



RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE COMPÓSITOS DE TECIDO DE JUTA/ALGODÃO REFORÇANDO MATRIZ POLIÉSTER VIA RTM (Resin Transfer Molding)

Maria V. S. Pinto^{1*}, Clarissa C. Angrizani², Sandro C. Amico³ e Antonio G. B. Lima⁴

1,4 - Departamento de Engenharia de Mecânica, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB, vpdesigner2009@gmail.com

2,3 - Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS

Resumo: A concepção de compósitos híbridos, combinação entre tipos diferentes de reforços, utilizando fibras vegetais é um tema que vem sendo desenvolvido ao longo dos anos. Há duas razões para isto: o uso de fibras de diferentes naturezas química e física com vantagens que não podem ser obtidas por um único tipo de fibra e o uso de múltiplas fibras de origem orgânica em materiais compósitos, uma alternativa de uso em relação às aplicações atuais. O presente trabalho avalia a resistência ao impacto de compósitos híbridos de tecido juta-algodão sem e com sorção de água em diferentes temperaturas com duas frações volumétricas. Os compósitos foram moldados pelo processo de RTM, nas frações volumétricas de 32 e 48%, caracterizados em impacto Izod, submetidos a testes de imersão em água nas temperaturas 50°C e 75°C. A resistência ao impacto aumentou com o aumento da fração volumétrica de reforço. Neste estudo, observou-se que quanto maior a temperatura de imersão em água, menor o valor da resistência ao impacto.

Palavras-chave: *Compósitos, fibras vegetais, processo RTM, ensaio de impacto.*

Impact Strength of jute/cotton fabric reinforcing polyester matrix composites via RTM

Abstract: The manufacture of hybrid composites, combining different types of reinforcements, using vegetable fiber theme that has been developed over the years. There are two reasons for this: the use of fibers of different chemical and physical natures with advantages that can not be obtained by a single type of fiber and the use of multiple fibers of organic origin in composite materials, an alternative of use in relation to the applications current. The present work evaluates the impact resistance of hybrid jute-cotton fabric composites with and without water sorption at different temperatures with two volumetric fractions. The composites were molded by the RTM process, volumetric fractions of 32 and 48%, characterized by Izod impact, subjected to immersion tests in water at temperatures of 50 ° C and 75 ° C. The impact strength increased with the amount of the number of layers of fabric reinforcing the composite. The higher the immersion temperature in water, lower the value of the energy resistance to the impact.

Keywords: *Composite, vegetable fiber, RTM process, Izod impact.*

1. Introdução

Questões ambientais vêm sendo papel fundamental para a sociedade, assumindo cada vez mais um papel de destaque, inclusive condicionando o desenvolvimento tecnológico. A maior importância atribuída a estes novos materiais desenvolvidos pela engenharia esta ligada a fabricação que envolve baixo consumo de energia, além de poderem ser renováveis e biodegradáveis. Fibras naturais, tanto de origem animal como de origem vegetal lignocelulósicas, atendem estes requisitos, pois suas utilizações caracterizam como ambientalmente corretas em comparação com as fibras sintéticas. Por este motivo, compósitos reforçados com fibras naturais, sobretudo as lignocelulósicas facilmente cultivadas, têm sido objeto de recentes pesquisas. Um trabalho de revisão sobre este tipo de compósitos foi publicado ao final da última década por Gassan e Bledzki [1]. Desde então, centenas de outras publicações foram dedicadas a fibras regularmente cultivadas como a juta, o algodão, o sisal, a madeira, o coco e até mesmo fibra de bananeira como exemplos entre muitas outras. Algumas destas fibras apresentam um grande potencial para uso em compósitos, são

