

CARACTERIZAÇÃO E CONFEÇÃO DO COMPÓSITO DO TIPO SANDUÍCHE DE MATERIAL DE GARRAFA DE POLITEREFTALATO DE ETILENO (PET) E FIBRA DE CARBONO

Julio Cesar Pessotti Júnior¹, Diego Lilargem Rocha²

Engenharias

Introdução e Objetivo

De acordo com Callister e Rethwisch (2016), os engenheiros estão em busca de materiais para estruturas que apresentem alta rigidez, resistência à abrasão e impacto e baixa densidade, além de possuírem alta resistência à corrosão.

Conforme Domingues (2021), devido às universidades possuírem diversos projetos de extensão, que seriam beneficiados com a utilização de estruturas sanduíches em seus projetos, devido à alta resistência a compressão, flexão e tração em contrapartida com o baixo peso.

De acordo com Losekann (2017), um compósito tipo sanduíche é aquele formado por um núcleo leve e macio coberto por duas camadas externas. Geralmente os núcleos são feitos de materiais como espumas, alumínio, entre outros materiais considerados leves, enquanto nas camadas externas são utilizados fibra de carbono, vidro ou outros.

Portanto, este trabalho tem como objetivo obter as propriedades mecânicas de um compósito do tipo sanduíche de Politereftalato de Etileno (PET) e com fibras de carbono unido por uma resina epóxi.

Método e Metodologia

Foram fabricados seis corpos de provas de um compósito do tipo sanduíche, sendo três para ensaio de flexão e três para o ensaio de tração. Esse compósito possui um núcleo de politereftalato de etileno (PET), camadas externas de fibra de carbono e adesivo epóxi para a união das partes, como mostrado na Figura 1.

¹ Graduando em Engenharia Mecânica, Instituto Federal do Espírito Santo - IFES, juliocesarpessottijunior@gmail.com;

² Doutor em Engenharia e Ciência de Materiais, - Instituto Federal do Espírito Santo - IFES diego.rocha@ifes.edu.br.

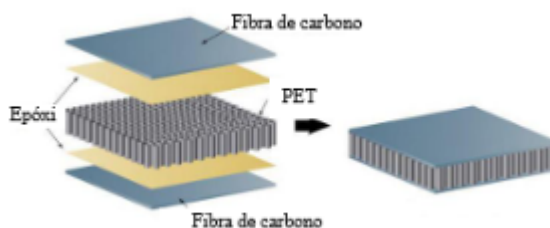


Figura 1 - Compósito tipo sanduíche estudado.

Fonte: Adaptado de Losekann (2017).

Para o núcleo de PET, foram reaproveitadas garrafas de refrigerante. Já a fibra de carbono utilizada foi a Tecido de Fibra de Carbono Biaxial CBX 400, que possui fibras com orientação +45/-45°, com 6000 filamento e trama do tipo biaxial diagonal. E o adesivo epóxi foi o Araldite.

O teste de flexão utilizado foi o do tipo “flexão em três pontos”, conforme Garcia (2000), consiste colocar a peça biapoiada nas extremidades a uma distância determinada e submetida a uma carga sendo aplicada no centro do comprimento do corpo de prova, que acaba gerando um deslocamento do ponto central, denominado flecha.

O ensaio de flexão em três pontos foi realizado seguindo a norma ASTM D790 - *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*, que especifica que a espessura do corpo de prova é essencial, pois é responsável em determinar a distância entre os pontos de apoio na máquina e a velocidade do ensaio.

A distância entre os pontos de apoio é determinada pela Equação 1. No qual, L é a distância entre os suportes (mm) e d é a espessura do corpo de prova (mm).

$$L = 16 * d \quad (1)$$

Enquanto a velocidade do ensaio R (mm/min), é obtida pela Equação 2.

$$R = \frac{ZL^2}{6d} \quad (2)$$

Para o ensaio de flexão o corpo de prova possui as seguintes dimensões aproximadas: 13cm x 2,5cm x 3,25mm. Como a espessura final foi de 3,25 mm, a distância entre os apoios (L) deveria ser de 52 mm, porém devido às limitações da máquina de ensaio, o valor adotado foi de 60 mm. Enquanto a velocidade do ensaio deveria ser de 1,39 mm/min, mas devido às limitações, foi utilizado o valor mais perto dos disponibilizados pelo equipamento, sendo de 1 mm/min.

