



DESENVOLVIMENTO DE TECIDO NATURAL DE SISAL COMO REFORÇO ESTRUTURAL EM COMPÓSITO POLIMÉRICO¹

Renata Carla Tavares dos Santos Felipe²

Camila Cruz da Silva³

Ricardo Alex Dantas Cunha³

Raimundo Nonato Barbosa Felipe²

Wilson Gomes de Medeiros⁴

Resumo

O uso de compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais vem ocupando gradativamente um espaço na indústria, principalmente no setor automotivo, em virtude da busca cada vez maior pela utilização de recursos renováveis e que venham minimizar o impacto ambiental. Por esse motivo, esses materiais vem sendo objeto de estudo nos últimos vinte anos. Porém, um dos grandes problemas é que os reforços fibrosos de origem natural absorvem bastante umidade e possuem um baixo desempenho mecânico, dificultando desta forma o seu uso. Diante deste contexto, foram desenvolvidos dois tecidos de fibras de sisal do tipo plano, sendo um deles uma variação do tipo plano, porém *basket*. Com estes tecidos foram confeccionadas duas placas em compósito poliéster/tecido de sisal mediante o processo de fabricação *hand lay-up*. Estas placas foram ensaiadas conforme as normas ASTM para a determinação das propriedades mecânicas de tração e flexão. Ao término dos ensaios, observou-se que o compósito fabricado com tecido plano tipo *basket* apresentou um melhor comportamento mecânico.

Palavras-chave: Compósito; Fibras de sisal; Propriedades mecânicas.

DEVELOPMENT OF NATURAL SISAL TISSUE AS STRUCTURAL REINFORCEMENT IN POLYMERIC COMPOSITE

Abstract

The use of polymer composites reinforced with natural fibers is gradually occupying a place in the industry, especially in the automotive industry, due to the increasing search for the use of renewable resources and minimization of environmental impacts. For this reason, these materials have been the object of study in the last twenty years. However, one major problem is that the natural fibrous reinforcement absorbs enough moisture and has a poor mechanical performance, thus hindering their use. Given this context, two plain-weave tissues of fiber sisal were developed, one of them being a basket variation. With these tissues, two plates of composite polyester/sisal tissue were made through the "hand lay-up" process. These plates were tested according to ASTM standards for determining the mechanical properties of bending and tensile. At the end of the mechanical tests, it was observed that the composite made with basket-weave tissue showed a better mechanical behavior.

Key words: Composite; Sisal fibers; Mechanical properties.

¹ Contribuição técnica ao 65º Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Título de mestre IFRN

² Graduanda em Tecnologia da Fabricação Mecânica no IFRN.

³ Título de Doutor IFRN, UFRN

1 INTRODUÇÃO

Com a procura de novas tecnologias e novos materiais para indústria, pesquisas com compósitos poliméricos vêm ganhando grande espaço principalmente nas indústrias automobilísticas onde o mesmo é bastante utilizado. O termo material composto é utilizado para o conjunto de dois ou mais materiais diferentes, combinados em escala macroscópica, para funcionarem como uma unidade, visando obter um conjunto de propriedades que nenhum dos componentes individualmente apresentam.⁽¹⁾

São inúmeras as aplicações desses materiais, onde dos quais podemos citar a indústria automobilística (fabricação de pára choque, carroceria de caminhão), aeronáutica (hélice de helicóptero), náutica (fabricação de barco) química (taques para armazenamento de produtos químicos) entre outras indústrias.⁽²⁾ Nesses materiais pode-se destacar que são formados por uma fase de reforço, que podem ter a forma de filamento; e uma outra fase, conhecida como matriz que tem a função aglutinante, que faz com que o reforço trabalhe de forma integrada suportando os esforços mecânicos.⁽³⁾

