

## Compostabilidade de biopolímeros contendo micropartículas de óleo essencial de orégano

## Compostability of biopolymers containing oregano essential oil microparticles

Denise Maki Ota

[Denisemaki28@gmail.com](mailto:Denisemaki28@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Tatiane Cristina Dal Bosco

[tatienebosco@utfpr.edu.br](mailto:tatienebosco@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Basima Abdurahman

[basimaabdu@gmail.com](mailto:basimaabdu@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Ramilly Micheleti de Azevedo

Oliveira Meneses

[ramilymeneses@gmail.com](mailto:ramilymeneses@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Roger Nabeyama Michels

[rogermichels@utfpr.edu.br](mailto:rogermichels@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Marianne Ayumi Shirai

[marianeshirai@utfpr.edu.br](mailto:marianeshirai@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Lyssa Setsuko Sakanaka

[lyssa@utfpr.edu.br](mailto:lyssa@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Guythermme Zanella Santana

[guy\\_zanella@hotmail.com](mailto:guy_zanella@hotmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Ana Flávia Sampaio

[Ana.fsampaio@hotmail.com](mailto:Ana.fsampaio@hotmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Elisângela Corradini

[ecorradini@utfpr.edu.br](mailto:ecorradini@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



### RESUMO

O gerenciamento dos resíduos sólidos é um dos principais desafios urbanos, juntamente com os plásticos que em consequência do seu descarte e disposição final inadequada, ocasionam impactos ambientais. Em função disto, a substituição dos polímeros sintéticos por biopolímeros vem crescendo e uma alternativa para o tratamento desse material pode ser a compostagem. Objetivou-se neste trabalho apresentar a degradação e a compostabilidade de quatro formulações de biopolímeros a base de amido de mandioca comercial e poli (adipato co-tereftalato de butileno) (PBAT), produzidos com a adição de micropartículas de óleo essencial de orégano, durante o processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos (resíduos alimentares e podas de grama) ao qual foram acrescidos. O experimento foi realizado na estufa agrícola da UTFPR – Câmpus Londrina em uma composteira comercial de 435L, que recebeu os resíduos em camadas, sendo os biopolímeros posicionados em contato direto com os resíduos alimentares. O monitoramento da perda de massa dos biopolímeros ocorreu aos 15, 23 e 90 dias do início do processo, assim como os registros fotográficos (este também monitorado aos 60 dias). A perda de massa dos biopolímeros variou de 61,98% a 87,30% e os registros fotográficos demonstraram aspecto quebradiço e escurecimento dos filmes ao longo do processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Engenharia sustentável. Filmes plásticos. Resíduos orgânicos como fertilizantes.

### ABSTRACT

The management of solid waste is one of the main urban challenges, together with plastics, which, as a result of their disposal and inadequate final disposal, cause environmental impacts. As a result, the substitution of plastic for biopolymers has been growing and an alternative for the treatment of this material may be composting. The aim of this paper was to present the degradation and compostability of four biopolymers formulations based on commercial cassava starch and poly(butylene co-terephthalate adipate) (PBAT), supplied with the addition of oregano essential oil microparticles, during the process of composting urban waste (food waste and grass pruning) where they have been added. The experiment was carried out in the agricultural greenhouse of UTFPR - Câmpus Londrina in a 435L commercial composter. The residues were added in layers, with the biopolymers being placed in direct contact with the food residues. The monitoring of the mass loss of biopolymers occurred at 15, 23 and 90 days from the beginning of the process, as well as photographic records (this parameter was also monitored at 60 days). The weight loss of biopolymers varied from 63% to 87% and the photographic records showed a brittle appearance and darkening of the films throughout the process.

**KEYWORDS:** Sustainable engineering. Plastic films. Organic waste as fertilizer.



## INTRODUÇÃO

O gerenciamento dos resíduos sólidos é um dos principais desafios dos centros urbanos, pois sua geração, destinação e disposição podem provocar impactos ambientais, sociais, econômicos e de saúde pública (GONÇALVES *et al.*, 2010).

