

PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DA FICORREMEDIAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS EM FOTOBIORREATORES: AVANÇOS E DESAFIOS

Magda Iasmine Guimarães Reis dos Santos ¹

Milena Bastos de Santana ²

Inara Faria Duarte ³

Katerine Botero Ñañez ⁴

Ícaro Thiago Andrade Moreira ⁵

INTRODUÇÃO

Com o aumento da população, evolução tecnológica e, conseqüentemente, maior demanda por energia, associada ao esgotamento dos combustíveis fósseis e aos problemas ambientais decorrentes, fez-se necessária a busca por novas fontes de energia (HALIM, 2011). Nesse cenário, o uso de biodiesel, um dos biocombustíveis mais utilizados, tem ganhado destaque por ser uma alternativa renovável e sustentável de energia. Estes combustíveis podem advir da biomassa de diversas plantas terrestres, como a cana-de-açúcar, ou de algas aquáticas, que ainda contribuem para a redução de gases que agravam o aquecimento global (BAHADAR, 2013). Sendo assim, mais estudos estão sendo realizados sobre a produção de biodiesel, incluindo alternativas que utilizam microalgas.

As microalgas são organismos fotossintetizantes unicelulares, que podem crescer em águas doces, salgadas ou salobras e podem acumular quantidades significativas de lipídios (chegando até a 70% de seu peso celular seco, a depender da espécie), sendo uma matéria-prima em potencial para produção de biodiesel (CHISTI, 2007). Além disso, as microalgas

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal da Bahia - UFBA, magdaiasmine@gmail.com;

² Graduanda do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal da Bahia - UFBA, milenabs.eq@gmail.com;

³ Graduanda do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal da Bahia - UFBA, inara.duarte15@gmail.com;

⁴ Mestranda da Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e meio ambiente - UFBA, katerine.botero@ufba.br

⁵ Professor Adjunto, Depto. Eng. Ambiental da Universidade Federal da Bahia - UFBA, icarotam@ufba.br

rapidamente em relação a plantas terrestres, possuem alto rendimento de biomassa e não competem com terras aráveis para a produção de alimentos (BAHADAR, 2013).

Apesar das diversas vantagens do uso de microalgas para geração de biomassa e aplicação na fabricação de diversos produtos além do biodiesel, como outros biocombustíveis (biometano, biohidrogênio) ou na indústria alimentícia, existem alguns obstáculos para a sua produção a nível industrial devido aos altos custos com o cultivo e colheita (YANG, 2016). Uma alternativa para minimizar esses custos é o uso de águas residuais, domésticas ou industriais, como meio de cultivo para as microalgas. Dessa forma, diminui-se a quantidade de água necessária para o processo, além de utilizar substâncias poluentes, como nutrientes para o crescimento de biomassa, demonstrando ser um método eficiente e sustentável para o tratamento de águas residuais.

O presente resumo expandido tem como objetivo apresentar os principais avanços e dificuldades inerentes à integração da produção de biodiesel com o tratamento de águas residuais, a partir de processos de fitorremediação. Para isso, será feita uma abordagem do cultivo de microalgas em fotobiorreatores utilizando águas residuais como meio de cultivo e fonte de nutrientes, a fim de analisar a capacidade destas em gerar biomassa de qualidade adequada para a aplicação industrial de produção de biodiesel.

METODOLOGIA

A metodologia implementada neste trabalho consiste em uma revisão bibliográfica sobre o tema. Foram realizadas pesquisas nas bases de dados do *Science Direct* e *Scholar Google* com os seguintes termos: “*microalgae*”, “*treatment*”, “*phytoremediation*”, “*bioremediation*”, “*wastewaters*”, “*biodiesel*”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Microalgas e tratamento de águas residuais

A água residual é uma mistura composta de elementos orgânicos, inorgânicos e artificiais. Três quartos do carbono orgânico no esgoto são proteínas, carboidratos, gorduras, aminoácidos e ácidos voláteis. As partes inorgânicas incluem grande quantidade de cálcio, potássio, sódio, magnésio, cloro, enxofre, fosfato, bicarbonato, amônio e metais pesados. A presença de nitrogênio (N) e fósforo (P), na forma de nitrato, nitrito, amônia/amônio ou fósforo

nas águas residuais leva a eutrofização (LIU, 2010; YANG, 2008 apud RENUKA, 2015). Águas residuais de várias fontes (municipal, agrícola e industrial) podem ser tratadas de forma eficiente por microalgas (GUPTA, 2019), embora o perfil dos diferentes nutrientes aproveitados pelas microalgas para seu crescimento estejam sujeitos às diferentes concentrações presentes nestes tipos de águas residuais (LI, 2019).

