

REUSO DE RESÍDUO DA INDÚSTRIA BOTOEIRA PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAL COMPÓSITO DE FIBRA DE VIDRO E JUTA: CARACTERIZAÇÃO ESTÉTICA E DINÂMICA

Anna Karollynna Câmara de Araújo¹, Luan de Lima Freire¹, Márcio Furukava¹,
Hidelbrando José Farkat Diógenes², Marciano Furukava³

¹Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido. ²Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba. ³Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade

Federal do Rio Grande do Norte

Avenida Brigadeiro Salema, 714, BL-A2 Apto-401, Alto de São Manoel, 59628-030, Mossoró – RN, anna.karollynna.eng@gmail.com

RESUMO

Com o avanço da tecnologia e a busca por materiais que contribuam com o desenvolvimento sustentável, a fabricação de novos materiais, em especial os compósitos, utilizando resíduos industriais cresceu consideravelmente. Desta forma, este trabalho se propôs analisar as propriedades mecânicas de resistência e módulo de elasticidade dinâmico de um novo material compósito sanduíche em uma configuração híbrida de matriz epóxi reforçada com fibra de juta (0°/90°) e manta de fibra de vidro, com recheio de resíduo da indústria botoeira; e sua viabilidade em aplicações industriais e de engenharia. Os corpos de prova foram confeccionados através do método manual (Hand Lay Up) e foram submetidos a ensaios de tração uniaxial e de flexão em três pontos para o estudo das propriedades mecânicas, segundo a norma ASTM D-3039-14 e ASTM D-790-15, e para definição do Módulo de Elasticidade Dinâmico foi realizado o ensaio não destrutivo através da técnica de excitação por impulso, utilizando o equipamento SONELASTIC. Os resultados indicam que a confecção de um novo material compósito sanduíche utilizando resíduo da indústria botoeira apresenta características que permitem sua aplicação em diversos ramos da indústria e engenharia.

Palavras-chave: Compósito sanduíche, Desenvolvimento sustentável, Propriedades mecânicas, Resíduos industriais, Juta, Fibra de vidro

INTRODUÇÃO

A crescente busca por novas alternativas de materiais que substituam os “tradicionais” (metal, madeira, cerâmico, outros) está se desenvolvendo nos últimos anos devido ao avanço tecnológico, as exigências do mercado e, principalmente, a relevante preocupação com a preservação do meio ambiente. Os materiais compósitos, ou seja, aqueles que combinam dois ou mais materiais apresentando

melhores propriedades do que as suas estruturas separadas, tornaram-se, gradativamente, mais importantes em diversas aplicações industriais (Herakovich, 1997). A aplicação estrutural desses materiais apresentou um crescimento considerável devido ao aperfeiçoamento nos processos de fabricação envolvidos e a concepção de novas configurações de reforço (tecidos) e estruturas laminares (Oliveira, 2007).

A utilização de materiais compósitos poliméricos reforçados com fibras vegetais renováveis (fibras de sisal (Milanese, 2008), juta (Silva, 2014), bananeira (Becker; Kleinschmidt; Balzer, 2014), curauá (Silva, 2010), coco (Monteiro et al., 2008), entre outras (Marinelli; Monteiro; Ambrósio, 2008)) vem se destacando nas pesquisas e nas indústrias por apresentarem um excelente desempenho estrutural, considerando resistência e rigidez específica, além da sua baixa densidade, boa tenacidade, baixo custo e não abrasividade, sendo também biodegradáveis e amplamente disponíveis em território nacional (Mohanty & Misra, 1995).

As principais aplicações desses compósitos são encontradas na construção civil (Carneiro; Teixeira, 2009), indústrias de móveis (Silva, 2008), na indústria aeronáutica (BATISTA, 2015) e principalmente na indústria automobilística (Campos, 2009), sendo, em geral, utilizado como material funcional ou para carregamentos de leve e médio porte (Suddell et al., 2002; Dahlke et al., 1998). No caso das montadoras de automóveis, a aplicação de fibras vegetais significa custos menores na modificação dos materiais e carros menos pesados, que aumentam a economia de combustível, cooperando também para menor impacto ambiental (Pires, 2009). Este potencial de diminuição do peso do veículo pode chegar à 40% quando comparado com fibras de vidro, que estão presentes na maior parte dos compósitos da indústria automotiva (SANTOS, 2006).

