



## **Produção de biodiesel a partir de microalgas cultivadas em meio mixotrófico: uma abordagem bibliográfica**

Giovanni Uema Alcantara<sup>1</sup>

Ângela Macedo Moreira<sup>2</sup>

Gabriel Longuinhos Queiroz<sup>3</sup>

Querino F. de Vasconcelos<sup>4</sup>

Rodrigo Ney Millan<sup>5</sup>

### **Tecnologia Ambiental**

#### *Resumo*

O crescente interesse para produção de biocombustíveis a partir de matérias primas sustentáveis tem-se tornado importante estratégia para a diminuição de gases de efeito estufa. Com isso, pode-se destacar a produção do biodiesel proveniente de microalgas, cultivadas em meio mixotrófico, caracterizado pela assimilação de concentrações de CO<sub>2</sub> e material orgânico para a produção de biomassa e metabólitos via rota de respiração e fotossíntese. O presente estudo elaborou uma pesquisa bibliográfica para identificar as principais espécies de microalgas cultivadas em meio mixotrófico com a finalidade de produção de biodiesel e quais materiais orgânicos são utilizados para esse propósito. Observou-se que os principais gêneros algais cultivados em meio mixotrófico foram *Chlamydomonas*, *Chlorella* e *Scenedesmus* e que este tipo de cultivo pode ser considerado como uma alternativa viável e sustentável, pois os trabalhos relataram a utilização de águas de resíduos agroindustriais, proporcionando elevada biomassa algal e acúmulo de bioprodutos. Verificou-se lacuna para estudos visando aprimoramento tecnológico acerca do tema, com novos estudos que investiguem outras possíveis fontes de material orgânico para o desenvolvimento de biomassa. Dessa forma, contribui-se para a diminuição do impacto antrópico ao meio e auxilia no processo de oferta de fontes de energia renováveis.

**Palavras-chave:** Microalgas; Cultivo mixotrófico; Biodiesel; Bioenergia.

---

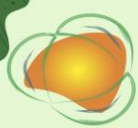
<sup>1</sup> Aluno do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, [gigioalcantara@hotmail.com](mailto:gigioalcantara@hotmail.com).

<sup>2</sup> Aluna do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, [angela.1095723@discente.uemg.br](mailto:angela.1095723@discente.uemg.br).

<sup>3</sup> Aluno do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, [gabriel.1094551@discente.uemg.br](mailto:gabriel.1094551@discente.uemg.br).

<sup>4</sup> Aluno especial no Programa de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, [querino.1094561@discente.uemg.br](mailto:querino.1094561@discente.uemg.br).

<sup>5</sup> Professor da Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, [rodrigo.millan@uemg.br](mailto:rodrigo.millan@uemg.br).



## INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, tem-se tornado cada vez mais presentes indicadores dos impactos negativos dos gases poluentes para o meio ambiente. Um conjunto de gases a se destacar são os gases de efeito estufa, que são decorrentes da exploração intensiva de matrizes energéticas não renováveis, como os combustíveis fósseis. Com isso, nações desenvolvidas se comprometeram a substituir totalmente os combustíveis fósseis e derivados até 2050, porém deve-se considerar que até este mesmo período, a demanda por novas matrizes energéticas possa se elevar juntamente com o crescimento populacional mundial (SINGH *et al.*, 2020).

Como possível alternativa para este cenário, podem ser destacados os biocombustíveis de terceira geração, pertencentes ao grupo de matrizes energéticas renováveis que consideram fontes de matéria-prima para a elaboração desses biocombustíveis, com capacidade de redução dos índices de GEEs na atmosfera, sendo representadas principalmente pelas cianobactérias e algas, caracterizados como organismos aquáticos fotoautótrofos (WANG *et al.*, 2019). Estes organismos podem ser considerados como de maior potencial de sustentabilidade e viabilidade na produção de biodiesel (TANG *et al.*, 2020), devido ao seu alto teor de lipídios e óleos (1 a 90% base seca, dependendo da espécie e condições de cultivo), além de apresentar produção rápida de biomassa em comparação com outras culturas (MATHIMANI; LAKSHMANAN; PRABAHARAN, 2015; SIBI; SHATTY; MORASHI, 2015).