A fase matriz desses materiais pode ser polimérica, metálica, cerâmica ou carbonosa; e a fase reforço pode ser caracterizado sendo como, reforço particulado ou fibroso, sendo este de material sintético ou natural. Onde no reforço tipo fibroso dar-se destaque a utilização das fibras naturais como: abacaxi, bananeira, coco, carauá, juta, piaçava, rami, sisal, já que estas possuem vantagens sobre às fibras sintéticas no que diz respeito a algumas propriedades mecânicas e conservação do meio ambiente, pelo fato dessas serem biodegradáveis, possuem baixo custo de obtenção, baixa densidade, boa tenacidade, boas propriedades térmicas e uso reduzido de instrumentos para o seu tratamento ou processamento.⁽⁴⁻¹¹⁾

Dentre as fibras naturais destaca-se na utilização para reforços em compósitos poliméricos a fibra de sisal, fibra está extraída da folha do *Agave sisalana Perr* e originária do México, e que foi introduzida no Brasil no ano de 1900 na região nordeste, tendo hoje como seus principais produtores o estado da Bahia, Pernambuco e Rio grande do Norte, esta é utilizada para fins comerciais no ramo de cordas e tapeçaria sendo utilizada na indústria automobilística em empresas com a General Motors.⁽⁵⁻¹⁰⁾ A planta de sisal, de onde é retirada a fibra, poderá ser observada logo a seguir:



Figura 1 – Plantação de Sisal.⁽⁶⁾

Diante das várias fibras que podem ser utilizadas como reforço; e até mesmo que já são usadas, a tabela abaixo, mostra algumas delas e suas respectivas propriedades.

**Tabela 1-** Propriedades físicas e mecânicas das fibras naturais ⁽³⁾

| Tipo de Fibra | Limite de Resistência à Tração (MPa) | Módulo de Elasticidade (GPa) | Densidade (g/ cm ³) |
|---------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Sisal | 126-800 | 3,8-62,0 | 1,27-1,50 |
| Coco | 95-149 | 3,3-5,1 | 1,18-1,45 |
| Juta | 320-500 | 1,3-2,8 | 1,50 |
| Rami | 392-900 | 7,3-25,0 | 1,51 |
| Piaçava | 143 | 5,6 | 1,05 |

Neste contexto o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de dois tecidos de fibra de sisal, onde estes tecidos são planos (entrelaçamentos do cabos da trama no urdume , um acima e um abaixo sucessivamente até o final do tecido), porém sendo um deles utilizando a variação do tipo plano, *basket* (dois cabos do urdume se entrelaçam com dois cabos da trama, um acima e um abaixo e assim sucessivamente). Com estes tecidos foram confeccionadas duas placas em compósito, poliéster/tecido de sisal, e determinada às propriedades mecânicas de tração uniaxial e flexão em três pontos dos compósitos assim obtidos, conforme normas ASTM D3039⁽⁷⁾ e ASTM D790,⁽⁸⁾, espectivamente para ambos compósitos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

2.1.1 Matriz e reforço

A matriz para a fabricação das placas em compósito foi à resina poliéster ortoftálica insaturada, L-120/08 pré-acelerada, fabricada pela Novocol, com as seguintes características (fornecidas pelo fabricante): densidade entre 1,10 g/cm³ e 1,15 g/cm³; viscosidade Brookfield, a 25°C, entre 260cP e 300 cP. O catalisador usado para o sistema de cura da resina foi a metil-etil-cetona (MEKP), fabricada pela AKZO NOBEL. A fibras de sisal para a fabricação dos tecidos possuíam um diâmetro médio de 0,125 ± 0,028 mm

2.1.2 Equipamentos

Os equipamentos utilizados para este trabalho foram:

- máquina de ensaio universal Pavitest (Contenco); e
- balança eletrônica, analítica, modelo FA2104N (Bioprecisa).

2.2 Métodos

2.2.1 Confeção dos tecidos

Foram confeccionados dois tecidos de sisal, em um tear manual com as dimensões de (300 x 300) mm, além disso, cada tipo de tecido foi confeccionado com 15 fios de sisal por cabo. As fibras foram dispostas no urdume e entrelaçadas pela trama de maneira a obter os tecidos formados por completo como mostra nas figuras abaixo:



Figura 2 – Tecido tipo *Basket* 2x2.



Figura 3 - Tecido tipo plano.

