



## Compostabilidade de filme biodegradável feito de bagaço de malte em meio a leira de compostagem de resíduos de hortifruti e maravalha

### Compostability of biodegradable film made from malt bagasse in a compost heap of vegetable waste and wood shavings

Ane Louise Dionizio Mendes<sup>1</sup>, Caroline Arisa Goto<sup>2</sup>, Isabella Cristina Santos Silva<sup>3</sup>,  
Marianne Ayumi Shirai<sup>4</sup>, Tatiane Cristina Dal Bosco<sup>5</sup>

#### RESUMO

O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos representa um desafio mundial, sendo o resíduo plástico um dos mais preocupantes. Assim, é fundamental a busca por alternativas para minimizar a sua geração e promover a substituição dos materiais plásticos por outros mais sustentáveis. Uma opção é, portanto, a utilização de biopolímeros, para que possam, por exemplo, ser compostados junto aos resíduos domiciliares. Objetivou-se avaliar a compostabilidade de filmes biodegradáveis feitos com bagaço de malte em meio a um processo de compostagem, com resíduos de hortifruti e maravalha. Utilizou-se uma leira de 198 litros, que foi monitorada por 120 dias quanto à temperatura, redução de volume, assim como a descaracterização e redução de massa dos biopolímeros. Verificou-se que, visualmente, os biopolímeros testados no experimento apresentaram boa degradação e a redução de massa dos biopolímeros variou de 33,10% a 59,67% ao longo do processo de compostagem. A redução de volume da composteira foi de 42,25% e a temperatura máxima obtida no processo foi de 45,5°C, no segundo dia. Assim, nota-se o potencial da utilização de biopolímeros feitos com bagaço de malte como uma alternativa mais sustentável e com mais possibilidades de destinação que o plástico convencional.

**PALAVRAS-CHAVE:** biopolímeros; poluição plástica; resíduos orgânicos.

#### ABSTRACT

Urban solid waste management is a global challenge, and plastic waste is one of the most worrying. It is therefore essential to look for alternatives to minimize its generation and promote the replacement of plastic materials with more sustainable ones. One option is therefore to use biopolymers so that they can, for example, be composted with the household waste. The aim was to assess the compostability of biodegradable films made from malt bagasse in a composting process with horticultural waste and wood shavings. A 198-liter composting pile was used and monitored for 120 days in terms of temperature, volume reduction, as well as the decharacterization and mass reduction of the biopolymers. It was found that, visually, the biopolymers tested in the experiment showed good degradation and the reduction in biopolymer mass ranged from 33.10% to 59.67% throughout the composting process. The composting pile volume reduction was 42.25% and the maximum temperature obtained during the process was 45.5°C on the second day. This shows the potential of using biopolymers made from malt as a more sustainable alternative and with more possibilities for disposal than conventional plastic.

**KEYWORDS:** biopolymers; plastic pollution; organic waste.

<sup>1</sup> Bolsista do CNPQ. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: [anelouise@alunos.utfpr.edu.br](mailto:anelouise@alunos.utfpr.edu.br). ID Lattes: 6893427811305041.

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: [carolinearisagoto@alunos.utfpr.edu.br](mailto:carolinearisagoto@alunos.utfpr.edu.br). ID Lattes: 1593498199897877.

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: [isabellasilva.2019@alunos.utfpr.edu.br](mailto:isabellasilva.2019@alunos.utfpr.edu.br) ID Lattes: 1855045131022889

<sup>4</sup> Docente no Curso de Tecnologia e Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: [marianneshirai@utfpr.edu.br](mailto:marianneshirai@utfpr.edu.br). ID Lattes: 3467228443793248.

<sup>5</sup> Docente no Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: [tatianebosco@utfpr.edu.br](mailto:tatianebosco@utfpr.edu.br). ID Lattes: 5366505130911021.



## INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, milhões de toneladas de plásticos são descartadas inadequadamente todos os anos, causando impactos negativos não só para os seres humanos, mas também para a fauna e a flora (CONCEIÇÃO *et al.*, 2019). Cabe destacar que o plástico compõe 16,8% da composição gravimétrica brasileira dos resíduos sólidos urbanos (ABRELPE, 2020) e seus usos, bem como aspectos relacionados a sua sustentabilidade, vem sendo amplamente debatidos.