A fabricação, uso e descarte de compósitos tradicionais, comumente constituídos por fibras de vidro, aramida ou carbono, tem sido criticada devido a problemas causados ao meio ambiente (Ellison; McNaught, 2000). As fibras vegetais podem ser uma excelente alternativa ecológica em relação a biodegradabilidade destas, o que favorece a decomposição dos compósitos aos quais estão associados, e o fato de não serem resíduos poluentes, que são aspectos considerados vantajosos para algumas aplicações (Nothenberg, 1996).

Em geral, as fibras vegetais comparadas as fibras sintéticas, possuem baixo desempenho mecânico. Vale salientar, que as propriedades mecânicas das fibras

vegetais dependem da idade das mesmas, do tipo de solo de cultivo, as condições climáticas, do local e as condições de processamentos empregadas, bem como de sua estrutura e composição química (Gowda et al, 1999). Desta forma, foram idealizados os compósitos híbridos que resultam da combinação de fibras sintéticas e fibras vegetais, no qual o produto final desta união possua um bom desempenho mecânico aliado a um baixo custo de produção (Oliveira, 2007). Neste contexto, a fibra de vidro se mostra como uma boa alternativa para a hibridização e várias pesquisas citam que a mesma tem um bom efeito de reforço quando associadas com as fibras de juta, sisal e coco (Pavithan apud Oliveira, 2005; Clark e Ansell, 1986; Mohan e Kishore, 1985).

Tomando como base a constante busca por aproveitamento de recursos naturais disponíveis no território nacional e que sejam economicamente viáveis para o reforço de matrizes poliméricas, o tecido de fibra de juta se torna uma boa opção para a produção de um compósito híbrido por possuir uma cadeia produtiva bem estabelecida no Brasil e por apresentar elevadas propriedades específicas, devido ao seu alto percentual de celulose em sua estrutura, associadas ao seu baixo custo (Pires, 2009). Essa fibra no formato de tecido (juta), conforme a indústria, consome a mesma quantidade de resina que a manta de fibra de vidro durante o processo de penetração (Oliveira, 2007).

A configuração escolhida para o compósito híbrido produzido para o presente artigo parte, em princípio, da utilização de tecidos de fibra de juta em união com a fibra de vidro, em um compósito laminar do tipo sanduiche, já em uso pela indústria de plástico reforçado em reservatório e tubulações (Margaria et al, 1997). Aproveitou-se também resíduos da indústria de botões para o recheio do compósito como uma alternativa de reuso desse material, reduzindo o descarte deste material para o meio ambiente, com o objetivo de analisar a viabilidade de utilização.

MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento experimental iniciou-se pela confecção de uma placa de compósito híbrido com configuração sanduíche utilizando uma matriz de resina epóxi. Como materiais de reforço utilizou-se tecidos de juta e mantas de fibra de vidro que podem ser vistas na Figura 1(a) e (b). A camada de recheio provém de

resíduos da fabricação de botões (Figura 1(c)), evitando o seu descarte para a natureza.

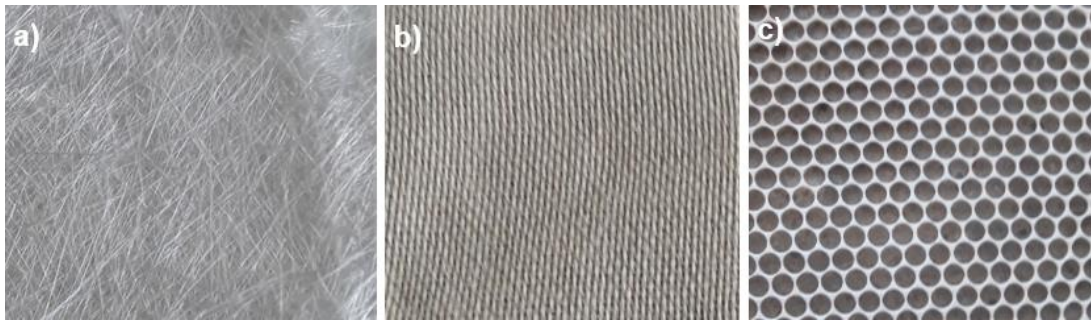


Figura 1: a) Manta de fibra de vidro b) Tecido de juta c) Resíduo de botão.