2.2.2 Confeção do compósito

Os compósitos foram produzidos mediante o processo de *hand lay up* (laminação manual), com 1% de catalisador em volume referente à resina poliéster, sendo um formado por um tecido de sisal tipo plano e o outro formado por um tecido de sisal *basket*, obtendo-se, desta maneira, duas placas. Após a cura, foram cortados corpos de prova (CP) para caracterização do compósito e determinação das propriedades mecânicas. Todos os corpos de provas foram cortados com disco de corte de fio de diamante, conforme especificação de normas técnicas para a realização dos ensaios mecânicos e de caracterização.

- **Ensaio de densidade**

Para a realização deste ensaio foram cortados cinco corpos de prova mediante a norma ASTM D 792⁽⁹⁾ para cada placa fabricada, sendo o valor da densidade determinado pelo valor médio entre as cinco amostras.

- **Ensaio de tração**

A realização deste ensaio foi realizada, de acordo com a norma ASTM D3039⁽⁷⁾ possuindo os corpos de prova as seguintes dimensões: 25 mm de largura, 127 mm entre as lingüetas e 250 mm no comprimento total do mesmo. Foram utilizados cinco corpos de prova para a realização dos ensaios nas respectivas placas fabricadas e retirado um valor médio das propriedades, sendo o ensaio realizado a uma velocidade de 1 mm/min.

- **Ensaio de Flexão**

Para a realização deste ensaio foram utilizados cinco corpos de prova de acordo com a norma ASTM D790⁽⁸⁾ possuindo as seguintes dimensões: 12,7 mm de largura, 61 mm de comprimento e 2 mm de espessura, os ensaios foram realizados com uma velocidade de 1 mm/min e com a distância entre os apoios de 44 mm.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Ensaio de Densidade

A seguir poderá ser observada a tabela onde terá as densidades dos dois compósitos fabricados.

Tabela 2- Densidade dos compósitos

| Tipo de Compósito | Densidade (g/cm ³) |
|--|--------------------------------|
| Compósito Reforçado Tecido Plano (CRTP) | 1,19 ± 0,16 |
| Compósito Reforçado Tecido Plano <i>Basket</i> (CRTPB) | 1,20 ± 0,08 |

Como pode ser observada na tabela acima, o material que apresentou maior densidade foi o compósito reforçado com o tecido plano tipo *basket*.

3.2 Ensaio de Tração

A figura a seguir representa a tensão máxima suportada dos dois tipos de compósitos após o ensaio de tração. Desta forma, pode ser observado que o compósito reforçado com tecido plano *basket* suportou um maior carregamento.

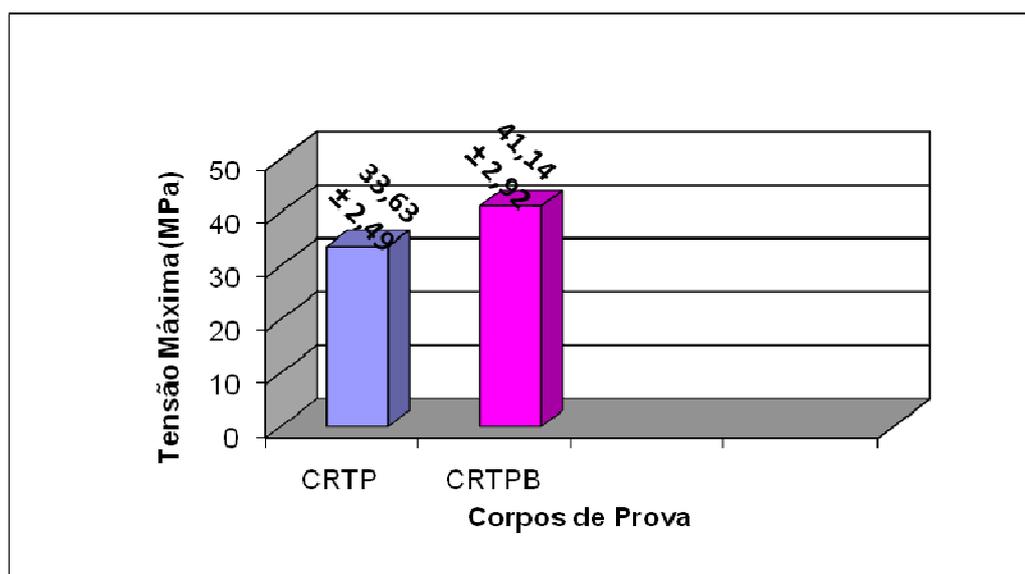


Figura 4 – Limite de resistência à tração de acordo com o tipo de reforço.