De acordo com Freinkel (2011) os biopolímeros, como por exemplo, filmes feitos com bagaço de malte, são uma solução para tal problemática já que possuem um tempo de degradação menor se comparado com os plásticos convencionais. Outro resíduo de grande relevância na composição gravimétrica brasileira é o resíduo orgânico (RSO), que representa 45,3% (ABRELPE, 2020). De acordo com a ABRELPE (2019), em 2019, apenas 1% dos resíduos sólidos orgânicos foi devidamente destinado e tratado, o que representa um grande desafio para o gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil, visto que, a partir de 2010, com a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, é esperado que apenas os rejeitos sejam destinados à disposição final (BRASIL, 2010).

Assim, percebe-se que o processo de compostagem é uma solução não só para a problemática do descarte inadequado dos RSO como também aos biopolímeros. A compostagem consiste na decomposição da matéria orgânica por meio de microrganismos presentes nos próprios resíduos sob condições controladas, como pH, temperatura, umidade, entre outras, gerando, ao final do processo, um composto orgânico estabilizado e rico em nutrientes para ser utilizado como adubação na agricultura (DE BERTOLDI, VALINI E PERA, 1983).

Portanto, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a compostabilidade de biopolímeros produzidos com porcentagens diferentes de bagaço de malte, de modo a verificar o tempo de decomposição destes materiais, sua perda de massa e descaracterização, assim como, analisar a temperatura e a redução de volume do processo compostagem, em leira composta por resíduos orgânicos provenientes de hortifruti local e maravalha.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a montagem da leira de compostagem foram utilizados 66 L de RSO, provenientes de um hortifruti local, e 132 L de maravalha. Seguiu-se uma proporção, em volume, de 1:2 e realizou-se a montagem em camadas.

As camadas de cima e de baixo foram compostas apenas por maravalha a fim de evitar a atração de vetores e mau odor, bem como promover a absorção de choro, caso houvesse produção. Já as camadas do meio (3) foram misturadas (maravalha e hortifruti) de modo a promover uma maior homogeneização dos resíduos. Além disso, os RSO provenientes de hortifruti foram devidamente picados em dimensões de 5 por 5 cm, aproximadamente, para aumentar a superfície de contato com os microrganismos, acelerando, assim, o processo de compostagem (BIDONE E POVINELLI, 1999). Nas três camadas do meio foram inseridos os biopolímeros.

Neste experimento, foram utilizadas 24 amostras de biopolímeros, com dimensões de 5 por 5 cm, sendo 6 amostras controle e 6 de cada tratamento, totalizando 18 amostras feitas com bagaço de malte nas seguintes concentrações: 2,5%, 5% e 7,5%.

Entretanto, antes de serem inseridas no interior da composteira foram colocadas em meias de *Lycra*<sup>(R)</sup>, para caso houvesse degradação do material esse não fosse perdido, além de aumentar a superfície de contato com os resíduos. Cabe ressaltar que as amostras foram identificadas por meio de cores de fitas de cetim diferentes.

O monitoramento dos biopolímeros foi feito a partir de registros fotográficos após 15, 30, 45, 60, 75 e 120 dias do início do experimento e pela determinação de perda de massa. Cabe ressaltar que se analisou apenas uma amostra de cada tratamento por retirada. Também foi feito o monitoramento da redução de volume da composteira e da temperatura ao longo do processo.

Realizou-se revolvimentos nas composteiras, ao longo dos primeiros 75 dias de experimento, com frequência quinzenal. Para medição das temperaturas no interior das composteiras utilizou-se seis sensores de temperatura DS18B20 encapsulados, sendo um utilizado para coletar a temperatura ambiente e os outros cinco inseridos no interior da composteira, instalados e distribuídos em posições estratégicas. Utilizou-se um *datalogger*, construído com uma placa Arduino Mega 2560 e *Shields* para determinação de data/hora e o armazenamento dos dados se deu em cartão Micro SD. A frequência do registro dos dados foi de 15 minutos (DAL BOSCO *et al.*, 2020).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à redução de massa dos biopolímeros, nota-se, de acordo com a Tabela 1, que em quinze dias de experimento houve redução acima de 35% para todos os tratamentos e, ao final do experimento (120 dias) a redução foi superior a 50%, fato também comprovado pelas imagens apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 1 – Redução de Massa (%) dos biopolímeros produzidos a partir de bagaço de malte (BM)**

