

PROPRIEDADES DE IMPACTO DE MATERIAIS COMPÓSITOS REFORÇADOS COM FIBRAS DE BAMBU, SISAL E HÍBRIDOS BAMBU/SISAL¹

Fabiano Brasil da Paixão²
Deibson Silva da Costa³
Nelson Ned Nascimento Lacerda⁴
Roberto Tetsuo Fujiyama⁵

Resumo

O presente estudo tem como finalidade avaliar o desempenho mecânico em relação à propriedade de impacto dos compósitos poliméricos reforçados com fibras vegetais (bambu e sisal). Para a realização dos testes de impacto, foi adotada uma metodologia simples na fabricação dos corpos de prova, utilizando matriz de poliéster tereftálica insaturada e pré-acelerada. Foram fabricados oito corpos de prova para cada série de compósitos reforçados por bambu, sisal e híbrido bambu/sisal, variando-se o comprimento das fibras em 5 mm, 10 mm e 15 mm e nos compósitos híbridos variando as porcentagens (25%-75%), (50%-50%) e (75%-25%). O comportamento mecânico da propriedade de impacto foi analisado utilizando o ensaio Charpy Izod, esses ensaios foram realizados de acordo com as normas ASTM D 5942. Os melhores resultados obtidos foram para os compósitos de bambu de 15 mm com resistência ao impacto de 20,878 kJ/m²; os compósitos de sisal de 15 mm com resistência ao impacto de 24,785 kJ/m² e os compósitos híbridos bambu (25%)/ (75%) sisal de 15 mm com resistência ao impacto de 24,556 kJ/m².

Palavras-chave: Propriedades de impacto; Compósitos; Materiais.

IMPACT PROPERTIES COMPOSITE MATERIALS REINFORCED BAMBOO FIBRE, SISAL AND HYBRIDS BAMBOO/SISAL

Abstract

The present study aims to evaluate the mechanical property in relation to the impact reinforced polymer composites with natural fibers (bamboo and sisal). To perform the impact tests, a simple methodology was adopted in the fabrication of test specimens, using tereftálica unsaturated polyester matrix and pre-accelerated. Eight were built (eight) specimens for each set of composites reinforced by bamboo, sisal and hybrid bamboo/ Sisal, varying the fiber length in 5 mm, 10 mm and 15 mm and hybrid composites by varying the percentages (25%-75%), (50%-50%) and (75%-25%). The mechanical property of impact was analyzed using the Charpy Izod, the tests were performed according to ASTM D 5942. The best results were obtained for the composite bamboo 15 mm impact resistance of 20,878 kJ/m²; composites sisal 15 mm impact resistance of 24,785 kJ/m² and hybrid composites bamboo (25%)/ (75%) of 15 mm with sisal impact resistance of 24,556 kJ/m².

Key words: Impact properties; Composites; Materials.

¹ Contribuição técnica ao 67º Congresso ABM - Internacional, 31 de julho a 3 de agosto de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Graduando, Faculdade de Eng. Mecânica (FEM), Instituto de Tecnologia (ITEC), Universidade Federal Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil; fabiano-paixao@hotmail.com.

³ Eng. Mecânico. Mestre, Programa de Pós-Graduação em Eng. Mecânica, PPGEM, ITEC, UFPA, Brasil.

⁴ Professor, Universidade Federal Fluminense (UFF), Rio de Janeiro, Brasil.

⁵ Eng. Mecânico, Dr., Professor Adjunto, PPGEM, ITEC, UFPA, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O interesse em desenvolver um estudo por meio dos materiais compósitos reforçados com fibras de bambu e sisal está vinculado, especificamente, a dois fatores: econômico e desempenho.

A importância do fator econômico é atribuída em virtude das fibras de bambu e sisal serem abundantes em nossa região, conseqüentemente, apresenta custos relativamente baixos para a obtenção e processamento das mesmas, o que implica também em um custo final de produção do material compósito, visto que essa alternativa de produção é, sensivelmente, menor se comparado com o uso de material metálico.