O aprimoramento da produção de biomassa algal para a produção de biodiesel pode ser alcançado utilizando-se resíduos industriais com elevada carga orgânica, que favorecem o cultivo mixotrófico (VERMA *et al.*, 2020). Essa se torna a melhor abordagem para produzir biomassa aprimorada e maior teor de lipídios totais porque integra o metabolismo fototrófico e heterotrófico (MONDAL *et al.*, 2017).

O presente trabalho tem como objetivo elaborar uma pesquisa bibliográfica para identificar as principais espécies de microalgas cultivadas em meio mixotrófico com a finalidade de produção de biodiesel e quais materiais orgânicos são utilizados para esse propósito.

## METODOLOGIA

A pesquisa far-se-á por meio de uma revisão bibliográfica de natureza exploratória e qualitativa (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 2002). A busca por artigos será executada no Google Scholar, com o emprego dos termos “microalgae”, “mixotrophic”, “biodiesel”, empregados em conjunto no título, sem recorte temporal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na busca realizada foram encontrados 21 artigos científicos que avaliaram o potencial de microalgas para produção de biodiesel utilizando cultivo mixotrófico, selecionando-se os trabalhos que apresentavam a microalga cultivada e o tipo de material orgânico utilizado (Tabela 1). As espécies cultivadas em meio mixotrófico pertencem aos gêneros *Chlamydomonas*, *Chlorella* e *Scenedesmus*, e os resíduos de agroindústria utilizados foram o extrato de cama de frango, água residual de azeitonas e da produção de suínos.

**Tabela 01.** Síntese dos artigos que trabalharam com o cultivo de microalgas em meio mixotrófico para produção de biodiesel, apontando a procedência do material orgânico utilizado para tal finalidade.

AUTOR/ANO	ESPÉCIE	MATERIAL ORGÂNICO
	<i>Chlamydomonas globosa</i>	
Bhatnagar <i>et al.</i> (2011)	<i>Chlorella minutissima</i>	Extrato de cama de frango
	<i>Scenedesmus bijuga</i>	
Sánchez <i>et al.</i> (2001)	<i>Chlamydomonas pyrenoidosa</i>	Água residual de azeitona
	<i>Chlamydomonas kessleri</i>	
Li <i>et al.</i> (2012)	<i>Chlamydomonas protothecoides</i>	Concentrado doméstico
Wang <i>et al.</i> (2012)	<i>Chlamydomonas pyrenoidosa</i>	Suinocultura

**Fonte:** Elaborada pelos autores

Cultivos de microalgas em meio mixotrófico com base em matéria orgânica de águas residuais mostram que essa via metabólica alternativa pode render maior biomassa e acúmulo de bioprodutos, mas, devido ao baixo número de trabalhos publicados com essa temática, nota-se que existe campo para explorar os principais atrativos comerciais de

espécies de microalgas (LOWREY; BROOKS; MCGINN, 2014). Dentre os principais problemas enfrentados com o cultivo mixotrófico, destacam-se: necessidade de luz, CO<sub>2</sub>, carbono orgânico e O<sub>2</sub>, eficiência de conversão de energia reduzida em comparação com o cultivo heterotrófico e a liberação líquida de CO<sub>2</sub>, apesar de sua fixação fotossintética.

Capazes de se desenvolver na ausência de luz, algumas espécies de microalgas são organismos naturalmente fotossintetizantes a partir de moléculas orgânicas simples, como açúcares, ácidos orgânicos e acetato, em cultivos denominados mixotróficos ou heterotróficos, dependendo da luz disponível, a fixação do CO<sub>2</sub> atmosférico ocorre em culturas autotróficas por fonte de carbono orgânico dissolvida no meio de cultura. Como uma forma alternativa de grandes concentrações de biomassa, esta produção além de eliminar deficiências desses sistemas de cultivo, permite diminuir os custos de produção da biomassa, diminuindo-se a necessidade de um reator de mistura para os cultivos. Contudo, estes procedimentos tornam-se limitados apenas a algumas espécies de microalgas e, apesar dessa redução de gastos energéticos, há custos de adição do substrato orgânico, crucial para manutenção do metabolismo microalgas nessas condições (BASTOS; BONINI, 2016).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais gêneros algais cultivados em meio mixotrófico foram *Chlamydomonas*, *Chlorella* e *Scenedesmus*. Este tipo de cultivo é uma alternativa viável e sustentável, pois os trabalhos relataram a utilização de águas de resíduos agroindustriais, proporcionando elevada biomassa algal e acúmulo de bioprodutos. Ocorre lacuna para estudos enfocando aprimoramento tecnológico e outras possíveis fontes de material orgânico para o desenvolvimento de biomassa, que serão importantes para a diminuição do impacto antrópico ao meio e auxilia no processo de oferta de fontes de energia renováveis.

## REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

BASTOS, R. G.; BONINI, M. A. Produção de biomassa de microalgas a partir de cultivo mixotrófico em acetato. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 38-44, 2016.

BHATNAGAR, A.; CHINNASAMY, S.; SINGH, M. Renewable biomass production by

mixotrophic algae in the presence of various carbon sources and wastewaters. **Applied Energy**, v. 88, p. 3425–3431, 2011.

LI, Y.; ZHOU, W.; HU, B.; MIN, M.; CHEN, P.; RUAN, R. Effect of light intensity on algal biomass accumulation and biodiesel production for mixotrophic strains *Chlorella kessleri* and *Chlorella protothecoide* cultivated in highly concentrated municipal wastewater. **Biotechnol Bioeng**, v. 109, p. 2222–2229, 2012.

LOWREY, J.; BROOKS, M. S.; MCGINN, P. J. Heterotrophic and mixotrophic cultivation of microalgae for biodiesel production in agricultural wastewaters and associated challenges—a critical review. **Journal of Applied Phycology**, v. 27, p. 1485-1498, 2015.

MATHIMANI, T.; LAKSHMANAN, U.; PRABAHARAN, D. Homogeneous acid catalysed transesterification of marine microalga *Chlorella* sp. BDUG 91771 lipid. An efficient biodiesel yield and its characterization. **Renewable Energy**, v. 81, p. 523-533, 2015.

MONDAL, M.; GHOSH, A.; TIWARI, O. N.; GAYEN, K.; DAS, P.; MANDAL, M. K.; HALDER, G. Influence of carbon source and light intensity on biomass and lipid production of *Chlorella sorokiana* BTA 9031 isolated from coalfield under various nutritional modes. **Energy Conversion and Management**, v. 145, p. 247-254, 2017.

SÁNCHEZ, S.; MARTÍNEZ, M. E.; ESPEJO, M. T.; PACHECO, R.; ESPINOLA, F.; HODAIFA, G. Mixotrophic culture of *Chlorella pyrenoidosa* with olive-mill wastewater as the nutrient medium. **Journal of Applied Phycology**, v. 13, p. 443–449, 2001.

SIBI, G.; SHATTY, V.; MORASHI, K. Enhanced lipid productivity approaches in microalgae as an alternate for fossil fuels, a review. **Journal of the Energy Institute**, v. 89, n. 3, p. 330-334, 2016.

SINGH, K.; KALONI, D.; GAUR, S.; KUSHWAHA, S.; MATHUR, G. Current research and perspective on microalgae-derived biodiesel. **Biofuels**, v. 11, p. 1-18, 2017.

TANG, D. Y. Y.; YEW, G. Y.; KOYANDE, A. K.; CHEW, K. W.; VO, D. V. N.; SHOW, P. L. Green technology for the industrial production of biofuels and bioproducts from microalgae: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 18, p. 1967-1985, 2020.

VERMA, R.; KUMARI, K. V. L. K.; SRIVASTAVA, A.; KUMAR, A. Photoautotrophic, mixotrophic, and heterotrophic culture media optimization for enhanced microalgae production. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 8, n. 5, 2020.

WANG, J. X.; CAO, J. P.; ZHAO, X. Y.; LIU, S. N.; REN, X. Y.; ZHAO, M.; CUI, X.; CHEN, Q.; WEI, X. Y. Enhancement of light aromatics from catalytic fast pyrolysis of cellulose over bifunctional hierarchical HZSM-5 modified by hydrogen fluoride and nickel/hydrogen fluoride. **Bioresource Technology**, v. 278, p. 116-123, 2019.

WANG, H.; XIONG, H.; HUI, Z.; ZENG, X. Mixotrophic cultivation of *Chlorella pyrenoidosa* with diluted primary piggery wastewater to produce lipids. **Bioresource Technology**, v. 4, p. 215–220, 2012.