A configuração do compósito segue a seguinte ordem: 1) Tecido de fibra de juta; 2) Fibra de vidro; 3) Resíduo da fabricação de botões; 4) Fibra de vidro; 5) Tecido de fibra de juta. A Figura 2 mostra o esquema das camadas e suas respectivas dimensões.

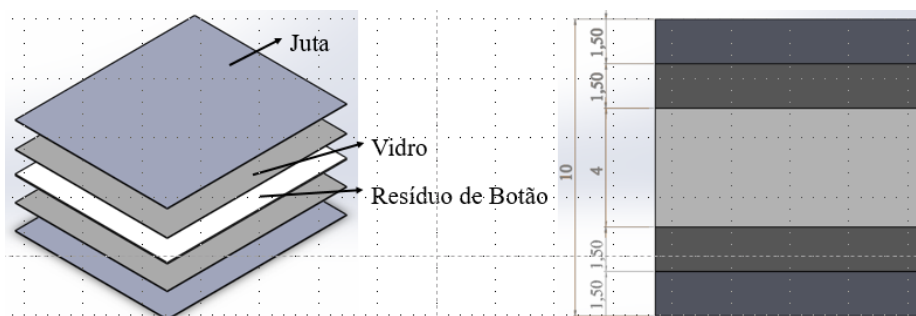


Figura 2: Representação esquemática do compósito sanduíche híbrido e detalhe da espessura das camadas.

A fabricação da placa foi feita segundo o método *hand lay-up*, consistindo em uma laminação manual utilizando rolos em um molde semiaberto, como pode ser visto na Figura 3, obtendo dimensões de largura, comprimento e espessura de 500 x 590 x 10 mm, respectivamente.



Figura 3: Confeção do compósito pelo método *hand lay-up*.

Os corpos de prova foram serrados e suas dimensões para os ensaios de tração uniaxial, flexão em três pontos e excitação por impulso segundo as normas ASTM D 3990 (2014), ASTM D 790 e ASTM E 1876 (2009), apresentando formato retangular. Todos os testes foram realizados à temperatura ambiente (25 °C).

Ensaio de tração uniaxial

O ensaio de tração uniaxial utilizou treze corpos de prova com dimensões de 250 x 25 x 10 mm. A Figura 4 mostra um exemplo dos corpos de prova utilizados. O comprimento útil (galgo) dos corpos de prova deste ensaio, segundo a respectiva norma, foi 160 mm. A máquina utilizada para o ensaio foi a máquina universal para ensaios mecânicos da fabricante Shimadzu (Figura 5(a)) com capacidade de carga máxima de 300 kN, sendo a velocidade empregada de 1 mm/min.



Figura 4: Exemplo dos corpos de prova utilizados nos ensaios.

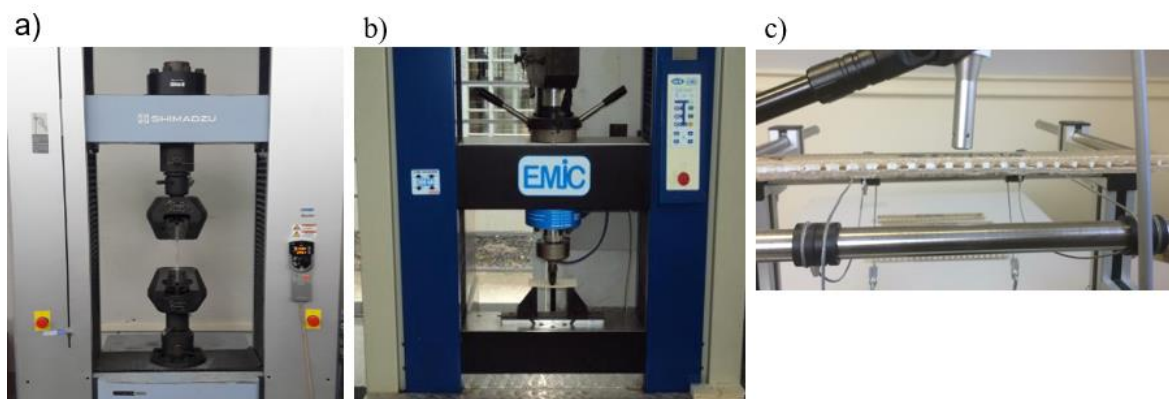


Figura 5: a) Máquina universal de ensaios mecânicos da Shimadzu b) Máquina universal de ensaios mecânicos da EMIC c) Equipamento de medição das propriedades dinâmicas (Sonelastic®).

