



# Estudo da degradação de sacolas plásticas em diferentes condições de exposição

## *Degradation study of plastic bags under different exposure conditions*

Yasmin Dumas Indrele\*, Milena Martins Andrade<sup>†</sup>,  
Ana Isabela Zavilenski<sup>‡</sup>, Higor de Souza Silva<sup>§</sup>, Luana Dumas<sup>¶</sup>, Josiane Silochi<sup>||</sup>

### RESUMO

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de plástico, gerando 11,3 toneladas/ano que são descartadas de forma inadequada, ocasionando diversos problemas ambientais. O descarte impróprio do plástico e seu longo tempo de degradação atraem pesquisadores para encontrar uma solução adequada e sustentável, visando minimizar os impactos ambientais ou a substituição deste material. Uma alternativa já disponível são os bioplásticos que surgem no mercado como uma forma de combater os problemas gerados pelo plástico convencional. Porém, é necessário avaliar se estes são mesmo sustentáveis e não mais um problema. Este estudo teve o intuito de verificar o tempo de degradação dos materiais plásticos disponíveis no mercado e amplamente utilizados. Os testes foram realizados com sacolas plásticas convencionais e oxibiodegradáveis, do comércio local da cidade de Curitiba- PR. As amostras foram submetidas às seguintes condições: enterradas, superfície de solo *in natura* sob condições naturais climáticas; superfície de concreto e simulando o ambiente aquático em recipiente com areia salinizada. Para avaliação dos resultados, a coleta de dados foi realizada por meio da pesagem das amostras antes e após o tratamento. Os resultados obtidos até o momento sugerem uma degradação considerável nas amostras, principalmente as expostas diretamente às condições climáticas.

**Palavras-chave:** sacolas oxibiodegradáveis, consumo, produção responsável, sustentabilidade

### ABSTRACT

Brazil is the fourth largest plastic producer in the world, generating 11.3 tons/year that are improperly discarded, causing several environmental problems. The improper disposal of plastic and its long degradation time attract researchers to find an adequate and sustainable solution, aiming to minimize the environmental impacts or the replacement of this material. An alternative already available are bioplastics that appear on the market to combat the problems generated by conventional plastic. However, it is necessary to evaluate whether these are sustainable and no longer a problem. This study aimed to verify the degradation time of plastic materials available on the market and widely used. The tests were carried out with conventional and oxo-biodegradable plastic bags, from local markets at Curitiba-PR city. The samples were subjected to the following conditions: buried, in natura soil surface under natural climatic conditions; concrete surface and simulating the aquatic environment in a salt-sand container. To evaluate the results,

\* Técnico em Biotecnologia, Centro Estadual de Educação Profissional de Curitiba, Paraná, Brasil; [yasmindindrele@hotmail.com](mailto:yasmindindrele@hotmail.com)

<sup>†</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana; [milenaandrade@utfpr.edu.br](mailto:milenaandrade@utfpr.edu.br)

<sup>‡</sup> Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana; [anazavilenski@alunos.utfpr.edu.br](mailto:anazavilenski@alunos.utfpr.edu.br)

<sup>§</sup> Engenharia Têxtil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil; [higors@alunos.utfpr.edu.br](mailto:higors@alunos.utfpr.edu.br)

<sup>¶</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana; [luanadumas@utfpr.edu.br](mailto:luanadumas@utfpr.edu.br)

<sup>||</sup> Centro Estadual de Educação Profissional de Curitiba, Paraná, Brasil; [josiane.silochi@escola.pr.gov.br](mailto:josiane.silochi@escola.pr.gov.br)



data collection was performed by weighing the samples before and after treatment. The results obtained so far suggest a considerable degradation in the samples, mainly those exposed directly to climatic conditions.

**Keywords:** Oxo-biodegradable bags, consumption, responsible production, sustainability

## 1 INTRODUÇÃO

Há mais de meio século polímeros naturais vêm sendo substituídos pelos sintéticos, atualmente é impossível evitar o uso de produtos plásticos devido sua durabilidade e resistência. Milhares de toneladas de lixo plástico são produzidas todos os anos, cujo resíduos podem ser encontrados até nos oceanos. O material básico para sua fabricação é o petróleo, matéria prima não renovável e quase nada degradável. Pesquisas são desenvolvidas em todo o mundo com o intuito de substituir o plástico proveniente de petróleo ou acelerar a sua degradação, surgindo cada vez mais materiais que necessitam de condições específicas para sua degradação (SHAH et al., 2008; PORTA, 2019; DI GIULIO, 2007).