Com relação, ao fator desempenho sua importância está atribuída na procura por um melhor comportamento de componentes estruturais, sobretudo no que diz respeito às características mecânicas. O caráter anisotrópico dos materiais compósitos, por exemplo, é o fator primordial para a obtenção das propriedades mecânicas requeridas pelo componente.⁽¹⁾

Um compósito como sendo qualquer material multifásico que exiba uma proporção significativa das propriedades de ambas as fases que o constituem, de tal modo que é obtida uma melhor combinação de propriedades. De acordo com esse princípio da ação combinada, melhores combinações de propriedades são criadas por uma combinação judiciosa de dois ou mais materiais distintos.⁽¹⁾

A definição utilizada de material compósito pretende permitir aos profissionais que atuam na área, até determinado ponto, criar um novo material, enfatizando determinadas características desejáveis, e minimizando outras indesejáveis, por meio de combinação de componentes. Deste modo, uma série de aspectos de comportamento do material pode ser manipulada no estudo em questão, como: aparência estética, densidade, estabilidade térmica, isolamento ou condutividade térmica/elétrica ou acústica, resistência à abrasão, resistência a corrosão, resistência mecânica, rigidez e tenacidade.⁽²⁾

O trabalho tem como finalidade principal produzir compósitos de fibras de bambu, sisal e híbridos bambu/sisal nos comprimentos de fibras 5 mm, 10 mm e 15 mm e avaliar o desempenho mecânico em relação à propriedade de impacto dos compósitos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

2.1.1 Resina poliéster

A resina poliéster utilizada neste trabalho foi a resina poliéster tereftálica insaturada e pré-acelerada, fabricada pela Royal Polímeros sob a denominação comercial de Denverpoly 754. O agente de cura utilizado foi o peróxido de MEK (Butanox M-50), nas proporções de 0,33% (v/v). A resina foi adquirida já pré-acelerada com naftenato de cobalto (CoNap), na proporção de 0,15% em massa.

2.1.2 Fibras sisal

As fibras de sisal empregadas neste estudo foram obtidas no comércio da cidade de Belém-PA. As fibras foram utilizadas na forma como foram adquiridas, sem tratamento superficial e em condições ambientais. A Figura 1 ilustra as fibras de sisal soltas antes de serem cortadas.



Figura 1. Fibras de sisal.

As fibras de sisal apresentavam o formato de feixes, sendo estas cortadas (manualmente) com a utilização de tesoura e papel milimetrado que serviu como referência para o alcance dos comprimentos de: 5 mm, 10 mm e 15 mm.



Figura 2. Corte manual das fibras de sisal.

Na Figura 2 mostra o corte manual das fibras de sisal nos comprimentos desejados de 5 mm, 10 mm e 15 mm.

2.1.3 Fibras de bambu

As fibras de bambu empregadas no estudo foram extraídas manualmente de plantas encontradas na Universidade Federal do Pará – UFPA – Belém. A Figura 3 ilustra uma plantação de bambu no campus da UFPA, tal como é encontrada na natureza.



Figura 3. Plantas de bambu.

2.2 Metodologia Experimental

2.2.1 Obtenção das fibras de bambu

A árvore foi cortada em colmos, depois esses colmos foram cortados em várias partes e colocados de molho na água para facilitar a obtenção de fibras que foram cortadas (manualmente) com a utilização de tesoura em comprimentos de: 5 mm, 10 mm e 15 mm.



Figura 4. Corte da planta de bambu em colmos.

Na Figura 4 apresenta os colmos de bambu sendo cortados para os procedimentos de extração das fibras.

A Figura 5 ilustra os colmos de bambu cortados em vários pedaços e depositados em um recipiente contendo água a fim de facilitar o processo de limpeza e de desfibrilamento.