Ensaio de flexão

Para o ensaio de flexão em três pontos os corpos de prova foram confeccionados com as mesmas dimensões dos utilizados no ensaio de tração, sendo utilizados 13 corpos de prova. O galgo, segundo a norma, foi de 165 mm. Para este ensaio a máquina utilizada foi a máquina universal para ensaios mecânicos da fabricante EMIC (Figura 5(b)) com capacidade de carga máxima de 100 kN. A velocidade empregada foi de 2,5 mm/min.

Determinação do módulo de elasticidade dinâmico

Para determinar o módulo de elasticidade dinâmico aplicou-se um ensaio não destrutivo baseado na técnica de excitação por impulso com o auxílio do software Sonelastic®. Um esquema do equipamento é mostrado na Figura 5(c). Foram utilizados 7 corpos de prova confeccionados com as mesmas dimensões dos corpos de prova ensaiados à tração e à flexão, segunda a respectiva norma.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico foram apresentados os principais resultados dos três ensaios realizados e uma breve discussão sobre cada um deles, apontando os fenômenos característicos, os gráficos dos resultados de cada ensaio e os desvios nos comportamentos das propriedades causados, principalmente, pela anisotropia do material compósito, entre outros fatores.

Ensaio de flexão

A Figura 6 apresenta o diagrama Tensão x Deformação do compósito quando ensaiado à flexão em três pontos. Nota-se que existe um comportamento linear no início da aplicação do carregamento. Com o aumento do percentual de deformação o compósito perde a linearidade e destaca-se o comportamento visco elástico da resina.

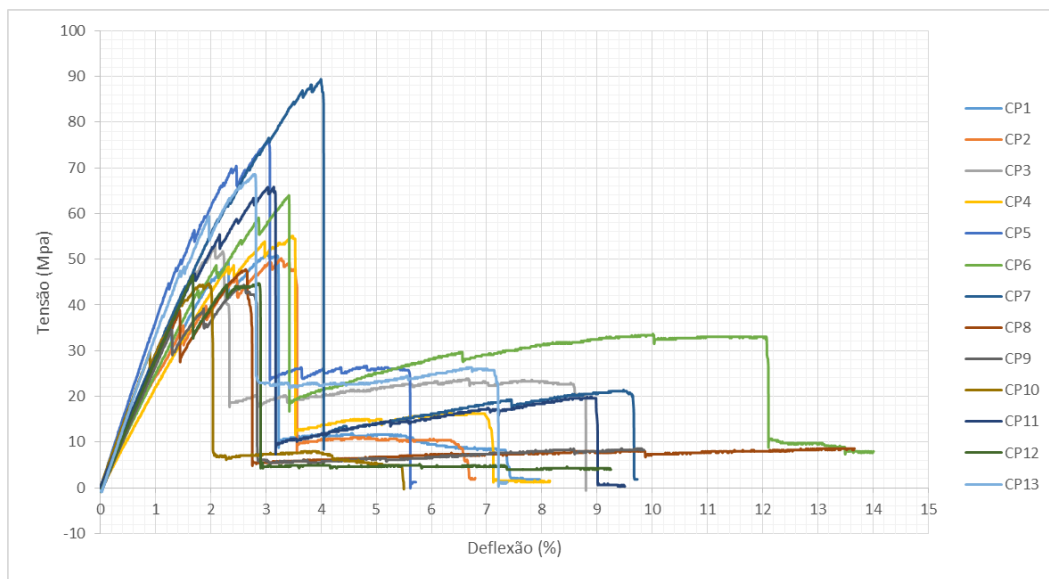


Figura 6: Gráfico Tensão x Deformação obtido pelo ensaio de flexão em três pontos.

As regiões do diagrama que mostram variações bruscas de tensão, conforme a deformação aumenta, indicam a presença de delaminação ou fratura precoce devido a um cisalhamento ocorrido na linha neutra, localizada na linha central do resíduo de botão. A Figura 7 mostra a delaminação ocorrida em um dos corpos de prova durante o ensaio de flexão em três pontos.

