

## **Análise do Comportamento dos Microrganismos Presentes no Aparelho Digestivo de *Tenebrio Molitor* Linnaeus e *Zophobas Morio* Fabricius em Meio de Cultura Contendo Poliestireno Expandido**

### **Analysis of the Behavior of the Digestive Tract Microorganisms of *Tenebrio Molitor* Linnaeus and *Zophobas Morio* Fabricius in Culture Media Containing Expanded Polystyrene**

DOI:10.34117/bjdv7n5-149

Recebimento dos originais: 07/04/2021

Aceitação para publicação: 09/05/2021

**José Hilton Bernardino de Araújo**

Doutor em Engenharia Química - UEM

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Rua Rosalina Maria Ferreira, 1233 – Vila Carola, Campo Mourão – PR

E-mail: jaraujo@utfpr.edu.br

**Vinicius de Souza Silva**

Acadêmico em Engenharia Ambiental – UTFPR

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Rua Rosalina Maria Ferreira, 1233 – Vila Carola, Campo Mourão – PR

E-mail: viniustecn@outlook.com

#### **RESUMO**

A produção de poliestireno expandido (EPS), ou isopor no Brasil chega a 100.000 toneladas por ano. Esse material é de difícil reciclagem e seu tempo de decomposição na natureza é elevado. Diversos estudos têm sido realizados visando reduzir esses impactos, e a biotecnologia é uma ferramenta relevante para isso. Pensando assim, este trabalho avaliou a biodegradação de poliestireno expandido utilizando microrganismos presentes no trato intestinal de larvas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 e *Zophobas morio* Fabricius, 1776. Bactérias e fungos encontrados no trato intestinal dos microrganismos foram utilizadas em ensaios de biodegradação em placas contendo meio de cultura BDA e PCA e pedaços de poliestireno durante um período de 48 dias. Em nosso estudo, verificamos que as bactérias e fungo encontrados no trato intestinal das larvas apresentaram em média uma taxa de degradação do EPS de 4,36% no caso das bactérias e 8,56% para o fungo, evidenciando que esses microrganismos possuem um grande potencial de biodegradação.

**Palavras-chave:** Biodegradação, Plásticos, Redução de resíduos.

#### **ABSTRACT**

The production of expanded polystyrene (EPS), or Styrofoam in Brazil reaches 100,000 tons per year. This material is difficult to recycle and its decomposition time in nature is high. Several studies have been conducted aiming to reduce these impacts, and biotechnology is a relevant tool for this. With this in mind, this study evaluated the biodegradation of expanded polystyrene using microorganisms present in the intestinal tract of larvae of *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 and *Zophobas morio* Fabricius, 1776. Bacteria and fungi found in the intestinal tract of the microorganisms were used in

biodegradation assays on plates containing BDA and PCA culture medium and polystyrene pieces over a period of 48 days. In our study, we found that the bacteria and fungus found in the intestinal tract of the larvae had an average EPS degradation rate of 4.36% for bacteria and 8.56% for fungus, showing that these microorganisms have a great potential for biodegradation.

**Keywords:** Biodegradation, Plastics, Waste reduction.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a cada ano que se passa a geração de resíduos sólidos cresce. O crescimento da população no geral, da produção industrial e da consequentemente ampliação do consumo da população tem ajudado deliberadamente nesses fatores e consigo seguem as preocupações vigentes no que diz respeito a reciclagem de insumos oriundos da produção e do consumo que prontamente são descartados como resíduos sólidos (AMBRÓSIO, 2017).

Com as inerentes preocupações populares acerca do tema reciclagem, seguiu-se as consequentes inovações tecnológicas que buscaram a partir de análises científicas e metodologias alinhar ideias em busca de soluções viáveis para solucionar os problemas recorrentes ao alto grau de consumo e produção de lixo da sociedade vigente (KNAUF, 2019).

Com o avanço da ciência e com a descoberta do DNA recombinante, deu-se início a um novo conceito de tecnologia hoje utilizado em todas as áreas das relações humanas conhecido como Biotecnologia, abrangendo de saúde pública à engenharia estrutural. Esse conceito foi trazido para proporcionar soluções para os resíduos sólidos gerados e culminou no que hoje se entende como processo de biodegradação por intermédio de bactérias (GROTE, 2003).

Uma maneira eficaz e limpa para o manejo do EPS é o uso da biotecnologia sendo uma ferramenta relevante de combate a impactos ambientais, visto que, por definição, refere-se à utilização de sistemas biológicos, organismos vivos ou derivados, a fim de criar ou modificar produtos e processos em usos específicos (FERRO, 2010).

Diante do exposto, o presente trabalho busca realizar uma avaliação prática-metodológica da capacidade de biodegradação de poliestireno expandido por parte das bactérias e fungos presentes no trato intestinal das larvas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 e *Zophobas morio* Fabricius, 1776.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o experimento, realizado no laboratório de bioprocessos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, foram utilizadas larvas das espécies *Tenebrio molitor* L. e *Zophobas morio* L. oriundas do repositório de material biológico do laboratório.

