



## **POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE FUNGOS FILAMENTOSOS PARA A PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE LIPÍDEOS MICROBIANOS DE INTERESSE INDUSTRIAL**

Caio José Oliveira Protetor da Silva<sup>1</sup>  
*protetorcaio.bio@gmail.com*  
Allem Karolyne Dino da Silva<sup>1</sup>  
*allemdino@gmail.com*  
Dayana Montero Rodríguez<sup>1</sup>  
*dayanamontero87@gmail.com*  
Galba Maria de Campos Takaki<sup>1</sup>  
*galba.takaki@unicap.br*  
Rosileide Fontenele da Silva Andrade<sup>1</sup>  
*rosileide.andrade@unicap.br*

<sup>1</sup>Centro Multiusuário de Análise e Caracterização de Biomoléculas e Superfície de Materiais (CEMACBIOS), Universidade Católica de Pernambuco.

### **INTRODUÇÃO**

Os microrganismos podem ser utilizados em diversas áreas industriais, como a farmacêutica, cosmética, alimentícia e na produção de biodiesel. A diversificada aplicação dos produtos de origem microbiana favorece o desenvolvimento de pesquisas para suprir as necessidades do mercado (BENTO, 2020) e como alternativa promissora na redução do impacto ambiental, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030 da ONU. Nesse sentido, os lipídeos microbianos vêm recebendo um interesse crescente por diversas indústrias, uma vez que apresentam propriedades semelhantes aos provenientes de outras fontes oleaginosas, além de sua produção ser independente de sazonalidade e condições climáticas, e não precisar de grandes extensões de terra (HASSANE *et al.*, 2024). Assim, diversas pesquisas abordam a produção e aplicação de lipídeos microbianos, atendendo os ODS 7 (Energia Acessível e Limpa), ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima).

Apesar das vantagens apresentadas pelos lipídeos microbianos, ainda não são amplamente utilizados pelas indústrias devido ao elevado custo de produção, associado à baixa produtividade e ao uso de substratos caros (BENTO *et al.*, 2018). Assim, a utilização de resíduos agroindustriais como fontes renováveis apresenta-se como uma estratégia promissora para reduzir os custos de produção de lipídeos. Essa alternativa não só reduz os custos dos meios de cultivo, mas também promove a reutilização de resíduos, auxiliando na economia circular e na sustentabilidade (SOUZA *et al.*, 2019). Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo explorar o potencial de fungos filamentosos para a produção sustentável de lipídeos microbianos, utilizando meios de produção a base de resíduos da agroindústria.

### **MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **Microrganismos**

Os fungos filamentosos utilizados para investigar o potencial de produção de lipídeos microbianos foram *Mucor circinelloides* UCP 0001, *Penicillium citrinum* UCP 1183, *Cunninghamella elegans* UCP 1306 e *Rhizopus arrhizus* UCP 1607. Esses microrganismos foram gentilmente cedidos pelo Banco de Culturas do Centro Multiusuário de Análise e Caracterização de Biomoléculas e Superfície de Materiais (CEMACBIOS) da Universidade Católica de Pernambuco (UCP), com registro na World Federation for Culture Collections (WFCC).

#### **Preparação do inóculo**

Para a preparação do inóculo, os fungos foram cultivados em placas de Petri contendo Ágar Sabouraud, a 28°C por 120 h. Após esse período, esporos de cada fungo foram transferidos por separado



para frasco Erlenmeyer contendo água destilada estéril, até obter uma suspensão de  $10^7$  esporos/ml, que foi utilizada como inóculo de cada fungo no meio de produção correspondente.

#### **Meios de produção**

Para a obtenção das biomassas oleaginosas cada microrganismo foi cultivado em um meio de produção diferente, de acordo a condições pré-estabelecidas. Assim, para *M. circinelloides* UCP 0001 foi utilizado o meio constituído por milhocina (8,82%) e óleo pós fritura (2%); para *P. citrinum* UCP 1183 o meio contendo óleo pós fritura (6%) e água residual de vísceras de tilápia (3%); para *C. elegans* UCP 1306 o meio constituído por resíduo de macarrão instantâneo (2%), óleo pós fritura (0,5%) e milhocina (2%) e para *R. arrhizus* UCP 1607 o meio contendo glicerol bruto (3%) e milhocina (5%).

#### **Obtenção das biomassas oleaginosas**

A produção das biomassas fúngicas foi realizada em frascos Erlenmeyer de 250 ml contendo 100 ml do meio de produção citado anteriormente para cada microrganismo. Após ajuste do pH dos meios a 6 e esterilização em autoclave a 121°C, por 15 min, os mesmos foram inoculados com a solução de esporos do fungo correspondente e incubados a 28°C sob agitação de 150 rpm, por 96 h. Após esse período, as culturas foram submetidas a filtração para a separação das biomassas, que foram lavadas com água destilada e submetidas a liofilização.