típicas de regiões tropicais e são de interesse para países asiáticos, africanos e latino-americanos. No Brasil, exemplos dessas fibras para reforço de compósitos poliméricos é a juta, a piaçava, o curauá e o algodão. Compósitos poliméricos com fibras naturais têm potencial para aplicação em componentes sujeitos a carregamentos leves ou moderados. As principais aplicações estão na construção civil, indústria de móveis e embalagens e no ramo automotivo [2, 3]. O baixo desempenho mecânico e alta absorção de umidade dessas fibras [4, 5, 6, 7] são os grandes empecilhos em encontrar novas aplicações. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a resistência ao impacto Izod de compósito de matriz poliéster reforçado com tecido híbrido de fibras vegetais juta/algodão. Foi realizado um estudo comparativo das propriedades mecânicas em impacto dos compósitos com quatro e seis camadas de tecido juta/algodão

2. Experimental

O tecido híbrido unidirecional de fibra de juta/algodão foi confeccionado pela Indústria Têxtil Castanhhal (gramatura de 350 g/m²); Composição do tecido: 75% de juta na trama e 25% de algodão no urdume, conforme Fig 1.

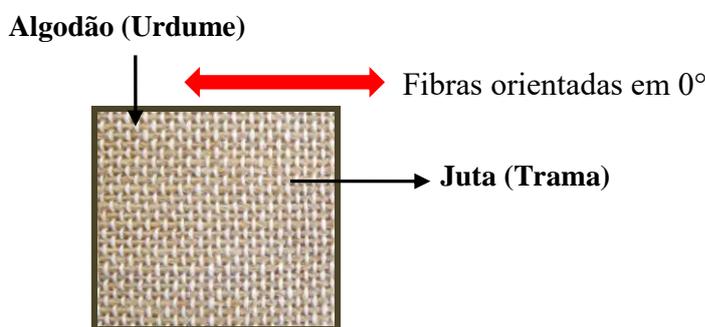


Figura 1: Tecido tramado com fibras de juta e algodão.

Para obtenção dos compósitos unidirecionais do tecido híbrido das fibras juta/algodão deste trabalho empregou-se %V_f de 32 (quatro camadas de tecido) e % V_f de 48 (seis camadas de tecidos). O compósito foi fabricado por RTM e as dimensões da placa são 30 × 30 × 0,3 cm³ dentro do molde de RTM. Utilizou-se uma pressão variando de 0,1 a 0,8 bar, levando aproximadamente 9 minutos para o preenchimento do molde. A partir deste momento, foi deixado o compósito curando no interior do molde durante 24 h à temperatura ambiente, após esse tempo o mesmo foi levado para uma estufa com circulação de ar a 60 °C/3 h para realizar a pós-cura. Posteriormente as amostras foram cortadas em uma máquina laser devido à necessidade de melhor uniformidade no corte, o qual seguiu a direção de alinhamento das fibras de juta (conforme Fig. 1), as amostras foram confeccionadas de acordo com a norma ASTM D256. Os corpos de prova foram ensaiados em um em um equipamento da marca CEAST modelo Impactor II na configuração Izod, utilizando o martelo de 2,75J de energia para as duas frações volumétricas (V_f) do reforço. Tanto a moldagem do compósito quanto os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais Poliméricos da UFRGS. Os experimentos de absorção de água foram realizados no Laboratório de Térmica e Fluídos da Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica da UFCG, para isso fez-se uso de uma placa térmica com temperatura controlada, obedecendo ao seguinte procedimento: foram preparados dois banhos com água destilada, nas temperaturas de 50 e 75°C, para cada condição de envelhecimento foram utilizadas cinco (5) amostras de compósito com o objetivo de verificar a influência da absorção de água na resistência ao impacto (Fig. 2). Nos períodos de 48, 96, 168, 288 e 504 horas, retiraram-se as amostras da água, posteriormente elas foram secas com papel toalha para retirar o excesso de água da superfície e pesadas em balança, com precisão de ± 0,1 mg, em seguida as amostras foram condicionadas em um dessecador até o momento do ensaio.



