



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

José Francielson Queiroz Pereira^{1}; Gabriel Berclley de Lima Vitorino¹; Amanda Caroline de Oliveira Diniz²; Jackson Rodrigo dos Santos Silva¹ Glória Maria Vinhas³; Andréa Monteiro Santana Silva Brito¹*

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

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

³Universidade Federal de Pernambuco/Departamento de Engenharia Química (UFPE/DEQ)

**josefranielson.queiroz@gmail.com*

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo da degradação atmosférica natural em filmes poli (adipato-co-tereftalato de butileno) (PBAT), puro e com adição de óleo essencial de laranja, por se tratar de um polímero biodegradável que vem se destacando na área de embalagens. Porém, é importante avaliar como a incorporação do óleo essencial atua no material e como isso afeta o processo de degradação atmosférica. Assim, o estudo contou com 30 amostras de PBAT, puro e adicionado de óleo essencial, medindo 7,5 cm x 1,5 cm, expostas as condições atmosféricas naturais (com sol, poeira, vento e chuva) no município de Serra Talhada-PE/Brasil. O acompanhamento quinzenal foi realizado por 60 dias. As análises realizadas para avaliação do processo de degradação foram perda de massa e inspeção física/visual. Os filmes aditivados apresentaram maior massa e espessura em relação aos puros. A análise visual de ambos os filmes mostrou uma mudança gradual na coloração original dos filmes com óleo de laranja, e nenhuma fragmentação foi observada para ambos os filmes. A perda de massa seguiu um perfil similar para ambos os filmes. Estes resultados são importantes para o planejamento de novos materiais, principalmente embalagens ativas. Vale ressaltar, que é preciso aumentar o tempo de monitoramento, para uma avaliação mais robusta.

Palavras-chave: degradação; óleo essencial de laranja; PBAT.

ABSTRACT

This work presents a study of the natural atmospheric degradation in poly (adipate-co-butylene terephthalate) (PBAT) films, pure and with orange essential oil addition, once it is a biodegradable polymer that has been gaining prominence in the area of packaging. However, it is important to evaluate how the incorporation of essential oil acts in the material and how this affects the atmospheric degradation process. Thus, the study used 30 samples of PBAT, pure and with essential oil, measuring 7.5 cm x 1.5 cm, exposed to natural atmospheric conditions (with sun, dust, wind and rain) in the municipality of Serra Talhada- PE/Brazil. Biweekly follow-up was performed along 60 days. The mass loss and physical/visual inspection analysis were carried out to evaluate the degradation process. Additivated films showed greater mass and thickness compared to pure ones. Visual analysis of both films showed a gradual change in the original coloration of the additivated films, and both showed no fragmentation. Mass loss followed a similar profile for both films. These results are important for the planning of new materials, mainly active packaging. It is worth mentioning that it is necessary to increase the monitoring time for a more robust evaluation.

Keywords: degradation; orange essential oil; PBAT.

INTRODUÇÃO

Sabendo que apenas 18% dos resíduos plásticos são reciclados, há uma preocupação crescente com a rápida produção e descarte destes poluentes no ambiente (GEYER et al., 2017). Este tema é tão importante, que foi pauta da última assembleia da ONU (Organização das Nações Unidas) para o meio ambiente, pelo fim da poluição plástica, onde foi abordada a necessidade de avaliarmos todo o ciclo de vida do plástico, incluindo sua produção e descarte (UNITED NATIONS, 2022). Silva, Oliveira e Araújo (2014) destacam a crescente busca por materiais biodegradáveis como alternativa aos polímeros convencionais. Um desses polímeros é o poli(butileno adipato-co-tereftalato) (PBAT) (SILVA et al., 2021), que tem sido indicado como uma alternativa para substituição de polímeros sintéticos não-biodegradáveis, levando em consideração a sua alta eficiência, características físicas e propriedades mecânicas comparáveis aos plásticos convencionais (MUTHURAJ, et al. 2014; LI et al., 2015; FERREIRA et al.,

2019). Para produzir materiais plásticos biodegradáveis, na maioria das vezes existe a necessidade de aditivos (plastificantes, antioxidantes, antimicrobianos), para conferir propriedades específicas às embalagens. Diversos estudos têm buscado revelar quais aditivos são mais adequados para o polímero e qual porcentagem em massa deve ser usada. No entanto, não há estudos suficientes para avaliar como a incorporação de aditivos naturais ou sintéticos em novos materiais plásticos, pode afetar seu comportamento no meio ambiente. Diante disso, esse trabalho utilizou a incorporação do óleo essencial de laranja no filme polimérico de PBAT para avaliar como este material puro e aditivado se comporta em relação a degradação atmosférica no município de Serra Talhada/PE, por meio do cálculo de perda de massa, inspeção física e visual.

