

Caracterização de painel tipo honeycomb de bambu sob compressão

Characterization of bamboo honeycomb type panel under compression

RESUMO

Painéis sanduíche com núcleo de favo de abelha (tipo *honeycomb*) são uma classe de compósitos estruturais feitos por camadas finas moldadas no formato de células hexagonais que se encaixam com os eixos orientados perpendicularmente aos planos da face. O bambu é considerado um material sustentável por ser renovável e apresentar alta taxa de absorção de gás carbônico contribuindo para a redução do efeito estufa, além de facilmente degradar após o descarte ocasionando em um menor impacto ambiental. O objetivo deste trabalho é realizar o ensaio de compressão de um painel sanduíche com núcleo de colméia, produzido com seções de colmos maduros de bambu da espécie *Bambusa Tuldoidea*, fibra de vidro e resina estrutural epóxi, conforme a norma ASTM C365. Obtiveram-se resultados que apresentam um bom indicativo para o uso dos painéis honeycomb de bambu e fibra de vidro como material adequado nos setores automotivo, naval e de construção civil por conta da média de resistência máxima à compressão de 14,19 MPa.

PALAVRAS-CHAVE: Bambu. Sanduíche. Favo de abelha. Compósito. Fibra de vidro.

ABSTRACT

Honeycomb sandwich panels are a class of structural composites, made up of thin layers molded in the shape of hexagonal cells that fit with axes oriented perpendicular to the face planes. Bamboo is considered a sustainable material because it is renewable, has a high carbon dioxide absorption contributing to the greenhouse effect reduction, also is easily incorporated into nature at the end of its life cycle. The objective of this work is to perform the compression test of a honeycomb composite panel, produced with sections of mature bamboo's culms of *Bambusa Tuldoidea*, fiberglass and epoxy structural resin, according to ASTM C365 standard. The obtained results show a good indication for the use of bamboo and fiberglass honeycomb panels automotive, naval and construction sectors due to the average maximum compressive strength of 14.19 MPa.

KEYWORDS: Bamboo. Sandwich. Honeycomb. Composite. Fiberglass.

Wellington Bazarim Verissimo
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

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

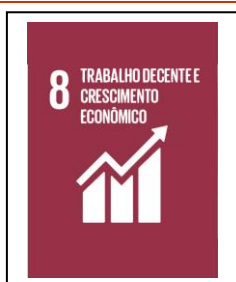
Bruno Bellini Medeiros
brunomedeiros@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

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.



INTRODUÇÃO

Painéis sanduíche com núcleo de favo de abelha (tipo *honeycomb*) são formados por camadas finas de bambu moldadas no formato de células hexagonais, podendo ser agrupadas em outras formas, unindo-se com as faces de fibra de vidro impregnadas com resina epóxi. Entre as propriedades mecânicas deste painel, a resistência à compressão e flexão são relevantes por apresentarem os esforços que serão aplicados nas placas simulando os esforços reais que esta pode sofrer durante o uso. Projetada para aplicação em diversos produtos que necessitam de alta tecnologia e performance. Podem ser utilizados nas áreas naval, automobilística, em aeronaves, dentre outras (Callister, 2002; Yap e Yeong, 2015).

Colmos de bambu são tubos vegetais lignocelulósicos, principal parte aérea da planta, que podem ser usados como matéria prima para a fabricação de muitos produtos industrializados, entre eles painéis compósitos do tipo placas laminadas coladas.

A grande parte desse bambu é utilizado na fabricação *woodframe*, sendo que, o aumento na utilização dessa técnica provoca um aumento no uso de novos painéis estruturais no setor construtivo (Ghavami, Barbosa e Moreira, 2017).

Camadas fibrosas são vastamente empregadas em termoplásticos para elevar a rigidez e a resistência da matriz. Para esse fim, o vidro é amplamente utilizado como fibras de reforço e há, também, um potencial considerável para fibras de carbono caso as barreiras financeiras sejam superadas (Bader, 1973).

