



## **Otimização das Propriedades Mecânicas e Térmicas de materiais compósitos de Resina Epóxi Metacrilato- Laponita produzidos via Impressão 3D-DLP**

**Guilherme da Silva Teixeira<sup>1,2</sup>**

**Colaboradores: Alessandra Lima Poli<sup>1</sup>, Gabriela Costa Rodrigues<sup>1</sup>**

**Carla C. Schmitt<sup>1</sup>**

(Universidade de São Paulo (USP))  
Instituto de Química de São Carlos – IQSC<sup>1</sup>

Instituto de Física de São Carlos – IFSC<sup>2</sup>

Guilherme.teixeira9020@usp.br

### **Objetivos**

O uso de recursos sustentáveis na manufatura aditiva, especialmente na impressão 3D, tem se consolidado como uma das principais tendências na produção de novos materiais neste século. Entre as estratégias mais promissoras destaca-se a utilização de óleos vegetais modificados para a formulação de resinas polimerizáveis. Neste contexto, o presente trabalho investigou as modificações químicas do óleo de algodão por meio de análises de Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (<sup>1</sup>H-RMN) e Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR). Além disso, buscou-se integrar nanoargilas à matriz polimérica obtida a partir do óleo vegetal, com o objetivo de aprimorar suas propriedades. Para viabilizar essa incorporação, foi necessário compatibilizar a argila com o monômero em estudo. Assim, argila, Laponita, passou por um processo de modificação de caráter hidrofílico para organofílico, cuja eficácia foi verificada por análises de FT-IR e Difratometria de Raios X

(DRX). Dessa forma, o objetivo central é a obtenção de um material híbrido orgânico-inorgânico, fotopolimerizável e com propriedades físico-químicas adequadas para aplicações em impressão 3D-DLP, contribuindo para o avanço de soluções sustentáveis na área de manufatura aditiva.

### **Métodos e Procedimentos**

O presente trabalho se limitou à caracterização e modificação química do óleo de algodão e da nanoargila laponita. As modificações químicas do óleo de algodão foram divididas em duas etapas: 1) epoxidação e 2) metacrilção. Para epoxidação foi usado o método de Espinoza Pérez, 2009. Guit et al., 2020, para metacrilção foi usado o método de Guit et al., 2020, Pelletier et al., 2006b. Por fim, para silanização da laponita foi usado o método de Sepheri et al., 2014 e Ferreira, 2007.

### **Resultados**

Os resultados de caracterização, obtidos por meio de  $^1\text{H}$  RMN e FTIR, evidenciam a presença de picos e bandas características correspondentes aos grupos funcionais de interesse. Na primeira modificação, correspondente à epoxidação, o espectro de  $^1\text{H}$  RMN revelou novos sinais na região de 2,84–3,13 ppm, atribuídos aos hidrogênios ligados a carbonos epoxidados. Já na etapa de metacrilização, surgiram sinais adicionais entre 6,17–5,17 ppm, característicos dos hidrogênios vinílicos presentes nos grupos metacrílicos.

A espectroscopia por FTIR evidenciou alterações significativas na estrutura química do óleo de algodão após a reação de epoxidação. Na etapa de metacrilização, observaram-se duas novas bandas em 1636  $\text{cm}^{-1}$  e 3466  $\text{cm}^{-1}$ , atribuídas, respectivamente, ao estiramento da ligação C=C dos grupos metacrílicos e às ligações O–H formadas após a abertura do anel epóxido.

No que se refere à modificação e caracterização da laponita, cujos resultados são proeminentes, a análise por FTIR revelou o surgimento de bandas características dos grupos N–H, oriundos do aminosilano utilizado na reação. Além disso, a difratometria de raios X (DRX) foi empregada para calcular o espaçamento basal entre as lamelas da laponita, com o objetivo de verificar a ocorrência da ligação do agente silano à sua superfície.

## Conclusões

O presente estudo demonstrou que o óleo de algodão pode ser eficientemente modificado por meio das etapas de epoxidação e metacrilização, resultando em estruturas com grupos funcionais reativos comprovados pelas análises de  $^1\text{H}$  RMN e FTIR. A incorporação da laponita, previamente funcionalizada via silanização, mostrou-se promissora, uma vez que a modificação química foi confirmada tanto por FTIR quanto por DRX, indicando a interação efetiva do agente silano com a superfície da argila.

Dessa forma, a combinação entre resinas derivadas de óleo vegetal modificado e nanoargilas organofílicas constitui uma rota viável para a produção de materiais híbridos orgânico-inorgânicos com potencial fotopolimerizável. Esses resultados reforçam a perspectiva de aplicação desses sistemas em tecnologias de impressão 3D-DLP, alinhando desempenho e sustentabilidade no desenvolvimento de novos materiais para manufatura aditiva.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Agradecimentos

Agradeço ao Programa Unificado de bolsa.

## Referências

- EPINOZA PÉREZ, J. D.; HAAGESON, D. M.; PRYOR, S. W.; ULVEN, C. A.; WIESENBERN, D. P. (2009). **PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF EPOXIDIZED CANOLA OIL**. Transactions of the ASABE, 52(4), 1289–1297.
- GUIT, J. et al. Photopolymer resins with biobased methacrylates based on soybean oil for stereolithography. ACS applied polymer materials, v. 2, n. 2, p. 949–957, 2020.
- Pelletier, H., Belgacem, N., & Gandini, A. (2006b). Acrylated vegetable oils as photocrosslinkable materials. Journal of Applied Polymer Science, 99(6), 3218–3221.
- SEPEHRI, S. et al. **Study of the modification of montmorillonite with monofunctional and trifunctional vinyl chlorosilane**. Applied clay science, v. 97–98, p. 235–240, 2014.
- DE MELLO FERREIRA, Angela. **Materiais híbridos nanoestruturados sintetizados a partir da funcionalização de esmectitas para imobilização de espécies inorgânicas e orgânicas**. 2007.