

**EETEC JÚLIO DE MESQUITA**

**GIULIA MIRANDA GONÇALVES MARTINS  
MARÍLIA MONTENEGRO MARQUES**

**BIODEGRADAÇÃO DO PLÁSTICO POLIPROPILENO POR MEIO DO  
FUNGO ASPERGILLUS NIGER**

**Projeto e realização de Trabalho de Conclusão de Curso.**

**SANTO ANDRÉ – 2024**

**RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo o estudo e comparação da ação biodegradativa do polímero sintético Polipropileno em prol de fungos filamentosos, especificamente do fungo *Aspergillus* da espécie *A. Niger*, utilizando como base testes com ambientação úmido e calor; sua metodologia é de estudos qualitativos através da comparação com fotos do teste inicial e do teste final no microscópio após 99 dias de cultivo e proliferação do fungo em placas de Petri.

**Palavras-chaves:** Ação biodegradativa, Polipropileno, Fungos filamentosos, estudos qualitativos.

## **ABSTRACT**

The aim of this work is to study and compare the biodegradative action of the synthetic polymer polypropylene on filamentous fungi, specifically the fungus *Aspergillus* of the species *A. Niger. Niger*, using tests with a humid and warm environment as a basis; its methodology is qualitative studies through comparison with photos of the initial test and the final test under the microscope after 99 days of cultivation and proliferation of the fungus in Petri dishes.

**Keywords:** Biodegradative action, Polypropylene, filamentous fungi, qualitative studies.

## 1 INTRODUÇÃO

Quimicamente, os plásticos são descritos como compostos orgânicos poliméricos sintéticos, formados por meio da concatenação de extensas cadeias moleculares, denominadas polímeros, que, por sua vez, são constituídas por unidades moleculares menores conhecidas como monômeros. O principal precursor desses materiais é o petróleo, uma substância fóssil de importância crítica, amplamente empregada em diversas aplicações. A fração denominada nafta, extraída do petróleo, é direcionada para as instalações petroquímicas, onde é submetida a um processo de fracionamento, resultando em diversos compostos puros que servirão como base para a produção de plásticos (ALVARO, 2022). Desenvolvido em 1954 pelo pesquisador Giulio Natta, junto com os resultados de pesquisa do químico Karl Ziegler, obteve um polímero sem utilidade comercial com aspecto de borracha. Em 1955, dando continuidade em seus estudos, descobriu-se que usando o  $\text{CrO}_3$  (Trióxido de cromo) como catalisador, acabou adquirindo o plástico polipropileno (PP), conhecido hoje por ser resistente, flexível e versátil para a criação de diversos materiais moldados, como embalagens ou até fibras e tecidos.

Atualmente, o plástico Polipropileno (PP), é derivado tanto do Propileno quanto do Propeno. Pertencente ao grupo das Poliolefinas, que inclui os Polietilenos e Polibutenos, sua produção constitui na polimerização do monômero propeno ou propileno, dando origem ao composto orgânico insaturado, subproduto da refinação do petróleo e, por sua vez, sua fórmula química é  $(\text{C}_3\text{H}_6)$  e seu processo de produção é feito a partir de um mecanismo de reação que forma cadeias longas e coordena a disposição do grupo metila na cadeia polimérica de forma organizada.

Segundo dados da pesquisa do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABREMA), o resíduo plástico é o tipo de poluente mais encontrado nos corpos hídricos do planeta.

Em 1957, no começo de sua produção, o plástico Polipropileno (PP) atingiu maior desempenho de mercado internacional e nacional de consumo industrial e, por conseguinte, obteve uma grande taxa de crescimento nas Américas, permanecendo em alta durante 3 décadas (PETRY, 2011).

"Os dados mais recentes mostram que cerca de 22 milhões de toneladas de plástico vazam para o meio ambiente a cada ano em todo mundo, e uma parte considerável desses materiais tem os oceanos como destino" (FILHO Carlos).

