

COMPÓSITOS AUTORREGENERÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRA DE VIDRO E NANOPLATELETS DE GRAFENO¹

Cesar Gabriel Ribeiro², Sergio Henrique Pezzin³, Gustavo Henrique Zoschke⁴

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

² Acadêmico (a) do Curso de Licenciatura em Física – CCT – Bolsista PIBIC/CNPq

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

⁴ Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica – CCT

Um aspecto dos materiais poliméricos é que eles não são feitos para durar para sempre. Mais cedo ou mais tarde, os materiais irão falhar devido a danos. Consequentemente, os danos reduzem o tempo de vida dos materiais e dos objetos feitos a partir deles. Em aplicações onde a segurança é um fator importante, isso é contornado pela troca regular dos componentes para evitar uma falha crítica. Pensando nisso, estudos de engenharia das últimas décadas introduziram os polímeros autorregeneráveis (*self-healing polymers*). Esses polímeros apresentam a capacidade de se auto reparar quando sofrem danos. Considerando materiais feitos pelo homem, esta habilidade parece em parte ficção científica. Contudo, se pensarmos na natureza, a autocura/regeneração é bastante familiar. Ossos não são os materiais mais fortes em comparação com materiais sintéticos, no entanto, uma perna quebrada pode curar dentro de algumas semanas. Além dos danos macroscópicos, a cura também ocorre a nível molecular no nosso corpo, o reparo do DNA por exemplo, assegura a informação genética armazenada. Conceitos de auto-cura que existem na natureza podem ser parcialmente transferidos para materiais sintéticos, se as propriedades intrínsecas dos materiais forem consideradas. [1]

O objetivo do trabalho foi, primeiramente, desenvolver o sistema de auto-cura para um compósito epoxídico reforçado com fibra de vidro e *nanoplatelets* de grafeno, e num segundo momento caracterizar as propriedades visco-elásticas desse material através de análise dinâmico-mecânica (DMA).

O sistema de auto cura desenvolvido foi baseado na utilização de microcápsulas de poli (ureia-formaldeído) (PUF). As microcápsulas foram sintetizadas via polimerização em emulsão, numa interface água-ar, e após infiltradas com um agente de cura sob vácuo, foi utilizado como agente de cura um polidimetilsiloxano aminado (PDMS-a). Após, as microcápsulas são dispersas na matriz do compósito, no caso, foi utilizada uma matriz epoxídica. A situação proposta é que, no momento que a matriz venha a sofrer danos, como micro-trincas, as microcápsulas sejam rompidas, assim liberando o agente de cura encapsulado e iniciando o processo de auto-cura (os processos descritos, de síntese das microcápsulas e o mecanismo de auto-cura, podem ser vistos na figura 1).

Foram avaliados 3 grupos de compósitos, sendo eles:

- Grupo 1 - Reforçado com fibra de vidro (45% v/v);
- Grupo 2 - Reforçado com fibra de vidro (45% v/v) e *nanoplatelets* de grafeno (1% m/m);
- Grupo 3 - Reforçado com fibra de vidro (45% v/v), *nanoplatelets* de grafeno (1% m/m) e com o sistema de auto-cura (microcápsulas PUF com PDMS-a) (2% m/m).

A partir da análise dinâmico-mecânica dos compósitos, foi possível avaliar a influência dos *nanoplatelets* de grafeno e como as microcápsulas impactam nas propriedades visco-elásticas do material. Na figura 2, é possível ver os diferentes módulos de armazenamento E' obtidos para os grupos de compósitos (grupo 1 – verde, grupo 2 – azul e grupo 3 – vermelho).

Com os resultados de módulo de armazenamento E' podemos calcular o grau de emaranhamento N :

$$N = E'/6RT$$

Onde E' é o módulo de armazenamento a uma dada temperatura absoluta, R é a constante dos gases, e T a temperatura absoluta (em K). Maiores valores de grau de emaranhamento indicam um número menor de interações entre as nanopartículas e consequentemente de aglomerados. De forma indireta, indica também que as interações entre as nanopartículas e a matriz polimérica são maiores quando o grau de emaranhamento é elevado. [3]

Para os grupos onde foram empregadas as micro e nanopartículas, grupo 2 e 3, foram encontrados valores de $N = 0,2$ moles/cm³ para o grupo 2 e $N = 0,07$ moles/cm³ para o grupo 3, utilizando como referência valores de E' a 35 °C. Isso leva a crer que o sistema de auto-cura, com as microcápsulas, pode não ter sido bem disperso, o que deve ser avaliado pelo grupo de pesquisa num trabalho futuro.

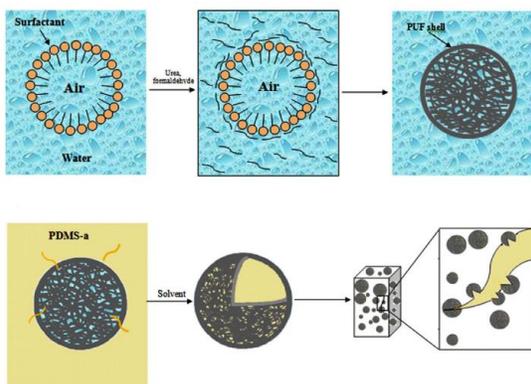


Figura 1. Mecanismo de síntese das microcápsulas PUF e mecanismo de auto-cura de um compósito.

Fonte: Da Costa, S. F. [2]

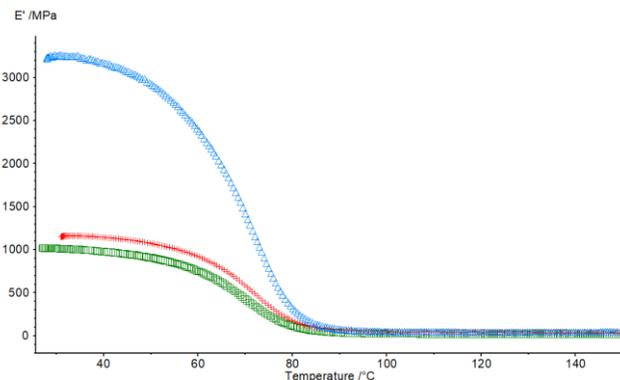


Figura 2. Módulo de armazenamento para os 3 grupos de compósitos.

Fonte: O autor.

Referências:

- [1] Hager, M. D., & Zechel, S. (2020). Self-healing polymers: from general basics to mechanistic aspects. *Self-Healing Polymer-Based Systems*, 75–94.
- [2] Da Costa, S. F., Zuber, M., Zakharova, M., Mikhaylov, A., Baumbach, T., Kunka, D., & Pezzin, S. H. (2021). Self-healing triggering mechanism in epoxy-based material containing microencapsulated amino-polysiloxane. *Nano Select*.
- [3] Carlos Hoepfner, Jean. NANOCOMPÓSITOS DE POLIVINILBUTIRAL REFORÇADOS COM NANOTUBOS DE CARBONO E NANOPLALETELES DE GRAFENOVIA POLIMERIZAÇÃO IN SITU. Joinville, 2017.

Palavras-chave: Compósitos. *Self-Healing*. Grafeno.