

**PRODUÇÃO DE POLIDROXIALCANOATOS (PHAS) A PARTIR DA
BIOTRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUO OLEOSO DE PESCADOS POR
Cupriavidus necator.**

Marcos Paixão da Matta Filho¹; Felipe Silva Anias²; Denilson de Jesus Assis³
(Dr.)

RESUMO

A crescente preocupação com os impactos ambientais dos plásticos derivados do petróleo tem impulsionado a busca por alternativas biodegradáveis, como os polihidroxialcanoatos (PHAs). Este estudo investigou o uso do resíduo oleoso de pescado como substrato para a produção de PHAs pelo microorganismo *Cupriavidus necator*. A metodologia envolveu o cultivo bacteriano em meio mineral suplementado com 2% de resíduo oleoso de pescado, seguido de extração e quantificação dos PHAs. Os resultados indicaram que todas as frações do resíduo oleoso foram eficientes na produção de PHAs, com destaque para a mistura das frações e a fração superior, que apresentaram maiores produções de PHA com grau de cristalinidade adequado. A pesquisa reforça a viabilidade do uso de resíduos industriais como alternativa sustentável para a produção de biopolímeros, contribuindo para a valorização de subprodutos e a redução dos impactos ambientais dos plásticos.

PALAVRAS-CHAVE

Polihidroxialcanoatos, *Cupriavidus necator*, Resíduo oleoso de pescado

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com os impactos ambientais dos plásticos derivados de petróleo tem impulsionado a busca por alternativas biodegradáveis. Os polihidroxialcanoatos (PHAs) emergem como uma solução promissora, pois possuem propriedades semelhantes aos plásticos convencionais, mas com um impacto ambiental significativamente menor (GARCIA-CRUZ & SILVA, 2010; MAYA-VETENCOURT et al., 2017; GRIGORE et al., 2019). Este estudo visa investigar o uso de resíduos oleosos provenientes

da indústria pesqueira como substrato para a produção de PHAs por bactérias *Cupriavidus necator*. A utilização desses resíduos industriais contribui para a economia circular, alinhando-se às práticas sustentáveis e ajudando a minimizar os impactos ambientais causados pelos resíduos orgânicos da indústria pesqueira (BLUNT, LEVIN & CICEK, 2018; PALANIKUMAR et al., 2022).

O objetivo principal desta pesquisa é avaliar a viabilidade do resíduo oleoso de pescado como uma fonte de carbono para a produção de PHAs, buscando uma alternativa econômica e ambientalmente responsável aos plásticos convencionais. Além disso, o estudo visa promover a valorização de subprodutos da indústria pesqueira, contribuindo para a redução de resíduos e oferecendo uma solução sustentável para a produção de biopolímeros.

MÉTODOS

Resíduo Oleoso de Pescado: A composição do resíduo oleoso de pescado foi determinada pela análise do teor de componentes voláteis, com secagem a 105°C, conforme AOAC (1997).

Microrganismos: Bactérias *Cupriavidus necator* foram inoculadas em caldo nutriente estéril e incubadas a $28 \pm 2^\circ\text{C}$ por 60 minutos, depois armazenadas a 4°C.

Cultivos: Os experimentos ocorreram em duas pré-culturas seguidas por uma cultura final. A primeira pré-cultura foi em caldo nutriente estéril, e a segunda em meio mineral (MM) sem restrição de nitrogênio. A cultura final usou MM com limitação de nitrogênio, suplementado com 2% de resíduo oleoso de pescado. Três experimentos foram realizados: com óleo misturado, fração inferior e fração superior.

Extração: Após o cultivo, a biomassa foi centrifugada e a produção de PHA foi extraída usando clorofórmio e quantificada por gravimetria.

Monitoramento do Crescimento: O crescimento microbiano foi monitorado por absorbância a 560 nm, correlacionando com a concentração celular para determinar a fase de maior produção de PHA.