O tratamento de águas residuais à base de microalgas pode potencialmente alcançar a remoção de nutrientes de uma forma menos cara e ecologicamente mais segura, além de contar com os benefícios adicionais de recuperação e reciclagem de recursos. Métodos comuns de remoção de nitrogênio, como nitrificação/desnitrificação bacteriana, removem a maior parte do nitrogênio como gás N_2 , enquanto o tratamento com microalgas retém compostos de nitrogênio úteis na biomassa. Apesar desses benefícios, os níveis aceitáveis de nutrientes no efluente não podem ser alcançados sem produção e colheita suficientes da cultura de microalgas (CHRISTENSON, 2011).

1.1. Cultivo de microalgas em fotobiorreatores

O cultivo de microalgas é mais comumente realizado em lagoas abertas devido ao seu baixo custo econômico e a facilidade de construção. No entanto, esse sistema possui algumas limitações como o alto risco de contaminação do meio, necessidade de grandes áreas para sua instalação e baixa eficiência fotossintética. (SATYANARAYANA, 2011). No intuito de solucionar esses problemas, o uso de fotobiorreatores tem sido proposto. Fotobiorreatores são sistemas fechados e por isso possuem menores riscos de contaminação, além de proporcionar um meio com parâmetros controláveis (temperatura, nutrientes e luz) e também a possibilidade de cultivo de uma maior variedade de espécies de microalgas (BAHADAR, 2013). Devido a isso, esses sistemas possuem maior eficiência e produtividade de biomassa, entretanto, possuem custos elevados.

Visando uma maior eficiência da cultura, é de grande importância a escolha da geometria adequada do fotobiorreator, de maneira que maximize a área de iluminação. Existem vários tipos desses reatores, como os tubulares, de placa plana, biofilme, os quais serão escolhidos a depender do local, condições de cultura e finalidade do projeto. Um objetivo que tem sido cada vez mais estudado é o uso de fotobiorreatores de microalgas para o tratamento de águas residuais. No entanto, devido à complexidade da composição dessas águas, é necessário analisar o comportamento dos reatores projetados apenas para o cultivo das microalgas, para que os parâmetros sejam ajustados e, dessa forma, garantir eficiência de remoção dos contaminantes e também maior rendimento de biomassa (TING, 2017).

1.2. Produção de biomassa

O uso de microalgas desempenha um papel duplo de biorremediação de águas residuais, bem como de geração de biomassa. As microalgas acumulam e convertem os nutrientes obtidos do meio de cultivo em biomassa, a qual pode ser facilmente convertida em produtos de valor agregado. Dependendo da espécie utilizada, a biomassa resultante pode ser aplicada para diferentes fins, incluindo o uso como aditivo para ração animal, a extração de produtos de valor agregado como carotenóides ou outras biomoléculas ou a produção de biocombustíveis. Além do benefício aparente de combinar biomassa microalgal e tratamento de águas residuais, a implementação bem-sucedida desta estratégia permitiria a minimização do uso de água doce, outro recurso precioso especialmente para países secos ou populosos, para a produção de biocombustíveis (RAWAT, 2011).

2. Produção de biodiesel

As microalgas são candidatas promissoras para a produção de biodiesel devido à sua alta eficiência fotossintética em comparação com as culturas convencionais (AHMAD, 2011 apud WU, 2012) e pelas maiores taxas de crescimento e produtividade de óleo em comparação com outras plantas oleaginosas (JIANG, 2011). O biodiesel produzido a partir de lipídios de microalgas é mais sustentável e ecologicamente correto do que os combustíveis diesel derivados do petróleo (WU, 2012).