Foi realizado ensaio de tração uniaxial quase estática conforme a norma ASTM D3039, com o objetivo de obter as curvas de tensão de tração por deformação e determinar os limites de resistência à ruptura (LRT) e as deformações de ruptura. O tamanho do corpo de prova adotado foi de: 25cm x 2,5cm x 2,5mm.

Também foi obtida a densidade do compósito através da Equação 3.

$$Densidade = \frac{Massa}{Volume} \quad (3)$$

Discussão e Resultados

Foi obtido através do software da máquina de ensaios, os valores de carga, permitindo analisar o comportamento dos corpos de prova ensaiado e avaliar a carga máxima suportada quando submetido a flexão.

Com a obtenção dos valores da carga, foi possível calcular as resistências à flexão do compósito analisado por meio da Equação 4, definida pela ASTM D790.

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (4)$$

No qual σ é a tensão de flexão em MPa, P é a carga em N, b é a largura em mm e d é a espessura em mm.

Portanto com os valores máximos de carga encontrados, foi possível obter a tensão máxima suportada pelos corpos de prova quando submetidos a flexão (Tabela 1).

Corpo de prova	Carga Máxima (N)	Tensão Máxima (MPa)
1	1495,8	509,81
2	2876,68	980,46
3	2000,94	681,98

Tabela 1 - Tensão Máxima de flexão obtida.

Fonte: Autores.

Com esses valores de tensão máxima foi obtido que a tensão média foi de 724,08 MPa.

Utilizando o software da máquina de ensaios, foi possível obter diretamente os valores das tensões, permitindo a análise do comportamento dos corpos de provas ensaiados, quando submetidos a tração.

Portanto os valores de tensão de ruptura obtidos foram colocados na Tabela 2 junto com o valor médio.

	CDP 4	CDP 5	CDP 6	Média
Tensão de ruptura (MPa)	36,29	36,04	14,43	28,92

Tabela 2 - Tensão de ruptura de tração.

Fonte: Autores.

Os valores da densidade dos corpos de prova ensaiados se encontram na Tabela 3.

	Massa (g)	Volume(cm ³)	Densidade(g/cm ³)
CDP1	14,3	10,56	1,35
CDP2	12,43	10,56	1,18
CD3	15,49	10,56	1,47
CDP4	21,7	15,62	1,39
CDP5	22,28	15,62	1,43
CDP6	15,89	15,62	1,02

Tabela 3 - Densidade

Fonte: Autores.

Com os valores de densidade obtidos, temos que a densidade média é de 1,3 g/cm³.

Considerações Finais

O emprego de estruturas do tipo sanduíche com núcleo de politereftalato de etileno (PET), associadas a fibras de carbono e adesivo epóxi, mostrou-se uma solução viável para aplicações que demandam elevada resistência mecânica aliada à leveza. Os ensaios realizados confirmaram o bom desempenho do compósito desenvolvido, apresentando valores médios de 724,08 MPa em flexão e 28,92 MPa em tração.

Adicionalmente, a utilização de PET proveniente de garrafas recicladas evidencia o caráter sustentável da proposta, unindo eficiência estrutural à preocupação ambiental e fortalecendo o papel da engenharia de materiais no desenvolvimento de soluções tecnológicas mais conscientes.

Referências

ASTM D790 “Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials”, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015.

ASTM D3039 “Standard Test Methods for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials”, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2002.

CALLISTER, William D. Jr.; RETHWISCH, David G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

DOMINGUES, Gabriel Laridondou. **Análise do comportamento de materiais compósitos com relação a variação da espessura do núcleo no ensaios de flexão**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021.

GARCIA, Amauri. SPIN. **Ensaio dos materiais**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

GOMES, Mauricio Neves. **Tratamento térmico pré e pós-cura de diferentes compósitos: análise térmica, resistência à flexão e grau de conversão**. Dissertação (Mestrado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia, University of São Paulo, São Paulo, 2008.

LOSEKANN, Marcelo. **Estudo numérico das tensões térmicas em placas planas de compósito tipo sanduíche**. 2017. 1 f. Monografia (Pós-graduação) - Universidade Estadual de Maringá, [S. l.], 2017.