

Eixo Temático ET-03-008 - Meio Ambiente e Recursos Naturais

## **RIOS EUTROFIZADOS COMO FONTE DE OBTENÇÃO DE BIOMASSA PARA A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS**

Sara Almeida Figueiredo<sup>1</sup>, Elaine Costa Almeida Barbosa<sup>2</sup>,  
Riuzuani Michelle B. Pedrosa Lopes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Ambiental, Aluna da Pós graduação em Energias Alternativas e Renováveis CEAR/UFPB;

<sup>2</sup>Geógrafa, Aluna da Pós graduação em Energias Alternativas e Renováveis CEAR/UFPB;

<sup>3</sup>Professora/ Doutora/Orientadora da Pós graduação em Energias Alternativas e Renováveis CEAR/UFPB.

### **RESUMO**

O elevado crescimento populacional observado nas últimas décadas tem levado a um aumento das pressões sobre o meio ambiente, seja pelos maiores níveis de poluição ou pela maior demanda por recursos naturais. Os recursos hídricos e os combustíveis estão no centro dessas questões, devido ao alto valor que possuem para a manutenção da sociedade humana. Esses dois recursos, no entanto, sofrem com graves ameaças de escassez, tanto pelo seu consumo excessivo como pela degradação causada pelo homem. As algas tem um papel importante na vida aquática, mas podem se tornar um problema por sua alta taxa de proliferação quando associadas a elevados níveis de poluição. Nos últimos anos, contudo, o potencial desses organismos para a produção de biocombustíveis tem sido bastante discutido como alternativa ao cultivo de grãos como a soja, por exemplo, que demandam grandes áreas. Dessa forma, esse estudo propõe o aproveitamento de algas provenientes de rios eutrofizados como insumo para biocombustíveis e alternativa para a despoluição de corpos hídricos.

**Palavras-chave:** Algas; Eutrofização; Recursos naturais; Aproveitamento.

### **INTRODUÇÃO**

A produção de biocombustíveis, apesar de mais frequentemente discutida na atualidade, já percorreu um longo caminho no seu desenvolvimento. Datam da década de 1920 as primeiras pesquisas brasileiras para a produção de combustíveis a partir de óleos vegetais (FERNANDES *et al.*, 2015). Por volta do mesmo período, no início da década de 1930, já era obrigatória a adição de álcool à gasolina, com a intenção de reduzir seus danos à atmosfera (RODRIGUES, 2010). No entanto, foi na década de 1970, com as crises envolvendo a exploração e venda do petróleo, que os combustíveis alternativos ganharam mais destaque e incentivo, adquirindo ainda mais força nos anos 2000, com o maior desenvolvimento tecnológico na produção desses combustíveis e o recrudescimento das preocupações com o meio ambiente.

Com a regulamentação, em 2005, do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), no intuito de organizar a cadeia produtiva desse biocombustível e impulsionar a sua produção (GALVÃO *et al.*, 2016), passou-se a investigar a obtenção de biodiesel a partir de diferentes fontes, como os óleos vegetais, as gorduras animais e até mesmo os resíduos de óleo usado em frituras, sendo o óleo de soja o principal insumo (BEN, 2017). No entanto, questões como a demanda por grandes áreas para o plantio da soja, que geram conflitos quanto ao uso e destinação do solo, trouxeram questionamentos em relação à sustentabilidade desse bio-óleo.

Nesse sentido, o uso de algas e microalgas como recurso energético para a produção de biocombustíveis tem ganhado grande espaço nos últimos anos (SILVA *et al.*, 2015) principalmente como alternativa e possível solução para os problemas mencionados da

produção de biodiesel a partir de grãos como a soja, que ainda representam a principal fonte de obtenção de bio-óleos no país.

O cultivo de algas para a produção de biocombustíveis dá-se comumente em tanques sob condições controladas ou, ainda, em estações de tratamento de esgotos, onde essas algas são utilizadas como recurso para a purificação da água. Entretanto, o Brasil possui uma grande quantidade de rios urbanos afetados pela poluição hídrica, nos quais diversas espécies de algas crescem naturalmente e de forma descontrolada, gerando o problema ambiental chamado de eutrofização. Dessa forma, esse artigo se propõe a analisar a produção de biocombustíveis usando como fonte as algas retiradas de rios sob processo de eutrofização.