Caracterização: Os PHAs foram caracterizados por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), para identificação de grupos funcionais, e difração de raios X (DRX), para avaliação da cristalinidade (Assis et al., 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados indicaram que todas as frações do resíduo oleoso de pescado foram capazes de sustentar o crescimento bacteriano e a produção de PHAs, embora com eficiências variáveis. A mistura das frações oleosas demonstrou desempenho como substrato, atingindo uma produção de 0,83 g de PHA em 24 horas, com 79,18% de acúmulo na PHA. Além disso, apresentou os maiores índices de cristalinidade, conforme demonstrado pela análise de DRX, apresentado na Tabela 1.

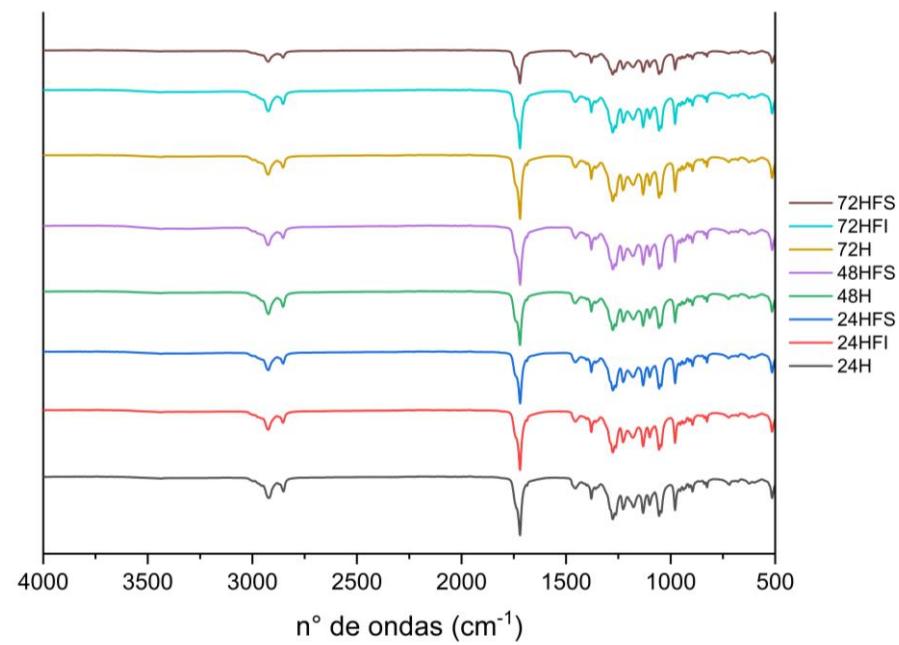
Tabela 1: Quantidade de biomassa celular, percentual de acúmulo e índice de cristalinidade de PHA ao longo de diferentes cultivos.

Parâmetros	Tempo de cultivo		
	24h	48h	72h
Mistura das frações oleosas			
Biomassa celular (g)	1,05	1,29	0,89
PHA (g)	0,83	0,66	0,29
Acúmulo de PHA (%)	79,18	51,32	32,22
Indice Cristalinidade (%)	27,61	20,27	26,34
Fração oleosa inferior			
Biomassa celular (g)	1,17	0,69	1,66
PHA (g)	0,48	-	0,61
Acúmulo de PHA (%)	41,14	-	36,60
Indice Cristalinidade (%)	25,06	-	29,09
Fração oleosa superior			
Biomassa celular (g)	1,50	1,81	1,19
PHA (g)	0,65	0,82	0,85
Acúmulo de PHA (%)	42,92	45,06	71,40
Indice Cristalinidade (%)	31,11	33,66	25,43

Fonte: Autoria própria (2024)

A fração superior do óleo também mostrou alta eficiência na síntese de PHA, com resultados próximos aos obtidos com a mistura, especificamente após 72 horas de cultivo, quando atingiu 71,4% de acúmulo de PHA na biomassa. Entretanto, o uso da mistura com 24h de cultivo foi mais interessante, pois possibilitou a utilização do resíduo integralmente e em menor tempo de cultivo.