Dados do último Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2019), apontam que no ano de 2018 foram gerados 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo 43,3 milhões de toneladas com o destino adequado em aterros sanitários e o restante despejado em locais inadequados como lixões, que não possuem medidas necessárias para a proteção da saúde pública e do meio ambiente (ABRELPE, 2019). Assim, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010, estabelece-se em seu Art 9º, que a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos devem prioritariamente promover a não geração de resíduos, seguido da reutilização, reciclagem, tratamento e, por fim, a disposição final adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

O plástico é um dos resíduos que mais chama atenção quanto aos problemas ambientais, em consequência do seu descarte e devido ao fato de demorar muito tempo para se decompor na natureza. A utilização do plástico em substituição de outros materiais como o vidro, metais e madeiras têm sido cada vez mais frequente na sociedade atual, e esse consumo desenfreado é o motivo de tanta preocupação com o ambiente (DERRAIK, 2002). Os plásticos são polímeros de alto peso molecular e formados por ligações químicas (DANTAS e LIMA, 2007) podendo ser naturais, como a seda, ou sintéticos, como o polietileno (OLIVATTO *et al.*, 2018).

Pesquisadores e indústria estão em busca de possibilidades para minimizar esses impactos causados pelo descarte inadequado de produtos fabricados com plásticos. Nesses últimos anos a produção e utilização de biopolímeros surgem como uma nova alternativa, devido a sua viabilidade técnica e econômica, apresentando alta biodegradabilidade e um potencial de expansão (BRITO *et al.*, 2011). Os biopolímeros têm como matéria-prima fontes renováveis, como: milho, celulose, quitina e outras. A facilidade para se degradar naturalmente, característica dos biopolímeros, resulta da ação dos microrganismos no material (ARAÚJO, 2015).

Os óleos essenciais são utilizados como flavorizantes em alimentos, na fabricação de cosméticos e para fins medicinais, o que tem estimulado a procura por substâncias biologicamente ativas, eficazes, naturais e biodegradáveis sobre microrganismos (FIGUEIREDO *et al.*, 2008). O *Origanum vulgare*, conhecido popularmente como orégano, é caracterizado por uma boa atividade antimicrobiana e antibacteriana devido sua alta quantidade de compostos fenólicos presentes na planta, sendo assim efetivo contra o crescimento de fungos e bactérias (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Diante do exposto, uma alternativa de destinação e tratamento desse material é a compostagem, que tem o potencial de tratar pouco mais da metade de todo RSU gerado no Brasil, dando um destino adequado aos resíduos orgânicos, evitando a sua acumulação em aterros e ainda produzindo um subproduto, o composto orgânico (SILVA, 2000). A compostagem é um processo aeróbio e controlado de decomposição microbiana, que apresenta inicialmente a fase mesofílica, de ambientação dos microrganismos que atuam no processo; em

seguida, tem-se a fase termofílica, caracterizada por elevadas temperaturas decorrentes da intensa atividade metabólica, e, por fim, a fase de bioestabilização e maturação do composto (KIEHL, 2004; CORRÊA, 2007). Segundo Kiehl (1985) a compostagem tem o compromisso de transformar o material orgânico em substância mais humificada e estabilizada com propriedades e características físico-químicas diferentes do material que lhe deu origem.

Assim, o objetivo deste trabalho foi monitorar a degradação e a compostabilidade de quatro formulações de biopolímeros, a base de amido de mandioca comercial e micropartículas de óleo essencial de orégano, por meio de registros fotográficos e dados de perda de massa durante o processo de compostagem de RSU.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na estufa agrícola e as análises de perda de massa no Laboratório de Tecnologia de Alimentos, ambos nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Londrina (UTFPR – LD), no período de 16 de março a 17 de junho de 2020.

A composteira utilizada foi um modelo comercial de 435 L, a qual foram adicionados 106 L de resíduos alimentares de um restaurante local (cascas de frutas, legumes, verduras, grãos e massas) e 326 L de podas de grama recolhidas no próprio Câmpus.

A montagem da composteira se deu a partir da sobreposição de sete camadas intercaladas, sendo quatro de poda de grama e três de resíduos alimentares, numa proporção de 3:1 (em volume), respectivamente. As camadas inferiores e superiores possuíam um maior volume de podas de grama, para evitar o vazamento do chorume, que eventualmente poderia ser gerado, bem como evitar a atração de vetores, como moscas (PEREIRA NETO, 1998). Dentro da composteira, os biopolímeros foram posicionados de maneira aleatória, no centro da caixa e em contato direto com os resíduos alimentares.

Os biopolímeros testados foram produzidos conforme descrito em Santana et al. (2019) e constituem quatro formulações, como descrito na Tabela 1. As micropartículas de óleo de orégano foram elaboradas utilizando-se goma arábica e maltodextrina como materiais de parede.

