

# ENSAIO DE IMPACTO IZOD EM COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADA COM TECIDO DE JUTA \*

Foluke Salgado de Assis<sup>1</sup>  
Sergio Neves Monteiro<sup>2</sup>  
Artur Camposo Pereira<sup>3</sup>

## Resumo

A fibra de juta é uma das fibras com grande potencial para ser aplicada como tecido reforçando compósitos poliméricos. Este trabalho avaliou a resistência ao impacto para compósitos de matriz poliéster reforçado com tecido de juta. Os corpos de prova foram fabricados com diferentes percentuais de tecido de juta: 0, 10, 20 e 30% em fração volumétrica. O tecido de juta foi embebedado com resina poliéster (estado líquido) e curado em temperatura ambiente durante 24 horas. As amostras foram ensaiadas utilizando o pêndulo impacto Izod e a superfície de fratura foi examinada utilizando o microscópio eletrônico de varredura. A resistência ao impacto Izod dos compósitos poliéster-juta cresceu de maneira linear com o aumento da quantidade de tecido de juta. Utilizando 30% de tecido de juta, foi possível obter 83,1 J/m enquanto o poliéster puro (0% de tecido) obteve 21,8 J/m. O bom desempenho do compósito poliéster-juta pode ser associado com a dificuldade de romper o compósito em virtude do tecido de juta, assim como, as trincas produzidas através da interface poliéster/tecido de juta que colaborou com o aumento na absorção de energia durante o ensaio de impacto Izod.

**Palavras-chave:** Tecido de juta, matriz poliéster, impacto Izod.

## IZOD TOUGHNESS RESISTANCE OF JUTE FABRIC REINFORCED POLYESTER COMPOSITES

### Abstract

Jute fibers are among the lignocellulosic fibers with greater potential for use as fabric reinforcing polymer composites. This study evaluated the impact resistance of this type of composite. Specimens were made with up to 30 vol. % of jute fabric. The jute fabric was embedded with polyester resin and cured at room temperature for 24 hours. The specimens were tested in Izod impact pendulum and the fracture surfaces were examined by scanning electron microscopy. The impact resistance of composites increased linearly with the relative amount of jute fabric reinforcing the composite. Using 30 vol. % of jute fabric, it was possible to obtain 83.1 J/m as compared with 21.8 J/m for pure resin. This performance was associated with the difficulty of rupture imposed by the jute fabric as well as the type of cracks resulting from the interaction jute fabric/polyester matrix that corroborate the increase in energy absorption at the impact test.

**Keywords:** Jute fabric; Polyester matrix; Izod resistance.

<sup>1</sup> Engenheiro Metalúrgico, Doutorando em Ciências dos Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Metalúrgico, PhD em Materials Science And Engineering, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro Metalúrgico, Doutorando em Ciências dos Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

Uma mudança significativa nos setores de transporte, por exemplo o automotivo, ocorreu no século passado com a introdução de materiais mais resistentes e mais leves. O exemplo mais relevante foi o composto de polímero reforçado com fibras sintéticas (fibras de vidro, carbono, aramida). Hoje em dia, esses compósitos estão substituindo materiais convencionais, tais como as ligas de alumínio no corpo do avião devido à força específica superior. Nos últimos anos, no entanto, problemas ambientais em escala global estão impondo uma reversão no uso de fibras sintéticas, especialmente a fibra de vidro. Apesar de sua maior resistência específica, a fibra de vidro e seus compósitos poliméricos não podem ser reciclados nem incinerados em uma usina térmica para gerar eletricidade (1). Além disso, a fabricação e processamento de um compósito de fibra de vidro estão associados com a emissão de CO<sub>2</sub>, o principal responsável pelo aquecimento global (2).

Um possível substituto para a fibra de vidro sem os problemas ambientais acima mencionados poderia ser fibras lignocelulósicas que são obtidas a partir de plantas ricas em celulose-lignina. Além disso, elas já estão sendo usadas em vários campos de engenharia, particularmente na indústria automobilística (3-9).

