

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE COMPÓSITO DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADO COM TECIDO NATURAL DE FIQUE *

Artur Camposo Pereira¹
Noan Tonini Simonassi²
Michelle Souza Oliveira³
Brendon Bruno Bezerra de Souza⁴
Sergio Neves Monteiro⁵

Resumo

A utilização de compósitos de matriz polimérica reforçados com fibras naturais vem assumindo um papel importante no âmbito da engenharia de materiais. O baixo custo, a biodegradabilidade e a redução do peso específico torna a utilização desse tipo de compósito bastante atrativa. O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho do tecido de fique como reforço de matriz poliéster visando uso utilização militar, especialmente em proteção balística. Depois da confecção dos corpos de prova, os mesmos foram submetidos aos ensaios de tração. Os materiais fraturados após os testes foram analisados por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados indicaram melhoramento nas propriedades mecânicas do compósito.

Palavras-chave: Fique, Tração, Compósitos, Fibras Naturais.

TENSILE RESISTANCE OF COMPOSITION OF POLYESTER MATRIX REINFORCED WITH NATURAL FABRIC FROM FIQUE

Abstract

The use of polymer matrix composites reinforced with natural fibers has been playing an important role in the field of materials engineering. Low cost, biodegradability and specific weight reduction make a kind of exercise depletion attractive enough. The objective of this work is to evaluate the performance of the support fabric as reinforcement of polyester matrix, aiming at military use, especially in ballistic protection. After the preparation of the specimens, they were related to tensile tests. The tissues fractured after the examination were analyzed by scanning electron microscopy (SEM). The results indicate improvements in the mechanical properties of the composite.

Keywords: Fique, Tensile, Composites, Natural Fibers.

¹ Engenheiro Metalúrgico, Mestre em Ciências, em Ciências dos Materiais. Doutorando em Ciências, em Ciências dos Materiais, Subdivisão de Engenharia de Materiais. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Engenheiro Metalúrgico, Mestre em Ciências, em Ciências dos Materiais. Doutorando em Ciências, em Ciências dos Materiais, Subdivisão de Engenharia de Materiais. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ Engenheiro Metalúrgico, Mestranda em Ciências, em Ciências dos Materiais. Subdivisão de Engenharia de Materiais. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

⁴ Técnico em Pesquisa do Laboratório de Ensaios Não-Destrutivos, Corrosão e Soldagem. PEMM/COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁵ Engenheiro de Materiais, PhD em Engenharia dos Materiais, Professor. Subdivisão de Engenharia de Materiais. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais é crescente e vêm ocupando novos segmentos de mercado, devido ao baixo custo, biodegradabilidade, serem de fontes renováveis, não tóxicas e possuem boas propriedades mecânicas das fibras, além de contribuir para diminuição dos impactos ambientais [1].

O primeiro uso de fibras naturais como reforço em matriz polimérica foi atribuído à fibra de algodão utilizada em radar militar, devido características como o desempenho mecânico, baixo custo, baixa densidade e vantagens no processamento são relacionadas como fatores que impulsionam a pesquisa e o uso das fibras naturais em substituição das fibras sintéticas. As preocupações ambientais revigoraram esta tendência pois as fibras naturais são provenientes de recursos renováveis e biodegradáveis [2].

Em consequência, nas últimas décadas, houve um crescente interesse no desenvolvimento de compósitos reforçados com fibras naturais, especialmente as do tipo lignocelulósicas. A aplicação desse tipo de compósitos pode ser vista nos setores de engenharia como a indústria automobilística [3], na construção civil [4], em reforços de estruturas e, mais recentemente, em sistemas de blindagem balística [5].

Dentre as inúmeras fibras naturais lignocelulósicas, tais como curauá, sisal, bambu, bagaço de cana-de-açúcar, madeira, dentre outras, já foram utilizadas como reforço de materiais poliméricos [8-9]. A fibra de fique, que vem ganhando bastante atenção na comunidade científica, já que os compósitos reforçados com esta fibra apresentam grande resistência ao impacto, e médias resistências à tração e flexão quando comparados com compósitos reforçados com outras fibras naturais [8]. Na Figura 1 é mostrado a planta de fique e as fibras extraídas desta.



Figura 1. O fique (*Furcraea andina*): (a) plantas cultivadas e (b) fibras extraídas sendo sacadas.

Desde o início do séc. XX, o fique tem ocupado um importante lugar nos setores agrícola e do agronegócio colombianos, sua relevância na economia foi tão grande que lhe foi concedido o título de "Fibra Nacional". No início dos anos 60, com o surgimento de produtos substitutos sintéticos, a fibra nacional foi gradativamente relegada num segundo plano, entretanto, o fique, continuou a ser o motor do desenvolvimento econômico das comunidades rurais e tem por característica fazer parte da cultura e costumes dos indígenas e comunidades camponesas na Colômbia [10].