## **OBJETIVO**

Esse trabalho tem como objetivo propor e avaliar o aproveitamento de algas provenientes de rios eutrofizados como uma alternativa para a produção de biocombustíveis, através de um levantamento bibliográfico sobre o potencial desses organismos para o setor energético.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho trata-se de um levantamento bibliográfico, tendo como objeto de estudo os biocombustíveis produzidos a partir de algas retiradas de rios urbanos eutrofizados. Foram utilizados como bases de dados artigos científicos, teses e dissertações na área em questão, além de documentos oficiais emitidos por órgãos do setor energético. O acesso a esses dados se deu através de plataformas de busca como os Periódicos Capes e o Google Acadêmico. O estudo proposto pode ser caracterizado como uma revisão integrativa, uma vez que aborda trabalhos experimentais e não experimentais para gerar um panorama do objeto a ser estudado (SOUZA et al., 2010).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **As Algas e o Processo de Eutrofização**

O elevado crescimento urbano nas últimas décadas representa uma intensificação das demandas sobre o meio ambiente dessas regiões com alto índice populacional. Os recursos hídricos estão entre os mais afetados, uma vez que são essenciais aos diversos setores da sociedade, seja agricultura, indústria ou consumo humano. Todos esses usos afetam não só a quantidade, mas também a qualidade das águas superficiais, através do despejo de esgotos e fertilizantes, por exemplo, gerando e/ou intensificando o processo de eutrofização. Esse processo pode ser definido como o aumento da quantidade de nutrientes na água, especialmente nitrogênio e fósforo, que servem de subsídio para o crescimento de biomassa aquática (FERREIRA et al., 2015), e a sua ocorrência descontrolada tem se tornado um problema na maior parte dos centros urbanos do país.

Dentre algumas das consequências negativas decorrentes da eutrofização de corpos hídricos, podem ser citados os prejuízos ao abastecimento de água, o impedimento da recreação aquática e da pesca, e a morte de organismos pelo elevado consumo de oxigênio por parte das algas, criando zonas anóxicas no ambiente aquático (CHISLOCK et al., 2013).

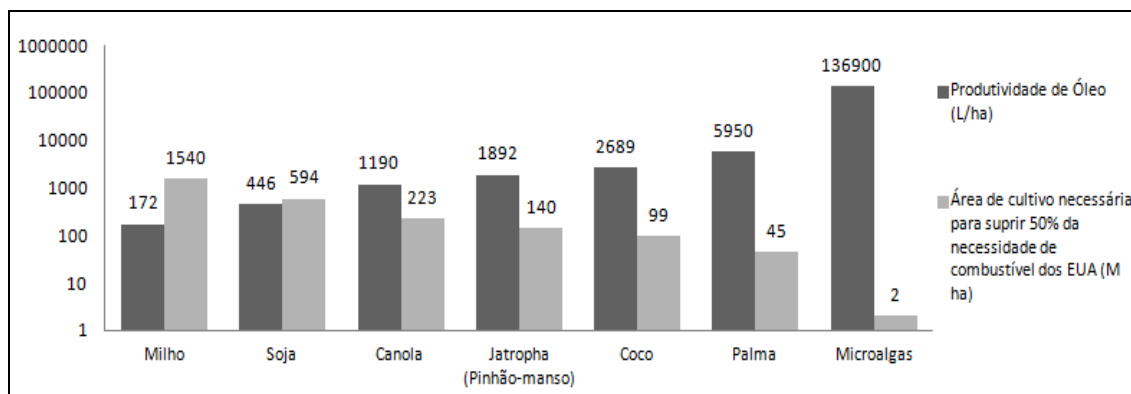
De certa forma, as algas atuam na purificação da água, uma vez que possuem a capacidade de extrair poluentes e consomem os nutrientes advindos de despejos inadequados. No entanto, a alta disponibilidade de nutrientes gera um crescimento desordenado desses organismos, provocando o problema da eutrofização e seus efeitos adversos. Dentre as possíveis soluções para essa questão estão a limitação dos nutrientes disponíveis bem como a colheita e reaproveitamento das algas.

