológicas e econômicas bem definidas. As fibras naturais em sua maioria, apresentam propriedades mecânicas relativamente baixas,

porém são materiais atrativos, que não devem ser desconsiderados, principalmente pelo caráter ecológico de proteção ao meio ambiente. Essas fibras existem em grande quantidade no Brasil e são de fácil manufatura (Young, 1997).

A piaçava é uma fibra natural extraída de várias palmeiras. No Brasil é explorada desde o período colonial e a Bahia é responsável por 95% do total da produção nacional. A exploração das piaçaveiras na Bahia, Amazonas e Pará é uma atividade puramente extrativista, por isso existe a necessidade de um manejo racional para que sua sobrevivência seja garantida (Vinha, 1997).

Atualmente a piaçava encontra utilização na fabricação de vassouras, escovas, cordas para navios, cestos, capachos, e coberturas.

Pode-se observar na Figura 1 um crescimento progressivo da quantidade produzida de piaçava no Brasil nos últimos anos.



**Figura 1.** Produção de piaçava no Brasil.

As piaçaveiras exploradas na Bahia para a produção de fibras são, em sua totalidade, plantas crescendo em estado espontâneo. Quase toda a produção baiana provém de piaçavais denominados “cultivados” ou “beneficiados”, que não passam de bosques nativos dessas palmeiras em que a mata foi devastada para dar maior arejamento às plantas. Trata-se, portanto, de indústria extrativa, não existindo culturas da palmeira piaçava propriamente dita (Moureau, 1997).

Os produtores de piaçava distinguem na piaçaveira três períodos de crescimento:

1. período da patioba: a palmeira é nova, produz poucas e curtas fibras;
2. período de bananeira: as folhas ou palmas são altas, de pecíolo longo, dando boa fibra, porém o palmito ainda encontra-se enterrado;
3. período de coqueiro: a piaçaveira formou estirpe ou tronco elevado acima do solo. As folhas são algo declinadas, os pecíolos menos alongados e a fibra, embora mais abundante, é mais curta.

A Figura 2 mostra a piaçaveira adulta e as fibras já separadas e enfardadas.



(a)



(b)

**Figura 2.** (a) piçaveira; (b) fibras já enfardadas.

A fibra é resistente, rígida, lisa, de textura impermeável, variando na cor de marrom claro a marrom vermelho escuro e, na forma, desde cerca de 5 mm de diâmetro, na base, até a espessura de um fio de cabelo na extremidade superior. A resistência a ruptura varia de 2,5 a 7,9 quilos e a elasticidade varia de 1,75 a 9%.

Os materiais compósitos com matriz polimérica, além de aliarem uma boa resistência mecânica com boa ductilidade, oferecem a possibilidade de se obter materiais com boas combinações de propriedades desejadas.

Os reforços aplicados aos compósitos poliméricos propiciam melhorias em suas propriedades físicas e térmicas modificam sua aparência superficial e características de processamento, além de reduzir o custo do material (Youngquist, 1983).

As fibras naturais em abundância no nosso país, através de investimentos em novos materiais compósitos, poderiam conter o êxodo rural e impulsionar o crescimento econômico no setor agrícola.

A atual evolução da população humana tem mostrado que, em um futuro próximo, haverá uma crise extremamente acentuada em consequência da degradação e destruição dos recursos naturais que são a base da sustentabilidade de seu sistema produtivo.

Assim é cada vez mais necessário falar-se de meio ambiente e portanto, em novas formas de atuação no que se refere a matérias primas renováveis. Dessa forma essa pesquisa visou oferecer uma nova alternativa para o aproveitamento de resíduos de fibra vegetal em um novo produto.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS EXPERIMENTAIS**

Os produtos primários que se constituíram na matéria prima para produção dos compósitos foram: como carga: piçava e como matriz: resina poliéster.

As fibras de piçava empregadas neste trabalho foram coletadas de indústrias da região Norte Fluminense, e são provenientes do sul da Bahia, conforme mostra a Figura 3.



Figura 3. Área de maior ocorrência da piaçava no Brasil.

A resina poliéster encontra-se no grupo das resinas termorrígidas, que uma vez aquecidas atingem um estado de rigidez irreversível. A resina em questão não é solúvel em água e sua formulação se dá na razão de 10 partes em peso de resina para 0,5 partes de endurecedor.

Os compósitos foram preparados vertendo-se a resina poliéster sobre as fibras dispostas no molde. Foram fabricados compósitos com fração de fibras variando de 10 a 40%, em fração volumétrica, sem pressão de moldagem e com fibras nos sentidos longitudinal ao molde.

Os materiais fabricados foram, então, testados em flexão em três pontos para determinação da tensão de ruptura,  $T_r$ , empregando-se uma máquina de ensaios Instron com 100kN de capacidade. A velocidade de ensaio utilizada foi de 1mm/min e, em média, 12 corpos de prova foram testados para cada situação analisada.