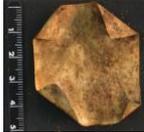
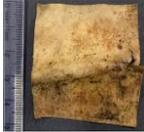
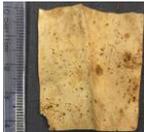
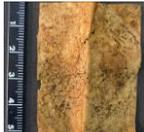
Tratamento	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias	75 dias	120 dias
Controle	36,35	33,10	53,2	50,62	50,77	50,72
2,5 % BM	46,82	46,76	46,84	56,65	53,78	54,95
5,0 % BM	43,35	50,72	50,72	50,92	53,62	56,39
7,5 % BM	58,52	53,13	52,12	54,24	59,67	61,44

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em trabalho realizado por Ferreira (2018), no qual foram testadas amostras de biopolímeros, obteve-se uma redução de massa de, aproximadamente, 38,46% em 60 dias de experimento, para o biopolímero feito com 10% de bagaço de malte em sua composição. Assim, verifica-se o potencial dos materiais testados no presente experimento, já que a partir do 60º dia do início do experimento apresentaram valores de redução maiores que 50%.

Em relação à descaracterização dos biopolímeros, nota-se boa descaracterização desde a retirada das primeiras amostras da composteira (Tabela 2). Ao longo do processo, pôde-se observar a alteração da cor e verificar o aspecto quebradiço do material.

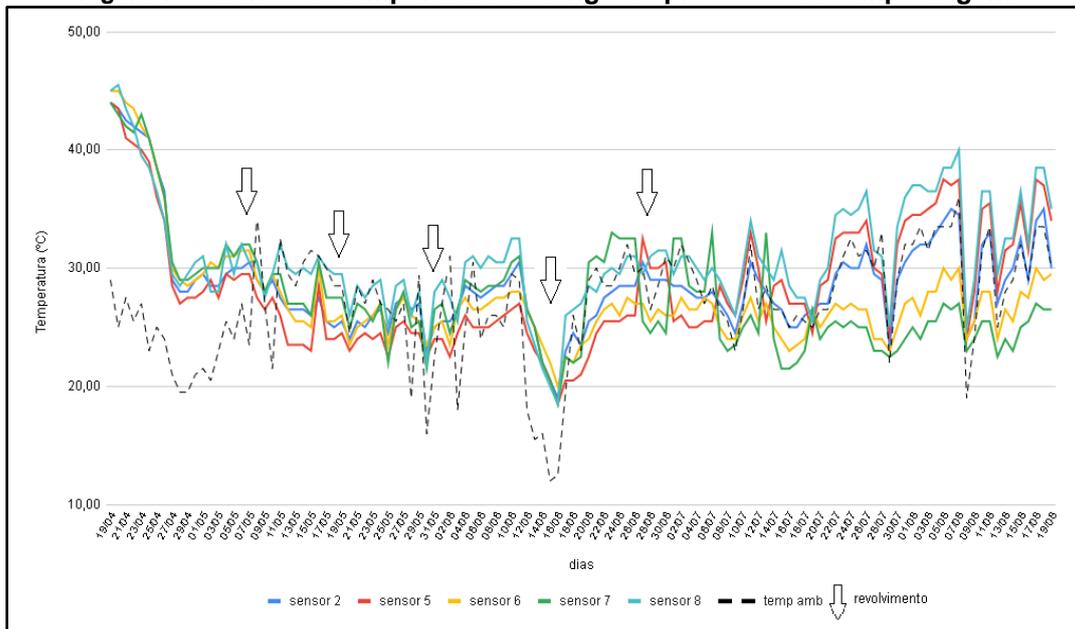
Tabela 2 – Descaracterização dos biopolímeros feitos de bagaço de malte (BM)

Tratamento	Início	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias	75 dias	120 dias
controle							
2,5 % BM							
5,0 % BM							
7,5 % BM							

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Figura 1 são apresentadas as temperaturas da leira de compostagem ao longo do processo.

Figura 1 – Gráfico de temperatura ao longo do processo de compostagem



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

De acordo com a Figura 1, é possível observar que a maior temperatura atingida foi de 45,50°C, pelo sensor 8, no segundo dia de compostagem, e a menor temperatura



observada foi de 18,50°C, obtida pelo mesmo sensor, no 59º dia. Cabe destacar que a temperatura máxima durou, aproximadamente, 45 minutos e ocorreu 2 horas após a temperatura máxima ambiente daquele dia.

