

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E FLEXÃO DE COMPÓSITO DE MATRIZ DE POLICARBONATO REFORÇADO COM FIBRA NATURAL DE SISAL *

Ana Paula Pereira¹

Noan Tonini Simonassi¹

Flávio James Humberto Tommasini Vieira Ramos²

Sergio Neves Monteiro³

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 da fibra de sisal como reforço do policarbonato visando uso utilização militar, especialmente em proteção balística. Antes da confecção dos corpos de prova, foi realizada a redução no tamanho de partícula do policarbonato e da fibra de sisal através de um moinho de facas, posteriormente dos corpos foram submetidos aos ensaios de tração e flexão.

Palavras-chave: Policarbonato, Sisal, Compósitos, Fibras Naturais.

TENSILE RESISTANCE AND FLEXION OF COMPOSITION OF POLYCARBONATE MATRIX REINFORCED WITH NATURAL FIBER FROM SISAL

Abstract

The use of polymer matrix composites reinforced with natural fibers has been playing an important role in the field of materials engineering. The low cost, the biodegradability and the reduction of the specific weight makes the use of this type of composite very attractive. The objective of this work is to evaluate the performance of sisal fiber as reinforcement of polycarbonate for military use, especially in ballistic protection. Prior to preparation of the test specimens, the reduction in particle size polycarbonate and sisal fiber was made via a slicer, then the bodies were subjected to tensile tests and flexural strength.

Keywords: Polycarbonate, Sisal, Composites, Natural Fibers.

¹ Instituto Militar de Engenharia, Doutorando em Ciência dos Materiais – Praça General Tibúrcio, 80, 22.290-270, Praia Vermelha, Urca, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

² Instituto Militar de Engenharia, Pós-Doutorado em Ciência dos Materiais – Praça General Tibúrcio, 80, 22.290-270, Praia Vermelha, Urca, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

³ Instituto Militar de Engenharia, Professor, Ph.D. em Engenharia e Ciências dos Materiais – Praça General Tibúrcio, 80, 22.290-270, Praia Vermelha, Urca, 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 possuírem boas propriedades mecânicas das fibras, além de contribuírem para diminuição dos impactos ambientais [1].

Os materiais poliméricos possuem importantes propriedades e características que os tornam extremamente necessários para os ciclos de produção de diversos produtos presentes no cotidiano das pessoas, a exemplo disso o policarbonato (PC) é amplamente utilizado principalmente como coberturas, forros e divisórias. Por ser um polímero termoplástico possui características, como alta viscosidade, que possibilita o mesmo ser facilmente moldado, e baixo custo torna-o atrativo para uso de compósitos [2].

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 [3].

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 [4], na construção civil [5], em reforços de estruturas e, mais recentemente, em sistemas de blindagem balística [6].

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 [7-8]. A fibra de sisal, 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 [9] e é responsável pela metade da produção de fibras têxteis [10]. Na Figura 1 é mostrado a planta de sisal e as fibras extraídas desta.



Figura 1. Planta de sisal (a) e fibras extraídas das folhas do sisal (b).

O sisal é uma planta extremamente cultivada no nordeste brasileiro e de suas folhas são retiradas fibras com propriedades de interesse para utilização como reforço em materiais compósitos de matriz polimérica [11]. Tem como principal característica uma

grande resistência mecânica que lhe dá, mesmo com uma espessura reduzida, capacidade de suportar tensões elevadas [8]. Essa propriedade, portanto, faz dela uma substituta natural de fibras sintéticas na produção de compósitos. Além disso, a fibra é oriunda de uma planta de fácil cultivo e processamento, o que a torna uma matéria prima renovável e reciclável. Por se tratar de um produto natural, minimiza impacto ambiental e econômico tanto na produção dos materiais quanto no descarte [5].

