

Processo de fabricação e análise de absorção de energia em um compósito de bambu com faces de fibra de vidro

Assembly process and energy absorption analysis on a bamboo “honeycomb” composite with fiberglass faces

RESUMO

Wellington Bazarim Veríssimo
wellington_7@outlook.com
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Pato
Branco, Paraná, Brasil

Gian Carlo Ranzan
gian_eaw35@hotmail.com
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Pato
Branco, Paraná, Brasil

Sullivan Prestes de Oliveira
sullivamprestes@gmail.com
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Pato
Branco, Paraná, Brasil

Bruno Bellini Medeiros
brunomedeiros@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Pato
Branco, Paraná, Brasil

Fabiano Ostapiv
fabianoostapiv@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, Pato
Branco, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



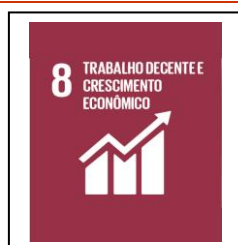
Painéis sanduíche são uma classe de compósitos estruturais utilizadas em diversas aplicações compostos, geralmente, por uma camada intermediária de material menos denso, denominado como núcleo, que separa as duas camadas externas, chamadas de faces e compostas pelas lâminas de fibra de vidro, o qual garantiria a rigidez estrutural do compósito, atuando em conjunto com a resina que será utilizada no processo. O trabalho proposto trata-se de um compósito do tipo sanduíche utilizando-se do bambu como material para o núcleo inercial, e para união destes elementos são usadas as lâminas de fibra de vidro em conjunto com as resinas poliuretana derivada do óleo de mamona e a sintética termofixa estrutural epóxi, sendo que a primeira apresenta maior grau de sustentabilidade e boa capacidade de adquirir a forma final desejada a partir da propriedade de flexibilidade. O objetivo é determinar da absorção de impacto destes painéis compósitos nos dois casos.

PALAVRAS-CHAVE: colmos de bambu. painéis “honeycomb”. fibra de vidro. painéis sanduíche.

ABSTRACT

Sandwich panels are a class of structural composites used in various applications, usually composed of an intermediate layer of less dense material, called a core, which separates the two outer sheets, called faces and composed of fiberglass layers, which guarantee the composite structural rigidity, acting together with the resin that will be used in the process. The proposed work is a sandwich-type composite using bamboo as the material for inertial core, and for joining these elements, the fiberglass layers are used together with the castor oil derived polyurethane resin and the synthetic thermosetting structural epoxy resin and the first one has a higher degree of sustainability and good ability to acquire the desired final shape from the flexibility property. The objective is to determine the impact absorption of these composite panels in both cases.

KEYWORDS: bamboo culms. “honeycomb” panels. fiberglass. “sandwich” panels



INTRODUÇÃO

Segundo a Composite Manufacturing Magazine, estima-se que o mercado de compósitos movimentou, em 2015, 66,61 bilhões de dólares, com projeção de movimentar 113 bilhões de dólares em 2022, sendo que os setores de transporte e construção civil são os que mais consomem esses materiais.

O aumento do consumo leva ao acréscimo na quantidade de resíduos gerados pela indústria de compósito, conseqüentemente um dos maiores desafios nesse sentido é a reciclagem dos materiais empregados. Uma das soluções para minimizar essa questão é o uso de materiais sustentáveis naturais ou de fácil reciclagem.

O bambu, é considerado um material sustentável, por ser renovável, absorver o gás carbônico e usar a energia solar, além de ser possível facilmente reincorporável na natureza ao final do seu ciclo de vida.

Painéis sanduíche “honeycomb” são uma classe de compósitos estruturais em formato de colmeia, feitas por camadas finas moldadas no formato de células hexagonais que se encaixam com os eixos orientados perpendicularmente aos planos da face (CALLISTER, 2002).

O trabalho se propõe a solucionar problemas de engenharia em compósitos sustentáveis, tendo como objetivo fabricar e analisar a absorção de energia de impacto de um compósito estrutural sustentável do tipo sanduíche composto de um núcleo alveolado composto de seções de colmos de bambu e faces de fibra de vidro, impregnadas com resina epóxi ou de base vegetal, apresentado conforme Figura 1.