Apesar do uso excessivo do polímero, há métodos capazes de proporcionar ao plástico uma nova finalidade, como a conversão dos despejos de plástico Polipropileno ao combustível automobilístico de derivados de petróleo (FIGUEIREDO, Aneliése L. et al.).

Citando outro caso paralelo, há a criação de vestuários de ginástica a partir da utilização de garrafas PET pela marca *Girlfriend Collective*, sendo utilizado então, 25 garrafas recicladas para cada peça de roupa, assim criando uma linha de trajes sustentáveis e dentro da moda.

Em virtude de mitigar os impactos ambientais, o presente projeto objetiva a amostragem da eficácia do fungo biodegradador *Aspergillus Niger* ao decompor o material Polipropileno, podendo existir, eventualmente, outras possibilidades para ocorrer a biodecomposição de resinas sintéticas e, conseqüentemente contribuindo com as ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), 12 (Consumo e produção responsáveis), 14 (Vida na água) e 15 (Vida terrestre).

As propriedades do fungo *Aspergillus Niger*, uma das espécies mais comuns do gênero *Aspergillus*, caracterizam por ser um patógeno oportunista, podendo se propagar facilmente em ambientes de cultivo agrícola (DIOGO et al., 2020). Por isso, o fungo *Aspergillus Niger* possui, tanto uma ampla capacidade de sobreviver em diversos ambientes, como também a rapidez no seu crescimento, sendo possível sua proliferação em substratos orgânicos (ROCHA, 2021).

Sua taxonomia, família, classe e subclasse, atribua-se, respectivamente, por Aspergillaceae, Ascomicetos e Euascomycetae. Para identificar cada espécie do *Aspergillus*, é necessário verificar qual é o seu tipo de vesícula (esférica, hemisférica, alongada ou elíptica), possuindo hifas septadas com ramificações dicotômica com ângulo de 45° e aproximadamente 4 µm de espessura.

Sua coloração é incolor, mantendo as tonalidades verde, amarelo, castanho ou preto apenas em sua colônia. Já sua textura é algodoadada e, após a produção de esporos, torna-se pulverulenta.

## 2 OBJETIVOS

### Objetivo Geral

- Analisar o desempenho do fungo *Aspergillus Niger* na degradação do plástico Polipropileno.

### Objetivos específicos

- Examinar o processo de decomposição do polímero com o intuito de verificar sua eficácia.
- Realizar uma comparação da biodegradação dos resíduos sólidos em placas de Petri, seguida da quantificação dos resultados por meio de comparação com figuras.

### **3 METODOLOGIA**

#### **COLETA DO PLÁSTICO POLIPROPILENO**

O polímero Polipropileno foi cortado de uma embalagem de manteiga com formato quadricular com área de 1cm<sup>2</sup>, mantendo a esterilização do plástico a partir do uso de isqueiro para limpeza de sua superfície.

#### **COLETA DO FUNGO**

O fungo *Aspergillus Niger* se prolifera com facilidades em ambientes bióticos, como solo e vegetação, tornando comum ser visto em ambientes internos e externos. As amostras do fungo usufruídas na pesquisa foram compradas para serem utilizadas em trabalhos em prol da Escola Técnica Júlio de Mesquita sendo acondicionadas devidamente em placas de Petri. (Figura 1)

**Figura 1** – Fungo *Aspergillus*



Fonte: Acervo pessoal

## **FORMAÇÃO DE COLÔNIAS SOB O PLÁSTICO POLIPROPILENO**

Utilizou-se duas placas de Petri fornecidas pelo coorientador Genoilson de Brito Alves, contendo o ágar sabouraud como meio de cultura com proporções de 7 gramas de ágar para 100 mililitros de água destilada.