As fibras extraídas das folhas duras do arbusto de fique também são conhecidos em algumas regiões da Colômbia como “Cabuya”. A extração é realizada por técnica mecânica e, para reforço de compósito de polímero, a fibra fique pode ser usado sem tratamento ou tratada quimicamente de acordo com o tipo de matriz utilizada[11].

Estudos mostram o potencial de reforço da fibra de fique abordando a possibilidade de substituição das fibras sintéticas. Na Tabela 1 são mostrados os valores das características mecânicas da fibra de fique [12].

Tabela 1. Caracterização macroestrutural e mecânica da fibra de fique.

Diâmetro equivalente (mm)	Densidade “ ρ ” (g/cm ³)	Resistência à tração “ σ ” (MPa)	Módulo de Young (GPa)
0,09 – 0,30	0,42 – 1,28	80 – 220	2,22 – 5,66

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar compósitos de matriz poliéster reforçada com tecido natural de fique, com a finalidade de se investigar a possível utilização desses materiais como reforço balístico. Com isso foram realizados ensaios de tração juntamente observado os aspectos estruturais da fibra de fique de seus compósitos em matriz poliéster, através da análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O tecido de fique utilizado neste trabalho foi fornecido pelo Prof. Henry A Colorado da Universidad de Antioquia, Colômbia e o poliéster foi fornecido pela empresa RESINPOXY. A mistura com a proporção de 10, 20 e 30% em volume de tecido em relação ao poliéster. Os corpos de prova de tração foram confeccionados de acordo com a norma ASTM D638.

Os ensaios de tração com o auxílio da máquina EMIC dl 10000 no Laboratório de Ensaio não Destrutivos, Corrosão e Soldagem (LNDC) da COOPE/UFRJ, com uma taxa de 5mm/min. Foi realizada análise da superfície das fraturas com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura JEOL modelo 5800 LV no laboratório de microscopia do Instituto Militar de Engenharia (IME).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2 são exibidos os valores de resistência à tração dos corpos de prova de poliéster puro e dos compósitos reforçados com 10, 20 e 30% de tecido de fique.

Tabela 2. Resistência à tração das amostras

Fração volumétrica de fibra (%)	Resistência à Tração (MPa)
0	41,7± 0,5
10	16,7±5,3
20	22,7± 4,7
30	22,7 ±3,2

Observa-se na Tabela 2 que os corpos de prova reforçados com tecido de fique apresentaram desempenho inferior em relação ao de poliéster puro. Devido os grupos benzênicos estarem diretamente na cadeia principal, juntamente com os grupos carbonato altamente polares, tornam a cadeia do poliéster muito rígida e resistente, assim justificando o seu melhor desempenho [12]. Além de que este tipo de corpo de prova apresentou uma fratura dúctil com deformação plástica mediante ao ensaio de tração. Já os corpos de prova do compósito possuíram uma fratura frágil e instável, devido ao desprendimento das fibras [13]. Pode ser observado na Figura 2 os valores obtidos para resistência à tração do poliéster puro e das frações volumétricas de tecido de fique.

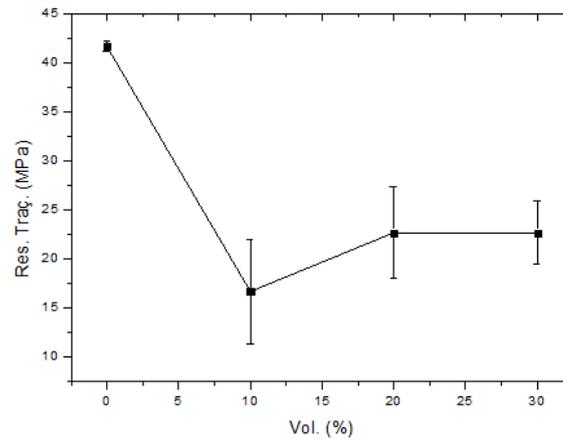
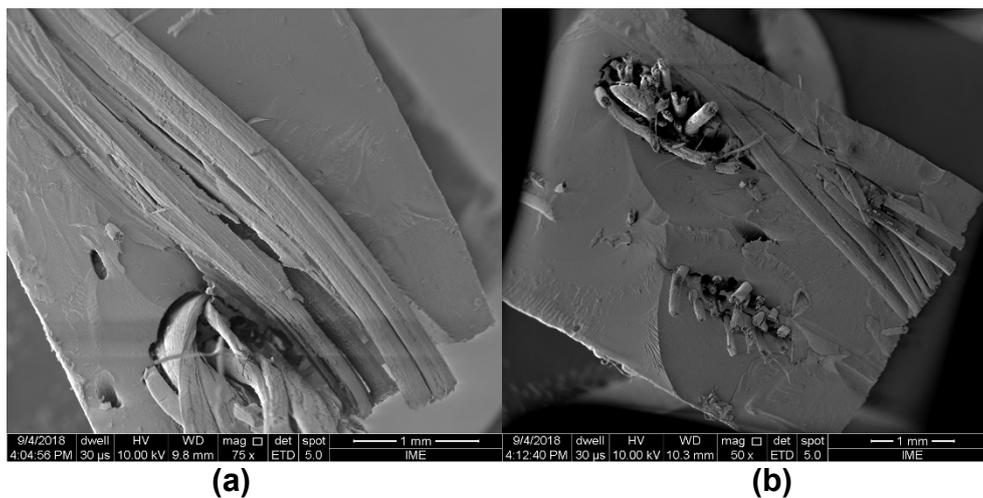
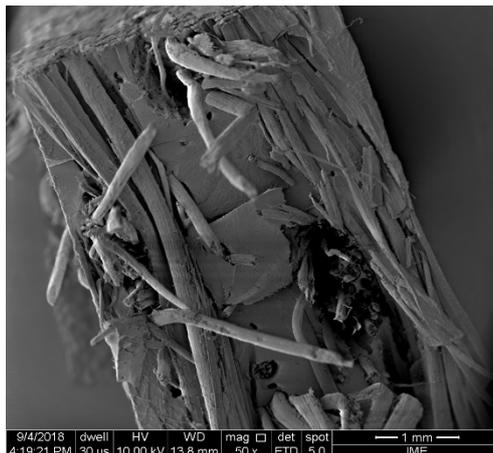


