

## **TÍTULO**

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

## **AUTORES E ORIENTADORES**

Marcos Paixão da Matta Filho (Universidade Salvador - UNIFACS, marcos.matta@unifacs.com.br); Felipe Silva Anias (Universidade Salvador - UNIFACS, felipe.anias@unifacs.com.br); Denilson de Jesus Assis (Universidade Salvador - UNIFACS, denilson.assis@unifacs.com.br) (Dr.).

## **RESUMO**

Este estudo avaliou o potencial do resíduo oleoso de pescado como substrato para a produção de polihidroxialcanoatos (PHAs) pelo *Cupriavidus necator*. Foram analisadas três frações do óleo: vísceras, cabeça e barriga, bem como as frações superior, inferior e a mistura das duas. As bactérias foram aclimatadas e cultivadas em meio mineral, com amostras coletadas em 24, 48 e 72 horas. Os PHAs foram extraídos e caracterizados por FTIR e DRX, além da análise do perfil de ácidos graxos. O óleo das vísceras apresentou o melhor desempenho, resultando na maior produção de PHA com alta cristalinidade e estabilidade térmica. A fração superior do óleo também mostrou bons resultados, com um aumento consistente na produção de PHA ao longo do tempo, enquanto a fração inferior e a mistura das frações apresentaram menor eficiência. A análise FTIR confirmou a presença dos grupos funcionais característicos dos PHAs, e a DRX revelou que a cristalinidade variou significativamente entre as frações, com destaque para a fração superior e o óleo das vísceras. A composição de ácidos graxos indicou que a presença de ácidos graxos insaturados, especialmente no óleo das vísceras, favoreceu a produção de polímeros de alta qualidade. Esses achados reforçam a viabilidade da utilização de resíduos industriais, especificamente o óleo residual de pescado, como uma alternativa sustentável para a produção de PHAs. A valorização desses resíduos contribui para a gestão

ambiental e oferece uma solução econômica para biopolímeros biodegradáveis, embora a otimização dos processos e a seleção das frações do óleo ainda demandem pesquisas futuras para maximizar a eficiência.

---

## PALAVRAS-CHAVE

Polidroxialcanoatos. Resíduo oleoso de pescados. *Cupriavidus necator*.

---

## INTRODUÇÃO

A crescente preocupação ambiental tem intensificado a busca por alternativas aos polímeros derivados de petróleo, levando à adoção de biopolímeros como os polihidroxialcanoatos (PHAs), que combinam propriedades similares às dos plásticos convencionais com menor impacto ambiental (GARCIA-CRUZ & SILVA, 2010; MAYA-VETENCOURT et al., 2017; GRIGORE et al., 2019). Este estudo investiga o uso do óleo residual da indústria pesqueira como fonte de carbono para a produção de PHAs pelo microorganismo *Cupriavidus necator*, contribuindo para o aproveitamento de subprodutos industriais e promovendo práticas alinhadas às demandas por sustentabilidade (BLUNT, LEVIN & CICEK, 2018; PALANIKUMAR et al., 2022).

A composição rica em ácidos graxos dos óleos residuais, associada à capacidade do *C. necator* de sintetizar PHAs sob condições específicas de cultivo, posiciona esses resíduos como uma alternativa viável e econômica para a bioprodução de polímeros (CRUTCHIK et al., 2020; BELLINI, TOMMASI & FINO, 2022). Assim, este trabalho busca avaliar o potencial desses óleos, reduzir os custos de produção, valorizar resíduos da indústria pesqueira e contribuir para soluções ambientalmente responsáveis.

---

## 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). Os ácidos graxos foram transesterificados para metil ésteres e analisados por cromatografia gasosa (GC) com detector FID, usando uma coluna capilar de sílica fundida. A identificação dos ácidos foi feita comparando os tempos de retenção com padrões da Sigma (EUA).