#### **Extração dos lipídeos totais**

Para a determinação dos lipídeos totais 1,0 g de biomassa de cada fungo foi submetida a três etapas sucessivas de extração com clorofórmio:metanol, usando diferentes proporções (2:1, 1:1 e 1:2, v/v) (MANOCHA *et al.*, 1980). O rendimento de lipídeos totais presentes na biomassa foi quantificado pelo método gravimétrico e os resultados foram expressos como porcentagem do peso da biomassa usando a equação 1.

Equação 1:

$$\text{Lipídeos totais (\%)} = \frac{\text{Lipídeos (g)}}{\text{Biomassa seca (g)}} \times 100$$

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os microrganismos que podem acumular mais de 20% de lipídeos do seu peso seco são considerados oleaginosos, podendo chegar até 70% sob condições de estresse metabólico (HASSANE *et al.*, 2024). Nesse sentido, os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram o potencial de *R. arrhizus* UCP 1607, *M. circinelloides* UCP 0001 e *C. elegans* UCP 1306 como fungos oleaginosos, uma vez que evidenciaram a acumulação de 45, 37 e 23% de lipídeos totais, respectivamente. Previamente, Zhao *et al.* (2022) relataram o elevado potencial de fungos representantes da ordem Mucorales para a produção de óleos microbianos, o que se confirmou no presente estudo. Por sua vez, *P. citrinum* UCP 1183 apresentou um baixo percentual de lipídeos totais (12%), não sendo considerado como oleaginoso. Por outro lado, a obtenção de lipídeos microbianos a partir de resíduos agroindustriais confirma-se como uma alternativa promissora que contribui à produção em larga escala de óleos microbianos e sua utilização nas diversas indústrias, como biocombustíveis e/ou nutracêuticos (SINGH *et al.*, 2022).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo evidenciou que os fungos *R. arrhizus* UCP 1607, *M. circinelloides* UCP 0001 e *C. elegans* UCP 1306 são microrganismos promissores na produção de lipídeos, a partir da utilização de resíduos agroindustriais como substratos alternativos. Esses microrganismos desempenham um papel crucial no desenvolvimento de estratégias sustentáveis para a redução do impacto ambiental e a obtenção de produtos biotecnológicos de elevado valor agregado, atendendo aos ODS da Agenda 2030 da ONU.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fungos oleaginosos. Lipídeos microbianos. Resíduos agroindustriais.



## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro Multiusuário de Análise e Caracterização de Biomoléculas e Superfície de Materiais (CEMACBIOS)/UNICAP pela oportunidade de desenvolvimento desta pesquisa, assim como a FACEPE e CNPq pelo suporte financeiro.

## Referências

- BENTO, H. B. S. *et al.* Produção de óleo microbiano a partir de diferentes fontes sacaríneas e influência na composição lipídica. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ)**, São Paulo, 2018. p. 3330-3333. Blucher. ISSN 2359-1757. DOI 10.5151/cobeq2018-pt.0881.
- BENTO, Heitor Buzetti Simões. *Derivados da agroindústria de cana-de-açúcar para cultivo de fungo oleaginoso: produção e modificação de lipídios*. 2020. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.
- BHALERAO, Aniruddha; BANERJEE, Rintu; NOGUEIRA, Regina. Estratégia de cultivo contínuo para produção de poli-hidroxialcanoato de levedura a partir de águas residuais industriais. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 129, n. 5, p. 595-602, 2020.
- BRUM, Aelson Aloir Santana *et al.* Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. *Química Nova*, v. 32, p. 849-854, 2009.
- HASSANE, Abdallah M. A. *et al.* Oleaginous fungi: a promising source of biofuels and nutraceuticals with enhanced lipid production strategies. *Archives of Microbiology*, v. 206, n. 7, p. 338, 2024.
- MANOCHA, M. S. Lipid composition of *Paracoccidioides brasiliensis*: comparison between the yeast and mycelial forms. *International Society for Human and Animal Mycology*, v. 18, n. 4, p. 281-286, 1980.
- OLIVEIRA, Rafaela Bodaneze de *et al.* Avaliação da produção de lipídios por fungos filamentosos da família Mortierellaceae isolados da Antártida. *Nome do Periódico* (se disponível), 2022.
- SINGH, T. A. *et al.* Valorization of agro-industrial residues for production of commercial biorefinery products. *Fuel*, v. 332, p. 124284, 2022.
- SOUZA, Fernanda Arpini *et al.* Utilização de resíduos agroindustriais para produção de lipídios microbianos por *Yarrowia lipolytica* QU69. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 7, p. 8801-8810, 2019.
- ZHAO, Heng *et al.* High-yield oleaginous fungi and high-value microbial lipid resources from Mucoromycota. *BioEnergy Research*, v. 14, p. 1196-1206, 2021.