A fibra de sisal reforçando uma matriz leva a um grande aumento da rigidez e resistência específica, em contraste com a redução da temperatura de processamento, limitando as opções de matriz. Balzer et al [11] observaram que PVC reforçado com fibras naturais fica mais resistente ao impacto e Outro fator importante é o baixo custo do sisal, produto cultivado com facilidade na região do semiárido brasileiro, sendo que um aumento da necessidade dessa fibra numa melhora da economia da região [11].

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar compósitos de matriz de policarbonato reforçado com fibra natural de sisal, com a finalidade de se investigar a possível utilização desses materiais como reforço balístico. Com isso foram realizados ensaios de tração e flexão, a também foi analisado a influência do tipo do processamento adotado sobre a resistência mecânica final dos corpos de prova.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As fibras de sisal utilizadas neste trabalho foram fornecidas pela Pematec Triangel, e o policarbonato pelo Instituto de Macromolécula (IMA) da UFRJ. A mistura com a proporção de 20% em volume de fibra em relação ao policarbonato virgem foi misturada e homogeneizada com o auxílio de um moinho de faca. Os corpos de prova de tração foram confeccionados de acordo com a norma ASTM D638 e os de flexão de acordo com a norma ASTM D790.

Os corpos de prova foram processados através de uma prensa hidráulica com aquecimento na temperatura de 250°C, a fim de tornar o policarbonato moldável. O aquecimento e o resfriamento foram realizados sobre aplicação de força de 3 ton. Para efeito de análise da utilização da fibra de sisal, foi confeccionado corpos de prova de policarbonato puro e o com mistura. A figura 2 mostra o policarbonato puro sendo colocado no molde (a) e a prensa utilizada para a fundição do mesmo (b).



Figura 2. Policarbonato sendo depositado no molde (a) e, em seguida colocado na prensa (b).

Os ensaios de tração e flexão foram realizados 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 2mm/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 DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são exibidos os valores de resistência à tração e flexão dos corpos de prova de policarbonato puro e dos compósitos reforçados com 20% de fibra de sisal.

Tabela 1. Resistência à tração e flexão das amostras

Fração volumétrica de fibra (%)	Resistência à Tração (MPa)	Resistência à Flexão (MPa)
0	52,8 ± 5,1	41,1 ± 3,3
20	19,6 ± 5,2	13,4 ± 3,4

Observa-se na Tabela 1 que os corpos de prova reforçados com fibras de sisal apresentaram desempenho inferior em relação ao de policarbonato puro. Devido os grupos benzênicos estarem diretamente na cadeia principal, juntamente com os grupos carbonato altamente polares, tornam a cadeia do policarbonato 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]. Como pode ser observado na Figura 3, os corpos de prova de flexão não se romperam no ponto máximo de resistência a flexão, e apresentam uma estricção no ponto de fratura.



Figura 3. Corpos de prova de tração e flexão do compósito e do policarbonato puro.

Na Figura 4 é mostrado que os corpos de prova de compósitos apresentaram bolhas distribuídas ao longo da matriz, já o de policarbonato apresentou uniformidade e coesão. A presença de bolhas no compósito está associada à libertação de gases provenientes da degradação da fibra natural que ficaram retidos na matriz durante o processamento devido a ineficiência do processo de degasagem, como também a fraca adesão entre a matriz e o reforço. As bolhas presentes nos compósitos funcionam como agente de fragilidade dos corpos de prova, levando a fratura apresentada na fotomicrografia.