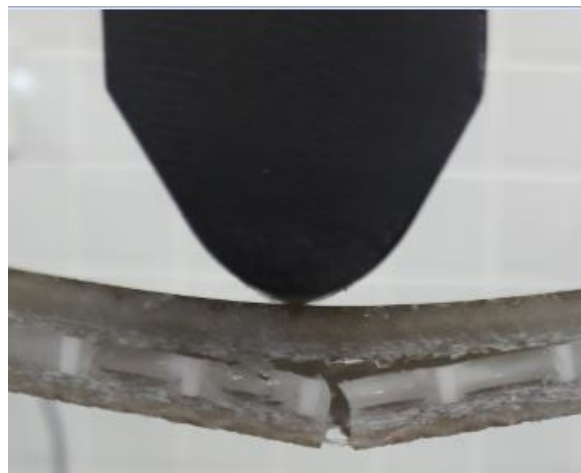


Figura 7: Delaminação ocorrida no corpo de prova submetido ao ensaio de Flexão em três pontos.

A delaminação é a falha que ocorre nas interfaces entre as laminas de fibra de juta, vidro e do recheio estando associadas a diferença de rigidez entre esses materiais. Já o fenômeno de fratura precoce também pode ser facilmente visualizado no diagrama, pois após um determinado valor de carregamento ocorrem quedas no valor da carga devido a fratura por cisalhamento com uma nova recuperação do valor da carga sem que ocorra a fratura total do corpo de prova. Os valores médios dos resultados do ensaio de flexão são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios dos resultados obtidos no ensaio de flexão em três pontos.

Propriedades Mecânica	Valores Médios	Dispersão (%)
Resistência Última à Flexão (MPa)	58,196	23,56
Módulo de Elasticidade (GPa)	11,756	13,74
Deflexão Máxima (%)	2,858	23,12

Os valores do módulo de elasticidade obtidos atingiram um patamar aceitável quando comparados com valores desse mesmo parâmetro para o compósito híbrido reforçado com fibras de juta e vidro produzido no trabalho de Oliveira (2007) também submetido ao ensaio de flexão em três pontos, comprovando assim um aumento da rigidez do material por consequência da presença do recheio de resíduo de botão. Porém, o limite de resistência à flexão apresentou um valor baixo em decorrência das falhas, como a delaminação e a ruptura precoce.

Ensaio de tração uniaxial

Através dos resultados do ensaio de tração uniaxial no compósito sanduíche observou-se um comportamento linear do material até a sua ruptura, mostrando que a configuração utilizando resíduos como recheio não alterou a resposta típica dos materiais submetidos a esse tipo de ensaio. A Figura 8 mostra o gráfico Tensão X Deformação obtido no ensaio.

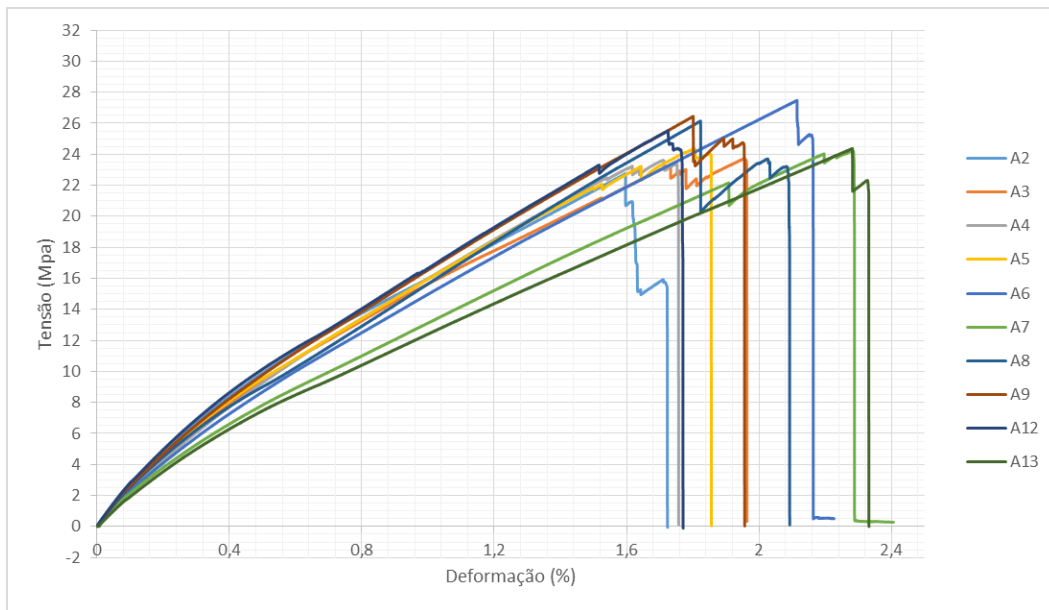


Figura 8: Gráfico Tensão x Deformação obtido pelo ensaio de tração uniaxial.