As vantagens da utilização de microalgas na produção de matéria-prima para o biodiesel incluem a capacidade de acumular grandes quantidades de triacilgliceróis, crescer em altas taxas, fixar o CO₂ da atmosfera, adaptar-se a áreas diversas, incluindo ambientes extremos e utilizar nutrientes de águas residuais (HU, 2008 apud WU, 2012). No entanto, o biodiesel microalgal não tem sido amplamente comercializado principalmente devido ao seu alto custo. Diferentes estratégias têm sido propostas para melhorar a relação custo-benefício da produção de biocombustíveis de microalgas. Os benefícios aparentes de combinar a produção de biodiesel de microalgas e o tratamento de águas residuais são minimizar o uso de água doce, reduzir o custo da adição de nutrientes para o cultivo de microalgas e remover nitrogênio e fósforo dos efluentes (LI, 2008; PITTMAN, 2011 apud WU, 2012). Outra estratégia está no aumento do teor de lipídios na biomassa de microalgas. Isso porque estas conseguem se adaptar a variadas e extremas condições de cultivo e, com isso, pode ocorrer modificação no seu metabolismo lipídico. Sendo assim, existem alguns métodos de alteração do meio, como limitação de

nutrientes ou estresse de temperatura, que podem ser aplicados de forma que haja maior eficiência no metabolismo lipídico e, conseqüentemente, maior produção (SHARMA, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de microalgas para produção de biodiesel apresenta benefícios em comparação com as culturas terrestres tradicionais. A produtividade de biomassa e lipídios é relativamente maior, tornando o processo de fitorremediação para produção de matéria prima para biodiesel mais eficaz. No entanto, a produção de biodiesel a partir de microalgas é relativamente mais cara se as perspectivas sustentáveis não receberem atenção total. Quanto a isso, os altos custos incluem os processos de cultivo e colheita da biomassa. Uma das possíveis soluções consiste no uso de águas residuais para o cultivo das microalgas, reduzindo os gastos com água e nutrientes. Portanto, mais estudos sobre o processo de fitorremediação de águas residuais em fotobiorreatores tem potencial para revelar uma importante inovação industrial sustentável no mercado dos biocombustíveis.

Palavras-chave: biocombustíveis, microalgas, águas residuais, fotobiorreatores, biorremediação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à ANP, ao PRH-36, à FINEP e à CAPES, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

BAHADAR, Ali; KHAN, M. Bilal. Progress in energy from microalgae: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 27, p. 128-148, 2013.

CHISTI, Yusuf. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology advances*, v. 25, n. 3, p. 294-306, 2007.

CHRISTENSON, Logan; SIMS, Ronald. Production and harvesting of microalgae for wastewater treatment, biofuels, and bioproducts. *Biotechnology advances*, v. 29, n. 6, p. 686-702, 2011.

GUPTA, S.K e BUX, F. **Application of Microalgae in Wastewater Treatment** Volume 2: Biorefinery Approaches of Wastewater Treatment. Switzerland AG: Springer Nature, 2019.

HALIM, Ronald; DANQUAH, Michael K.; WEBLEY, Paul A. Extraction of oil from microalgae for biodiesel production: A review. *Biotechnology advances*, v. 30, n. 3, p. 709-732, 2012.

LI, K.; LIU, Q.; FANG, F.; et al. Microalgae-based wastewater treatment for nutrients recovery: A review. *Bioresource Technology*, v. 291, n. July, p. 121934, 2019. Elsevier.

RAWAT, I. et al. Dual role of microalgae: phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels production. *Applied energy*, v. 88, n. 10, p. 3411-3424, 2011.

RENUKA, N. et al. Phycoremediation of wastewaters: a synergistic approach using microalgae for bioremediation and biomass generation. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 12, n. 4, p. 1443-1460, 2015.

SATYANARAYANA, K. G.; MARIANO, A. B.; VARGAS, J. V. C. A review on microalgae, a versatile source for sustainable energy and materials. *International Journal of energy research*, v. 35, n. 4, p. 291-311, 2011.

SHARMA, Kalpesh K.; SCHUHMANN, Holger; SCHENK, Peer M. High lipid induction in microalgae for biodiesel production. *Energies*, v. 5, n. 5, p. 1532-1553, 2012.

TING, Han et al. Progress in microalgae cultivation photobioreactors and applications in wastewater treatment: A review. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, v. 10, n. 1, p. 1-29, 2017.

WU, Li Fen et al. The feasibility of biodiesel production by microalgae using industrial wastewater. *Bioresource Technology*, v. 113, p. 14-18, 2012.

YANG, Il-Seung et al. Cultivation and harvesting of microalgae in photobioreactor for biodiesel production and simultaneous nutrient removal. *Energy Conversion and Management*, v. 117, p. 54-62, 2016.