Tabela 1. Formulação dos filmes utilizados no experimento.

| Identificação/<br>Tratamento | Composição                      | Glicerol<br>(g) | PBAT<br>(g) | Amido<br>(g) | Microcápsulas<br>(g) |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------|--------------|----------------------|
| C (Controle)                 | -----                           | 70,0            | 200,0       | 230,0        | 0,0                  |
| 5%                           | 5% de partículas<br>de orégano  | 66,5            | 190,0       | 218,5        | 25,0                 |
| 10%                          | 10% de partículas<br>de orégano | 63,0            | 180,0       | 207,0        | 50,0                 |
| 15%                          | 15% de partículas<br>de orégano | 59,5            | 170,0       | 195,5        | 75,0                 |

Fonte: Santana (2019).

Antes de posicionar os biopolímeros dentro da composteira, foi necessário colocá-los dentro de um fragmento de meia de lycra® fina para garantir a

identificação do material, mesmo após sua degradação. Na montagem da composteira, as meias com os biopolímeros foram colocados em quantidades iguais nas três camadas de resíduo orgânico (restos alimentares). Antes de serem colocados na composteira os filmes foram pesados e determinou-se a massa seca inicial a partir da umidade média de cada tratamento.

Os filmes foram retirados, em triplicata, para análise visual do material e registros fotográficos aos 15, 23, 60 e 90 dias após o início da compostagem. A determinação da perda de massa também foi determinada, exceto aos 60 dias após o início da compostagem. Os biopolímeros foram retirados das meias e, em laboratório, determinou-se a massa seca de cada amostra (50°C por 48 horas em estufa com circulação de ar). Desta forma, foi possível calcular a perda de massa do material.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 apresenta-se a redução de massa média dos biopolímeros ao longo dos 90 dias do experimento.

Tabela 2 – Redução de massa durante o processo de compostagem

| Biopolímero/Tratamento | 15 DIAS | 23 DIAS | 90 DIAS |
|------------------------|---------|---------|---------|
| C                      | 0%      | 1,54%   | 61,98%  |
| 5%                     | 14,30%  | 17,23%  | 87,30%  |
| 10%                    | 31,71%  | 26,35%  | 81,57%  |
| 15%                    | 16,25%  | 24,15%  | 77,28%  |

Fonte: Autoria própria (2020).

Pode-se perceber pela Tabela 2 que os dados de perda de massa foram progressivos ao longo do tempo de compostagem (exceto aos 23 dias para o Tratamento 10%) e que os biopolímeros que continham em sua composição orégano se destacaram em relação ao Controle, em especial o tratamento com 5% na formulação, o que sugere que este componente colaborou na biodegradabilidade dos filmes, uma vez que os materiais de parede das micropartículas são carboidratos e bastante higroscópicos. É possível que a adição de micropartículas tenha formado zonas de descontinuidades no filme, que favoreceram a atuação dos microrganismos durante a compostagem. Em estudo de compostagem de resíduos alimentares com a inserção de polímeros biodegradáveis a base de amido de mandioca, Taiatele Junior *et al.* (2017) obtiveram reduções de massa variando de 57,7 a 61,3% em 70 dias de compostagem. Comparativamente, nota-se, portanto, que no presente trabalho, com vinte dias a mais de processo, obteve-se perda de massa 26% maior que Taiatele Junior *et al.* (2017). É importante ressaltar ainda que os referidos autores não observaram diferenças na compostagem e no composto orgânico final em virtude da adição dos biopolímeros ao processo.

Na Figura 2 apresentam-se os biopolímeros em diversos estágios de degradação: no dia inicial do processo, após 15, 23, 60 e 90 dias.

Nota-se a degradação de todos os tipos de filmes ao longo do processo, assim como a coloração mais escurecida ao final do processo. Aos 90 dias pode-se

constatar que as amostras demonstraram aparência frágil e quebradiça. Esse mesmo comportamento foi observado no experimento de Moser (2017) que relatou a compostabilidade de biopolímeros produzidos a partir de amido com e sem adição de casca de aveia. Percebe-se ainda que a fragmentação se torna mais acentuada após 23 dias do tratamento. O mesmo foi observado no trabalho de Calabria (2010) que avaliou a biodegradação em solo de blends a base de proteína isolada de soja e poli (ácido lático) utilizando como plastificante triacetina (TA).

Figura 2. Aspecto comparativo das amostras dos filmes ao longo do processo.



Fonte: Autoria própria 2020.