O material plástico é um polímero. Os polímeros são macromoléculas que podem ser encontradas na natureza, como amido, celulose e proteínas, ou produzidos de forma artificial, como os termorrígidos ou termofixos que após aquecimento se tornam permanentemente duros, e os termoplásticos que são moles, maleáveis e podem ser reciclados (CALLISTER, 2002; GORNI, 2003). Os termoplásticos são constituídos pelo polietileno (PE), polipropileno (PP), entre outros. Estes materiais estão entre os mais comercializados ultimamente, devido a seu fácil acesso e pelo fato de serem recicláveis (BRITO et al, 2011).

As sacolas plásticas foram introduzidas no mercado na década de 70 em substituição às embalagens tradicionais de papel, principalmente pelo baixo custo, capacidade de suportar peso sem se romper e facilidade no transporte de produtos. Por outro lado, essas sacolas apresentam impactos negativos em relação à curta vida útil e baixa degradabilidade que pode demorar de 100 a 400 anos. Outros impactos negativos são gerados pelo uso destas sacolas como poluição visual pela má disposição, entupimentos das vias públicas de drenagem, agravando problemas de chuvas fortes como alagamento, alteração do ecossistema e biodiversidade, entre outros (SANTOS et al., 2012).

No Brasil são consumidas cerca de 33 milhões de sacolas plásticas todos os dias, sendo que a maioria são utilizadas uma única vez e descartadas de forma inadequada (ABRAS, 2016). Diversos projetos de leis discutem a sua proibição e leis já foram impostas para que seu uso seja proibido em diversas regiões do Brasil (GARONCE, 2019; LIMA, 2016). Como alternativa às sacolas plásticas, no Brasil as sacolas “sustentáveis” como as biodegradáveis, de plástico verde e oxibiodegradáveis já são utilizadas por diversas empresas. Mas existem controvérsias quanto à sua produção que pode ser derivada de nafta, um subproduto do petróleo, como é o caso da sacola biodegradável ou proveniente de cana de açúcar, no caso da sacola de plástico verde, onde a maior polêmica está na expansão do cultivo de cana para a sua produção. Entretanto, o maior benefício é que estas últimas são 100 % biodegradáveis e, como são produzidos a partir de plantas, em seu crescimento captam o dióxido de carbono produzido durante a degradação deste material, diminuindo os gases causadores do efeito estufa (LAGARON; LOPEZ-RUBIO, 2011; SOROUDI; JAKUBOWICZ, 2013).

As sacolas oxibiodegradáveis são comercializadas ultimamente como a solução “sustentável” para a poluição por plásticos com a promessa de se degradar a resíduos inofensivos quando alcançam os ambientes terrestres. Entretanto, podem ser provenientes de petróleo e utilizam um aditivo que acelera a degradação física e biológica, mas é prejudicial ao meio ambiente. Os fabricantes alegam que sua decomposição demora de 18 a 24 meses, mas estudos afirmam que isto não ocorre e que os aditivos presentes apenas fragmentam as

moléculas de plásticos em pedaços menores, incluindo microplásticos que contaminam solos, plantas e lençóis freáticos (ZANELLA 2018; NAPPER; THOMPSON, 2019; AL-SALEM et al., 2019; SOUZA; COELHO, 2019).

Mas estes materiais são realmente melhores que o plástico convencional? Se degradam sem afetar o meio ambiente? Este projeto tem como objetivo avaliar o tempo de degradação de sacolas oxibiodegradáveis em diferentes condições de descarte comparando-se com sacolas comuns disponíveis no mercado.

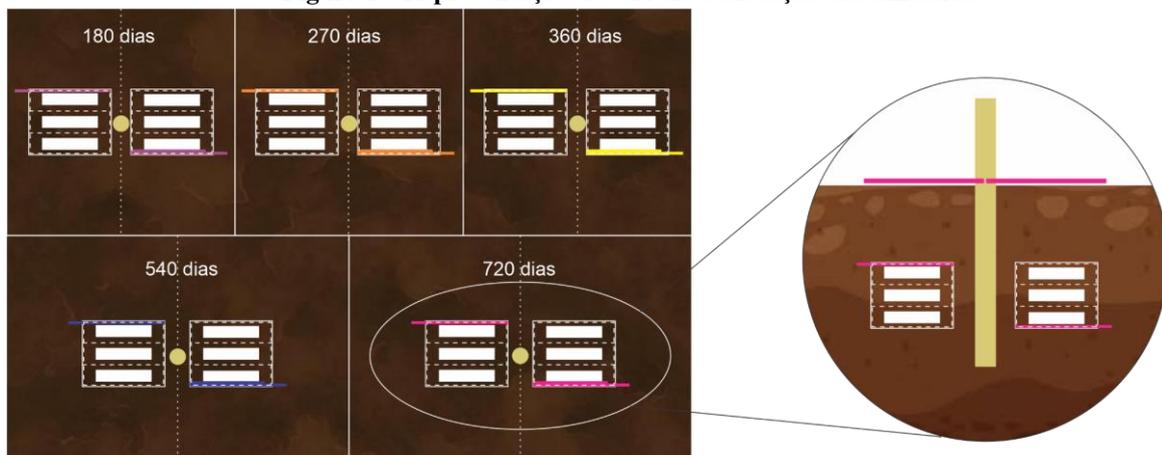
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### Preparo das amostras e tratamentos