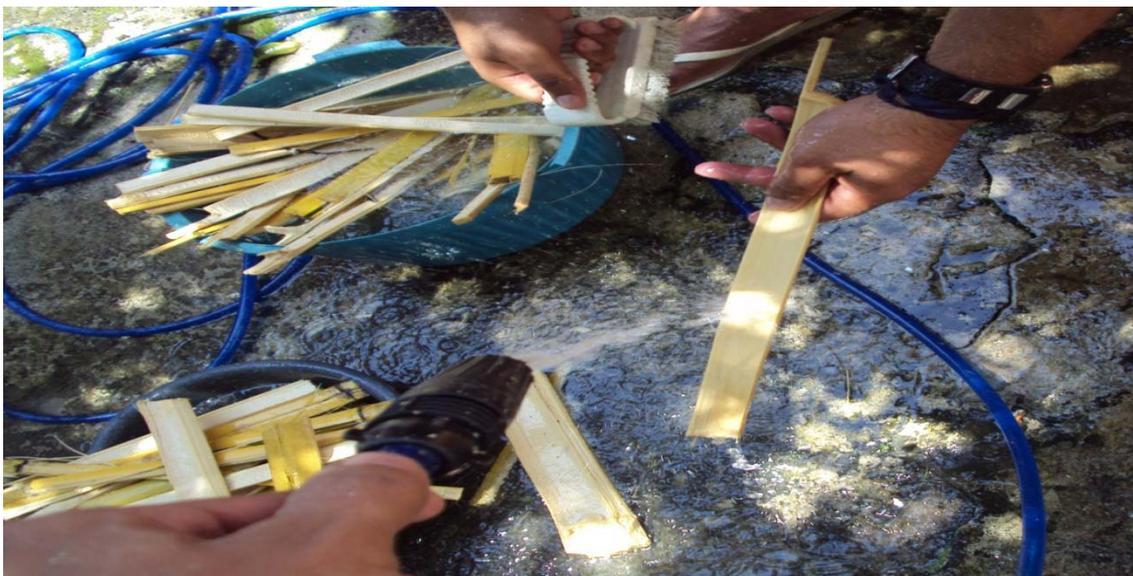


Figura 5. Pedacos colocados de molho para limpeza e extração das fibras.

A Figura 6, ilustra o procedimento de extração manual das fibras de bambu e dos pedaços de colmos. Por meio deste processo, a fibra se solta facilmente devido à

mesma encontrar-se umedecida. Depois, as fibras são armazenadas e secas em temperatura ambiente.



Figura 6. Obtenção das fibras.

2.2.2 Confeções dos corpos de prova

Os corpos de prova usados neste trabalho foram fabricados através do processo de moldagem manual. Utilizaram-se moldes de silicone sem desmoldante e sem pressão (Figura 7).



Figura 7. Molde de silicone.

Na Figura 7 ilustra os moldes de silicone vazios prontos para serem usados. Os corpos de prova (compósitos), foram fabricados a partir da matriz já otimizada, misturando as quantidades pré-pesadas de resina, os agentes de cura e as fibras de bambu e sisal, em um vasilhame de plástico. Essa mistura foi homogeneizada por cerca de cinco minutos e vazada, à temperatura ambiente nos moldes. A Figura 8 representa o processo de homogeneização e de vazamento do material (fibra/resina) no molde de silicone.



Figura 8. Homogeneização (fibra/resina) e vazamento no molde.

A Figura 9 representa os moldes de silicone etiquetados e totalmente preenchidos com material (fibra/ resina) para a realização do processo de cura.



Figura 9. Molde de silicone com material depositado.

A Figura 10 ilustra o aspecto físico do corpo de prova depois de curados e retirados dos moldes de silicone.



Figura 10. Corpo de prova retirado do molde.

A Figura 11, representa processo de lixamento do corpo de prova, pois o mesmo deverá apresentar a medida exigida pela norma (ASTM D 5942).⁽³⁾



Figura 11. Lixamento do corpo de prova.

A Figura 12 pode-se observar o uso do paquímetro após o lixamento para a verificação das medidas exigidas pela norma.



Figura 12. Utilização do paquímetro para medir os corpos de prova.