METODOLOGIA

1. Preparo das amostras

O filme polimérico foi preparado de forma pura e aditivada. Para o filme puro utilizou-se ~200 g de PBAT. Para o filme aditivado com óleo de laranja com 5% m/m, foram utilizadas 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. 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 atmosférica natural (inspeção física, visual e perda de massa)

Os filmes foram expostos as intempéries climáticas (chuva, vento, poeira e sol), no município de Serra Talhada-PE (altitude de 429 m, latitude 07°59'7" Sul e longitude 38°17'34" Oeste). O estudo contou com 30 amostras (dimensões de 7,5 cm x 1,5 cm) dispostas num aparato adaptado com furos para evitar o acúmulo de água e presas no suporte por um fio de poliéster. As amostras foram monitoradas por 60 dias com retiradas quinzenais, pesadas e avaliadas fisicamente (massa e espessura) e visualmente (fragmentação e cor).

O cálculo percentual de perda de massa foi realizado conforme 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).

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

3. Acompanhamento das condições atmosféricas na região

Durante o estudo de degradação, foi realizada a coleta 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 DISCUSSÕES

Na tabela 1 é possível observar os resultados antes e pós a exposição a atmosférica para os parâmetros: aspectos físicos/visuais e espessura (mm), para os filmes puro e com óleo de laranja.

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

PBAT pré exposição	Manchas	Cor	Espessura média (mm)	Fragmentação
PBAT com laranja	baixa	esbranquiçado	0,028	não houve
PBAT Puro	baixa	esbranquiçado	0,024	não houve
PBAT pós exposição	Manchas	Cor	Espessura média (mm)	Fragmentação
PBAT com laranja	alta	amarelado	0,026	não houve
PBAT Puro	média	branco	0,021	não houve

Na Figura 1 (a) é possível observar que nas amostras de 0 até 60 dias de exposição do PBAT com laranja, apresentaram uma leve mudança na coloração (de branca para levemente amarelada e com o surgimento de algumas manchas escuras). Com relação as amostras de PBAT Puro (Figura 1(b)), observou-se apenas o aparecimento de manchas escuras. Todas as amostras foram expostas as mesmas condições de sol, chuva, vento e poeira.



Figura 1 – a) PBAT com laranja durante um período de 60 dias de exposição. b) PBAT puro durante um período de 60 dias de exposição.

É possível observar na Figura 3 que nos primeiros 15 dias, as amostras aditivadas apresentaram um menor percentual de perda de massa em comparação as amostras puras, porém após esse período as amostras puras apresentaram uma menor perda de massa. Entretanto, observando o desvio padrão das amostras, pode-se afirmar que o nível de degradação do material puro e aditivado foi em média praticamente a mesmo, apresentando um perfil similar de perda de massa, sendo necessários mais dias de monitoramento. Segundo dados do INMET, no período de exposição, a temperatura e a umidade média do ambiente, foram respectivamente, 27° C e 54,8 %.

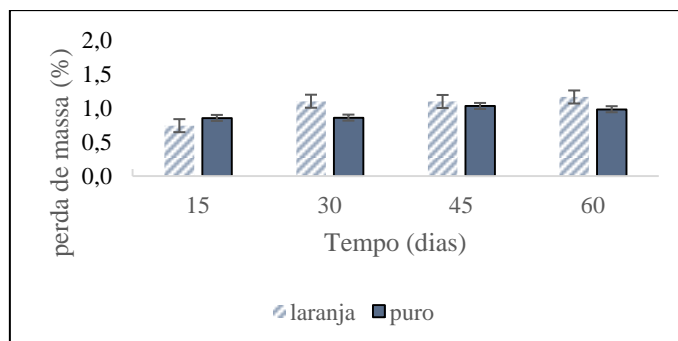


Figura 3 - Perda de massa para o PBAT com óleo de laranja e o PBAT puro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os filmes com óleo de laranja apresentaram, em média, massa e espessura um pouco maior. Na avaliação física / visual dos filmes preparados, observou-se que todos estavam uniformes e livres de bolhas. Foi possível observar um mesmo perfil de percentual de perda de massa em ambas as amostras expostas a degradação atmosférica, mas no período de 60 dias não sofreram fragmentação. Estes resultados são importantes para o planejamento de novos materiais, principalmente embalagens ativas. Vale ressaltar, que é preciso aumentar o tempo 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), FACEPE (BIC-0463-1.06/22), Laboratório de Polímero/Departamento de Engenharia Química/UFPE.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, F. V.; CIVIDANES, L. S.; GOUVEIA, R. F.; LONA, L. M.F. Na overview on properties and applications of poly (butylene adipate-co-terephthalate) - PBAT based composites. **Polymer Engineering & Science**, v. 59, n. 2, p. 7-15, 2019.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n.7, 2017.

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

LI, G.; SHANKAR, S.; RHIM, J-W.; OH, B-Y. Effects of preparation method on properties of poly (butylene adipate-co-terephthalate) films. **Food Science and Biotechnology**, v. 24, n. 5, p. 1679–1685, 2015.

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, M. C.; OLIVEIRA, S.V.; ARAÚJO, E. M. Propriedades mecânicas e térmicas de sistemas de PLA e PBAT/PLA. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 9, n. 2 p.112-117,2014.

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.

UNITED NATIONS, End plastic pollution: Towards an international legally binding instrument, **United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme Fifth session**, March 2022, Disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/38522/k2200647_-_unep-ea-5-1-23-rev-1_-_advance.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 09 de jan. de 2023.