No que se refere ao módulo de elasticidade do compósito, pode-se observar no gráfico abaixo que o compósito CRTPB teve uma alta rigidez; isto se deve ao fato do número menor de pontos de concentração de tensão, devido ao próprio entrelaçamento do tecido ser menor.

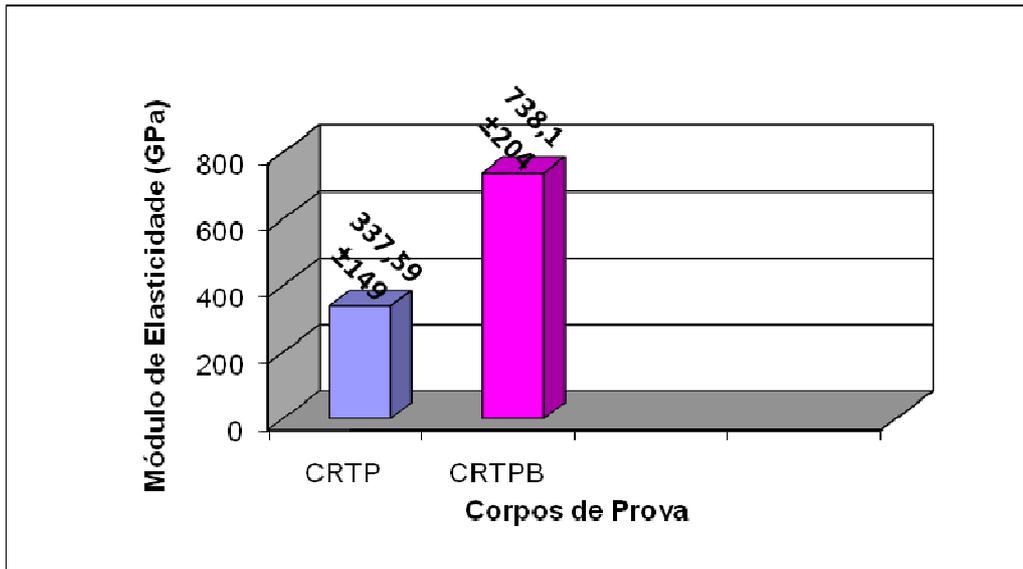


Figura 5 – Módulo de elasticidade à tração de acordo com o tipo de reforço.

No que se refere à deformação Máxima, o material reforçado com o tecido tipo plano apresentou uma deformação maior; isto é confirmado já que o CRTPB apresentou uma maior rigidez, sendo esta afirmação verificada na figura abaixo.

