

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DA BIODEGRADAÇÃO ENZIMÁTICA DE PET UTILIZANDO LIPASE

Breno Oliveira Martins Segundo¹ (breno.segundo@souunit.com.br); Anderson Ezequiel² (Andersonezequiel2@gmail.com); Thigna de Carvalho Batista² (thigna.carvalho@souunit.com.br); Cesar de Almeida Rodrigues⁴; Jefferson Cleriston Barros Santos⁴ (jeffersoncleriston5@gmail.com); Cleide Mara Faria Soares^{3,4} (cleide.mara@souunit.com.br); Maria Nogueira Marques^{2,3} (maria.nogueira@souunit.com.br)

¹Universidade Tiradentes/Engenharia Mecânica/Aracaju/SE.

²Programa de Pós-graduação em Biociências e Saúde da Universidade Tiradentes

³Instituto de Tecnologia e Pesquisa/Aracaju/SE

⁴Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Tiradentes

1.00.00.00-3 - ciências exatas e da terra; 1.06.00.00-0 - química; 1.06.01.00-7 Química Orgânica

RESUMO

A poluição por plásticos constitui um desafio ambiental global, agravado pela alta durabilidade e lento processo de decomposição desses materiais no ambiente. Entre os polímeros sintéticos, o poli(tereftalato de etileno) (PET) representa cerca de 18% dos resíduos sólidos mundiais, acumulando-se em ecossistemas terrestres e aquáticos devido ao descarte inadequado e à resistência à degradação natural. Estratégias biotecnológicas, como a hidrólise enzimática, apresentam-se como alternativa sustentável, inserida no contexto da economia circular, pela capacidade de processar PET em condições brandas com baixo consumo energético. Neste estudo avaliou-se o potencial de degradação de filmes e chips de PET pós-consumo utilizando lipases livres e co-imobilizadas, incluindo preparações de *Candida rugosa* (LCR), *Thermomyces lanuginosus* (LTL), *Rhizopus niveus* (LRN), *Mucor javanicus* (LMJ) e lipase pancreática (LPP). As reações foram conduzidas em reatores batelada sob diferentes faixas de temperatura (50–70 °C) e concentração enzimática (3,2–80% v/v) em tampão fosfato pH 8,0. A hidrólise do PET foi monitorada pela liberação de produtos de interesse, como bis(2-hidroxietil) tereftalato (BHET), mono(2-hidroxietil) tereftalato (MHET) e ácido tereftálico (TPA). A lipase de *C. rugosa* (LCR) apresentou o melhor desempenho, atingindo aproximadamente 120 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de BHET e 140 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de MHET, enquanto a lipase de *M. javanicus* (LMJ) resultou em cerca de 80 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de BHET, sendo os demais preparados enzimáticos pouco expressivos (níveis traço). Os resultados demonstram o potencial das lipases como biocatalisadores no pré-tratamento e

reciclagem química do PET, com destaque para o desempenho superior da LCR, evidenciando a biocatálise como rota promissora na mitigação de resíduos plásticos.

PALAVRAS-CHAVE: PET; Hidrólise Enzimática; Lipase LCR.

Agradecimentos: À Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (Fapitec/SE), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por tornar possível a realização deste trabalho. Agradeço também ao Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP) pela oportunidade de desenvolvimento desta pesquisa.

ABSTRACT

Evaluation of the potential for enzymatic biodegradation of PET using lipase.

Plastic pollution constitutes a global environmental challenge, aggravated by the high durability and slow decomposition process of these materials in the environment. Among synthetic polymers, polyethylene terephthalate (PET) accounts for about 18% of global solid waste, accumulating in terrestrial and aquatic ecosystems due to improper disposal and resistance to natural degradation. Biotechnological strategies, such as enzymatic hydrolysis, present themselves as a sustainable alternative, inserted in the context of the circular economy, due to their capacity to process PET under mild conditions with low energy consumption. This study evaluated the degradation potential of post-consumer PET films and chips using free and co-immobilized lipases, including preparations from *Candida rugosa* (LCR), *Thermomyces lanuginosus* (LTL), *Rhizopus niveus* (LRN), *Mucor javanicus* (LMJ), and pancreatic lipase (LPP). The reactions were conducted in batch reactors under different temperature ranges (50–70 °C) and enzyme concentrations (3.2–80% v/v) in phosphate buffer pH 8.0. PET hydrolysis was monitored by the release of products of interest, such as bis(2-hydroxyethyl) terephthalate (BHET), mono(2-hydroxyethyl) terephthalate (MHET), and terephthalic acid (TPA). *C. rugosa* (LCR) lipase showed the best performance, reaching approximately 120 $\mu\text{mol L}^{-1}$ of BHET and 140 $\mu\text{mol L}^{-1}$ of MHET, while *M. javanicus* (LMJ) lipase resulted in about 80 $\mu\text{mol L}^{-1}$ of BHET, with the other enzymatic preparations being negligible (trace levels). The results demonstrate the potential of lipases as biocatalysts in the pre-treatment and chemical recycling of PET, highlighting the superior performance of LCR, evidencing biocatalysis as a promising route in mitigating plastic waste.

KEYWORDS: PET; Enzymatic Hydrolysis ; LCR Lipase

Acknowledgments: To the Foundation for Support of Research and Technological Innovation of the State of Sergipe (Fapitec/SE) and the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for making this work possible. I also thank the Institute of Technology and Research (ITP) for the opportunity to develop this research.