cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

# Nanocompósitos multifuncionais à base de PLA/PHBV contendo sepiolita e óleo essencial de tomilho para embalagens antimicrobianas

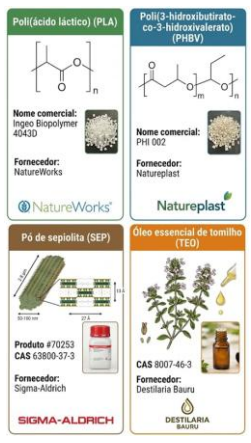
Aline V. Duarte[1], Herich L. Lopes[2], Bruno C. S. de Luca[2], Mateus G. P. Balado[3], Ana B. Klosowski[3], Juliana B. Olivato[3], Fabio R. Passador[4], Francys K. V. Moreira[1,2], Juliano Marini[1,2*]
1. PPGCEM/UFSCar; 2. DEMa/UFSCar; 3. DEFAR/UEPG; 4. ICT/UNIFESP
* juliano.marini@ufscar.br

## Introdução

- O desenvolvimento de materiais multifuncionais para embalagens de alimentos que combinem desempenho tecnológico com propriedades ativas e biodegradabilidade tem ganhado destaque devido à necessidade de reduzir o desperdício de alimentos e prevenir doenças associadas à manipulação inadequada dos alimentos [1];
- O uso de polímeros biodegradáveis, como o poli(ácido lático) (PLA) e o poli(3-hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato) (PHBV), apresenta grande potencial [2];
- A funcionalização dessas blendas pode ser realizada pela incorporação seletiva de nanopartículas, como a sepiolita (SEP), que podem atuar não apenas como agentes de reforço e compatibilização [1], mas também como veículos e protetores de substâncias antimicrobianas, como o óleo essencial de tomilho (TEO), rico em timol e carvacrol, capaz de inibir o crescimento bacteriano e prolongar a vida útil dos alimentos [3].

## Objetivos

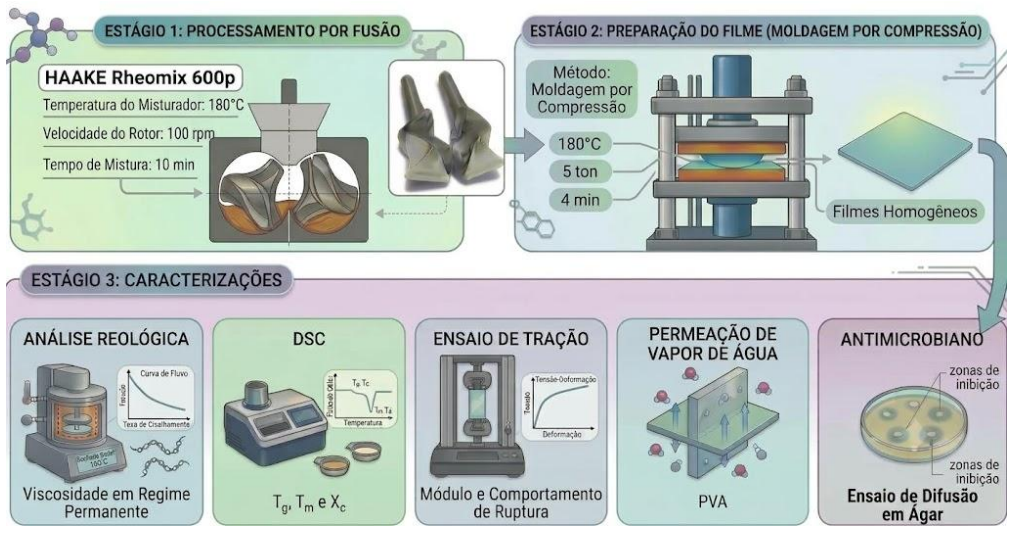
- Este estudo propõe o desenvolvimento de compósitos PLA/PHBV/SEP/TEO para potenciais aplicações em embalagens multifuncionais biodegradáveis e antimicrobianas.




## Metodologia

Tabela 1. Descrição das amostras produzidas.

| Amostra | PLA (pcr) | PHBV (pcr) | SEP (pcr) | TEO (pcr) |
|---|---|---|---|---|
| B | 70 | 30 | 0 | 0 |
| B-T | 70 | 30 | 0 | 8 |
| B-S | 70 | 30 | 5 | 0 |
| B-ST | 70 | 30 | 5 | 8 |