Sacolas plásticas do tipo oxibiodegradável e convencionais foram adquiridas em mercados locais da cidade de Curitiba- PR. As amostras foram cortadas em tiras com dimensões de 20 x 100 mm do corpo principal da sacola (sem as abas), fotografadas e pesadas. Bolsas (120 x 150 mm) de malha de polietileno de alta densidade (HDPE) foram confeccionadas de forma a fornecer três compartimentos separados, onde foi colocada uma amostra em cada. As bolsas contendo as amostras em triplicata (amostras A, B e C) foram costuradas e submetidas às condições ambientais simulando o descarte.

Os experimentos foram conduzidos em terreno localizado na UTFPR na cidade de Apucarana-PR com lat: -23.550061 e long: -51.425478, conforme mostra a Figura 1. Para simular as condições de descarte as bolsas contendo as amostras foram enterradas a 15 cm da superfície no solo *in natura* e bolsas também foram deixadas na superfície deste ambiente para verificar a ação direta do clima na decomposição. Outro experimento simulando o ambiente marinho também foi avaliado em aquário com dimensões de 46,7 x 17,9 x 32,3 cm contendo areia e solução salina, intercalando as amostras em cinco camadas. Além destas, as amostras também foram submetidas à superfície de concreto. Estes experimentos estão ilustrados na Figura 2. As amostras serão avaliadas no tempo de 180, 270, 360, 540 e 720 dias. Para a identificação de cada tempo foram utilizadas fitas de diferentes cores, sendo elas: roxo= 180 dias, laranja= 270, amarelo= 360 dias, azul= 540 dias e rosa= 720 dias. Após cada tempo determinado, as amostras serão retiradas do ambiente, secas em estufa, analisadas por microscópio eletrônico e pesadas.

**Figura 1 - Representação do terreno e alocação das amostras**



Fonte: Autoria Própria (2021)

**Figura 2 - Simulação dos ambientes em concreto, solo e areia (aquático)**



**Fonte: Autoria Própria (2021)**

#### Determinação da variação de massa

Após a limpeza das amostras, estas foram pesadas em balança analítica (Shimadzu AUY220) para comparação da variação de massa ( $\Delta m$ ), de acordo com a Eq. (1).

$$\text{Variação de massa (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100 \quad (1)$$

Onde,  $W_0$  = massa inicial;  $W_1$  = massa final

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o cronograma, as amostras de 180 dias foram retiradas, sendo primeiramente limpas com o auxílio de um pincel para retirar o excesso de terra. As amostras que estavam enterradas foram submersas em água destilada durante 24 h e então limpas com o pincel e secas em estufa a 60 °C por 1 h.

Durante a retirada, nenhuma das amostras oxibiodegradáveis na superfície do solo foram encontradas na bolsa de malha, sugerindo que estas foram degradadas a pedaços muito pequenos possivelmente saindo pelos poros da bolsa de malha já que estes possuem 3 mm de diâmetro. Já as amostras de sacola convencional sobre a superfície do solo obtiveram  $51,34 \pm 2,99$  % de perda de massa, conforme é possível observar na Figura 3.

As amostras oxibiodegradável e convencional alocadas no ambiente aquático não foram encontradas, nem mesmo as bolsas. Uma explicação provável é que no período do experimento houve muita chuva e vento capazes de retirar a camada de areia (cerca de 5 cm) e estas terem sido levadas pelo vento.

Apenas uma amostra de sacola convencional em superfície de concreto foi encontrada dentro da bolsa, e esta não sofreu perda mássica. As amostras de sacola oxibiodegradável de mesma condição foram encontradas as amostras A e C, apresentando uma redução de  $10,22 \pm 6,92$  %.

Em relação às amostras sob o solo, as de sacola convencional apenas a amostra B apresentou perda de massa (2,24 %), enquanto as amostras de sacola oxibiodegradável na mesma condição obtiveram redução de  $4,87 \pm 1,25$  % de massa.