Os valores médios do limite de resistência a tração, módulo de elasticidade e deformação máxima e os seus percentuais de dispersão são mostrados na Tabela 2. Os resultados indicam que a rigidez conferida pelo resíduo do botão se mostra uma boa propriedade mesmo levando em consideração a acentuada anisotropia do material.

Tabela 2: Valores médios dos resultados obtidos no ensaio de tração uniaxial.

Propriedades Mecânicas	Valores Médios	Dispersão (%)
Resistência Última (MPa)	24,907	5,89
Módulo de Elasticidade (GPa)	9,476	10,24
Deformação de Ruptura (%)	1,909	12,64

Os módulos de elasticidade de cada corpo de prova foram calculados em uma região do gráfico que apresenta poucos desvios, evitando erro na obtenção do valor. A fratura pode ser percebida através do ruído emitido na microfissuração na matriz e também por inspeção visual.

Determinação do módulo de elasticidade dinâmico

A obtenção do módulo de elasticidade dinâmico foi realizada através do equipamento Sonelastic® utilizando a técnica de excitação por impulso nos corpos de provas de material compósito híbrido do tipo sanduíche. Através desse método foi possível determinar o módulo de elasticidade dinâmico longitudinal deste material a partir de suas frequências naturais. A Figura 9 mostra a curva gerada no programa durante a realização do ensaio, da qual se retiraram os dados para o cálculo.

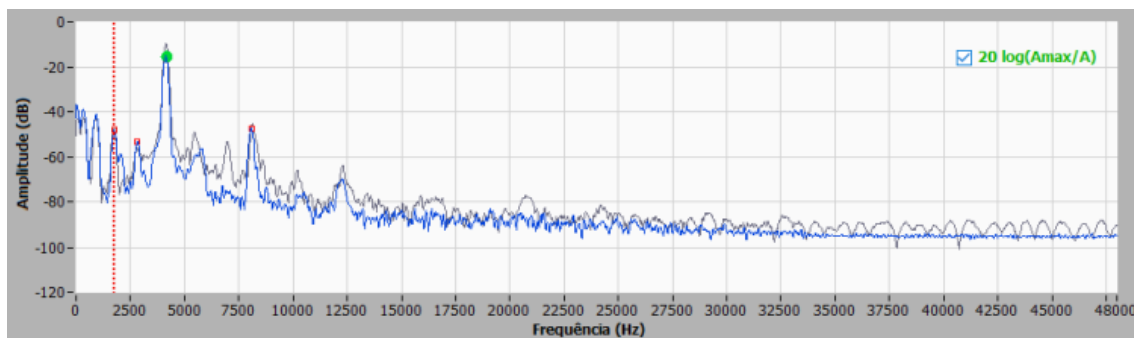


Figura 9: Curva obtida pelo equipamento Sonelastic® utilizando a técnica de excitação por impulso.

Os valores médios do módulo de elasticidade dinâmico e da frequência natural, e as suas respectivas dispersões, são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores médios dos resultados obtidos pela técnica de excitação por impulso.

Propriedade Mecânicas	Valores Médios	Dispersão (%)
Módulo de Elasticidade (GPa)	3,966	12,29
Frequência Natural (Hz)	4090,774	1,53

CONCLUSÃO

A desenvolvimento de novos materiais que além de atender a demanda acerca de suas propriedades mecânicas, proporcione soluções para questões ambientais é uma temática de destaque nos dias atuais. Não é possível dissociar as necessidades da engenharia da responsabilidade socioambiental; reduzindo custo de acesso a materiais de qualidade e que atendam a especificações de projeto, bem como, que sejam sustentáveis.