### **Algas como recurso energético**

Como já mencionado, o uso de algas para a produção de biocombustíveis começou a se destacar quando ficaram mais evidentes os prejuízos relacionados à produção de oleaginosas em larga escala. As vantagens da biomassa aquática como recurso energético, no entanto, vão além

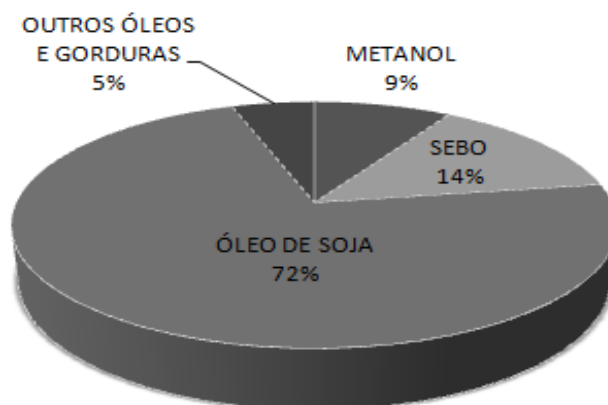
da não necessidade de grandes áreas de cultivo, tendo em vista que, em climas tropicais como o da maior parte do Brasil, não apresentam sazonalidade na sua produção e que a sua eficiência fotossintética é em torno de 30% mais elevada quando comparada à da biomassa terrestre, o que representa maior fixação de CO<sub>2</sub> e maior taxa de produtividade (ARESTA et al., 2005).

Além disso, Chist (2007) realizou um estudo sobre a obtenção de biodiesel a partir de microalgas, identificando uma produtividade de óleo por hectare cultivado desses organismos até 99% maior quando comparados à soja, por exemplo (Figura 1).



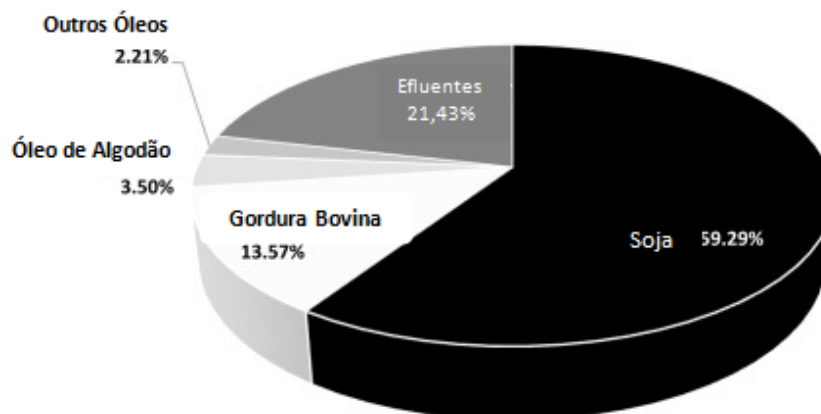
**Figura 1.** Produtividade das culturas de biodiesel. **Fonte:** Adaptado de Chist (2007)

Ademais, Mutton et al. (2015) atingiu uma produção de 0,18 m<sup>3</sup>/dia de biogás através da digestão anaeróbica da vinhaça da cana de açúcar por macrófitas aquáticas, indicando mais uma possibilidade de obtenção de biocombustíveis a partir de algas. No entanto, retornando ao exemplo do biodiesel, de acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN, 2017) os grãos de soja ainda representaram 72% dos insumos utilizados para a produção do total de 3.010.660 tep (toneladas equivalentes de petróleo) desse bio-óleo no Brasil em 2016 (Figura 2).