De acordo com Inácio *et al.* (2009) o processo de compostagem pode ser dividido em quatro principais etapas: fase mesofílica de aquecimento, fase termofílica, fase mesofílica de resfriamento e de maturação. A primeira fase tem duração de poucos dias: no caso do presente experimento, um dia, dando condições para que o processo de compostagem se inicie. Já na segunda fase, o material atinge a temperatura máxima e ocorre a máxima decomposição dos compostos orgânicos. Como pode-se observar na Figura 1, esta fase não apresentou temperaturas muito elevadas, sendo que até o final do processo observou-se valores próximos a 40º C e sempre acima da temperatura ambiente. Quando maior parte do substrato se encontra degradado, a temperatura volta a cair (resfriamento) e, por fim, ocorre a última fase que é a maturação do composto, quando a temperatura encontra-se próxima à temperatura ambiente.

Em relação à redução de volume da composteira obteve-se 42,25%. De acordo com Kiehl (1985) o valor de redução de volume esperado é de 50%, entretanto, fatores como estação do ano podem influenciar, fazendo com que essa redução seja menor. Em trabalhos realizados por Morales (2006) e Costa *et al.* (2005a) os autores obtiveram valores de 46,66% e 46%, respectivamente, na mesma época do ano (outono, inverno). Ao final do experimento, os resíduos orgânicos apresentaram boa descaracterização, não sendo perceptível parte dos resíduos que eram facilmente identificados no início do experimento. Além disso, o composto apresentava-se com coloração relativamente clara e aspecto seco.

## CONCLUSÕES

Neste experimento notou-se boa descaracterização dos biopolímeros feitos com bagaço de malte, apresentando-se com aspecto mais fino e quebradiço e reduções de massa superiores a 50%, ao final do experimento. Em relação ao desempenho da compostagem, em si, houve boa redução de volume, superando os 40% e a temperatura predominante do processo foi a mesofílica. Assim, mostra-se que o processo de compostagem pode ser uma solução para a problemática do descarte inadequado dos RSO e dos biopolímeros, em substituição aos plásticos convencionais.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, pelo apoio institucional para a realização das ações de iniciação científica e ao CNPQ pela bolsa concedida à primeira autora. Além disso, também agradecem aos discentes Abner de Oliveira Sgobi, Haldane de Araujo Lima Lôbo Junior e ao docente Roger Nabeyama Michels por todo suporte na coleta de dados automatizada de temperatura ao longo do experimento.

## Conflito de interesse

“Não há conflito de interesse”.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2019. São Paulo, Dezembro. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>>

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2020. São Paulo, Dezembro. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2020/>>

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J.. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. São Carlos: EESC/USP, Projeto REENGE, 1999.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

CONCEIÇÃO, M. M.; CONCEIÇÃO, J. T. P.; DALMAS, F. B.; ROSINI, A. M.. O plástico como vilão do meio ambiente. **Revista Geociências-UNG-Ser**, 18(1), 50-53, 2019.

COSTA, M. S. S. de M., COSTA, L.A. de M., SESTAK, M. et al. Compostagem de resíduos da indústria de desfibrilação de algodão. **Eng. Agríc.**, May/Aug. 2005a, vol.25, p.540-548.

DAL BOSCO, T. C.; MICHELS, R. N.; BERTOZZI, J.; TAIATELE J. I.; HASHIMOTO, E. M. The ideal frequency of temperature data collection in compostability experiments on domestic organic residues. **Environmental Technology**, Londres, vol.41, n.9, p.1160-1166, 2020.

DE BERTOLDI, M; VALLINI, G.; PERA, A. The biology of composting: a review. **Waste Management and Resource**, vol. 1, n. 2, p. 157-176, 1983.

FREINKEL, S. **Plastic: a toxic love story**, Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2011.

FERREIRA, D. M. **Desenvolvimento de embalagens sustentáveis a partir de subprodutos agroindustriais**, 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em ciências e Tecnologia de alimentos, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

INÁCIO, C.T.; MILLER, P.R.M. **Compostagem: Ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 156p. 2009.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 492p. 1985

MORALES, M. M. **Avaliação dos resíduos sólidos e líquidos num sistema de abate de bovino**. 2006. 73p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.