A tensão de ruptura à flexão estática é determinada a partir da relação :

$$T_r = \frac{F_{\max} L}{2 I e^2}$$

sendo :  $T_r$  = tensão de ruptura à flexão estática , em N/mm<sup>2</sup>  
 $F_{\max}$  = carga de ruptura em N  
 $L$  = distância entre os centros dos apoios, em mm  
 $I$  = largura do corpo de prova, em mm  
 $e$  = espessura do corpo de prova , em mm.

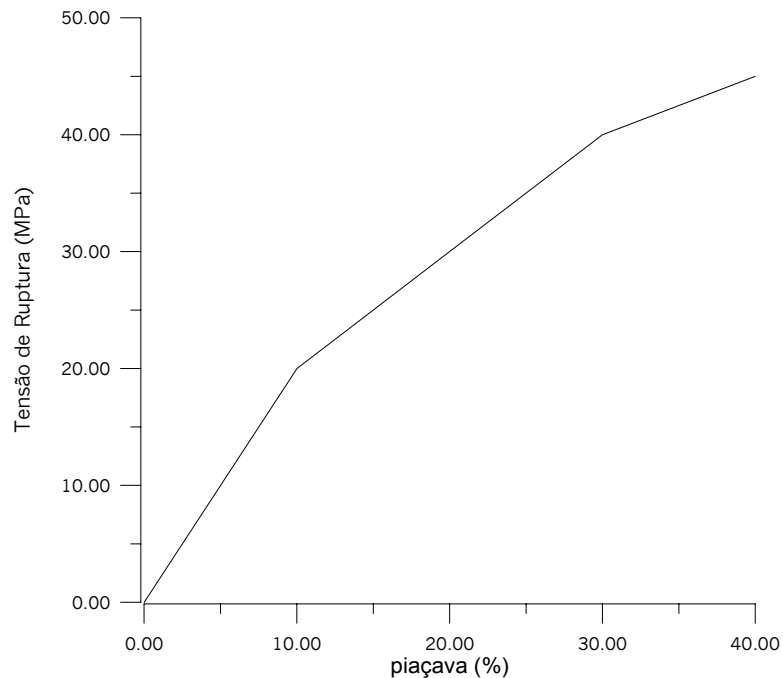
Os corpos de prova fraturados e a superfície de fratura foram caracterizados microestruturalmente através de microscopia eletrônica de varredura. Foi utilizado para a referida análise um microscópio eletrônico de varredura, marca Zeiss, modelo DSM 962. A preparação das amostras foi feita fixando-se as superfícies de fratura e a fibra com fita de carbono e cola à base de prata em suportes específicos. As amostras foram em seguida metalizadas com ouro.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 4 está mostrada a variação da tensão de flexão em função do percentual da carga (piaçava) utilizada no compósito. Pode-se observar que, de acordo com o esperado a partir das equações de micromecânica de materiais compósitos (Gibson, 1994), há um aumento da resistência com o aumento da fração de piaçava empregada.

É interessante notar que o valor obtido para a tensão de ruptura no compósito com as fibras longitudinais é bastante promissor, sendo superior a produtos comerciais de madeira largamente empregados na indústria de móveis, tais como aglomerados e compensados (Aquino, 2000).

A Tabela 1 apresenta dados comparativos dos resultados obtidos para ensaio de flexão simples de algumas madeiras brasileiras e o compósito polimérico fabricado experimentalmente com carga de piaçava. Vale ressaltar que os resultados para a distribuição transversal no compósito justificam o descarte desta possibilidade de utilização da fibra de piaçava como apresenta a tabela 2 (Aquino, 2002).



**Figura 4.** Variação da tensão de flexão em função do percentual de piaçava como carga.

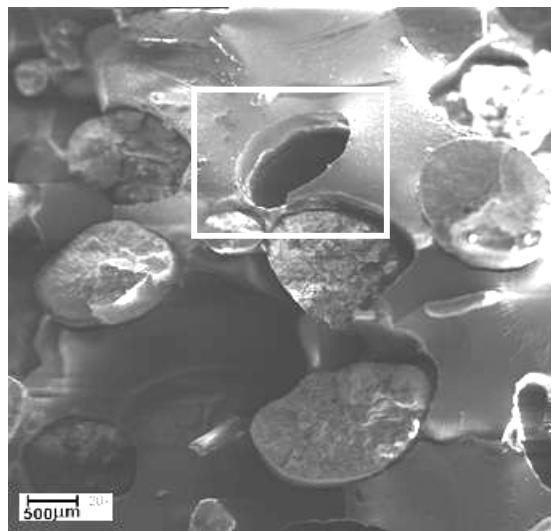
**Tabela 1.** Flexão simples de algumas madeiras brasileiras e do compósito de piaçava produzido neste trabalho.

Madeira (nome vulgar)	Flexão Simples (MPa)
<i>Aroeira do Sertão</i>	22,8
Ipê Roxo	23,1
Guarita	18,1
Ipê Amarelo	21,9
Eucalipto	17,2
Ipê-Peroba	14,8
Peroba	13,5
Pinho do Pará	8,7
Compósito de piaçava	40,8

**Tabela 2.** Quadro comparativo da influência da disposição das fibras nas propriedades mecânicas dos compósitos fabricados com carga de piaçava e matriz polimérica.