Nos últimos anos, um número crescente de publicações (10-13) tem sido dedicado às fibras lignocelulósicas e seus compósitos poliméricos. Os resultados justificam a atual aplicação como novos materiais de engenharia com vantagens não só em termos ambientais, mas também econômicos, societários e até técnicos. As fibras lignocelulósicas apresentam algumas vantagens em relação às fibras sintéticas: renováveis, recicláveis, biodegradáveis e também apresentam uma alta resistência e alto módulo elástico, baixa densidade e principalmente baixo custo (10-14). Em estudos recentes mostram que os compósitos poliméricos reforçados com fibras lignocelulósicas podem ser aplicados em proteção balística como camada intermediária em sistema de blindagem multicamada (16-18). No entanto, as fibras lignocelulósicas apresentam algumas desvantagens tais como propriedades não uniformes e dimensão limitada, bem como fraca adesão à matriz polimérica e, então, continuam a impedir fatores técnicos para a expansão da utilização das fibras lignocelulósicas.

O principal desafio enfrentado pela fibra lignocelulósica e seus compósitos é encurtar a distância ao desempenho dos correspondentes sintéticos. Aqui, inconvenientes como propriedades não uniformes e dimensão limitada, bem como fraca adesão à matriz polimérica, ainda impedem fatores técnicos à expansão na utilização de fibras lignocelulósicas (15).

A fibra de juta (*Corchorus capsularis*) apresenta densidade 1,3-1,45 g/cm<sup>3</sup> e resistência à tração, 593-800 MPa, que pode ser uma possível fibra lignocelulósica para substituir a fibra sintética em compósitos poliméricos [15]. Em seguida, a fibra de juta apresenta uma melhoria potencial muito interessante como visto anteriormente na literatura. Este trabalho avaliou a resistência ao impacto Izod de compósitos de poliéster reforçados com tecido de juta com diferentes frações volumétricas (0 vol.% até 30 vol.%).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O tecido de juta (figura 1) investigado neste trabalho foi fornecido comercialmente pela Companhia Têxtil Castanhal do Pará.



**Figura 1.** Tecido de Juta.

Após limpeza à temperatura ambiente, o tecido de juta foi misturado em quantidades de 0, 10, 20 e 30% em volume com uma resina de poliéster insaturado que foi utilizada como matriz polimérica para preparar os compósitos. Placas dos compósitos com 10 mm de espessura foram fabricadas num molde de aço retangular com dimensões de 152 x 125 mm.

A resina de poliéster ainda líquida, em conjunto com 0,5% de catalisador à base de metil-etil-cetona, foi vertida para o tecido de juta no interior do molde. O composto assim formado foi deixado curar durante 24 horas à temperatura ambiente. A placa de cada compósito diferente foi então cortada em barras com 10 x 63 x 12,7 mm. Estas barras foram utilizadas para a preparação de amostras para o teste de impacto Izod, de acordo com ASTM D256 (19).

As amostras foram testadas com impacto num pêndulo PANTEC com configuração Izod. A energia de impacto foi obtida usando um martelo de 11 J para compósitos com 0, 10, 20 e 30% de tecido de juta. Para cada condição, em relação a uma determinada fração de volume de fibras, foram utilizados 10 amostras e os resultados foram interpretados estatisticamente.

A superfície de fratura dos espécimes após o teste de impacto Izod foi analisada por microscopia eletrônica de varredura, MEV, em um modelo JSM-5800 LV Jeol, operando com elétrons secundários a uma tensão de aceleração de 15 kV.