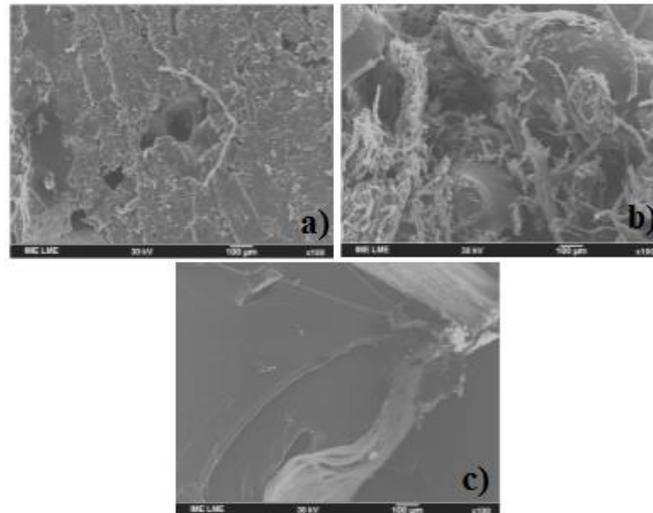


Figura 4. Fotomicrografias das superfícies de fraturas de corpos de prova de tração do compósito (a), de flexão do compósito (b) e de tração do policarbonato puro (c)

4 CONCLUSÃO

O uso de fibra de sisal no compósito não apresentou desempenho satisfatório, pois o processamento dos corpos de prova promoveu a degradação da fibra de sisal, promovendo acúmulo de gases proporcionando o surgimento de bolhas, ocasionando fragilidade nos corpos de prova.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o suporte à agência de fomento CAPES que possibilitou a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1 Cheila G. Mothé; Carla R. de Araujo; Caracterização térmica e mecânica de compósitos de poliuretano com fibras de Curauá, Polímera vol.14 no.4 São Carlos 2004.
- 2 Mochnacz, S., Amico, S. C., Sydenstricker, T.H.D. Caracterização e modificação superficial de fibras de sisal para utilização em compósitos poliméricos, Joinville, 2002.
- 3 Joseph, P. V., Rabello, M. S., et al., "Environmental Effects on the Degradation Behavior of Sisal Fibre Reinforced Polypropylene Composites", Composites Science and Technology, v. 68, pp. 1357-1372, 2002.
- 4 Holbery, J., Houston, D.. Natural-fiber-reinforced polymer composites in automotive applications. Journal of the minerals, metals and materials society, v.58, pp.80-86, 2006
- 5 Paulo R. L. Limal; Romildo D. Toledo Filholl; Koji J. Nagahamal; Eduardo M. FairbairnII. Caracterização mecânica de laminados cimentícios esbeltos reforçados com fibras de sisal. Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.11 no.6 Campina Grande Nov./Dec. 2007;

- 6 Da Luz, F.S.; Lima, JR. E.P.L.; Louro, L.H.L.; Monteiro, S.N. Ballistic Test of Multilayered Armor with Intermediate Epoxy Composite Reinforced with Jute Fabric. *Mat. Res.* vol.18 (2015)
- 7 Satyanarayana, K.G., Guimarães, J.L., Wypych, F,. Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I : Source, production, morfology, properties and applications. *Composites: Part A: applied science and manufacturing*, v. 38, pp.1694–1709, 2007.
- 8 Kuruvilla Joseph, Eliton S. Medeiros e Laura H. Carvalho. Compósitos de Matriz Poliéster Reforçados por Fibras Curtas de Sisal: *Polímeros* vol.9 no.4 São Carlos Oct./Dec. 1999;
- 9 Monteiro, S.N., et al. Comportamento mecânico e características estruturais de compósitos poliméricos reforçados com fibras contínuas e alinhadas de curauá.
- 10 Becker, D.; Kleinschmidt, A.C.; Balzer, P.S. Compósitos de PVC rígido e fibras de bananeira: Efeito do tratamento da fibra. *Revista Matéria*, v.19, n.03, pp.257-265, 2014.
- 11 Balzer, P.S., Vicente, L.L., Becker, D., et al.. Estudos das propriedades Mecânicas de um composto de PVC modificado com Fibras de Bananeira. *Polímeros: Ciência de Tecnologia*, v. 17, pp. 1-4, 2007.
- 12 Laura H. de Carvalho; Wilma S. Cavalcanti, Propriedades mecânicas de tração de compósitos poliéster/tecidos híbridos sisal/vidro. *Polímeros* vol.16 no.1 São Carlos Jan./Mar. 2006
- 13 Brydson, J.A., *Plastics Materials*, 7 ed. Oxford, Butterworth Heinemann, 2000.