Figura 2: Amostras no interior do banho térmico durante a sorção de água.

3. Resultados e Discussão

3.1. Resultados da resistência ao impacto em corpos de prova sem envelhecimento

Ao comparar os compósitos sem envelhecimento verificou-se que o de (quatro) 4 camadas apresentou uma resistência ao impacto inferior ao de (seis) 6 camadas, como mostra respectivamente (Fig.3(0h) e Fig.4(0h)). O compósito com (quatro) 4 camadas apresentou uma resistência de 30% menor ao de (seis) 6 camadas. Concluiu-se que o compósito da amostra (quatro) 4 camadas tem menor resistência mecânica e é mais frágil em comparação com o compósito de (seis) 6 camadas. Isto ocorre porque o compósito com (quatro) 4 camadas de tecido possui fração volumétrica (V_f) inferior aos compósitos com (seis) 6 camadas de tecido juta/algodão. Segundo [11] os principais mecanismos de absorção de energia são favorecidos a compósitos que possui elevada fração volumétrica de fibras unidirecionais, resultando em maior energia para a fratura, mostrando-se ter maior tenacidade [7].

3.2. Resultados da resistência ao impacto para os corpos de prova com envelhecimento

Os resultados encontrados no ensaio de impacto para corpos de prova de (quatro) 4 camadas de tecido envelhecidos em água a 50 e 75^oC, tiveram um aumento em sua resistência mecânica às 48h em ambas as temperaturas estudadas em relação ao compósito sem envelhecimento (0h). Isso acontece segundo [15] porque nas primeiras horas da absorção de água e devido às fibras ser hidrofílica, os compósitos de matriz polimérica reforçado com fibras naturais apresentam um ligeiro aumento nas suas propriedades mecânicas, se comparadas com o sem envelhecimento. O fato das fibras serem mais longas, possibilitando maior dissipação de energia ao longo de seu comprimento, e por consequência, da sua área interfacial, influenciando numa maior absorção de energia no impacto [2].

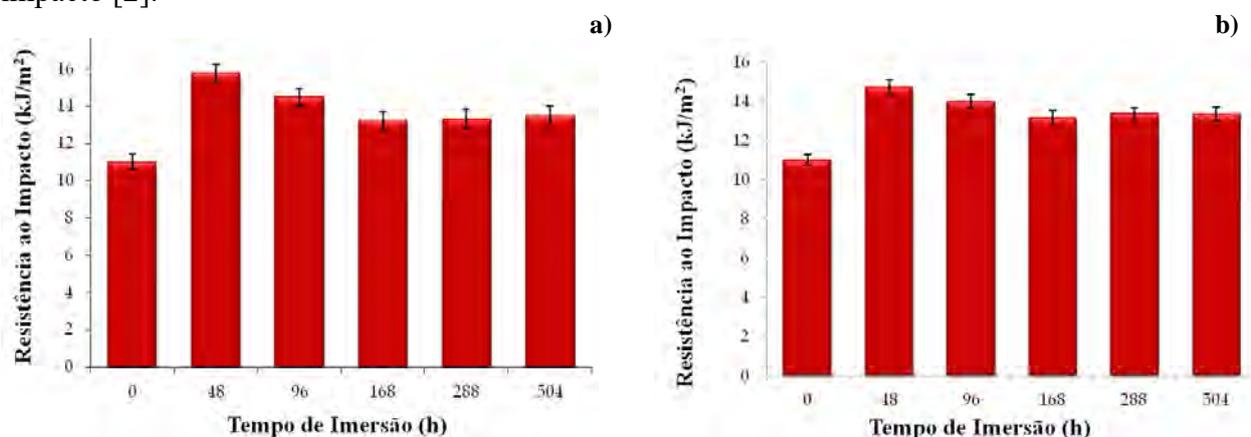


Figura 3: (a) 50^oC com (quatro) 4 camadas (b) 75^oC com (quatro) 4 camadas de tecido juta/algodão.