Segundo a empresa fabricante de compósitos estruturais E-Composites, a resina epóxi apresenta excelentes propriedades mecânicas quando curadas à temperatura ambiente e se curado por condições específicas pode proporcionar extrema resistência mecânica e módulo de elasticidade.

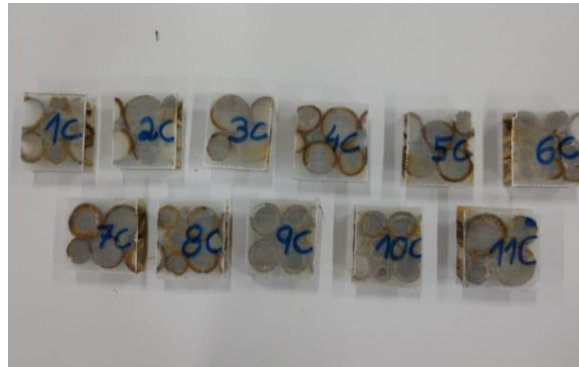
O trabalho tem como objetivo verificar o comportamento mecânico sob compressão de um compósito estrutural tipo sanduíche com núcleo de colmos de bambu e capas ou faces de fibra de vidro impregnados em resina termofixa estrutural epóxi, a qual é um polímero cuja rigidez não se altera com a temperatura e que endurece quando se mistura com um agente catalisador ou “endurecedor”. Podendo ser utilizado como inovação, principalmente nos setores automotivo, atuando como componentes para painéis veiculares, substituindo os plásticos de para-choques, dentre outros, bem como na área naval, substituindo os assoalhos comuns pela aplicação destas placas.

METODOLOGIA

Segundo a norma ASTM C365, deve-se testar não menos que 5 amostras, mas devido a possibilidade de variação de resistência do material do núcleo entre cada amostra, a considera-se a utilização de 10 corpos de prova. Para a confecção é necessário seguir a sequência de processos, que se inicia pela seleção das espécies, corte e secagem, padronização dos colmos, montagem do núcleo honeycomb, laminação da fibra de vidro com resina epóxi, prensagem da face e núcleo, protótipo e por fim ensaio mecânico.

A geometria das amostras segue conforme a norma listada anteriormente, largura 75 mm e comprimento 75 mm. O núcleo apresenta colmos com altura de 20 mm, com um diâmetro externo médio de 30 mm e espessura de parede de 4,55 mm, conforme a Figura 1 demonstrando os 10 corpos de prova antes do ensaio.

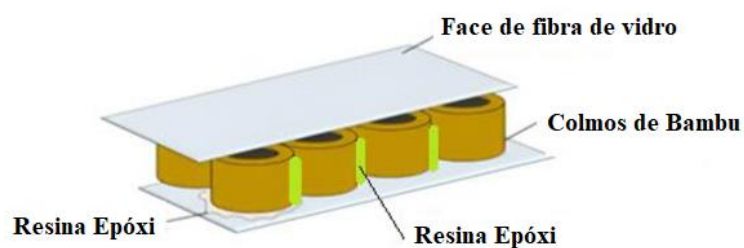
Figura 1 – Amostras corpos de provas ensaio compressão



Fonte: Autoria própria (2019).

O núcleo dos painéis sob estudo é produzido a partir dos colmos de bambu, sendo cortados e posteriormente armazenados em local arejado e com baixa umidade. O material adesivo neste trabalho é a resina sintética termofixa estrutural epóxi, utilizada para a laminação das faces e união dos colmos. A confecção da face usa 2 camadas de tecido de fibra de vidro, ocasionando em uma espessura de aproximadamente 0,4 mm de cada face e para a altura do núcleo considera-se 20 mm.