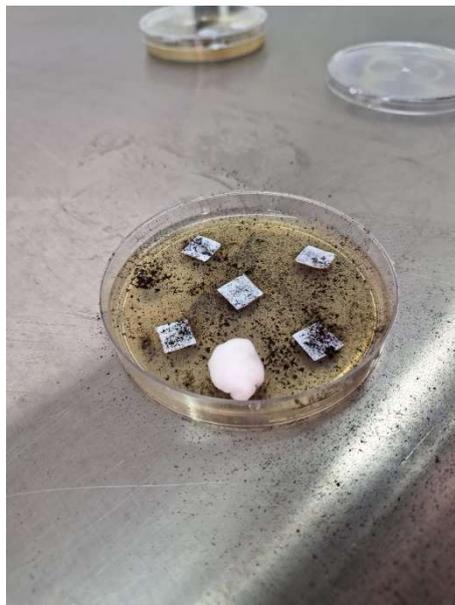
Para transferir o fungo para a placa, o mesmo foi pulverizado utilizando um pincel, ficando sob o polímero posicionado na superfície do ágar (Figura 2) Efetuou-se dois testes de observação com técnicas diferentes: Sendo então o teste com umidade (Figura 3) na qual consiste em utilizar um pedaço de algodão na superfície do plástico e outro apenas com a aclimação do laboratório (Figura 4).

**Figura 2 – Esporos do fungo**



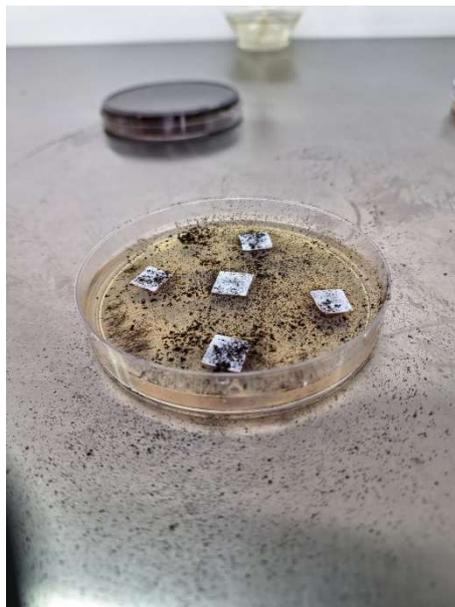
Fonte: Acervo pessoal

**Figura 3 – Teste de umidade**



Fonte: Acervo pessoal

**Figura 4** – Teste de aclimação



Fonte: Acervo pessoal

### **CAPACIDADE DETERIORATIVA DO FUNGO *ASPERGILLUS NIGER***

Ainda que exista composições xenobióticas em ambientes internos e externos, a biodecomposição natural dos fungos é vista como um processo de biorremediação na remoção de polímeros. As hifas e enzimas do *Aspergillus* é famigerada pelo potencial de degradar plásticos (KAROLINA, 2011), conhecido também como um dos principais degradadores de matéria orgânica existentes da Terra. Sua diversidade em espécies

contribui para que sua produção de enzimas extracelulares possua diferentes alvos de substratos, como citado pelo Alarcon, (1991) “material por crescimento de hifas e por atividade biocorrosiva, devido a excreção de ácidos orgânicos ou por oxidação de formadores de minerais cátions, preferencialmente ferro e manganês” Desse modo os fungos adquirem a aptidão para atacarem um grupo de grande quantidade de substâncias poliméricas (WARSCHEID Thomas, 2000).