Figura 3 – Amostras retiradas A) convencional na superfície do solo; B) oxibiodegradável na superfície do solo; C) oxibiodegradável enterrada; D) convencional na superfície de concreto; E) oxibiodegradável na superfície de concreto



Fonte: Autoria Própria (2021)

#### 4 CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos neste primeiro período da pesquisa foi possível perceber uma redução de massa considerável nas amostras oxibiodegradáveis, principalmente as alocadas na superfície, com a ação direta de sol e chuva, sendo um indício de que estas condições são mais favoráveis para degradação do material estudado. Os resultados esperados para as próximas coletas é de que ocorra redução maior da massa, denotando degradação dos materiais, podendo-se observar diferença entre os dois tipos utilizados. Ainda serão realizadas análises microscópicas para observação do material de possíveis indícios de degradação não visíveis a olho nu.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa Científico e Tecnológico – CNPq, através do programa institucional de bolsas de iniciação científica PIBIC-EM. Ao LAMAP – Laboratórios Multiusuário de Apoio à Pesquisa do Câmpus Apucarana.

#### REFERÊNCIAS

- SHAH, A. A.; HASAN, F.; HAMEED, A.; AHMED, S. Biological degradation of plastics: A comprehensive review. *Biotechnology Advances*, v. 26, p. 246–265, 2008.
- PORTA, R. The Plastics Sunset and the Bio-Plastics Sunrise. *Coatings*, v. 9, p. 526, 2019.
- DI GIULIO, Gabriela. Pesquisas garantem novos materiais para as mais variadas aplicações. *Inovação Uniemp, Campinas*, v. 3, n. 3, June, 2007. Available from <[http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S180823942007000300022&lng=en&nrm=iso](http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180823942007000300022&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 06 Sept. 2021.



- CALLISTER JR., William. *Ciência e engenharia de materiais: uma introdução*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- BRITO, G. F., AGRAWAL P., ARAÚJO, E. M., MÉLO T. J. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v.6, n.2, 127139, 2011.
- SANTOS, A. S. F.; FREIRE, F. H. O.; COSTA, B. L. N. Sacolas Plásticas: Destinações Sustentáveis e Alternativas de Substituição. *Polímeros*, vol. 22, n. 3, p. 228-237, 2012.
- ABRAS. Consumo sustentável: sacolas plásticas. 2016. Disponível em: <<https://www.abras.com.br/clipping.php?area=20&clipping=58021>>. Acesso em: 25 ago. 2021.
- GARONCE, Luiza. Lei que proíbe venda e distribuição de sacolas plásticas no DF é sancionada. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2019/07/11/lei-que-proibe-venda-e-distribicao-de-sacolas-plasticas-no-df-esancionada.ghtml>>. Acesso em: 25 ago. 2021.
- LIMA, Paola. Sacola plástica é uma das maiores vilãs do meio ambiente. 2016. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2016/04/19/sacola-plastica-e-uma-das-maiores-vilas-do-meio-ambiente>>. Acesso em: 30 ago. 2021.
- LAGORON, J.M.; LOPEZ-RUBIO, A. Nanotechnology for bioplastics: opportunities, challenges and strategies. *Trends in Food Science & Technology*, v. 22, p. 611-617, 2011.
- SOROUDI, A.; JAKUBOWICZ, I. Recycling of bioplastics, their blends and biocomposites: A review. *European Polymer Journal*, v. 49, p. 2839–2858, 2013.
- ZANELLA, F. et al. Sacolas oxibiodegradáveis: degradação em decorrência da condição de descarte. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. v. 5, n. 9, p. 133– 140, 2018.
- NAPPER, I. E.; THOMPSON, R. C. Environmental Deterioration of Biodegradable, Oxobiodegradable, Compostable, and Conventional Plastic Carrier Bags in the Sea, Soil, and OpenAir Over a 3-Year Period. *Environmental Science and Technology*, v. 53, p. 4775–4783, 2019.
- AL-SALEM, S. M.; AL-NASSER, A. Y.; BEHBEHANI, M. H.; SULTAN, H.H.; KARAM, H. J.; AL-WADI, M. H.; AL-DHAFEERI, A. T.; RASHEED, Z.; AL-FOUDAREE, M. Thermal Response and Degressive Reaction Study of Oxo-Biodegradable Plastic Products.
- SOUZA, W. M.; COELHO, L. R. Degradação de sacolas plásticas convencionais e oxibiodegradáveis submetidas aos processos de hidrólise ácida e básica. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 1, n. 3, p. 271-281, 2019.