## CONCLUSÃO

A compostabilidade dos biopolímeros foi observada em todos os tratamentos testados. A perda de massa final (aos 90 dias) variou de 61,98% a 87,30%, respectivamente, para os tratamentos C e 5%. Os registros fotográficos demonstraram o potencial de degradação dos biopolímeros inseridos no processo de compostagem, um promissor caminho para o gerenciamento deste material em substituição aos plásticos convencionais, por exemplo, como acondicionadores de resíduos sólidos orgânicos.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná por conceder a bolsa à primeira autora e pela estrutura para realização do experimento. Ao Departamento de Alimentos da UTFPR Câmpus Londrina pelos biopolímeros produzidos.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. P. de. **Avaliação de reatividade entre o biopolímero poli (ácido láctico) (PLA) e o polietileno enxertado com ácido acrílico (PegAA) e do efeito da concentração de PEgAA nas propriedades e na morfologia da blenda PLA/PegAA.** 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2015.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2018/2019.** ABRELPE, São Paulo, 2019.

BRASIL. **Política nacional de resíduos sólidos.** Lei n.º 12.305 de 02 de agosto de 2010.

BRITO, G. F., AGRAWAL, P., ARAÚJO, E. M., & MÉLO, T. J. A. (2011). **Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, 6(2), 127-139.

CALABRIA, L. **Blendas a base de biopolímeros para liberação controlada de agroquímicos.** Dissertação. Universidade de Caxias do Sul, Brasil, 2010.

CORRÊA, R.S.; FONSECA, Y.M.F.; CORRÊA, A.S. (2007). **Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11. N.4. p. 420-426.

DANTAS, R.L.; LIMA, C.A.P. **CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUALIDADE DE EMBALAGENS PLÁSTICAS RECICLADAS.** In: 9º Congresso Brasileiro de Polímeros. 2007.

DERRAIK, J.G.B. **The pollution of the marine environment by plastic debris: a review.** Marine Pollution Bulletin 2002, 44, 9.

FIGUEIREDO, A. C.; BARROSO, J. G.; PEDRO, L. G.; SCHEFFER, J. J. C. **Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils.** Flavour and Fragrance Journal, v.23, n.4, p. 213-26, 2008.

GONÇALVES, M.S., KUMMER, L., SEJAS, M.I., RAUEN, T.G., BRAVO, C.E.C. **Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais. Paraná, n.15. 2010.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo: Ceres, 1985. 492p.

KIEHL, E.J. (2004) **Manual de compostagem:** maturação e qualidade do composto. 4. ed. Piracicaba: E. J. KIEL. 173 p.

MOSER, R.G. **Efeito da adição de casca de aveia em biopolímeros compostados com resíduos orgânicos e poda de árvores**. 2017. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

OLIVATTO, G.P.; CARREIRA, R.; TORNISIELO, V.L.; MONTAGNER, C.C. **Microplásticos: contaminantes de preocupação global no antropoceno**. Revista Virtual de Química. 2018, 10 (6), 1968-1989.

OLIVEIRA, J. L. T. M. de; DINIZ, M. de F. M; LIMA, E. T. de O.; SOUZA, E. L.; TRAJANO, V. N.; SANTOS, B. H. C. **Effectiveness of *origanum vulgare* L. and *origanum majorana* L. essential oils in inhibiting the growth of bacterial strains isolated from the patients with conjunctivitis**. Brazilian archives of biology and technology, Curitiba, v. 52, n. 1, p. 45-50, 2009.

PEREIRA NETO, J. T. **Lixo urbano no Brasil: descaso, poluição irreversível e mortalidade infantil**. Ação Ambiental, Viçosa, p. 8-11, ago./set. 1998.

SANTANA, G.Z.; CORRÊA, L. G.; BALAN, G.C.; SHIRAI, M. A.; YAMASHITA, F.; GROSSO, C.R.F; SAKANAKA, L.S.; CORRADINI, E. **CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA E PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DE FILME BIODEGRADÁVEL INCORPORADO DE MICROCÁPSULAS COM ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO**. In: 15º Congresso Brasileiro de Biopolímeros, 2019. Anais... Rio Grande do Sul: UFRGS, 2019, p. 1638-1642.

SILVA-SANCHES, S.S. **Cidadania ambiental: novos direitos no Brasil**, São Paulo: Humanitas, FFLCH-Fac. De Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo- USP. 2000. 203p.

TAIATELE JUNIOR, I.; DAL BOSCO, T.C.; BERTOZZI, J.; OLIVEIRA, S.M.; MICHELS, R.N.; **Compostabilidade de embalagens biodegradáveis**, p. 109 -134. In: Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas. São Paulo: Blucher, 2017.