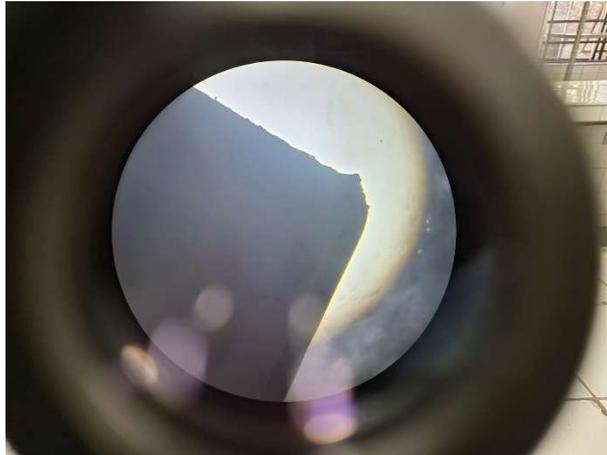
#### 4 RESULTADOS E CONCLUSÃO

Observou-se que, ao longo dos 99 dias, ocorreu uma adaptação significativa das hifas do fungo *Aspergillus Niger* ao plástico polipropileno, tanto nas condições de teste com umidade (Figura 7), quanto no teste com clima do ambiente natural (Figura 8). Comparando com os testes iniciais (Figura 5 e 6), foi notório constatar que houve uma degradação leve do material. Ambos os testes foram analisados e comparados com as imagens iniciais obtidas por microscopia, visto que a propagação e dispersão da luz no resíduo foi maior nos testes finais do que nos testes iniciais (Figura 9).

Apesar de tais resultados indicarem uma leve degradação, é de suma importância destacar que as enzimas produzidas pelo *Aspergillus Niger* se mostraram insuficientes para obter uma degradação significativa do Polipropileno nas condições devidamente estabelecidas na pesquisa, embora tenha havido uma adaptação considerável do fungo *A. Niger* ao polímero. Contudo a eficácia do processo de biodegradação fora limitada pela ambientação proposta.

Obter esses resultados indicam que precisa ser realizado mais estudos referentes a espécies de micro-organismos que produzem enzimas capazes de alcançar uma degradação em resíduos poliméricos que apresenta alta resistência de decomposição. Portanto o trabalho realizado para conclusão de curso contribui para potenciais biotecnológicos, como os fungos na sua biodecomposição, ressaltando os desafios inerentes à implementação da solução de redução de plásticos em grande escala.

**Figura 5** – Teste de umidade inicial



Fonte: Acervo pessoal

**Figura 6** – Teste de clima do ambiente



Fonte: Acervo pessoal

**Figura 7 – Teste final de umidade**



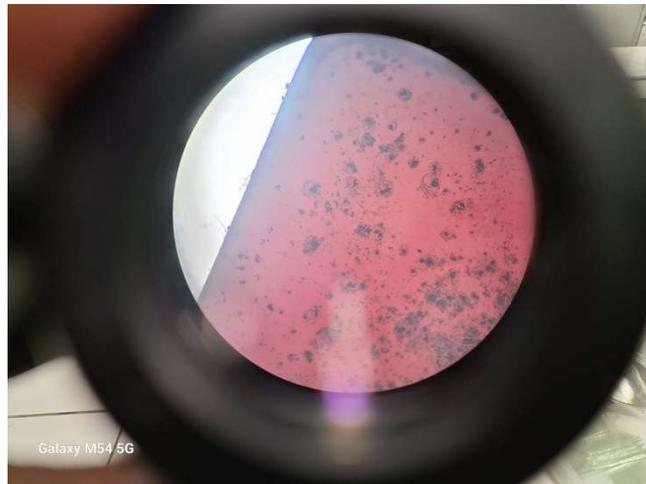
Fonte: Acervo pessoal

**Figura 8 – Teste final de clima do ambiente**



Fonte: Acervo pessoal

**Figura 9** – Teste final de clima do ambiente



Fonte: Acervo pessoal

## 5 FONTES BIBLIOGRÁFICAS

DIAS, Vicente Mussi et al. Degradação de poliuretano por fungos: perspectivas para preservação ambiental. Revista Perspectivas Online: Biológicas & Saúde, 2017. Disponível em: [https://ojs3.perspectivasonline.com.br/biologicas\\_e\\_saude/article/view/1168/931](https://ojs3.perspectivasonline.com.br/biologicas_e_saude/article/view/1168/931) Acesso em: 07 de março de 2024.

SOARES, Elaine Pires. Fungos amazônicos com potencial para degradação de polietileno tereftalato-pet. Universidade do estado do Amazonas, 2012. Disponível em: [Fungos amazônicos com potencial para degradação de Polietileno Tereftalato-PET..pdf \(uea.edu.br\)](#) Acesso em: 01 de março de 2024.

VIVI, Viviane Karolina. Biodegradação de filmes de PVC e PCL por fungos filamentosos. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” , 2011. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/handle/11449/95009?mode=full> Acesso em: 07 de março de 2024.