**Figura 2.** Insumos utilizados para a produção de biodiesel no Brasil. **Fonte:** Adaptado de BEN, 2017.

Contudo, algumas barreiras ainda são observadas no cultivo de biomassa algal para a produção de biocombustíveis, como o seu elevado consumo de água e nutrientes, por exemplo. O uso de águas residuárias como substrato para o cultivo de algas tem se mostrado uma boa solução para esse problema. Com base em dados de 2012, relacionados à produção de biodiesel no Brasil, Kligerman e Bouwer (2015) estimaram que se apenas 40% dos efluentes municipais do Brasil fossem tratados à base de algas, a produção nacional de biodiesel poderia atingir os 14 milhões de m<sup>3</sup> em comparação aos 11 milhões de m<sup>3</sup> produzidos naquele ano. Além disso, os grãos de soja se reduziram a 59,29 % dos insumos utilizados (Figura 3). A inclusão dos rios urbanos como fonte de biomassa aquática poderia, então, representar um bom incremento a essa produção e à limitação do uso da soja.



**Figura 3.** Estimativa dos insumos consumidos para a produção de biodiesel no Brasil, considerando o uso de águas residuárias. **Fonte:** Adaptado de Kligerman e Bouwer (2015).

Outro desafio mencionado em relação ao cultivo de algas em larga escala para a produção de biocombustíveis é o seu alto custo. Esse fator é destacado principalmente quando se trata da etapa de colheita da biomassa, no caso do cultivo de microalgas. Azeredo (2012) realizou um estudo comparativo dos dois métodos mais difundidos para cultivo em larga escala desses organismos, o das lagoas abertas (Raceway Pounds) e o dos fotobiorreatores tubulares fechados, e identificou custos de produção de médio a alto nos dois métodos. A obtenção de algas em ambientes naturais, como o caso dos rios eutrofizados, pode ser vista como um complemento a essa produção e possível redução de custos. Em relação à etapa de colheita, uma alternativa para diminuição dos custos é o uso de espécies de macrófitas flutuantes, cuja colheita é bastante simplificada em relação à das microalgas. Estudos comparativos quanto à produção de biodiesel a partir das diferentes espécies de macrófitas encontradas nos rios urbanos frente àquele produzido a partir das microalgas e de outros insumos ainda são escassos, entretanto, as macroalgas aquáticas – em especial o aguapé, abundante em todo o país - tem sido destinadas a usos energéticos diversos, como a produção de biogás, gás de síntese (syngas), briquetes para combustão direta, etanol celulósico, entre outros (EMBRAPA, 2013).

De acordo com um estudo da Embrapa (2013), apenas 0,5% do total de biomassa proveniente do crescimento natural de macrófitas aquáticas na região do Pantanal, que é em torno de 240 milhões de toneladas de massa seca por ano, poderia manter por sete meses unidades de pirólise rápida com capacidade de processamento de duas toneladas de massa seca por dia. Esse mesmo estudo identifica alguns desafios para o aproveitamento da biomassa de ocorrência natural, sendo o principal deles o fato de suas fontes se encontrarem dispersas, o que dificulta a obtenção de dados de disponibilidade e localização, e também o seu transporte e fornecimento em escala industrial.

Apesar desses desafios, é evidente que o potencial de aproveitamento da biomassa aflorada naturalmente nos ambientes aquáticos é alto e, no caso dos rios urbanos eutrofizados, representa uma forma de controle ambiental e recuperação dos recursos hídricos afetados pela poluição dos centros urbanos.

## CONCLUSÃO

A biomassa vem se destacando como uma das principais soluções técnicas para os problemas ambientais relacionados à produção energética, e os cenários apontam ainda um maior crescimento da sua participação na matriz energética mundial (GOLDEMBERG; LUCON, 2008). Isso se deve, em parte, à ampla disponibilidade desse recurso e às diversas formas em que pode ser aproveitado. As algas se apresentam como uma fonte de biomassa para obtenção de biocombustíveis com impactos ambientais ainda mais reduzidos, quando comparadas a outras fontes mais difundidas e exploradas, como a soja, por exemplo. Sua

ocorrência natural em abundância no Brasil pode ser vista como mais um fator de incentivo ao seu aproveitamento, representando também um benefício ambiental do ponto de vista dos recursos hídricos, uma vez que grande parte dessa floração ocorre como parte do processo de eutrofização de corpos hídricos afetados pela poluição.