**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  $4^\circ\text{C}$ .

**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

São apresentados os resultados obtidos na avaliação do resíduo oleoso de pescado como fonte de carbono para a produção de polihidroxialcanoatos (PHAs) pela bactéria *Cupriavidus necator*. A Tabela 1 apresenta as quantidades de biomassa celular e PHA produzidas ao longo do cultivo em diferentes frações do resíduo e na mistura das frações, além da avaliação das condições de cultivo que influenciam a eficiência do processo.

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

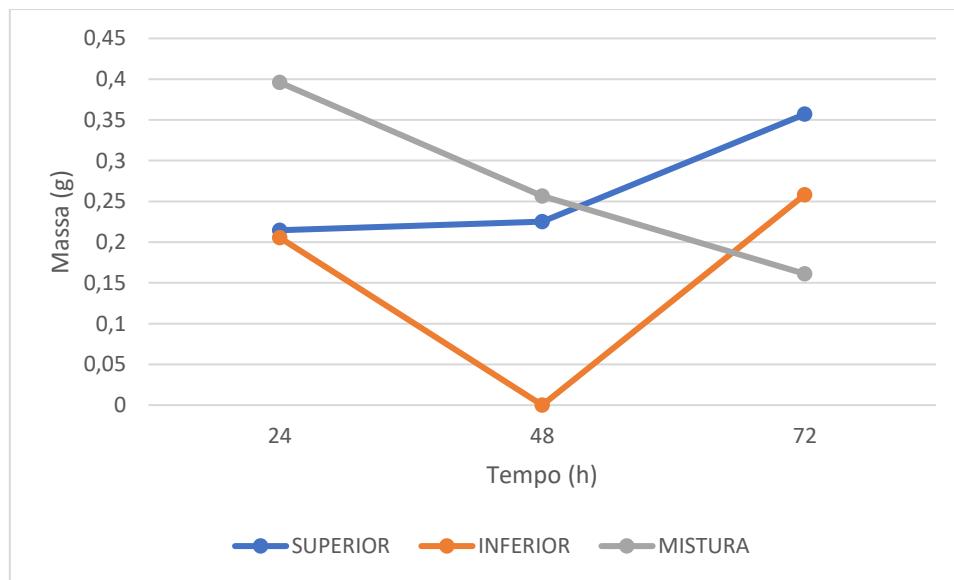
Parâmetros	Tempo de cultivo		
	24h	48h	72h
<b>Mistura das frações oleosas</b>			

<b>Biomassa celular (g)</b>	1,0456	1,2953	0,8976
<b>PHA (g)</b>	0,828	0,665	0,289
<b>Acúmulo de PHA (%)</b>	79,18	51,32	32,22
<b>Fração oleosa inferior</b>			
<b>Biomassa celular (g)</b>	1,1765	0,6869	1,661
<b>PHA (g)</b>	0,484	-	0,608
<b>Acúmulo de PHA (%)</b>	41,14	-	36,60
<b>Fração oleosa superior</b>			
<b>Biomassa celular (g)</b>	1,5041	1,8102	1,1979
<b>PHA (g)</b>	0,646	0,816	0,855
<b>Acúmulo de PHA (%)</b>	42,92	45,06	71,40

*Fonte: Autoria própria (2024)*

A análise dos dados mostrou que todas as condições de cultivo favoreceram o crescimento celular, com a mistura das frações oleosas promovendo o maior aumento na biomassa, especialmente em 48 horas. O acúmulo de PHA foi mais alto na mistura das frações, com 79,18% em 24 horas. A produção de PHA similar foi obtida na fração menos oleosa, mas após 72 horas, com 71,4%. A mistura das frações proporcionou uma utilização mais eficiente do resíduo e menor tempo de cultivo.