Frações do trato intestinal das lavras foram extraídas e inseridas em água peptonada, centrifugadas, e posteriormente inoculadas em cultura sólida (PCA e BDA). Após 7 dias, observou-se o crescimento de 6 colônias de bactérias de diferente coloração e uma colônia de fungo. Todas foram isoladas em placas de petri. As colônias de bactérias foram nomeadas e distribuídas por numeração da seguinte forma: bactéria vermelha (1, 2 e 3), bactéria amarela (5, 6 e 7), bactéria branca brilhante (9), bactéria leitosa (8), fungo (4). As bactérias vermelha e leitosa, bem como o fungo, são do trato intestinal da larva de *Tenebrio molitor* L., e as bactérias amarela e branca brilhando são do trato intestinal da larva de *Zophobas morio* L. O processo de isolamento das bactérias e fungo foi realizado em uma capela de fluxo, para que não houvesse contaminação por outras bactérias e fungos indesejados.

O material a ser degradado, poliestireno expandido (isopor), foi dissolvido em triclorometano ( $\text{CHCl}_3$ ), seco em estufa a  $40^\circ\text{C}$ , recortado em quadrados, pesados antes de serem levados para as placas de petri. O material foi cortado em pequenos pedaços de  $1\text{cm}^2$ . Após a colonização das bactérias e do fungo nas placas de petri, o poliestireno expandido foi inserido junto ao meio de cultura, para que então fosse possível analisar no decorrer do experimento a quantidade de material que seria degradada pelos microrganismos.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 48 dias de incubação em estufa com temperatura média de  $28^\circ\text{C}$ , foi mensurada a taxa de biodegradação de EPS para cada uma das amostras nas placas contendo o material, a partir da variação de massa dos pedaços de isopor, antes (mi) e após (mf) o experimento (Tabela 1).

Tabela 1 - Biodegradação das placas de EPS.

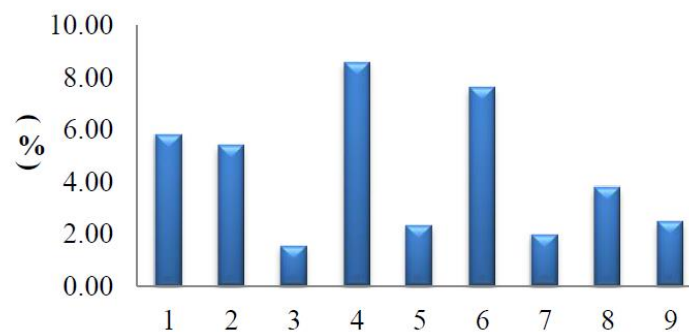
Amostra	mi (mg)	mf (mg)	$\Delta m$ (mg)	Taxa de biodegradação (%)
01	15,60	14,70	0,90	5,80
02	14,90	14,10	0,80	5,36
03	20,10	19,80	0,30	1,50
04	22,20	20,30	1,90	8,56
05	8,70	8,50	0,20	2,30
06	14,50	13,40	1,10	7,60
07	20,70	20,30	0,40	1,93
08	13,30	12,80	0,50	3,76
09	12,30	12,00	0,30	2,44

Fonte: Os autores (2020).

Yang et al (2015) ressaltam que “existe grande diversidade microbiológica em simbiose com a larva de *Tenebrio*, onde seu trato digestivo pode ser considerado um biorreator eficiente e a cepa em suspensão de *Exiguobacterium* sp.“. No estudo realizado por esses autores, o índice de degradação média do EPS foi de 7,4% em 60 dias de testes. Em nosso estudo, podemos verificar que as bactérias e fungo encontrados no trato intestinal das larvas apresentaram em média uma taxa de degradação do EPS de 4,36% no caso das bactérias e 8,56% para o fungo, evidenciando que esses microrganismos possuem um grande potencial de biodegradação (Figura 1).

Os estudos envolvendo consumo de EPS por microrganismos tem sido promissores, e inúmeras espécies de bactérias e fungos possuem bom desempenho, metabolizando o EPS. De acordo com Yang et al (2018), “os ensaios não são padronizados devido à grande diversidade e fatores limitantes para o metabolismo de cada espécie estudada, impossibilitando a comparação de rendimento entre eles”.

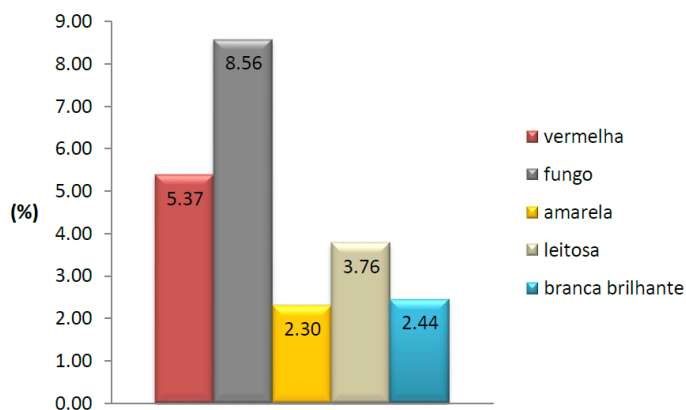
Figura 1 – Percentual de perda de massa em cada placa.