MATERIAIS E MÉTODOS

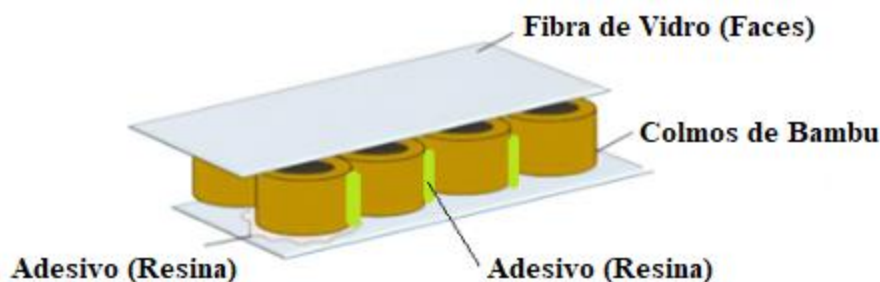
Dada a tendência da indústria em produzir materiais sustentáveis, associado com a elevada relação de resistência por peso, o produto implica em alta inovação tecnológica. Tendo como objetivo ser uma alternativa com menor impacto ambiental para o setor de compósitos estruturais apresentando como diferencial grande aplicabilidade e resistência mecânica superior.

Na Figura 2 é apresentada a sequência de processos realizados para a fabricação do compósito estrutural que será utilizado nos ensaios como corpo de prova pelo método Izod, sendo produzidos um total de 26 corpos de prova. Estas etapas consistem na seleção de espécies, que é um dos fatores mais importantes neste processo, até os resultados obtidos pelo ensaio Izod. Estas amostras foram produzidas seguindo o modelo da norma ASTM D256, adaptadas, sem entalhe, com dimensões de base quadrada de 20mm e comprimento de 200mm, com as faces do painel orientadas na direção em que sofrerão o impacto (VERÍSSIMO et. al, 2019).

Os núcleos dos painéis foram produzidos a partir dos colmos da espécie “*Drepanostachyum falcatum*”, os quais foram cortados e armazenados em estufa, sob aproximadamente 18°C e após esse processo, foram mantidos em mufla, obtendo uma umidade de 28% em relação a seu peso. Dentre os aspectos do bambu, está o desenvolvimento de fungos que, nesta espécie, começam a se

desenvolver na parte externa do colmo durante os primeiros anos e, após 5-8 anos, o crescimento dos fungos e do mofo causam o colapso do colmo e a sua decadência. Desse modo, a utilização dos colmos se dá neste breve tempo de vida, prontos para a colheita entre 5 e 7 anos.

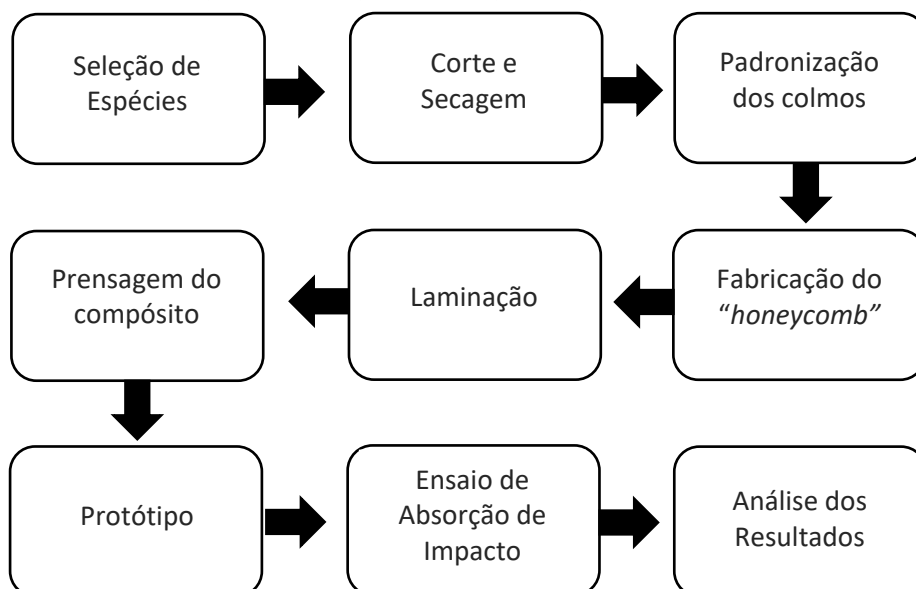
Figura 1 – Esquema das camadas de painel composto “honeycomb”.



Fonte: Autoria Própria (2019).

Nesse processo são utilizados adesivos como a resina sintética termofixa estrutural epóxi (redelease) 2001 e a resina poliuretana derivada do óleo de mamona RP1315C (Imperveg). Para o processo de fabricação foram utilizadas 2 camadas de tecido de fibra de vidro nas superfícies superior e inferior, com uma espessura de face de 0,4mm.

Figura 2 – Fluxograma da sequência produtiva adotada.



Fonte: Autoria Própria (2019).

A padronização dos colmos foi feita a partir da triagem, onde foram separados em bambus verdes e maduros, observando-se também, as variações nos

diâmetros. O corte dos bambus selecionados foi feito a partir de serra-fita, com um diâmetro determinado de 20mm, facilitando a montagem dos painéis.