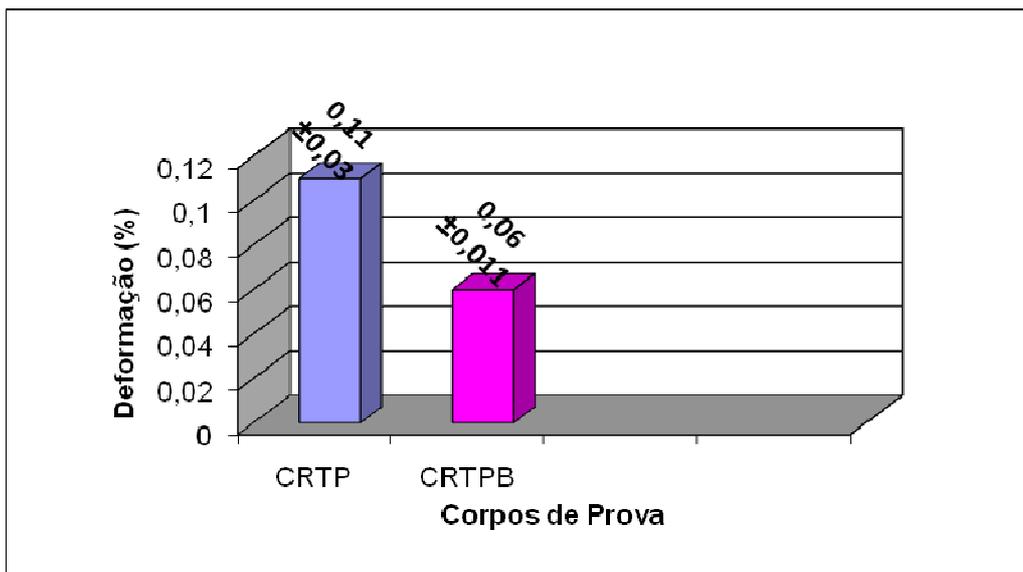


Figura 6 – Deformação máxima de acordo com o tipo de tecido.

3.3 Ensaio de Flexão

No que se diz respeito ao Limite de Resistência a Flexão o material que obteve melhor desempenho mecânico à flexão, foi o que possui como reforço o tecido de sisal Plano tipo *basket* de acordo com a figura mostrada a baixo:

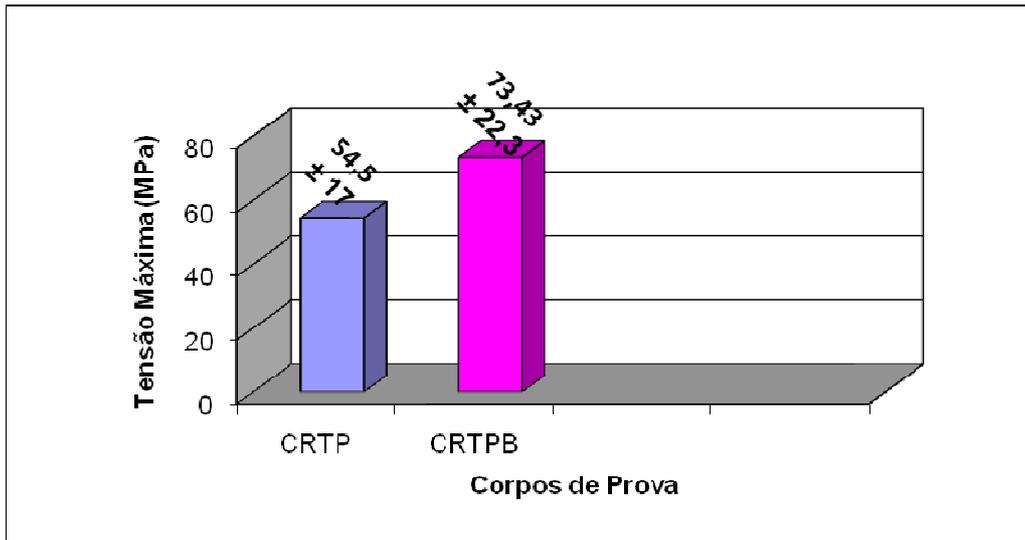


Figura 7 – Limite de resistência à flexão de acordo com o tipo de tecido.

No que se refere ao módulo de flexão, o material que obteve melhor desempenho foi o compósito reforçado com tecido plano *basket* de acordo com a figura abaixo:

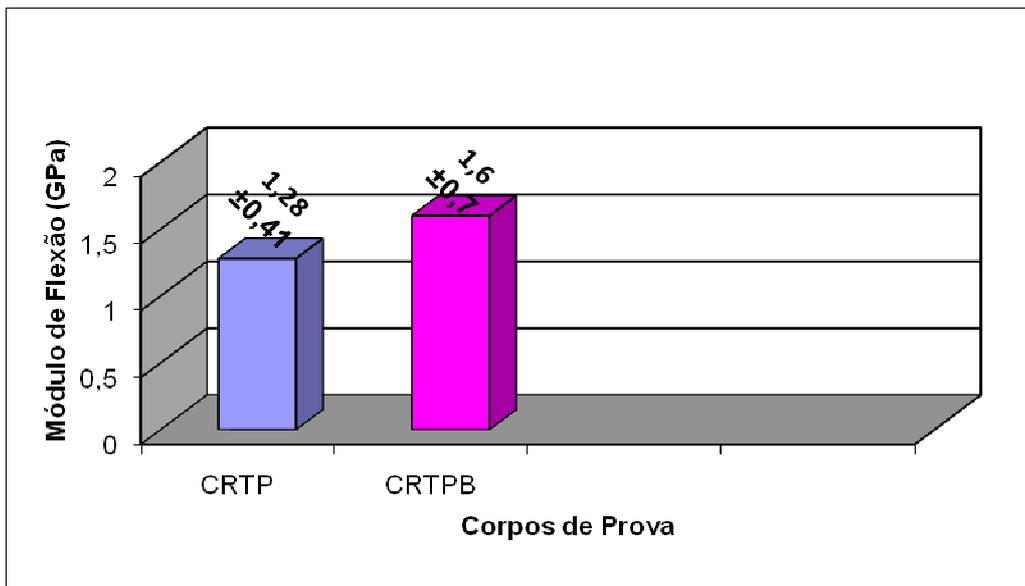


Figura 8 – Tensão máxima de flexão de acordo com o tipo de tecido.

5 CONCLUSÃO

Conforme os resultados acima apresentados nos compósitos ensaiados, o material que obteve melhor desempenho mecânico foi o compósito reforçado com um tecido de sisal, tendo a sua configuração *basket* (CRTPB), tanto para ensaios de tração e flexão. Este fato ocorreu devido o mesmo possuir uma menor quantidade de pontos de tensão, ou seja, estes pontos são formados pelos entrelaces dos cabos do urdume com a trama, sendo estes menores que o CRTP, confirmando desta forma o que a literatura diz.⁽³⁾

Um dado que deve ser levado em consideração é que as densidades dos mesmos foram bem próximas; mas mesmo assim o CRTPB apresentou melhores propriedades mecânicas. Destacamos também a utilização da fibra de sisal ser muito promissora, apesar de já terem alguns estudos sobre a mesma, porém é



interessante haver um aprofundamento quanto às várias configurações de tecidos, tornando-se a mesma atrativa para a utilização em elemento estrutural.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao IFRN, pela bolsa PIBIC concedida para a aluna, para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- 1 MENDONÇA, P. T. R. – Materiais Compósitos & Estruturas-Sanduíches – Barueri, SP: Manoele, 2005.
- 2 ALBUQUERQUE, J. A. C. – O Plástico na Prática: Manual de Aplicações – Porto Alegre: 2^a ed.; Editora Sagra Luzzato, 1999.
- 3 LEVY Neto, F e PARDINI, L. C - Compósitos Estruturais: Ciência e Tecnologia - São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2006.
- 4 Barros.; G.A, Tubulações de PRFV com Adição de Areia Quartzosa Visando sua Aplicação na Indústria do Petróleo, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, (2007).
- 5 JOHN, M. J.; THOMAS, S.- Biofibres and biocomposites- Science Direct- carbohydrate Polymers 71 (2008).
- 6 EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (< Acesso em 08/12/2009>)
- 7 ASTM D 3039 – Standard Test Methods for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials (2006).
- 8 ASTM D 790 – Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials - American Society for Testing and Materials, 1990.
- 9 ASTM D 792 – Standard Test Methods for Specific Gravity and Density of Plastics by Displacement - American Society for Testing and Materials, 1979.
- 10 ORNAGHI Jr, H. L.; CHIES, D.; FREIRE, E.; AMICO, S. C.; ZATTERA, A. J.- Preparação e Caracterização de Compósitos Híbridos Sisal/ Fibra de vidro Processados por RTM.- 18^o CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2008, Porto de Galinhas, PE, Brasil.
- 11 MISHRA, S.; MIRSA M.; TRIPATHY S. S.; NAYAK S. K.; MOHANTY A. K. - Potentiality of Pineapple Leaf Fibre as Reinforcement in PALF-Polyester Composite: Surface Modification and Mechanical Performance- *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, Mar 2001; vol. 20: pp. 321 - 334