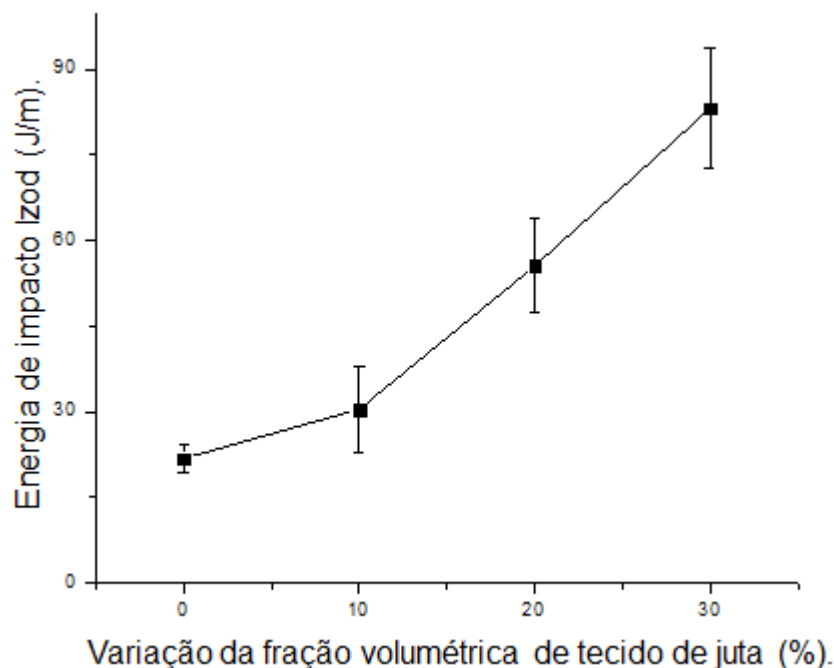
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação da energia de impacto Izod e o desvio padrão para diferentes frações volumétricas de tecido de juta no compósito de matriz poliéster é mostrado na tabela 1.

Tabela 1. Energia de Impacto Izod para resina poliéster e para os compósitos de poliéster reforçado com tecido de juta.

Tecido de Juta (vol. %)	Energia (J/m)
0	$21,8 \pm 2,5$
10	$30,4 \pm 7,8$
20	$50,5 \pm 8,7$
30	$83,1 \pm 10,5$

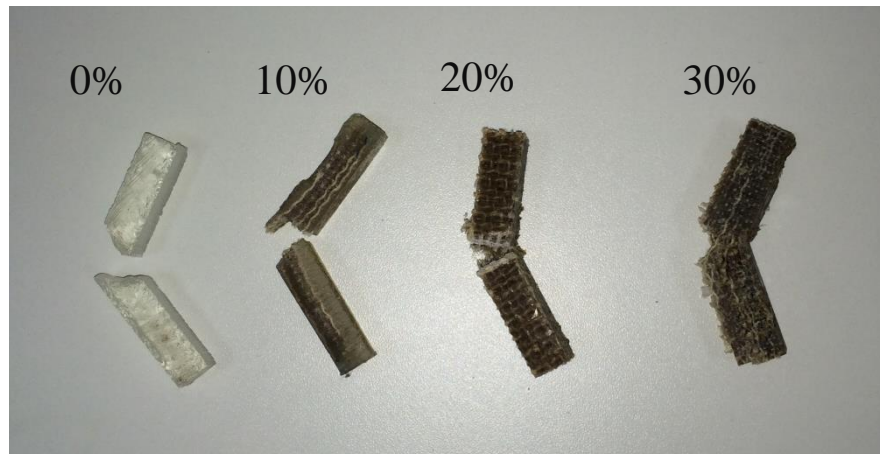
De acordo com os resultados mostrados na tabela 1, na figura 2 é mostrada a variação da energia de impacto Izod com diferentes frações volumétricas de tecido de juta no compósito de poliéster.



**Figura 2.** Variação da energia de impacto Izod em função da fração volumétrica de tecido de juta no compósito poliéster-juta.