**Figura 1:** Produção de PHA em função do tempo de cultivo.

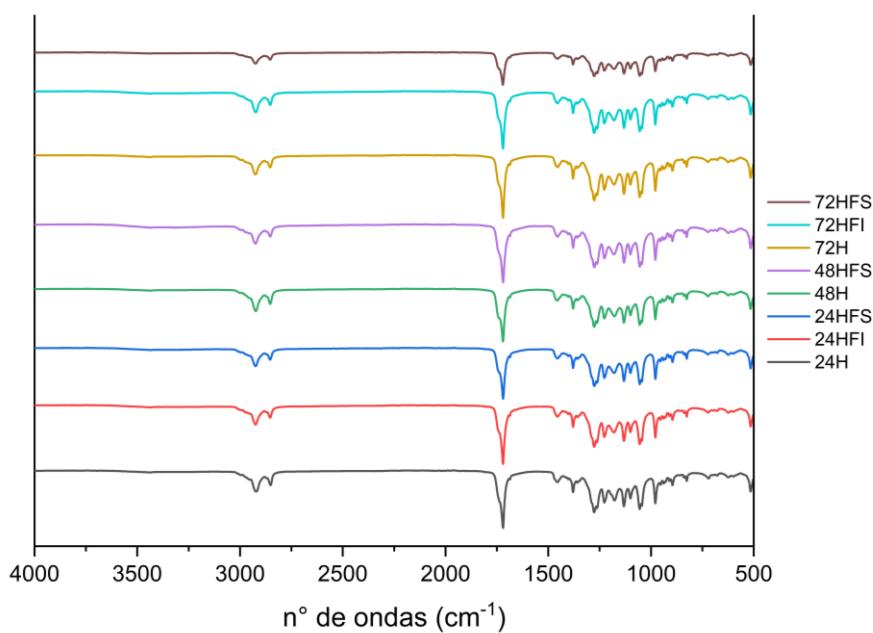


*Fonte: Autoria própria (2024)*

As curvas mostram que, para a mistura das frações do óleo, a produção de PHA diminui após as 24 horas iniciais, enquanto no óleo fracionado, há um aumento gradual, atingindo o pico em 72 horas. A diferença nos perfis de produção pode ser explicada pelas variações na composição química dos substratos, com a mistura possivelmente contendo compostos que inibem ou são consumidos rapidamente. O óleo fracionado, com uma composição mais homogênea e nutrientes estáveis, favorece um aumento mais consistente na produção de PHA. Essas diferenças destacam a importância da composição do substrato e a necessidade de ajustes nas condições de cultivo para otimizar a produção de biopolímeros.

A espectroscopia FTIR foi realizada para identificar os grupos químicos nos biopolímeros obtidos. Os espectros mostraram duas bandas principais: uma em 1750 cm<sup>-1</sup> (C=O) e outra em 1300 cm<sup>-1</sup> (C-O), típicas de PHAs. A banda em 2920 cm<sup>-1</sup> indicou a presença de compostos insaturados, provavelmente associados ao óleo não metabolizado. As semelhanças nas bandas sugerem que todas as amostras são biopolímeros.

**Figura 2:** Análise FTIR das amostras das frações e mistura.



Fonte: Autoria própria (2024)

---

## CONCLUSÕES

Os resultados confirmam o potencial do resíduo oleoso de pescado como substrato para a produção de PHAs por *Cupriavidus necator*. O óleo das vísceras se destacou como a fração mais eficiente, gerando maior produção de biomassa e PHA, com alta cristalinidade e estabilidade térmica. A fração superior também apresentou bom desempenho, especialmente após períodos prolongados de cultivo, enquanto as frações inferior e mistura tiveram menor eficiência. Esses resultados reforçam a viabilidade do uso de resíduos industriais como alternativa sustentável para a produção de PHAs, oferecendo benefícios ambientais e econômicos. Além disso, contribuem para a redução dos impactos ambientais causados pelos resíduos plásticos. No entanto, são necessárias pesquisas futuras para otimizar os processos, selecionar as frações ideais do óleo e melhorar a eficiência na produção em larga escala para aplicações industriais. e a aplicabilidade dos PHAs produzidos em escala industrial.

---

## 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.
- DE JESUS, C. S. et al. Outdoor pilot-scale cultivation of *Spirulina sp.* LEB18 in different geographic locations for evaluating its growth and chemical composition. *Bioresource Technology*, v. 256, p. 86-94, 2018.
- 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.
- GRIGORE, M. E. et al. 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.

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.

---

## **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).