

## COMPÓSITOS EPOXÍDICOS AUTORREGENERÁVEIS: UMA ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DINÂMICO-MECÂNICAS

Cesar Gabriel Ribeiro<sup>1</sup>, Sara Ferreira da Costa<sup>2</sup>, Sérgio Henrique Pezzin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico(a) do Curso de Licenciatura em Física CCT - bolsista PIBIC/CNPq

<sup>2</sup> Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais CCT

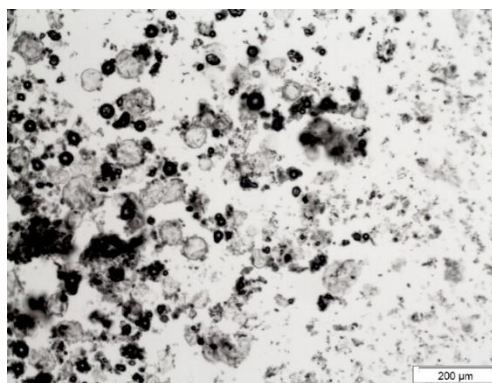
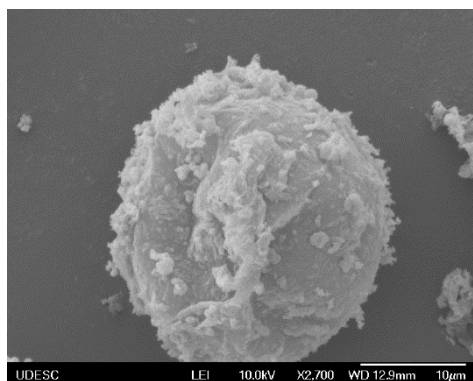
<sup>3</sup> Orientador, Departamento de Química CCT – sergio.pezzin@udesc.br

Nas últimas décadas os polímeros inteligentes, entre eles polímeros que tem capacidade de se autorregenerar, tem sido amplamente estudados, visando o uso em várias aplicações estruturais e funcionais. A ideia é um material que quando sofre danos microscópicos, como micro trincas, consiga fechá-las sem nenhum auxílio externo. Algumas técnicas podem ser utilizadas para alcançar isso, como o uso de microcápsulas preenchidas com um agente cicatrizante. No estudo em questão, microcápsulas de poli (ureia-formaldeído) (PUF) (Fig. 1 (a)) foram infiltradas com polidimetilsiloxano aminado (PDMS-A) e então dispersas na matriz polimérica.

As microcápsulas foram sintetizadas via polimerização em emulsão e após infiltradas com PDMS-A sob vácuo por 10 horas. A infiltração foi confirmada por microscopia ótica, onde as microcápsulas aparecem transparentes, considerando-se assim terem sido infiltradas pelo agente de cura.

Os compósitos foram feitos a partir de moldes de silicone com as medidas de 5 cm (comprimento) x 9,5 mm (largura) x 2 mm (espessura). Onde foi utilizada a resina epoxídica Renlam M e o endurecedor Aradur 956-2, na proporção de 5:1, respectivamente. Foram feitos 3 grupos de compósitos: referência, 5% de massa em microcápsulas e 28% de massa em microcápsulas.

A cura dos compósitos foi feita por 24h a temperatura ambiente e após 2h de pós-cura em estufa a 120 °C.



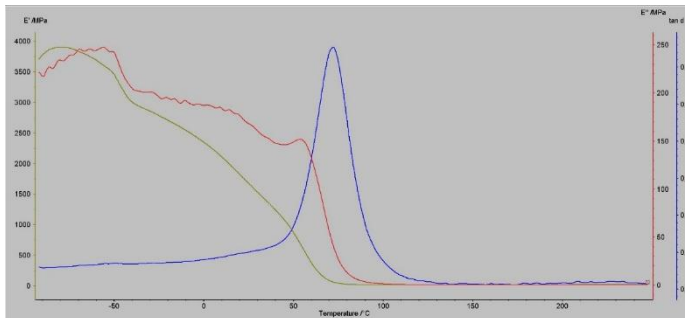
**Fig. 1** (a) *Microscopia Eletrônica de Varredura de Microcápsula de PUF*

(b) *Microscopia ótica de Microcápsulas PUF infiltradas*

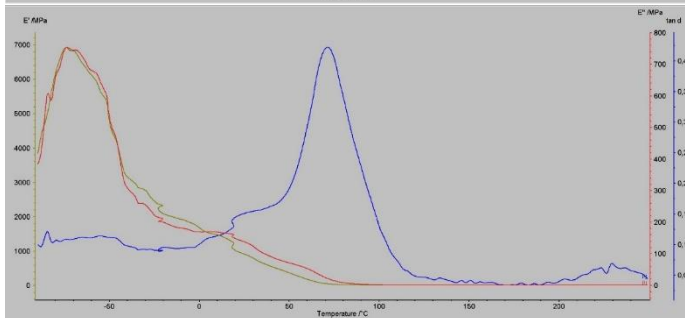
Para analisar as propriedades dos compósitos foi feita análise dinâmico-mecânica, Fig. 2 (a), (b) e (c), com a qual podemos obter as propriedades viscoelásticas do material.

Verifica-se que a adição de microcápsulas altera significativamente o comportamento viscoelástico do material. Para os compósitos com 5% em massa de microcápsulas houve um aumento da temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ), ou seja, a temperatura em que ocorre uma maior mobilidade das cadeias poliméricas, que é obtida pela curva de tan delta (em azul). Por outro lado, os compósitos com grande quantidade de microcápsulas (28% em massa) mostraram um decréscimo na  $T_g$  e no valor das curvas de módulo de armazenamento (em amarelo) e de módulo de perda (em vermelho) praticamente sobrepostas, com um comportamento anômalo a baixas temperaturas (região vítrea).

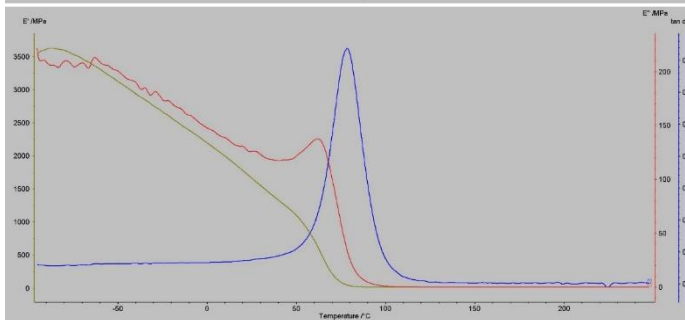
Portanto podemos concluir que as microcápsulas PUF podem alterar as propriedades viscoelásticas de compósitos epoxídicos, sendo essencial determinar a quantidade máxima de microcápsulas para atingir as propriedades que forem desejadas.



**Fig. 2 (a)** DMA compósito referência



**Fig. 2 (b)** DMA compósito 5% de microcápsulas em massa



**Fig. 2 (c)** DMA compósito 28% de microcápsulas em massa

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. N. BROWN, M. R. KESSLER, N. R. SOTTOS, S. R. WHITE. In situ poly(urea-formaldehyde) microencapsulation of dicyclopentadiene. *Journal of Microencapsulation*, 2003.
- [2] Jin H, et al. Self-healing thermoset using encapsulated epoxy-amine healing chemistry. *Polymer*, 2012.
- [3] Lorandi P. Natália, Cioffi H. Odila Maria, Ornaghi Heitor. Análise Dinâmico-Mecânica de Materiais Compósitos Poliméricos. *SCIENTIA CUM INDUSTRIA*, 2016.

**Palavras-chave:** Autorregeneração, compósitos, resina epóxi.