

**ESTUDO DA DEGRADAÇÃO EM SOLO DE FILMES DE POLI(BUTILENO ADIPATO-CO-TEREFTALATO) (PBAT) PURO E ADITIVADO COM ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA**

*Jackson Rodrigo dos Santos Silva <sup>1\*</sup>; Amanda Caroline de Oliveira Diniz <sup>2</sup>; José Francielson Queiroz <sup>1</sup>; Gabriel Bercley de Lima Vitorino <sup>1</sup>; Ivo Diego de Lima Silva <sup>3</sup>; Andréa Monteiro Santana Silva Brito <sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST);*

*<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco/Programa de Pós-graduação em Ciências de Materiais (UFPE/PGMTR);*

*<sup>3</sup>Universidade Federal de Pernambuco/Departamento de Engenharia Química (UFPE/DEQ)*

*[\\*jacksonrodrigofilho@gmail.com](mailto:*jacksonrodrigofilho@gmail.com)*

**RESUMO**

Para o desenvolvimento de novos materiais biodegradáveis, muitas vezes se faz necessário o uso de aditivos (naturais ou sintéticos) que possam fornecer certas propriedades ao produto final. Assim, para termos uma previsão de como estes novos materiais aditivados se comportarão após descarte no ambiente, é importante realizar pesquisas relacionadas ao processo de degradação. Dentro deste contexto, o objetivo do trabalho foi estudar a degradação de filmes de poli(butileno adipato-co-tereftalato) (PBAT) puro e com adição de óleo essencial de laranja, em solo. Para tanto, o estudo contou com 30 amostras (7,0 cm x 1,5 cm), expostas ao solo em condições naturais no município de Serra Talhada-PE/Brasil, com retiradas quinzenais por 60 dias. Os parâmetros de avaliação utilizados para degradação do solo foram perda de massa, espessura e inspeção física/visual. Os filmes aditivados apresentaram, em média, uma massa e espessura levemente maiores. Todas as amostras foram susceptíveis a degradação em solo. Com os resultados da perda de massa observou-se que foi crescente ao longo dos dias, sendo resultados importantes para o planejamento de novos materiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Degradação em solo; Óleo essencial de laranja; PBAT.

## ABSTRACT

For the development of new biodegradable materials, it is often necessary to use additives (natural or synthetic) that can provide certain properties to the final product. Thus, to predict how these new additive materials will behave after disposal in the environment, it is important to carry out research related to the degradation process. Therefore, the objective of this work was to investigate the degradation of films of poly(butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT) pure and with orange essential oil addition, in soil. For that, the study had 30 samples (7.0 cm x 1.5 cm), exposed to the soil under natural conditions in the municipality of Serra Talhada-PE/Brazil, with biweekly withdrawals for 60 days. The evaluation parameters used for soil degradation were mass loss, thickness, and physical/visual inspection. The additive films showed, on average, a slightly higher mass and thickness. All samples were susceptible to soil degradation. With the results of mass loss, it was observed that it increased over the days, being important results for the planning of new materials.

**KEYWORDS:** Degradation in soil; Orange essential oil; PBAT.

## INTRODUÇÃO

A busca por materiais biodegradáveis alternativos aos polímeros convencionais tem se destacado nos últimos anos. Um desses polímeros é o poli(butileno adipato-co-tereftalato) (PBAT) (SILVA, 2021), que vem mostrando grande potencial como material para o desenvolvimento de embalagens. Isso porque o PBAT apresenta alta eficiência e características físicas, além de propriedades mecânicas comparáveis aos plásticos convencionais (PALSIKOWSKI et al., 2017). No entanto, para produzir materiais plásticos biodegradáveis, na maioria das vezes há necessidade de produtos químicos (SILVA et al., 2021), estes quando em contato com o solo, por migração, podem modificar as características físicas e químicas do mesmo, com isso como será seu comportamento após lançado no meio ambiente? Será que estes aditivos não alteram o processo de degradação no solo? Dessa forma, nesse trabalho utilizou-se a incorporação do óleo essencial de laranja no filme polimérico de PBAT, para avaliar como este material puro e aditivado se comportam em relação a biodegradação em solo da região do alto Sertão do Pajeú em Pernambuco, por meio de inspeção física/visual, cálculo de perda de massa, espessura e monitoramento de temperatura e umidade do ambiente.

## METODOLOGIA

### 1. Preparo das amostras

O filme polimérico foi preparado de duas formas (puro e aditivado com óleo de laranja com 5% de concentração m/m). Para o filme puro usou-se cerca de 200 g de PBAT. Para o filme aditivado com óleo de laranja com 5%, usou-se 190 g de PBAT puro e 10 g de óleo de laranja. Foi realizada uma pré-mistura a frio entre o PBAT e o óleo para aumentar a interação. Os filmes foram secos por extrusão em uma extrusora monorosca de bancada Lab-16 Chill roll AX PLÁSTICOS equipada com matriz plana. Utilizou-se temperatura fixa de 180 °C nas três zonas de aquecimento. A velocidade de extrusão foi de 45 rpm e a velocidade dos puxadores de 26 rpm.