Assim, este trabalho desenvolveu um material compósito sanduiche híbrido que apresentasse propriedades viáveis para aplicação industriais e de engenharia, quando comparados com materiais convencionais e outros materiais compósitos. Foram realizados ensaios de tração uniaxial, flexão em três pontos e caracterização das propriedades dinâmicas, trazendo a luz do conhecimento as propriedades de um material compósito de baixo custo, que possibilita o reuso de resíduos industriais e que se apresenta como alternativa sustentável para diversas aplicações industriais.

Foi possível observar que este compósito tipo sanduíche reforçado com tecidos de juta e mantas de fibra de vidro, quando recheados por resíduos da indústria boteira apresentam ótimas propriedades, principalmente em sua rigidez, como mostram os resultados obtidos para o módulo de elasticidade estático e dinâmico.

A resistência mecânica do material, nos ensaios de tração e flexão, foi comprometida pelo efeito de fenômenos como a delaminação, causada pela diferença de rigidez entre camadas, e fratura precoce. Porém, o ganho esperado da rigidez pela utilização do recheio de resíduo tornou os resultados obtidos viáveis a aplicações as quais este trabalho se propôs a avaliar.

Desta forma, espera-se com a continuação desta pesquisa a melhoria na compactação na fabricação do compósito para melhorar a adesão e/ou interação fibra-matriz polimérica, bem como a realização de ensaios de envelhecimento ambiental acelerado, fatores que interferem diretamente nas propriedades mecânicas dos materiais compósitos e sua vida útil.

REFERÊNCIA

- (1) ASTM International. Standard Test Method for Dynamic Young's Modulus, Shear Modulus, and Poisson's Ratio by Impulse Excitation of Vibration; ASTM E 1876. 2007. 15 p.
- (2) ASTM D 3039/D 3039M – 14 – Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials.
- (3) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 790 - 15: Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. United States of America, 2015.
- (4) BECKER, D.; KLEINSCHMIDT, A. C.; BALZER, P. S.. Compósitos de PVC rígido e fibras de bananeira: Efeito do tratamento da fibra. Revista Materia, Joinville, v. 19, n. 03, p.257-265, 04 set. 2014.
- (5) BATISTA, Natassia Lona. ESTUDO DO EFEITO DA CRISTALINIDADE NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS COM APLICAÇÕES AERONÁUTICAS. 2015. 180 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.
- (6) DAHLKE B. ET AL. Journal of cellular plastics. v.34; p. 361-379; 1998.
CAMPOS, Luiz Gustavo Franco Pires de. Estudo Comparativo entre Materiais Metálicos e Compósitos Poliméricos para Aplicações Mecânicas na Indústria Automobilística. 2009. 103 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Materiais, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2009.
- (7) CLARK R. A. AND ANSELL M. P. Journal of Material Science. v. 21; p. 269-276; 1986.
- (8) CARNEIRO, Luiz Antonio Vieira; TEIXEIRA, Ana Maria Abreu Jorge. Aplicações de materiais compósitos de resina e fibras na engenharia de construção.

2009. 16 f. Curso de Engenharia Civil, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2009.

(9) Ellison, G.C., McNaught, R. "The Use of Natural Fibres in Nonwoven Structures for Applications as Automotive Component Substrates", Ministry of Agriculture Fisheries and Food Agri – Industrial Materials, United Kingdom, 2000.

(10) Gowda, T. M., Naidu, A. C. B., Chaya, R., 1999, "Some Mechanical properties of Untreated Jute Fabric-Reinforced Polyester Composites", Composites Part A - Applied Science and Manufacturing, 30, 277-248.

(11) Herakovich CT. Mecânica dos compósitos fibrosos . Nova Iorque: Ed. Wiley; 1997. 460 p.

(12) Margaria, G., Aquino, E. M. F., Estudo da Resistência/Rigidez em Laminados Compósitos Tubulares, 2º Congresso Internacional de Tecnologia Metalúrgica e de Materiais, 1997.

(13) MILANESE, Andressa Cecília. Caracterização de Compósitos de Matrizes Poliméricas Reforçadas com Fibra de Sisal e de Vidro. 2008. 131 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Unesp, Guaratinguetá, 2008.

(14) MOHAN, R., KISHORE, A. J., Reinforced Plastic Composites, v.4, pp. 186-194.