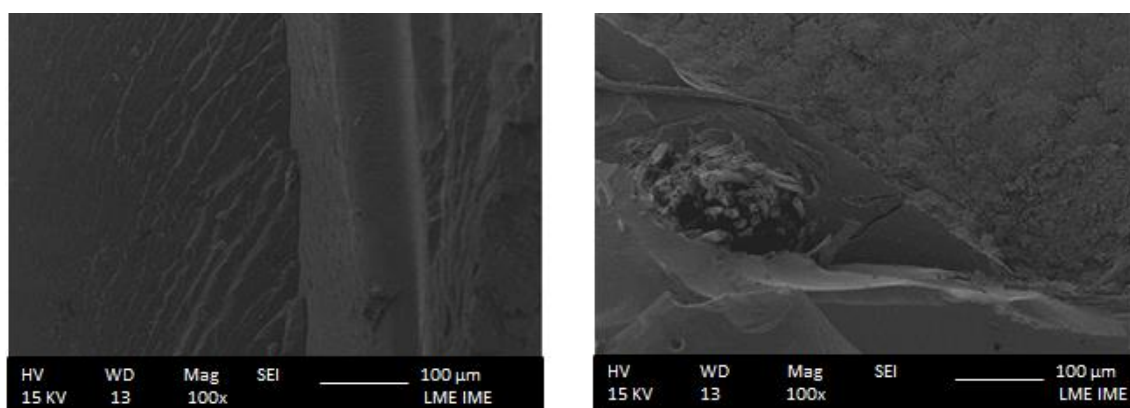
Observou-se, na tabela 1 e na figura 2, que a incorporação de tecido de juta na matriz de poliéster melhora a resistência ao impacto Izod do compósito. Além disso, esta melhoria da energia de impacto Izod pode ser assumida como uma função linear com a quantidade de tecido de juta até 30vol. % em compósitos de matriz de poliéster. Os valores apresentados na tabela 1 são coerentes com os resultados descritos para as fibras lignocelulósicas (20-22), onde a incorporação de fibras lignocelulósicas aumenta a energia de impacto dos compósitos poliméricos. Pereira et al. (23) e Braga et al. (24) relataram que os compósitos de poliéster reforçados com tecido fique e curaua tecido melhorou o impacto de energia Izod com a incorporação desses tecidos.

Na figura 3 é mostrada macroscopicamente a influência da incorporação de tecido de juta na matriz poliéster causa um comportamento referente a fratura do compósito diferente em comparação com o poliéster puro (0% tecido de juta). A resina pura e o compósito de poliéster reforçado com 10 vol. % foram fraturadas facilmente, em comparação com as frações de tecido de juta de 20 e 30 vol. % que não foram até mesmo completamente quebrado após os testes de impacto Izod.



**Figura 3.** Aspecto macroscópico dos compósitos poliéster-juta.

O aspecto MEV (figura 4) da superfície fraturada pelo impacto Izod do espécime com uma resina de poliéster puro (0% vol. Tecido de juta) e espécime com 10 vol. % Reforço de tecido de juta os compósitos de poliéster. O aspecto da fratura (figura 4a) é típico da resina de poliéster e também a parte esquerda corresponde à propagação da fissura por impacto transversal. A incorporação de tecido de juta em compósitos de matriz de poliéster altera a propagação de trincas que foi a propagação de trincas transversais (resina pura) à propagação longitudinal de trincas na interface entre a matriz de tecido de juta poliéster devido à fraca adesão entre a matriz de tecido de juta/poliéster, contribuindo para o aumento na resistência à energia de impacto.



**Figura 4.** Superfície de fratura para (a) resina poliéster e (b) compósito poliéster-juta com 10 vol.% de tecido.



## 4 CONCLUSÃO

Compósitos de matriz poliéster reforçada com tecido de juta mostraram um aumento quase linear na tenacidade de entalhe, medido por testes de impacto Izod, em comparação com a resina de poliéster puro.

A incorporação de 30% de tecido de juta na matriz de poliéster melhorou significativamente a resistência do compósito, 83 J / m, em comparação com a resina de poliéster puro, com 22 J / m.