Outra questão importante para a montagem das placas é a umidade dentro do local de produção, a qual influencia na viscosidade da resina, juntamente com a temperatura do ambiente, acarretando em problemas na aderência dessa resina aos elementos rígidos da placa.

Para o ensaio de Izod, foi utilizado a máquina demonstrada na Figura 2, elevando seu martelo em posição horizontal e dispondo os corpos de prova na parte inferior do equipamento.

Figura 3 – Equipamento utilizado para o ensaio Izod.



Fonte: Autoria Própria (2019).

A Figura 4 demonstra a geometria e a disposição dos colmos utilizados na composição das amostras para o ensaio de Izod durante o processo de laminação.

Figura 4 – Laminação das amostras utilizadas para o ensaio Izod.



Fonte: Autoria Própria (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são mostrados os valores obtidos com a realização dos ensaios. Estes dados foram analisados de acordo com a norma ASTM especificada anteriormente. Na Tabela 1 é possível observar os resultados para o ensaio de Izod, onde foram estudados os corpos de prova feitos, primeiramente, com resina poliuretana de base vegetal e, em seguida, feitos somente a partir da resina epóxi.

Tabela 1 – Resultados do ensaio Izod.

	Energia [J/m]	Desvio Padrão
Resina poliuretana derivada de óleo de mamona	78,25	±15,92
Resina sintética termofixa estrutural epóxi	82,625	±15,31

Fonte: Aatoria Própria (2019).

Como comparação, no trabalho de VANI *et al.* foi avaliada uma placa plana de PRFV, a qual foi obtida por processo de laminação contínua com espessura de 3,7 mm, constituída de resina poliéster isoftálica como matriz e fios picados de fibra de vidro como reforço.

Tabela 2 – Comparativo realizado com os resultados obtidos por Vani et al.

	Energia [J/m]	Desvio Padrão
Resina poliéster isoftálica e fios de fibra de vidro	82,2	±8,63

Fonte: VANI *et al* (2014).

Falhas Observadas

Analisando a Figura 5, é perceptível o modelo de falha ocorrido em algumas amostras por meio do descolamento dos núcleos e, para outras, pode-se observar a ruptura das faces.

Figura 5 – (a) Falha da amostra produzida com resina PU. (b) Falha da amostra produzida com resina epóxi.



Fonte: Aatoria Própria (2019).

CONCLUSÕES

Ao utilizar matéria prima de fácil acesso e com grande potencial de produção em regiões tropicais, o trabalho apresentou grande autonomia de produção nacional, além de que o custo para obtenção de matéria prima reduz significativamente, já que o bambu pode ser cultivado em qualquer região brasileira.

Com a realização deste trabalho e as análises sobre o compósito, pode-se observar que o principal modo de falha ocorre na interface, atuando também na separação da face e no núcleo de bambu. Ambos os adesivos demonstraram resistência ao impacto semelhante, porém, ao analisar os comportamentos durante o ensaio, observou-se que na resina epóxi ocorreu a ruptura frágil, enquanto a resina PU não sofreu ruptura, demonstrando a grande capacidade elástica da mesma

Os painéis do tipo “*honeycomb*” produzidos a partir de colmos de bambu apresentam elevada relação de resistência por peso, ao passo que, ao unir este material ao conjunto estrutural, observa-se o comportamento de alta performance, garantindo a rigidez estrutural quando ensaiado em formato de painéis. Sendo esta, uma alternativa no mercado dos compósitos estruturais, que apresenta menor impacto ambiental e variados setores de aplicabilidade, demonstrando resistência mecânica considerável.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Empreendedorismo e Inovação da UTFPR Campus Pato Branco pelo apoio financeiro por meio do Edital N° 001/2019 do Programa Institucional de Inovação UTFPR-PB-HT e pelas capacitações. Agradecemos também às Professoras Elizandra Machado Follmann e Geocris Rodrigues dos Santos e aos Professores Bruno Bellini Medeiros e Fabiano Ostapiv pelo tempo dedicado aos trabalhos da empresa.

REFERÊNCIAS

ASTM D256, Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, Available in: <www.astm.org>

Callister, W. D., Science and Materials Engineering: An Introduction. John Wiley & Sons, Inc., 2002.

VERISSIMO, W. B.; RANZAN, G. C.; OLIVEIRA, S. P.; OSTAPIV, F.; MEDEIROS, B. B.; Absorção de Impacto em Painéis Honeycomb de Bambu. Anais do Congresso Internacional de Biomassa, Curitiba, 2019.

G. C. VANI, P.H. S. CARDOSO, V. A. GUIMARÃES, C. L. ISRAEL; Comparação das propriedades mecânicas de compósitos PRFV obtidos pelos processos de laminação contínua e pultrusão. 21º CBECIMAT, Cuiabá, 2014.