2.2.3 Ensaio de impacto Charpy

Os ensaios de impacto foram realizados conforme os procedimentos da norma ASTM D 5942⁽³⁾ com as dimensões de acordo com a imagem demonstrada esquematicamente na Figura 13. Cabe ressaltar que o número de corpos de prova fabricados para a realização desses ensaios foi de oito para cada composição testada.

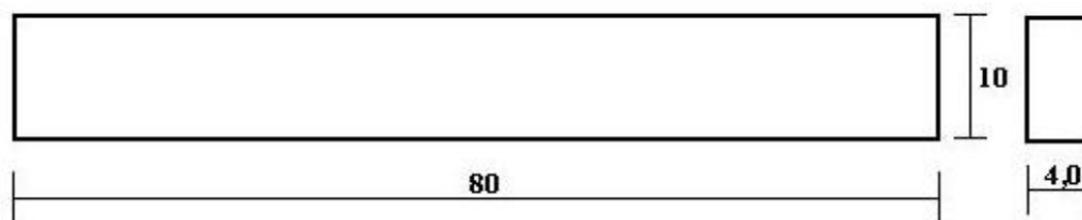


Figura 13. Dimensões (em mm) dos corpos de prova para ensaios de impacto Charpy (sem escala).



Figura 14. Corpo de prova no porta amostra da máquina de ensaio Charpy.

Na Figura 14 temos o corpo de prova no porta amostra da máquina pronta para o ensaio Charpy.

Para a realização dos ensaios foi utilizada uma máquina de ensaio de impacto do trabalho, modelo WP 410 da Gunt Hamburg (Figura 15), com uma distância entre apoios de 42 mm. Os valores foram lidos diretamente na escala do equipamento.



Figura 15. Máquina de ensaio modelo WP 410 da Gunt Hamburg.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Compósitos Reforçados com Fibras de Sisal

Na Tabela 1 encontram-se apresentados os resultados obtidos por meio dos ensaios de impacto Charpy para os compósitos de matriz poliéster reforçados com fibras de sisal de 5 mm, 10 mm e 15 mm de comprimento.

Tabela 1. Resultados obtidos por meio dos ensaios de impacto Charpy, com compósito poliéster reforçado com fibra de sisal

Tipo de Amostra	Reforço	F. Mássica Reforço (Pf) (%)	Resist. Impacto Charpy (kJ/m ²) Média (Desvio Padrão)
Comp. Poliéster/ Sisal	Sisal 5 mm	5,41	15,318 (±3,166)
	Sisal 10 mm	4,87	17,103 (±2,846)
	Sisal 15 mm	3,90	24,785 (±3,450)

Nota-se, por meio dos resultados presentes no Tabela 1, que o compósito reforçado com as fibras de sisal de 15 mm de comprimento obteve um melhor desempenho no ensaio de impacto em relação as demais variações de comprimento, ou seja, as fibras de 5 mm e 10 mm de comprimento. Esse resultado é atribuído em virtude da fibra de sisal de 15 mm serem mais longas, proporcionando uma maior absorção de energia no impacto e possibilitando maior dissipação de energia ao longo de seu comprimento.

Os dados que nele estão presentes nos permitiram observar que a resistência ao impacto do compósito aumentou conforme foi aumentado o comprimento da fibra, chegando a atingir, no caso do compósito reforçado com fibras de sisal de 15 mm de comprimento, o maior nível de energia.

Observa-se também um resultado semelhante em outras pesquisas envolvendo compósitos reforçados com fibras de sisal como, por exemplo, a desenvolvida por outro pesquisador.⁽⁴⁾ Contudo, cabe ressaltar que nos ensaios de impacto realizados o desvio padrão apresentou maior valor,⁽⁴⁾ se comparados com os identificados na Tabela 1, em virtude da provável dificuldade de distribuição e homogeneização destas fibras na matriz polimérica.

3.2 Compósitos Reforçados com Fibras de Bambu

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos nos ensaios de impacto Charpy para os compósitos de matriz poliéster reforçados com fibras de bambu de 5 mm, 10 mm e 15 mm de comprimento.