As propriedades mecânicas do polímero podem aumentar ou diminuir dependendo da temperatura de exposição [12].

Nos gráficos da Figura 4 são apresentados resultados em termos de média e desvio padrão para (seis) 6 camadas para respectivas temperaturas de 50 e 75°C, indicando que a resistência aumenta na temperatura de 50 °C em 48 horas. Já para a temperatura de 75°C cai a partir de 48 horas e aumenta em 96 horas sua resistência, devido às propriedades mecânicas da resina de poliéster mostrar um ligeiro aumento durante o envelhecimento da água, devido ao efeito pós-cura [15]. Quando a fibra absorve uma pequena quantidade de água, as fibras tendem a inchar ligeiramente, isto resulta no desenvolvimento de um forte intertravamento mecânico entre a fibra e a matriz. Assim, com uma absorção de água muito baixa, os compósitos de polímero reforçado com fibras naturais apresentam um ligeiro aumento nas suas propriedades mecânicas [15].

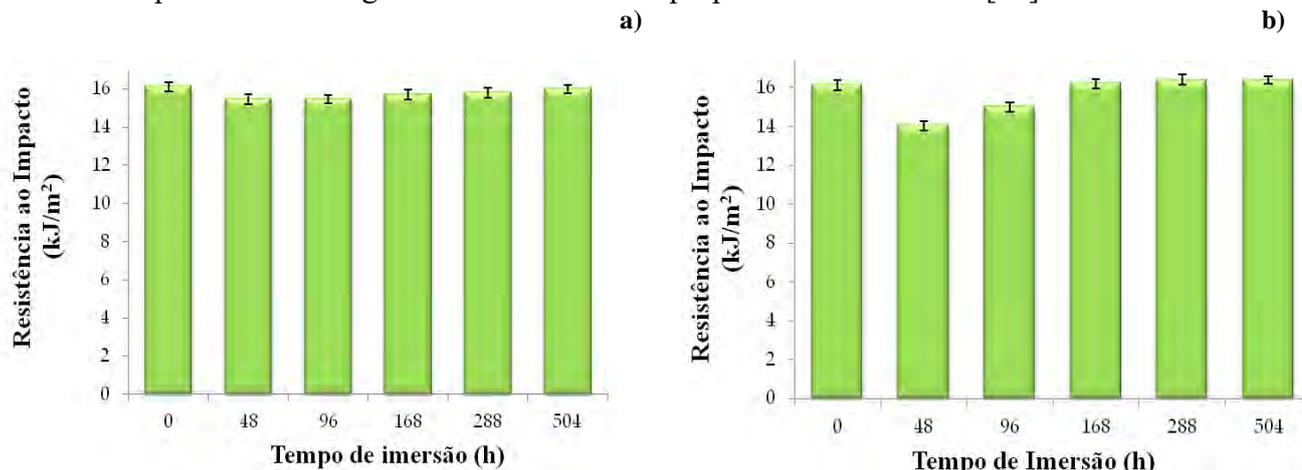


Figura 4: (a) 50°C com 6 camadas (b) 75°C com 6 camadas de tecido juta/algodão.

Analisando o gráfico de 6 camadas a diminuição mais expressiva surge à temperatura de 75°C, a 48 horas onde ocorre uma redução de 14kJ/m² face aos corpos de prova do gráfico e nos demais há um aumento gradativo. Isto pode ser explicado devido ao fato do compósito de 6 camadas apresentarem mais fibra vegetal que os compósitos de (quatro) 4 camadas, e a degradação da fibra vegetal em relação às pós cura da resina neste caso é mais significativa, no entanto com o passar do tempo há um aumento da energia de absorção ao impacto com o molhamento da matriz até haver a saturação de absorção de água do compósito. De acordo com Canevarolo [14] o comportamento demonstrado pelos corpos de prova quando sujeitos a diferentes temperaturas varia bastante podendo, inclusive, por passar de comportamento frágil para dúctil.