FAGA, Ana. Isolamento e identificação de fungos filamentosos e leveduras em alguns pontos de uma rede de distribuição de água. Universidade de Lisboa, 2011. Disponível em: [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/6224/1/ulfc092779\\_tm\\_ana\\_faia.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/6224/1/ulfc092779_tm_ana_faia.pdf) Acesso em: 18 de abril de 2024.

CARVALHO, Luísa. aspergillus e aspergilose – desafios no combate da doença. Universidade Fernando Pessoa, 2013. Disponível em: [file:///C:/Users/57071/Downloads/Aspergillus%20e%20aspergilose%20final%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/57071/Downloads/Aspergillus%20e%20aspergilose%20final%20(1).pdf) Acesso em: 24 de abril de 2024.

DANTAS, Tassiana. Atividade Antifúngica *in vitro* de timol sobre cepas do gênero *Penicillium*. Universidade federal da Paraíba, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/57071/Downloads/arquivototal.pdf> Acesso em: 13 de maio de 2024.

SILVA, Fernanda et al. taxonomia polifásica para identificação de aspergillus seção flavi: uma revisão. Instituto Federal do Espírito Santo, 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/57071/Downloads/aran,+2-TAXONOMIA+POLIF%C3%81SICA.pdf> Acesso em: 13 de maio de 2024.

EKANAYAKA, A., et al (2022). Uma revisão dos fungos que degradam o plástico. *Journal of Fungi*,8. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jof8080772>

Acesso em: 13 de julho de 2024.

BRUNNER, I., et al (2018). Capacidade de fungos isolados de detritos plásticos flutuando na costa de um lago de degradar plásticos. *PLoS ONE*,13. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202047>

Acesso em: 13 de julho de 2024.

ZHANG, Jet al (2019). Biodegradação de partículas de microplástico de polietileno pelo fungo *Aspergillus flavus* das entranhas da traça da cera *Galleria mellonella*.. *The Science of the total environment*. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135931>

Acesso em: 14 de agosto de 2024.

MAEDA, H., et al (2005). Purificação e caracterização de uma enzima biodegradável degradadora de plástico de *Aspergillus oryzae*. *Applied Microbiology and Biotechnology* , 67, 778-788. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00253-004-1853-6>

Acesso em 14 de agosto de 2024.

ROCHA, Larissa Lara et al. Potencial de *Aspergillus niger* para biocontrole de patógenos fúngicos de solo. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/33636/3/PotencialAspergillusNiger.pdf>

Acesso em: 10 de setembro de 2024.

DIOGO, M. S. et al. Ação de actinobactérias da Caatinga no controle de *Aspergillus niger* produtor de enzimas, ácido cítrico e micotoxinas. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217534/1/Leme-Acao-actinobacterias-2020.pdf>

Acesso em: 10 de setembro de 2024.

SÁNCHEZ, C. (2019). Potencial fúngico para a degradação de polímeros à base de petróleo: Uma visão geral da biodegradação de macro e microplásticos.. *Avanços da biotecnologia* ,107501. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.107501>

Acesso em: 10 de setembro de 2024.

PAÇO, A., Duarte, K., Costa, J., Santos, P., Pereira, R., Pereira, M., Freitas, A., Duarte, A., & Rocha-Santos, T. (2017). Biodegradação de microplásticos de polietileno pelo fungo marinho *Zalerion maritimum*.. *The Science of the total environment* , 586, 10-15 . Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.017>.

Acesso em: 10 de setembro de 2024.

VRIES, R, et al. (2017). A genômica comparativa revela alta diversidade biológica e adaptações específicas no gênero fúngico *Aspergillus*, de importância industrial e

médica. *Genome Biology*,18. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13059-017-1151-0>.

Acesso em: 20 de setembro de 2024.

LI, C., et al. (2020). Desenvolvendo *Aspergillus niger* como uma fábrica de células para produção de enzimas alimentares. *Avanços da biotecnologia*, 107630. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107630>

Acesso em: 25 de setembro 2024.