Tabela 2. Resultados obtidos por meio dos ensaios de impacto Charpy do compósito poliéster reforçado com fibra de bambu

Tipo de Amostra	Reforço	F. Mássica Reforço (Pf) (%)	Resist. Impacto Charpy (kJ/m ²) - Média (Desvio Padrão)
Comp. Poliéster/ Bambu	Bambu 5 mm	5,41	15,635 (±2,392)
	Bambu 10 mm	4,87	17,691 (±2,774)
	Bambu 15 mm	3,90	20,878 (±3,349)

Na Tabela 2 temos os ensaios de impacto realizados com compósito poliéster reforçados com fibras de bambu pode-se observar que os compósitos com fibra de bambu de 5 mm e de 10 mm de comprimento obtiveram melhor resistência ao

impacto, se comparado, com os compósitos reforçados com fibras de sisal com as mesmas medidas de comprimento. Contudo, verificou-se que o desvio padrão do compósito poliéster reforçado com fibra de bambu foi menor que o desvio padrão dos compósitos reforçados com fibras de sisal, em virtude de esse material ter sido mais bem distribuído e homogeneizado na matriz polimérica.

3.3 Compósitos Híbridos Bambu/ Sisal

3.3.1 Compósitos híbridos bambu/ sisal 5 mm

Encontram-se na Tabela 3 os resultados obtidos para os compósitos híbridos de matriz poliéster reforçados com fibras de bambu/ sisal de comprimentos de 5 mm, variando as porcentagens (25%-75%), (50%-50%) e (75%-25%). Pois, as frações mássicas das fibras de bambu e sisal de 5 mm correspondentes a 5,41%, equivalem a um valor total de 2,10 g. Logo, esse valor foi discriminado nos valores da Tabela 3.

Tabela 3. Resultados obtidos por meio dos ensaios de impacto Charpy, com compósitos híbridos de poliéster reforçados com fibra de bambu/ sisal de 5 mm

Tipo de Amostra	Proporção entre Reforços (%)	F. Mássica Reforço (Pf)		Resist. Impacto Charpy (kJ/m ²)
		Bambu	Sisal	
	Bambu / Sisal	Bambu	Sisal	
Comp. Híbrido Bambu 5 mm/ Sisal 5 mm	(75/25)	1,58	0,52	10,693 (±2,751)
	(50/50)	1,05	1,05	17,574 (±2,911)
	(25/75)	0,52	1,58	13,137 (±2,883)

Por meio dos dados expressos na Tabela 3 verificou-se que os compósitos híbridos bambu 5 mm/ sisal 5 mm nas proporção entre reforço com porcentagem (75/25) e (25/75) obtiveram os menores resultados com relação a resistência ao impacto, se comparado com os resultados dos demais ensaios.

O comprimento menor das fibras também levou ao surgimento com maior frequência de fibras dispostas transversalmente à direção do carregamento, que neste caso, não tem qualquer efetividade como reforço, agindo como defeito e reduzindo assim a resistência do compósito.⁽⁴⁾

3.3.2 Compósitos híbridos bambu/ sisal 10 mm

Apresentam-se na Tabela 4 os resultados obtidos para os compósitos híbridos de matriz poliéster reforçados com fibras de bambu/ sisal de comprimentos de 10 mm, variando as porcentagens (25%-75%), (50%-50%) e (75%-25%). Pois, as frações mássicas das fibras de bambu e sisal de 5 mm correspondentes a 4,87%, equivalem a um valor total de 1,90 g. Logo, esse valor foi discriminado nos valores da Tabela 4.

Tabela 4. Resultados obtidos por meio dos ensaios de impacto Charpy, com compósitos híbridos de poliéster reforçados com fibra de bambu/ sisal de 10 mm

Tipo de Amostra	Proporção entre Reforços (%)	F. Mássica Reforço (Pf)		Resist. Impacto Charpy (kJ/m ²)
		Bambu	Sisal	
	Bambu / Sisal	Bambu	Sisal	
Comp. Híbrido Bbambu 10 mm/ Sisal 10 mm	(75/25)	1,42	0,48	14,720 (±2,808)
	(50/50)	0,95	0,95	16,551 (±2,889)
	(25/75)	0,48	1,42	21,597 (±3,244)

Os dados, da Tabela 4 mostram que os compósitos híbridos com a porcentagem (25%/ 75%) apresentaram desempenho superior aos demais compósitos com proporções (75%/ 25%) e (50%/ 50%). Pode-se atribuir este resultado ao fato dos compósitos apresentarem fibras descontínuas e orientadas aleatoriamente, visto que não oferecem eficiência no reforço.