Conclusões

O ensaio mecânico mostrou que é possível utilizar fibras vegetais em ambientes externos, mas que devemos ser cautelosos analisando as cargas mecânicas que o mesmo estará sujeito.

Se os compósitos de poliéster/tecido híbrido juta/algodão forem utilizados em situações que exijam boa resistência ao impacto em um ambiente úmido este material é recomendável devido aos resultados satisfatórios ao compararmos ao compósito sem envelhecimento.

Agradecimentos

Elekeiroz pela doação da resina poliéster. CAPES. Laboratório de Materiais Poliméricos (UFRGS) e Laboratório Térmica e Fluídos (UFCG).

Referências

[1] Gassan, J. Bledzki, A. *The influence of fiber-surface treatment on the mechanical properties of jute-polypropylene composites*. Composites, Part A, 1001-1005, 1997.

- [2] Monteiro, S.N.; Terrones, L.A.H.; Carvalho, E.A.; D'Almeida, J.R.M. *Efeito de interface fibra/matriz sobre a resistência de compósitos poliméricos reforçados com fibras de coco*, Rev. Mater., v. 11, n.4, p. 395-402, 2007.
- [3] Dahlke, B., Larbig, H., et al., *Natural fiber reinforced foams based on renewable resources for automotive interior applications*, Journal of cellular plastics, v. 34, pp. 361-379, 1998.
- [4] 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.
- [5] Singleton, A. C. N., Baillie, C. A. *On the Mechanical properties, deformation and fracture of a natural fibre/recycled polymer composite*, Composites- Part B, v. 34, pp. 519-526, 2003.
- [6] Sarkar, B. K., Ray. D., *Dynamic mechanical and thermal analysis of vinyl ester-resin-matrix composites reinforced with untreated and alkali-treated jute fibres*, Composites Science and Technology, v. 62, pp. 911-917, 2002.
- [7] Espert, A., Vilaplana, F., Karlsson, S., *Comparison of water absorption in natural cellulosic fibres from wood and one-year crops in polypropylene composites and its influence on their mechanical properties*, Composites Part A, v. 35, n. 11, pp. 1267-1276, 2004.
- [8] Moe, M. T., Liao, K., *Durability of bamboo-glass fiber reinforced polymer matrix hybrid composites*, Composite Science and Technology, v. 63, pp. 375-387, 2003.
- [9] Sreekala, M.S., *The mechanical performance of hybrid phenol-formaldehyde-based composites reinforced with glass and oil palm fibers*, Composite Science and Technology, v. 62, pp. 239-253, 2002.
- [10] Seena, Y. A., *Comparison of the mechanical properties of phenol formaldehyde composites reinforced with banana fibres and glass fibres*. Composite Science and Technology, v. 62, pp. 1857-1868, 2002.
- [11] Silva, R. V., *Compósito de Resina Poliuretano Derivada de Óleo de Mamona e Fibras Vegetais*, Tese de D. Sc., Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- [12] Bin Yu; Jinglei Yang. *Hygrothermal Effects in Composites Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*, Current as of 6 March 2017.
- [13] Dhakal, H. N.; Zhang, Z. Y.; Richardson, M. O. W.; Errajhi, O. A. Z. *The low velocity impact response of non-woven hemp fibre reinforced unsaturated polyester composites*. Composites Structures, v. 81, p. 559-567, 2007.
- [14] S. V. Canevarolo Jr., *Ciência dos Polímeros - Um texto básico para tecnólogos e engenheiros*, 2006.
- [15] A.C. de Albuquerque, Kuruvilla J., L. H. de Carvalho, Jose Roberto Morais d'Almeida. *Effect of wettability and ageing conditions on the physical and mechanical properties of uniaxially oriented jute-roving-reinforced polyester composites*. Composites Science and Technology, p. 833-844, 2000.