

FABRICAÇÃO E ANÁLISE MECÂNICA DE COMPÓSITOS AUTORREGENERÁVEIS DE MATRIZ EPÓXI REFORÇADOS COM NANOPLETELETS 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 Licenciatura Química – CCT – sergio.pezzin@udesc.br

Os materiais poliméricos autorregeneráveis são um grande avanço tecnológico, sendo possível aumentar a vida útil dos materiais poliméricos para aplicações em áreas que precisam de um maior cuidado com a manutenção. É inevitável que, depois de algum tempo, devido a problemas mecânicos, fatores térmicos e químicos, ou uma combinação destes, microfissuras apareçam na superfície. O desenvolvimento de materiais compósitos autorregeneráveis, resultando em materiais com uma maior confiabilidade, pode ser utilizado na indústria aeroespacial, por exemplo, em caso de danos internos de difícil detecção dentro da matriz polimérica.

A autorreparação utilizando microcápsulas contendo um agente de cicatrização seria uma alternativa viável para proporcionar uma estrutura mais confiável e segura [1-5]. Quando as microcápsulas se rompem, o agente de cura é liberado e impede a propagação de fissuras. A ideia do uso de nanoplateletes de grafeno (NPG) em uma matriz polimérica, em conjunto com as microcápsulas, é melhorar as propriedades mecânicas ou restaurar as propriedades de compósitos após uma tensão aplicada.

A primeira parte deste trabalho consistiu na fabricação de corpos de provas utilizando moldes de silicone (“soft mold”). Foram utilizadas quatro variações de corpo de prova: ‘epóxi puro’ - resina epóxi Araldite LY1316 com o endurecedor Aradur® 951 (proporção 13% de endurecedor), ‘epóxi/NPG’ - epóxi com 1% m/m de nanoplateletes de grafeno (6-8 nm de espessura x 25 microns de largura), ‘epóxi/MCO’ - com 2% m/m de microcápsulas de poli (ureiaformaldeído) (PUF) ocas e ‘epóxi/COM/NPG’ - com 2% m/m de microcápsulas ocas e 1% m/m de NPG.

Foram confeccionados dois tipos de corpo de prova, um para ensaio de tração, seguindo a norma ASTM D368, e outro para Análise Dinâmico-Mecânica (DMA). No processo final da confecção dos corpos de prova, realizou-se cura, visando acelerar o processo de endurecimento da resina e melhorar as ligações químicas. Nesse processo, os corpos de prova foram deixados inicialmente a temperatura ambiente por 24h e posteriormente foram colocados na estufa por uma hora a 100°C.

Para análise mecânica foi adotado o método de ensaio de tração, descrito pela norma ASTM D368, e foram realizados através de uma máquina universal de ensaios *Emic 23-100*, que possui um computador integrado que processa graficamente as curvas de carga *versus* deslocamento.

Inicialmente, para o 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’, ‘epóxi/MCO’ e ‘epóxi/COM/NPG’. Todos os ensaios de tração foram feitos até a ruptura do material.

Após realizar os ensaios, fez-se o tratamento dos dados. Os resultados dos ensaios estão expostos na Figura 1.

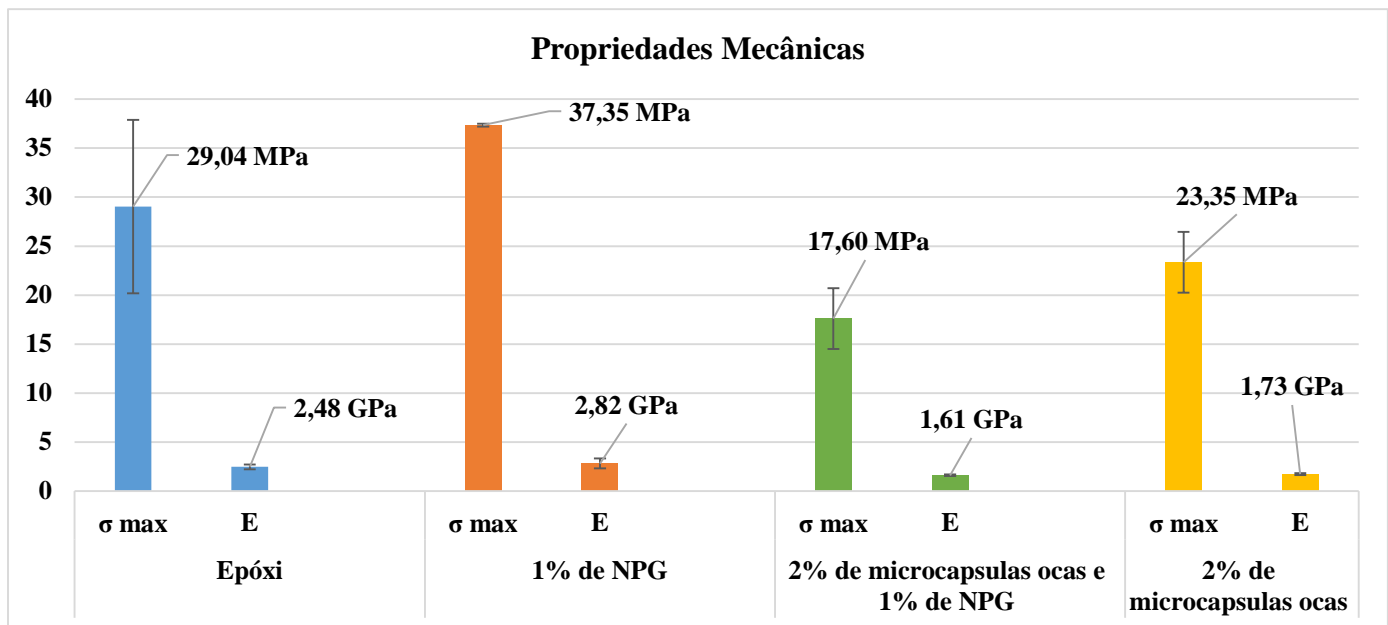


Figura 1. *Propriedades Mecânicas dos materiais obtidos e respectivos valores de desvio padrão*

Pode-se perceber que os corpos de prova de matriz epóxica com 1% de nanoplatelets de grafeno melhoraram significativamente a resistência mecânica do material. Em relação a tensão, percebeu-se um aumento médio de 28,6% quando adicionado os NPGs na matriz epoxídica. Para as outras amostras, percebe-se que as propriedades mecânicas pioraram significativamente. Isso está atrelado a concentração de tensão criadas por aglomerados de microcápsulas (visíveis a olho nu após a fratura) na matriz epóxica.

Para os próximos estudos serão analisadas as propriedades mecânicas de matrizes epoxídicas com microcápsulas de PUF preenchidas, utilizando o agente de cura amino funcional ADM 653.

Referências

- [1] S.F. Da Costa, M. Zuber, M. Zakharova, A. Mikhaylov, T. Baumbach, D. Kunka, S. H. Pezzin. Nano Select. 2021, 202100091.
- [2] Schlemper, D. M.; Pezzin, S. H. Self-healing epoxy coatings containing microcapsules filled with different amine compounds – A comparison study. Joinville: Elsevier, 2021.
- [3] Jin, H., Mangun, C.L., Stradley, D.S., et al., “Self-healing thermoset using encapsulated epoxyamine healing chemistry”. Polymer, v. 53, pp. 581-587, 2012.
- [4] Weihermann, W. R. K.; Meier, M. M.; Pezzin, S. H. Microencapsulated amino-functional polydimethylsiloxane as autonomous external self-healing agent for epoxy systems. Joinville: Applied Polymer, 2019.
- [5] 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.