### 2. Degradação em solo

O estudo contou com 30 amostras de PBAT (15 PBAT puro e 15 PBAT + Laranja) que foram cortadas em tamanhos de 7cm x 1,5cm e enterrados no solo natural, dentro de recipiente adaptado com furos para evitar o acúmulo de água em contato com as amostras. O estudo foi realizado num período de 60 dias, com retiradas quinzenais. Em cada retirada, as amostras foram pesadas e avaliadas fisicamente (massa e espessura) e visualmente (fragmentação e cor).

### 3. Avaliação física/visual e cálculo de perda de massa

Os filmes foram avaliados de forma qualitativa, observando se havia bolhas, cor característica e a presença de alguma irregularidade, antes e durante o processo de degradação. A espessura média foi determinada com 3 medidas em cada filme, utilizando um micrômetro Mitutoyo com escala de 0 a 25mm e uma precisão de 0,001mm.

Foi realizado o cálculo percentual de perda de massa, de acordo com a equação 1, onde  $M_t$  é a massa final,  $M_0$  a massa inicial e  $R(\%)$  é a perda de massa percentual (ROY et al., 2008).

$$R(\%) = \frac{M_0 - M_t}{M_0} \cdot 100 \quad (1)$$

### 4. Acompanhamento das condições ambientais na região

Durante a realização do estudo de degradação, foi realizada a coleta e o registro dos dados meteorológicos, tais como temperatura e umidade relativa do ar, obtidos por

meio do banco de dados do portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET/Estação: A349).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as amostras antes e após a exposição ao solo, obtivemos os seguintes resultados para os parâmetros: aspectos físicos/visuais e espessura (mm), para os filmes puro e com óleo de laranja, Tabela 1. O efeito da degradação em solo provocou maior quantidade de manchas e amarelamento, diminuição de espessura e até 60 dias com baixa fragmentação, tendência semelhante observada por PALSIKOWSKI (2017).

Tabela 1 – Aspectos visuais pré-exposição e pós-exposição do PBAT puro e PBAT + laranja.

<b>PBAT pré exposição</b>	<b>Manchas</b>	<b>Cor</b>	<b>Espessura média (mm)</b>	<b>Fragmentação</b>
<b>Com Óleo de laranja</b>	baixa	branco	0,027	baixa
<b>Puro</b>	baixa	branco	0,025	baixa
<b>PBAT pós exposição</b>	<b>Manchas</b>	<b>Cor</b>	<b>Espessura média (mm)</b>	<b>Fragmentação</b>
<b>Com Óleo de laranja</b>	alta	amarelo	0,025	baixa
<b>Puro</b>	média	branco	0,023	baixa

Na Figura 2, podemos ter uma visão geral de como se apresentaram as amostras durante o processo de degradação em solo. Apesar da literatura indicar o PBAT como material biodegradável (ZUMSTEIN et al.,2018), as amostras com 60 dias em solo não apresentam fragmentação. No entanto, é importante continuar o monitoramento até 180 dias e avaliar se a taxa de degradação mínima é de 60%, para ter uma melhor classificação.

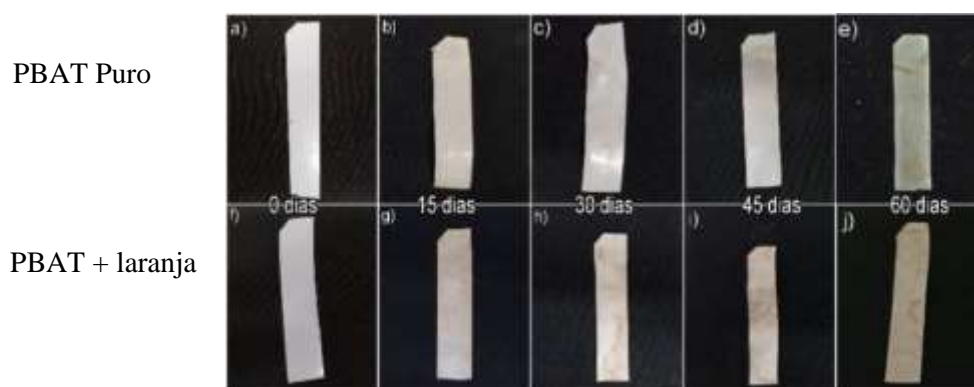


Figura 2 - PBAT puro e PBAT com laranja durante um período de 60 dias em solo.