(15) MONTEIRO, Sergio Neves et al. EFEITO DA INCORPORAÇÃO DE FIBRAS DE COCO NO COMPORTAMENTO DINÂMICO-MECÂNICO DE COMPÓSITOS COM MATRIZ POLIÉSTER. Tecnologia em Metalurgia e Materiais, São Paulo, v. 5, n. 2, p.111-115, dez. 2008.

(16) OLIVEIRA, Jorge Fernando de Sousa. Estudos da Influência da Configuração em Compósitos Poliméricos Híbridos. 2007. 118 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, UFRN, Natal, 2007.

- (17) OLIVEIRA, W., 2005, “Comportamento mecânico e Característica da Fratura em Compósitos Híbridos”, Dissertação de mestrado, UFRN, Natal-RN, Brazil.
- (18) PIRES, Eduardo Nascimento. Efeito do Tratamento de Superfície em Fibras de Juta no Comportamento Mecânico de Compósitos de Matriz Epóxi. 2009. 73 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Ufsc, Florianópolis, 2009.
- (19) MARINELLI, Alessandra L.; MONTEIRO, Marcos R.; AMBRÓSIO, José D.. Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos com Fibras Vegetais Naturais da Biodiversidade: Uma Contribuição para a Sustentabilidade Amazônica. Polímeros: Ciência e Tecnologia, Amazônia, v. 18, n. 2, p.92-99, dez. 2008.
- (20) Mohanty; K.; Mistra, M., 1995, “Studies on jute fibers in composites: a literature review”. Polymer Plastic Technology Engineering, Vol. 34, No. 5, pp. 729-792.
- (21) NOTHENBERG, M. – Cresce o interesse pelo uso de fibras naturais – Revista Plástico Moderno, Ed. QD. Ltda., n. 263, p. 6-15, 1996.
- (22) SANTOS, A. M. Estudo de compósitos híbridos polipropileno/fibras de vidro e coco para aplicação em engenharia. 2006. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) Universidade do Rio Grande do Norte. Natal-RN.
- (23) SILVA, Isabela Leão Amaral da. Propriedades e Estrutura de Compósitos Poliméricos Reforçados com Fibras Contínuas de Juta. 2014. 110 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Ciências de Materiais, Uenf, Campos dos Goytacazes, 2014.
- (24) SILVA, Luiz Cláudio Ferreira da. Utilização de Resíduo Lignocelulósico na obtenção de Chapa de Madeira Aglomerada Homogênea e Compósito Reforçado com Fibra de Vidro-E. 2008. 205 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Ufrn, Natal, 2008.

(25) SILVA, Humberto Sartori Pompeo da. Desenvolvimento de Compósito Poliméricos com Fibras de Curauá e Híbridos com Fibras de Vidro. 2010. 86 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Materiais da Escola de Engenharia, Ufrgs, Porto Alegre, 2010.

(26) SUDELL, B.C., Evans, W. J., Isaac, D. H., Crosky, A., in: IV International Symposium on Natural Polymers and Composites, São Pedro, Brazil, 2002.

REUSE OF WASTE OF buttonhole INDUSTRY FOR GLASS COMPOSITE SANDWICH MATERIAL HYBRID FIBER MANUFACTURING AND JUTE: CHARACTERIZATION COSMETIC AND DYNAMICS

ABSTRACT

With the advancement of technology and the search for materials that contribute to sustainable development in the manufacture of new materials, in particular composite materials using industrial waste has grown considerably. Thus, this study aimed to analyze the mechanical properties of strength and rigidity of a new hybrid sandwich composite epoxy matrix reinforced with jute fabric ($0^\circ / 90^\circ$) and glass fiber mat, with the filling waste of buttonhole industry to then determine its viability in industrial and engineering applications. The samples were prepared using the manual method (Hand Lay Up) and were subjected to uniaxial tensile tests and three point bending to study the mechanical properties according to ASTM D 3039 standards (2014) and ASTM D 790 (2015), respectively. To define the dynamic elasticity module was performed using the non-destructive test impulse excitation technique standardized by ASTM E 1876 (2009), using Sonelastic® equipment. The results indicate that the making of this sandwich composite material using residue buttonhole industry has characteristics that allow its application in various branches of industry and engineering.

Keywords: Composite sandwich, Sustainable Development, Mechanical properties, Industrial wastes, Jute, Glass fiber