Figura 1: Espectros de FTIR de PHA das frações e mistura.



Fonte: Autoria própria (2024)

A espectroscopia FTIR foi realizada para identificar os grupos químicos nos biopolímeros obtidos. Os espectros mostraram duas bandas principais: uma em 1750 cm^{-1} (C=O) e outra em 1300 cm^{-1} (C-O), típicas de PHAs. A banda em 2920 cm^{-1} indicou a presença de compostos insaturados, provavelmente associados ao óleo não metabolizado. As semelhanças nas bandas sugerem que todas as amostras são biopolímeros. Esses achados corroboram a literatura, que destaca a importância da composição lipídica no desempenho do substrato para a produção de PHAs.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos confirmam o potencial do resíduo oleoso de pescado como substrato para a produção de polihidroxialcanoatos (PHAs) por *Cupriavidus necator*. A mistura das frações destacou-se como a opção mais eficiente, proporcionando os maiores valores de produção de biomassa e PHA, além de apresentar polímeros com cristalinidade adequada para processamento térmico. A fração superior também demonstrou um desempenho relevante, especialmente no acúmulo de PHA em períodos mais prolongados de cultivo. Por outro lado, a fração inferior e a mistura das frações apresentaram menor eficiência, evidenciando a influência da composição lipídica na síntese de biopolímeros.

Esses achados reforçam a viabilidade da utilização de resíduos industriais, como o óleo residual de pescado, como uma alternativa sustentável para a produção de PHAs. A valorização desses resíduos não apenas contribui para a gestão ambiental e a redução de impactos dos resíduos plásticos, mas também oferece uma solução econômica para a indústria de biopolímeros.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, D. J. et al. Simultaneous biosynthesis of polyhydroxyalkanoates and extracellular polymeric substances (EPS) from crude glycerol by different bacterial strains. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v. 180, p. 1110-1127, 2016.
- BELLINI, S.; TOMMASI, T.; FINO, D. Poly (3-hydroxybutyrate) biosynthesis by Cupriavidus necator: A review on waste substrates utilization for a circular economy approach. *Bioresource Technology Reports*, v. 17, p. 100985, 2022.
- BLUNT, W.; LEVIN, D. B.; CICEK, N. Bioreactor operating strategies for improved polyhydroxyalkanoate (PHA) productivity. *Polymers*, v. 10, p. 1197, 2018.
- CRUTCHIK, D. et al. Polyhydroxyalkanoates (PHAs) production: A feasible economic option for the treatment of sewage sludge in municipal wastewater treatment plants? *Water*, v. 12, p. 1118, 2020.
- GARCIA-CRUZ, C. H.; SILVA, A. N. A. A metodologia da superfície de resposta como ferramenta para a avaliação da produção de alginato e poli-hidroxibutirato pela Azotobacter vinelandii. *Acta Scientiarum Technology*, Maringá, v. 32, p. 105-112, 2010.
- MAYA-VETENCOURT, J. F. et al. A fully organic retinal prosthesis restores vision in a rat model of degenerative blindness. *Nature Materials*, v. 16, p. 681–689, 2017.
- GRIGORE, M. E.; GRIGORESCU, R. M.; IANCU, L.; ION, R. M.; ZAHARIA, C.; ANDREI, E. R. Methods of synthesis, properties, and biomedical applications of polyhydroxyalkanoates: A review. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, v. 30, n. 9, p. 695-712, 2019.
- PALANIKUMAR, L.; AL-HOSANI, S.; KALMOUNI, M.; NGUYEN, V. P.; ALI, L.; PASRICHA, R.; BARRERA, F. N.; MAGZOUB, M. pH-responsive high stability polymeric nanoparticles for targeted delivery of anticancer therapeutics. *Communications Biology*, v. 3, p. 95, 2020.
-

FOMENTO

Este trabalho foi realizado com o apoio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).