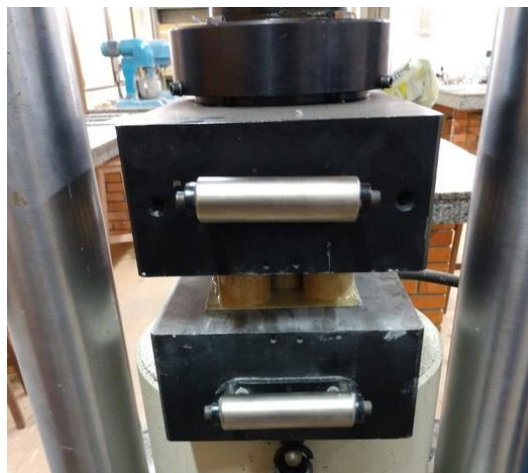
Figura 2 – Desenho esquemático das amostras.



Fonte: Autoria própria (2019).

O ensaio de compressão é realizado pela aplicação de uma carga axial distribuída sobre toda a face do painel, que tende a provocar um encurtamento ou ruptura do corpo, demonstrado pela figura 3. Aplicação realizada com taxa de deslocamento do cabeçote de 0,5 mm/min.

Figura 3 – Demonstração de ensaio de compressão em amostra.



Fonte: Autoria própria (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em seguida, são apresentados os resultados para o ensaio de compressão para as 10 amostras ensaiadas, demonstrados pela Tabela 1.

Tabela 1 – Resistência máxima sob compressão para amostras estudadas.

Amostra	Tensão máxima (MPa)
1	12,78
2	14,78
3	13,91
4	14,98
5	12,38
6	16,48
7	13,16
8	15,70
9	15,30
10	12,46
Média	14,19
DP	4,74

Fonte: Autoria própria (2019).

CONCLUSÃO

O processo de fabricação utilizou-se do agrupamento do painel com o núcleo em formato favo de abelha devido à presença de porosidades e por esta apresentar como objetivo principal a diminuição da densidade do compósito, contribuindo para o aumento da inércia da estrutura, sem acréscimo significativo de massa, bem como com o isolamento do compósito e na absorção energética do mesmo.

Por apresentar uma estrutura microscópica alveolar com distribuição das fibras em formato hexagonal, o bambu empregado contribui para o objetivo de um painel em formato de favo de abelha em aumentar a resistência sem acréscimo de massa significativa.

No processo de fabricação dos painéis foram verificadas algumas possíveis melhorias, manter o padrão das dimensões dos colmos para confecção das placas é crucial, de forma que todos as mesmas especificações externas. Outro aspecto importante é o acabamento superficial do núcleo, feito com processos de lixamento em granulações diferentes e, a partir do momento que os colmos passam por esse processo, na região periférica dos colmos, percebemos uma melhora significativa da aderência da resina com o colmo do bambu.

AGRADECIMENTOS

Programa de Inovação da UTFPR-PB pelo apoio financeiro por meio do Edital PROREC 02/2018 – UTFPR.

REFERÊNCIAS

ASTM C365 / C365M-16, Standard Test Method for Flatwise Compressive Properties of Sandwich Cores, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016, Available in: <www.astm.org>

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

Ghavami, K.; Barbosa, N. P.; Moreira, L. E. Bambu como material de engenharia. In: Fabrício, M. M.; Brito, A. A.; Vittorino, F. Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: conforto ambiental, durabilidade e pós-ocupação. 1.ed. Porto Alegre: Scienza 2017. 412p. ISBN 978-75-5953-005-6.

Yap, Y.L. e Yeong, E.Y. Shape recovery effect of 3D printed polymeric honeycomb. Virtual and Physical Prototyping, Vol 10, No. 2, pp. 91-99.

E-COMPOSITES. Barracuda Advanced Composites. Disponível em: <http://www.e-composites.com.br/RESINA_EPOXY_AR260_ENDURECEDOR_AH260/prod-4587810/>. Acesso em: 20 jun. 2019.