## REFERÊNCIAS

ARESTA, M.; DIBENEDETTO, A.; BARBERIO, G. Utilization of macro-algae for enhanced CO<sub>2</sub> fixation and biofuels production: development of a computing software for an LCA study. 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2005.01.016>>. Acesso em: 20 Nov. 2017.

AZEVEDO, V. B. S. **Produção de biodiesel a partir do cultivo de microalgas**: estimativa de custos e perspectivas para o Brasil. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. UFRJ: COPPE, 2012.

BEN - Balanço Energético Nacional. **Relatório final 2017**. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4117038/mod\\_resource/content/1/QFL1601%20-%20Aula%204%20v.2017.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4117038/mod_resource/content/1/QFL1601%20-%20Aula%204%20v.2017.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2017.

CHISLOCK, M. F.; DOSTER, E.; ZITOMER, R. A.; WILSON, A. E. Eutrophication: causes, consequences, and controls in aquatic ecosystems. **Nature Education Knowledge**, v. 4, n. 4, p. 10, 2013. Disponível em: <<https://www-nature.ez15.periodicos.capes.gov.br/scitable/knowledge/library/eutrophication-causes-consequences-and-controls-in-aquatic-102364466>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

CHIST, Y. Biodiesel from microalgae. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975007000262>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Aproveitamento de espécies nativas e seus coprodutos no contexto de biorrefinaria**. Brasília: Embrapa, 2013. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/974421/1/doc14FINAL.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

FERNANDES, M. F.; SILVA, M. S.; LIMA, A. M. F.; ROCHA, A. M.; SOARES, P. M.; KONISHI, F. Biodiesel no mundo e no Brasil: situação atual e cenários futuros. In: Congresso sobre geração distribuída e energia no meio rural. 2015. São Paulo. 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural: USP. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/agrener2015/sites/default/files/tematica1/734.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

FERREIRA, C. S.; CUNHA-SANTINO, M. B.; BIANCHINI JÚNIOR, I. Eutrofização: aspectos conceituais, usos da água e diretrizes para a gestão ambiental. 2015. Disponível em: <<http://sustenere.co/journals/index.php/rca/article/view/SPC2179-6858.2015.001.0006>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

GALVÃO, M. V.; OLIVEIRA, A. R.; BATOSTELLA FILHO, F.; PUGLIESE, L. **O Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel e a Agricultura Familiar**. 2016. Disponível em: <<http://www.citec.fatecjab.edu.br/index.php/files/article/view/1072>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: EDUSP, 2008.

KLIGERMAN, D. C.; BOUWER, E. J. **Prospects for biodiesel production from algae-based wastewater treatment in Brazil**: a review. 2015. Disponível em: <[https://econpapers.repec.org/article/eeerensus/v\\_3a52\\_3ay\\_3a2015\\_3ai\\_3ac\\_3ap\\_3a1834-1846.htm](https://econpapers.repec.org/article/eeerensus/v_3a52_3ay_3a2015_3ai_3ac_3ap_3a1834-1846.htm)>. Acesso em: 17 nov. 2017.

MUTTON, M. L. Z.; SOUZA, A. S. T.; FUZZATTO, F. C.; DUDA, R. M.; OLIVEIRA, R. A. Uso de *Azolla caroliniana* para produção de biogás. 2015. Disponível em: <<http://citec.fatecjab.edu.br/index.php/files/article/view/595>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

RODRIGUES, L. D. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis**: Impactos Ambientais e o Zoneamento Agroecológico como Ferramenta para Mitigação. 2010. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental) – Faculdade de Engenharia,

Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010. Disponível em: <<http://atividadarural.com.br/artigos/5601927a79cad.pdf>> Acesso em: 19 Nov. 2017.

SILVA, R. M. D.; BACHOLSKY, R. G.; JERONIMO, C. E. M. Produção de biodiesel por algas: integração com processos de carcinicultura. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/17784>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. C. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/eins/v8n1/pt\\_1679-4508-eins-8-1-0102](http://www.scielo.br/pdf/eins/v8n1/pt_1679-4508-eins-8-1-0102)>. Acesso em: 19 nov. 2017.