## Resultados e Discussão

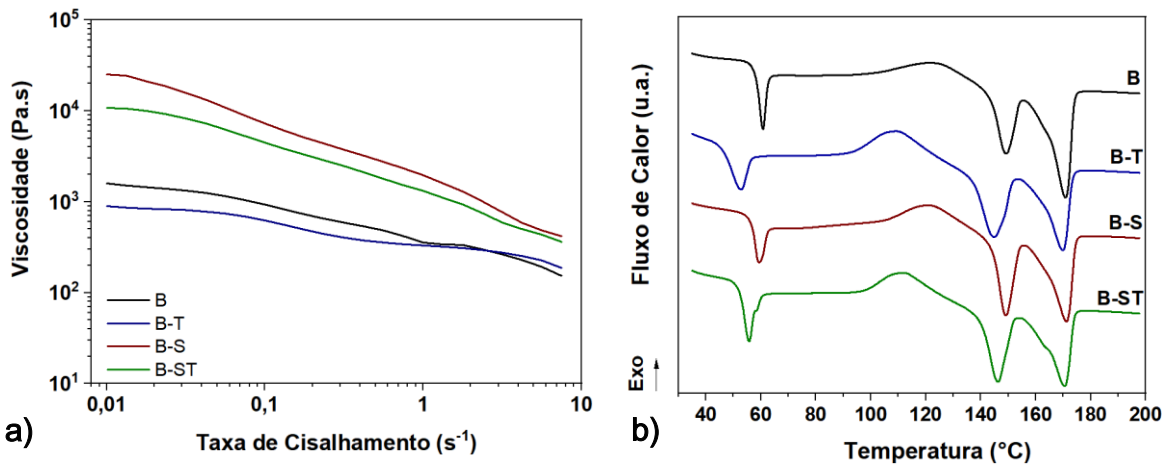



Figura 1. a) Curvas de viscosidade em função da taxa de cisalhamento (reologia em regime estacionário); b) curvas do primeiro aquecimento de DSC dos corpos de prova moldados por compressão;

Tabela 2. Resultados de DSC ($T_g$ e $T_m$ = temperaturas de transição vítrea e de fusão, respectivamente; $X_c$ = grau de cristalinidade).

| Amostra | $T_{g,PLA}$ (°C) | $T_{m,PLA}$ (°C) | $T_{m,PHBV}$ (°C) | $X_{c,PLA}$ (%) | $X_{c,PHBV}$ (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| B | 59 | 149 | 170 | 6 | 68 |
| B-T | 52 | 145 | 169 | 8 | 59 |
| B-S | 59 | 149 | 171 | 0 | 62 |
| B-ST | 55 | 146 | 170 | 10 | 64 |

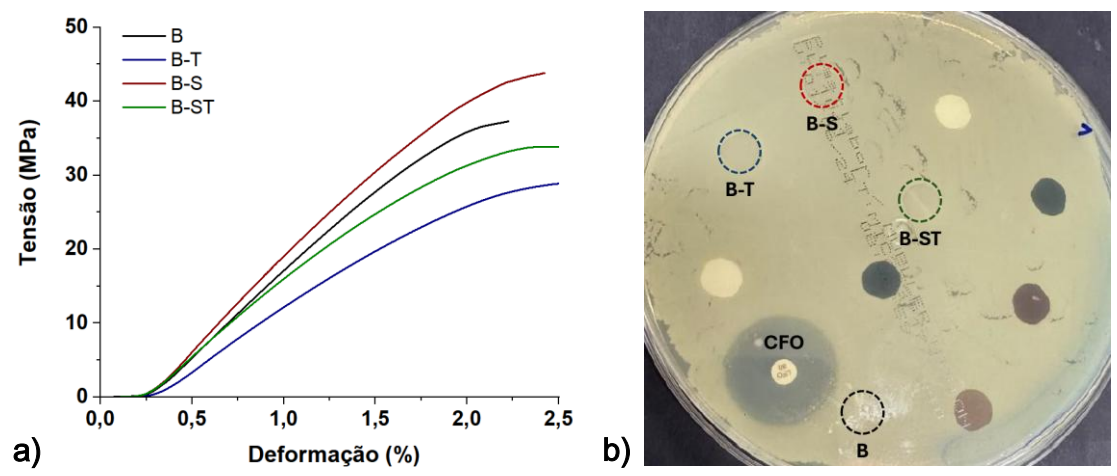



Figura 2. a) Curvas de tensão em função da deformação (ensaios de tração); b) Resultados dos ensaios antimicrobianos. CFO = cefoxitina (controle positivo). As amostras não identificadas correspondem a outro estudo.

Tabela 3. Resultados dos ensaios de tração (E = módulo de elasticidade; $\sigma_r$ = tensão na ruptura; $\varepsilon_r$ = deformação na ruptura) e de permeabilidade ao vapor de água (PVA).

| Amostra | E (GPa) | $\sigma_r$ (MPa) | $\varepsilon_r$ (%) | PVA ($10^{-8}$ g.m$^{-1}$.dia$^{-1}$.Pa$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| B | 2,5 ± 0,1 | 37,2 ± 2,3 | 2,1 ± 0,1 | 3,5 ± 1,2 |
| B-T | 1,8 ± 0,1 | 29,3 ± 1,5 | 2,5 ± 0,3 | 6,7 ± 0,8 |
| B-S | 2,7 ± 0,1 | 42,4 ± 2,5 | 2,2 ± 0,2 | 6,7 ± 0,9 |
| B-ST | 2,3 ± 0,2 | 36,1 ± 2,8 | 2,5 ± 0,2 | 4,3 ± 0,9 |

## Conclusões

- O TEO apresentou efeito plastificante, reduzindo a viscosidade, a estabilidade térmica e a rigidez, ao mesmo tempo que aumentou $\varepsilon_r$ e PVA em comparação com a blenda PLA/PHBV sem aditivos;
- A adição simultânea de SEP promoveu reforço e compatibilização e proporcionou proteção térmica ao TEO, sugerindo encapsulamento parcial do composto ativo;
- O comportamento antimicrobiano das blendas modificadas confirmou seu potencial de aplicação em embalagens multifuncionais para alimentos.

## Referências e Agradecimentos

- [1] doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2025-0046
- [2] doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.11.012
- [3] doi.org/10.1039/D4FB00232F

- Os autores agradem à CAPES (Código de Financiamento 001), ao CNPq (processos nº 407288/2021-0, 161342/2021-3, 116814/2023-3, 116809/2023-0 e 307570/2025-8) e ao CNPq/FAPEMIG (INCT/Midas – 465594/2014-0, subprojeto 24998*26) pelo apoio financeiro.