3.3.3 Compósitos híbridos bambu/ sisal 15 mm

Apresentam-se na Tabela 5 os resultados obtidos para os compósitos híbridos de matriz poliéster reforçados com fibras de bambu/ sisal de comprimentos de 15 mm, variando as porcentagens (25%-75%), (50%-50%) e (75%-25%). Pois, as frações mássicas das fibras de bambu e sisal de 5 mm correspondentes a 4,87%, equivalem a um valor total de 1,50 g. Logo, esse valor foi discriminado nos valores da Tabela 5.

Tabela 5. Resultados obtidos por meio dos ensaios de impacto Charpy, com compósitos híbridos de poliéster reforçados com fibra de bambu/ sisal de 15 mm

Tipo de Amostra	Proporção entre Reforços (%)	F. Mássica Reforço (Pf)		Resist. Impacto Charpy (kJ/m ²)
		Bambu	Sisal	
	Bambu / Sisal	Bambu	Sisal	
Comp. Híbrido Bambu 15 mm/ Sisal 15 mm	(75/25)	1,12	0,38	22,594 (±3,807)
	(50/50)	0,75	0,75	21,552 (±2,907)
	(25/75)	0,38	1,12	24,556 (±1,672)

Os dados presentes na Tabela 5 apontam que os compósitos híbridos, com a porcentagem (25%/ 75%) apresentaram desempenho superior aos demais compósitos híbridos.

Os ensaios de impacto efetivados com compósitos híbridos de bambu e sisal, realizados para compor a análise deste trabalho, permite traçar algumas comparações com os resultados obtidos por outro autor,⁽⁴⁾ que utilizou em seu estudo compósitos híbridos com fibra de sisal e com pó de maçanduba.

Percebe-se que os resultados dos compósitos híbridos obtidos na literatura⁽⁴⁾ foram inferiores aos encontrados neste trabalho. Provavelmente isso pode ter ocorrido devido ao reforço utilizado que foram sisal e pó de maçanduba, no qual as características mecânicas do pó de madeira devem ser menores que o da fibra de bambu.

4 CONCLUSÕES

Os compósitos reforçados por fibras de bambu e sisal individualmente os melhores resultados de resistências ao impacto foram obtidos para o comprimento de fibras de 15 mm. O reforço individual que apresentou o melhor resultado foi o de sisal de 15 mm.

Para os compósitos híbridos o melhor resultado foi na relação bambu (25%)/ (75%) sisal de 15 mm.

O comprimento das fibras e a variação das porcentagens nas propriedades mecânicas dos compósitos possuem influência direta nessas propriedades.

Essas fibras vegetais podem ser uma alternativa para a substituição de materiais sintéticos com características parecidas.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de pós-graduação concedida, e ao Laboratório de Engenharia Mecânica (Labem) da Universidade Federal do Pará e ao Itgam – Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia.

REFERÊNCIAS

- 1 CALLISTER, W. D. Jr. **Ciência e engenharia de materiais**: uma introdução. (Trad.) Sérgio Murilo Stamile Soares. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- 2 FERRANTE, MAURIZIO. **Seleção de materiais**. 2^a ed. São Carlos: Ed. UFSCar, 2002.
- 3 ASTM D 5942 - 96, "**Standard Test Method for Determining Charpy Impact Strength of Plastic**", Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials.
- 4 RODRIGUES, J. S. **Comportamento Mecânico de Material Compósito de Matriz Poliéster Reforçado por Sistema Híbrido Fibras Naturais E Resíduos da Indústria Madeireira**. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal do Pará. Belém, 2008 .