

FABRICAÇÃO E ANÁLISE MECÂNICA DE COMPÓSITOS AUTORREGENERÁVEIS DE MATRIZ EPÓXI EM FIBRA DE VIDRO REFORÇADOS COM NANOPLALETELES DE GRAFENO¹

Gustavo Henrique Zoschke², Sérgio Henrique Pezzin³

¹ Vinculado ao projeto “Compósitos autorregeneráveis de matriz epoxídica contendo polissiloxanos microencapsulados – parte 3”

² Acadêmico (a) do Curso de Engenharia Mecânica – CCT – Bolsista PIBIC/CNPq

³ Orientador, Departamento de Química – CCT – sergio.pezzin@udesc.br

Este artigo explora os avanços tecnológicos em materiais poliméricos autorregenerativos e sua aplicação em áreas que requerem durabilidade e baixa manutenção. Microfissuras resultantes de tensões mecânicas, flutuações térmicas e interações químicas frequentemente comprometem a integridade superficial de materiais poliméricos. Nesse contexto, a estratégia de incorporar as microcápsulas demonstrou ser promissora para a prevenção da propagação de fissuras e recuperação de danos de forma que, ao se romper as microcápsulas, o agente de cura é liberado impedindo a propagação de fissuras, funcionando como um agente de cicatrização. Além disso, a introdução de nanoplateletes de grafeno (NPG) na matriz polimérica oferece oportunidades para aprimorar as propriedades mecânicas dos materiais compósitos. A combinação dessas abordagens emergentes abre caminho para materiais mais confiáveis e duráveis [1-3].

A primeira parte deste trabalho dedicou-se em estabelecer os parâmetros e variações de corpos de prova a serem analisados. A pesquisa foi embasada em analisar a influência nas propriedades mecânicas de uma placa contendo fibra de vidro com a adição de microcápsulas e nanoplateletes de grafeno em uma matriz epóxica. Foram definidas três variações de corpo de prova: ‘epóxi puro’ - resina epóxi AR260 (proporção 2:3) e endurecedor AH260 (proporção 1:3), ‘epóxi/NPG’ – epóxi com 1% m/m de nanoplateletes de grafeno (6-8 nm de espessura x 25 microns de largura), e ‘epóxi/MCP/NPG’ - com 2% m/m de microcápsulas preenchidas de poli (ureiaformaldeído) (PUF) e 1% m/m de NPG.

Foram confeccionados corpos de prova para ensaio de tração, seguindo a norma ASTM D3039, a partir do processo de fabricação por infusão a vácuo (‘Vacuum Bag’), sendo fabricados com sete camadas de fibra de vidro unidirecional (90°). Nesse processo, as mantas de fibra de vidro e a mistura de resina/endurecedor + variações citadas foram colocadas em molde de Vacuum Bag, onde ficaram por 6 horas sob vácuo a uma pressão de -500 mmHg. Após seis horas, a bomba de vácuo foi desligada e as placas de fibra continuaram dentro da bolsa de infusão curando por mais 48 horas. Realizou-se pós-cura em rampa, aumentando 1°C/min partindo de 30°C até chegar a 80°C; manteve-se por 4 horas a 80°C e diminuiu-se a temperatura a 1°C/min até chegar a 30°C.

Para análise das propriedades mecânicas foi adotado o método de ensaio de tração, descrito pela norma ASTM D3039, realizado através de uma máquina universal de ensaios *Emic 23-100*. No ensaio de tração, foram ensaiados 5 corpos de prova ‘epóxi puro’, para referência. Depois, ensaiaram-se 5 corpos de prova de cada um dos conjuntos citados: ‘epóxi/NPG’ e ‘epóxi/MCP/NPG’. Todos os ensaios de tração foram feitos até a ruptura do material.

Após realizar os ensaios, fez-se o tratamento dos dados. O processo de fabricação e o corpo de prova pode ser visto na Figura 1. Os resultados dos ensaios estão expostos na Tabela 1 com seus respectivos desvios padrão.

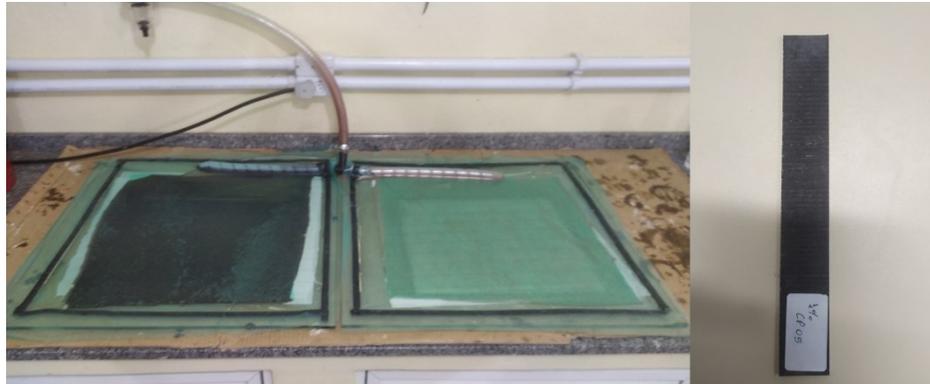


Figura 1. Processo de fabricação dos corpos de prova

Tabela 1. Propriedades mecânicas de tração dos corpos de prova de epóxi e dos compósitos com grafeno (NPG) e microcápsulas (MCP).

	Epóxi (Padrão)	1% NPG	1% NPG 2% MCP
Tensão Máxima - MPa	5,4 ± 0,4	9,3 ± 0,9	2,6 ± 0,6
Max def - %	0,2 ± 0,3	0,12 ± 0,04	0,1 ± 0,2
Módulo de Young - GPa	3,1 ± 0,7	7,6 ± 0,9	2,9 ± 0,5

Pelas propriedades obtidas podemos perceber que os corpos de prova com 1% de NPG melhoram significativamente as propriedades mecânicas do compósito, para a tensão máxima houve um aumento médio de 71,8%, e para o Módulo de Young 143,8% em relação ao corpo de prova padrão. O grupo com 1% de NPG e 2% de MCP apresentou propriedades mecânicas inferiores ao corpo de prova usado como referência (padrão). A dispersão das microcápsulas preenchidas foi feita de forma manual, o que possivelmente criou aglomerados de microcápsulas, provocando uma concentração de tensão. Outra possível fonte de erro se dá por regiões no corpo de prova que ficaram com pouco epóxi, essas regiões também são concentradoras de tensão.

Referências

- [1] S.F. Da Costa, M. Zuber, M. Zakharova, A. Mikhaylov, T. Baumbach, D. Kunka, S. H. Pezzin. Nano Select. 2021, 202100091.
- [2] Weihermann, W. R. K.; Meier, M. M.; Pezzin, S. H. Microencapsulated amino-functional polydimethylsiloxane as autonomous external self-healing agent for epoxy systems. Journal of Applied Polymer Science, Joinville, v. 136, n. 47627, 2019.
- [3] White, S.R., Sottos, N.R., Geubelle, P.H., et al., “Autonomic healing of polymer composites”, Nature, v. 409, pp. 794-797, 2001.

Palavras-chave: Compósitos. Autorregeneração. Microcápsulas. Resina epoxídica. Vacuum Bag.