Propriedade do compósito	Disposição das fibras no compósito	
	Longitudinal	Transversal
Tensão (MPa)	40,8 ± 8,3	6,75 ± 2,1

Nas Figuras 5 e 6 são apresentadas as micrografias referentes à superfície de fratura do compósito após ensaio de flexão de três pontos. O panorama geral da superfície de fratura do compósito está apresentado na Figura 5. Observa-se algumas fibras sacadas, onde o comprimento sacado da fibra é pequeno, apesar da interface aberta e alta resistência.



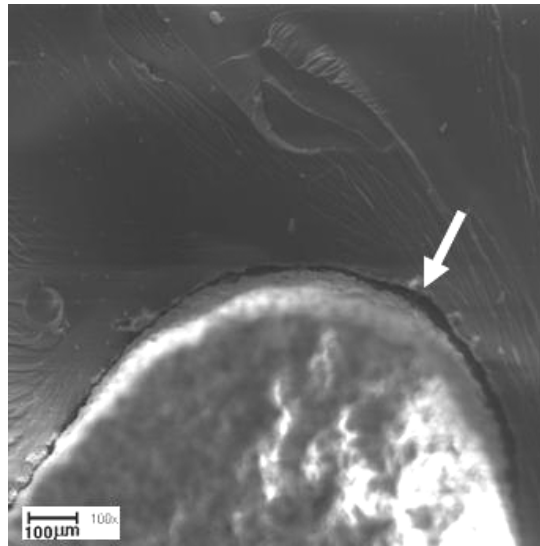
**Figura 5.** Aspecto geral da superfície de fratura. As fibras não foram sacadas.

A Figura 6 mostra os aspectos fractográficos do compósito com fração volumétrica de resina de 30% ensaiados à flexão. Pode-se observar uma aparente

adesão da fibra da piaçava à matriz polimérica, evidenciando a presença do polímero recobrando a superfície da fibra.

Nota-se evidências, no compósito após flexão, da fibra rompida, porém ainda fixada à matriz, o que demonstra a ocorrência de um mecanismo de aderência entre o polímero e a fibra.

Esses resultados são promissores em relação à possibilidade de utilizar as fibras de piaçava como reforçador em compósitos poliméricos.



**Figura 6.** Aspecto da interface matriz/fibra.

#### **4 CONCLUSÕES**

Os resultados demonstram que a piaçava pode ser empregada como fase reforçadora em compósitos de matriz polimérica. Os resultados obtidos neste trabalho mostram que compósitos piaçava-poliéster podem, potencialmente, substituir materiais tradicionais fabricados a base de madeira.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao CEFET- CAMPOS pelo suporte financeiro a esta pesquisa.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1 Aquino, R. C. M. P.; Monteiro, S. N.; d'Almeida, J. R. M.; "Propriedades de Compósitos de Piaçava com Matriz Polimérica", **Anais do 57º Congresso Anual da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais**, CD –ROM , 2002.
- 2 Aquino, R. C. M. P.; Monteiro, S. N.; d'Almeida, J. R. M.; "Desenvolvimento de Compósitos de Matriz Polimérica e Piaçava", **14º CBECIMAT**, 2000.
- 3 Gibson, R. F. , **Principles of Composite Material Mechanics**, McGraw-Hill, New York, 1994.



- 4 Moreau, M.S. – “**Ocorrência, Manejo, Produtividade e Canais de Comercialização da Piaçaveira na Bahia**”, Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Santa Cruz,UESC, Ba, 1997.
- 5 Young, R. A., **Utilization of Natural Fibers: Characterization, Modification and Applications**, Madison, USA, 1997.
- 6 Youngquist,J.A.- *in*: **Encyclopedia of Composite Materials and Components**, p.661, M. Grayson (ed.), John Wiley & Sons, New York (1983).
- 7 Vinha,S. G., **A piaçaveira e a Vegetação Associada no Sul da Bahia**, 1997.

# CHARACTERIZATION OF POLYMERIC COMPOSITES REINFORCED WITH PIASSAVA <sup>(1)</sup>

*Regina Coeli Martins Paes Aquino  
José Roberto Moraes d'Almeida  
Sergio Neves Monteiro*

## **Abstract**

Composites are fabricated by associating reinforcements with all kinds of matrices materials: metallic, ceramics, and polymers. The great success of the composite is not just the possibility of obtaining different materials with distinct properties of those presented by conventional materials but also, mainly, by the fact that they allow for an extended project flexibility. Therefore, through a proper selection of the matrix, the reinforcement, the orientation and space distribution of the reinforcement as well as the relative proportion between the matrix and the reinforcement, it is possible to create a material that is tailored for the specific requirements of a given project. This helped, in the past decades, the use of composite materials to grow in an exponential manner. It should be emphasized that nowadays there is a world interest in the fabrication of natural fibers reinforced composites. In this way, this work shows the characterization and development of piassava fiber reinforced polymeric composites. The results obtained permitted a comparison of the performance of these composites with other conventional composites. Moreover, the possible practical applications are of piassava composites are discussed in terms of those of other traditional materials.

**Key-words:** Piassava; Composites; Mechanical properties; Polymeric matrix.