## Agradecimentos

A CAPES pelo incentivo financeiro.

## REFERÊNCIAS

- 1 P. Wambua, I. Ivens and I. Verpoest. *Comp. Sci. and Techn.*, 63, 1259 (2003).
- 2 A. Gore. Emmaus. Pennsylvania, USA: Rodale Press (2006).
- 3 S. Hill. *New Scientists*, 153, 36 (1997).
- 4 H. Larbig, H. Scherzer, B. Dahlke and R. Poltrock. *Journal of Cellular Plastics*, 34, 361 (1998).
- 5 G. Marsh. *Mater. Today*, 6(4) (2003) 36-43.
- 6 R. Zah, R. Hischer, A.L. Leão and I. Brown. *J. Cleaner Production*, 15, 1032 (2007).
- 7 A. K. Bledzki, and J. Gassan. *Prog. Polym. Sci*, 4, 221 (1999).
- 8 D. Nabi Sahed and J.P. Jog. *Advan. in Polym. Technol.*, 18, 221 (1999).
- 9 A. K. Mohanty, M. Misra and L.T. Drzal. *J. Polym. Environ.*, 10, 19 (2002).
- 10 K.G. Satyanarayana, J.L. Guimarães and F. Wypych. *Comp.: Part A*, 38, 1694 (2007).
- 11 K.G. Satyanarayana, G.G.C. Arizaga and F. Wypych. *Progress Polym Sci.*, 34, 982 (2009).
- 12 O. Faruk, A.K. Bledzki, H. Fink and M. Sain. *Prog. Polym. Sci.*, 37, 1552 (2012).
- 13 Crocker, J. *Mat. Techn.* 2-3, 174 (2008).

- 14 S.N. Monteiro, F.P.D. Lopes, A.S. Ferreira and D.C.O. Nascimento. *JOM*, 61, 17 (2009).
- 15 S.N. Monteiro, F.P.D. Lopes, A.P. Barbosa, A.B. Bevitori, I.L.A. Silva and L.L. Costa: *Met. Mat. Trans. A*, 2011, 42, 2963 (2011).
- 16 S.N. Monteiro, E.P. Lima, L.H.L. Louro, L.C. Silva and J.W. Drelich. *Met. Mat. Trans. A*, 2014.
- 17 S.N. Monteiro, V.S. Candido, F. O. Braga, L.T. Bolzan and R.P. Weber, J.W. Drelich. *Europ. Polym. Jour.*, 78, 173 (2016).
- 18 F.S. Luz, E.P. Lima, L.H.L. Louro and S.N. Monteiro. *Mater. Res.*, 18, 170 (2015).
- 19 ASTM Designation D256, Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics. West Conshohocken, October 2015.
- 20 S.N. Monteiro; F.M. Margem and L.F.L. Santos Jr. In: 18º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais (Porto de Galinhas, PE, November, 2008), p. 1-12.
- 21 S.N. Monteiro; A.S. Ferreira and F.P.D. Lopes. In: Mineral, Metals & Materials Characterization Symposium Conference (San Francisco, EUA, March 2009). p. 1-8.
- 22 S.N. Monteiro; L.L. Costa; F.P.D. Lopes and L.A.H. Terrones. In: Mineral, Metals & Materials Characterization Symposium (New Orleans, LA, USA, March, 2008), p. 1-6.
- 23 A.C. Pereira, S.N. Monteiro, F.S. Assis and H.A. Colorado. In Proceedings of the 3rd Panamerican Materials Congress, ed. M.A. Meyers *et al.* (San Diego, CA: The Minerals, Metals and Materials Society, 2017), p. 365.

- 24 F.O. Braga, N.T. Simonassi, A.C. Cabral, S.N. Monteiro and F.S. Assis in Proceedings of the 3rd Panamerican Materials Congress, ed. M.A. Meyers *et al.* (San Diego, CA: The Minerals, Metals and Materials Society, 2017), p. 429..