A Figura 3 aponta o perfil da perda de massa percentual das amostras durante o monitoramento dos filmes puros e com adição do óleo essencial de laranja. Nota-se que

ambas amostras seguem uma mesma tendência para a perda de massa. Segundo dados do INMET, durante o período de monitoramento, a temperatura média e a umidade média do ambiente, foram respectivamente, 27° C e 54,8 %.

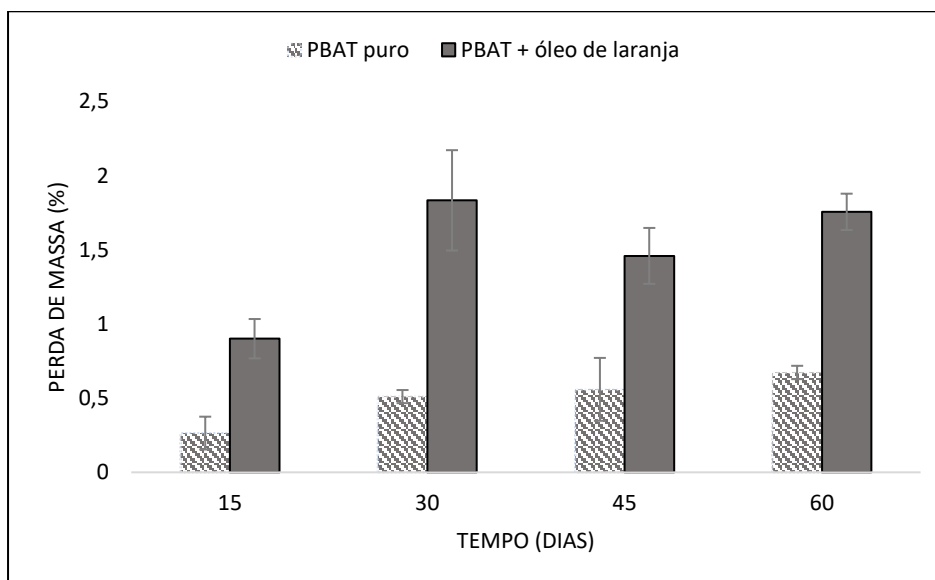


Figura 3 - Perda de massa para o PBAT puro e o PBAT com óleo de laranja.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na avaliação física/visual dos filmes preparados foi observado que todos mostraram-se uniformes e sem bolhas. Os filmes aditivados apresentaram, em média, uma massa e espessura levemente maiores. Todas as amostras foram susceptíveis a degradação em solo. Com os resultados da perda de massa observou-se que foi crescente ao longo dos dias, sendo resultados importantes para o planejamento de novos materiais e que precisam mais dias de monitoramento para uma avaliação mais robusta.

## EIXO TEMÁTICO

Química analítica.

## AGRADECIMENTOS

UFRPE/PIBIC/CNPq, PIBIC/FACEPE, FACEPE (APQ-1483-1.06/22), FACEPE (PRONEX/NUQAAPE (APQ-0346-1.06/14), Laboratório de Polímero/Departamento de Engenharia Química/UFPE, Prof. Dr. Carlos André de Souza e a Profa. Dr. Glória Maria Vinhas.

## REFERÊNCIAS

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. Normas Climatológicas (1961/1990). Brasília - DF, 1992. Estação A349.

PALSIKOWSKI, Paula Alessandra; KUCHNIER, Caroline N.; PINHEIRO, Ivanei F.; MORALES, Ana Rita. Biodegradation in Soil of PLA/PBAT Blends Compatibilized with Chain Extender. **Journal Of Polymers And The Environment**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 330-341, 7 fev. 2017.

ROY, P. K; Titus, S; Surekha, P; TULSI, E; Deshmukh, C, & RAJAGOPAL, C. Degradation of abiotically aged LDPE films containing pro-oxidant by bacterial consortium. **Polymer Degradation and Stability**, 93, 10, 1917-1922, 2008.

SILVA, I. D. L.; Oliveira, F. S. M.; Andrade, M. F.; Brito, A. M. S. S.; HallwassA, F.; Vinhas, G. M. Avaliação das potencialidades dos extratos vegetais de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) para uso em embalagens ativas antimicrobianas e antioxidantes. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 26, 2021.

ZUMSTEIN, Michael Thomas; SCHINTLMEISTER, Arno; NELSON, T. Frederick; BAUMGARTNER, Rebekka; WOEBKEN, Dagmar; WAGNER, Michael; KOHLER, Hans-Peter E.; MCNEILL, Kristopher; SANDER, Michael. Biodegradation of synthetic polymers in soils: tracking carbon into co2 and microbial biomass. **Science Advances**, Si, v. 4, n. 7, p. 1-8, 25 jul. 2018.