Fonte: Os autores (2020).

Separando os microrganismos de cada placa acordo com suas características visuais, observa-se 5 espécies diferentes: vermelha (placas 1, 2 e 3), fungo (placa 4), amarela (5, 6 e 7), leitosa (placa 8) e branco brilhante (placa 9). O percentual de perda para cada microrganismo é evidenciado na Figura 2, revelando que o fungo foi mais eficiente em comparação às espécies de bactérias.

Figura 2 – Média percentual de perda de massa para cada microrganismo.

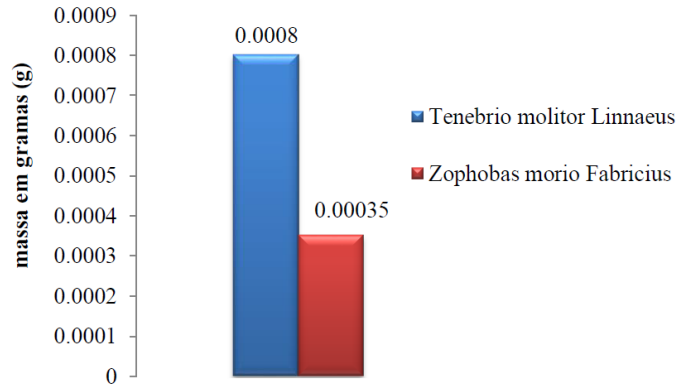


Fonte: Os autores (2020).

A massa de polietileno metabolizada pelos microrganismos foi separada de acordo com a larva de origem, ou seja, *Tenebrio molitor* Linnaeus (Placas 1,2,3,4 e 8) e *Zophobas morio* Fabricius (Placas 5,6,7 e 9) e então feito a média de perda de suas massas.

Medeiros et al. (2018) “concluíram que *Tenebrio molitor* Linnaeus teve um rendimento maior que *Zophobas morio* Fabricius em uma dieta à base de EPS”. Em nosso trabalho verificamos o mesmo comportamento (Figura 3) onde, a taxa média de biodegradação para microrganismos oriundos de *Tenebrio molitor* Linnaeus foi de 5% e, 3,58% para as existentes no *Zophobas morio* Fabricius.

Figura 3 – Perda de massa de EPS para cada tipo de larva.



Fonte: Os autores (2020).

#### 4 CONCLUSÃO

O peso final das placas 3, 7 e 5 apresentaram uma redução de 1,49%, 1,93% e 2,3% respectivamente, já as placas 4 e 6 apresentaram uma redução de 8,56% e 7,59%, um percentual significativo de biodegradação. O fungo se mostrou mais eficiente que as bactérias. Novos estudos devem ser realizados para identificação dos microrganismos e enzimas envolvidas no processo de biodegradação do EPS e posteriori avaliar o desempenho destes em elevados níveis de massa de isopor.

## REFERÊNCIAS

AMBRÓSIO, T. N. D. O. Análise do gerenciamento de resíduos sólidos: Estudo de caso em uma indústria de papelão em Betim/MG. *Sustentare, Três Corações*, v. 1, n. 1, p. 118-130, dezembro 2017.

FERRO, E. S. Translational Biotechnology: hemopressin and other intracellular peptides. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 24, n. 70, p. 109-121, setembro 2010. ISSN 0103-4014.

GROTE, Z. V. Análise energética e exergetica de um processo de reciclagem de poliestireno expandido (Isopor). *Mackenzie de Engenharia e Computação*, Guaratinguetá, v. 1, n. 3, p. 9- 27, dezembro 2003.

KNAUF. EPS Isopor®: DA Produção à reciclagem. *MundoIsopor*, 2019. Disponível em: <<https://www.mundoisopor.com.br/curiosidades/eps-isopor-da-producao-a-reciclagem>>. Acesso em: 11 de novembro 2019.

MEDEIROS, A. S.; TOMOTO, A. L. S.; ARAÚJO, J. H. B.; BRAGION, G. R.; GARBIN, B.; CHERULLI, G. M. S. B.; MATOS, I. V. Biodegradação de poliestireno expandido utilizando *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Zophonbas morio* Fabricius, 1776 (Coleoptera: Tenebrionidae). *Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 5, n. 9, p. 271-186 279, 2018.

YANG, Y.; YANG, J.; WU, W.; ZHAO, J.; SONG, Y.; GAO, L.; YANG, R.; JIANG, L. Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating mealworms: Part 1. Chemical and physical characterization and isotopic tests. *Environmental science & technology*, v. 49, n. 20, p. 12080-12086, 2015.

YANG, S. S.; BRANDOM, A. M.; XING, D. F.; YANG, J.; PANG, J. W.; CRIDDLE, C. S.; REN, N. Q.; WU, W. M. Progresses in Polystyrene Biodegradation and Prospects for Solutions to Plastic Waste Pollution. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2018. p. 012005.