Figura 2. Variação de resistência à tração dos compósitos e do poliéster puro.

Na Figura 3 é mostrado as micrografias dos corpos de prova de compósitos com tecido de fique. Nas imagens, apresenta a fraca adesão das fibras hidrofílicas com a matriz de poliéster hidrofóbica [13]. Com isso, as fibras que ficaram na direção perpendicular ao carregamento agiram como imperfeições. Essas imperfeições ocasionou o princípio da fratura frágil de todos os corpos de prova. As fibras perpendiculares podem ser observadas na superfície de fratura.





(c)

Figura 3. Fotomicrografias das superfícies de fraturas de corpos de prova de tração do compósito com 10%(a), com 20%(b) e com 30%(c) de tecido de fique.

4 CONCLUSÃO

O uso de tecido de fique no compósito de matriz polimérica não apresentou desempenho satisfatório, pois os valores obtidos não foram maiores em relação ao poliéster puro.

Nasmicrografias apresentaram a baixa adesão das fibras de fique em uma matriz de poliéster, no caso em que as fibras são hidrofílicas e a matriz é hidrofóbica.

As fibras que são perpendiculares ao carregamento agiram com imperfeições e foram responsáveis pela fratura precipitada do compósito.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer as agências de fomento, CAPES CNPq e Faperj.

REFERÊNCIAS

1. Bledzki AK, Gassan J. Composites reinforced with cellulose-based fibers. *Progress in Polymer Science*. Vol. 4, p. 221-274. 1999.
2. Crocker J. Natural materials innovative natural composites. *Mater. Technol.* 2-3 p. 174-178. 2008.
3. Faruk O, Bledzki AK, Fink HP, Sain M. Biocomposites reinforced with natural fibers. *Progr. Polym. Sci.* Vol. 37, p. 1555-1596. 2012.
4. Güven O, Monteiro SN, Moura EAB, Drelich J.W. Re-emerging field of lignocellulosic fiber – Polymer composites and ionizing radiation technology in their formulation. *Polym. Reviews*. Vol. 56, p.702-536. 2016.
5. John MJ, Thomas S. Biofibers and biocomposites. *Carbohydr. Polym.* Vol. 71, p. 343-364. 2008.
6. Mohanty AK, Misra M, Drzal LT. Sustainable bio-composites from renewable resources: opportunities and challenges in the green materials world. *J. Polym. Environ.* Vol. 10, p. 19-26. 2002.
7. Monteiro SN, Lopes FPD, Ferreira AS, Nascimento DCO. Natural fiber polymer matrix composites: cheaper, tougher and environmentally friendly. *JOM*. Vol. 61, p.17-22. 2009.

8. Monteiro SN, Lopes FPD, Barbosa AP, Bevitori AB, Silva IL, Costa LL. Natural Lignocellulosic Fibers as engineering materials: an overview. Metallurgical and Materials Transactions. A. Vol. 42, p. 2963-2974. 2011a.
9. Nascimento DCO, Lopes FPD, Monteiro SN. Tensile behavior of lignocellulosic fiber reinforced polymer composites: Part I piassava/epoxy. Revista Matéria. Vol. 15, n. 2, p. 189-194. 2010.
10. Netravali AN, Chabba S. Composites get greener. Mater Today. Vol. 6, p. 22-29. 2003.
11. Pappu A, Patil V, Jain S, Mahidrakar A, Haque R, Thakur VK. Advances in industrial prospective cellulosic macromolecules enriched banana biofibre resources: A review. Int. J. Biol. Macromol. Vol. 79, p. 449-458. 2015.
12. Sahed DN, Jong JP. Natural fiber polymer composites: a review. Advances in polymer technology. Vol. 18, p. 351-363. 1999.
13. Satyanarayana KG, Arizaga GC, Wypych F. Biodegradable composites based on lignocellulosic fiber: an overview. Progress in Polymer Science. Vol. 34, p. 982-1021. 2009.