

TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTE DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL: UMA ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA

Fabiana Maestá dos Santos¹

Julia C. M. Velho²

Luciana Cristina S. H. Rezende³

Luiz Felipe M. Velho⁴

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)

Resumo

A produção e o uso de energias renováveis são cada vez mais importantes na busca pelo desenvolvimento sustentável. Nesse sentido o biodiesel contribui para o combate às mudanças climáticas. Contudo, seu processo produtivo gera um efluente industrial com elevado potencial poluidor necessitando de tratamento adequado para antes da sua disposição final. Assim, esse trabalho teve por objetivo identificar as diversas tecnologias aplicadas ao tratamento desse efluente industrial e suas respectivas eficiências na remoção de poluentes, consistindo em uma pesquisa aplicada de caráter exploratória e descritiva por meio de uma análise cienciométrica para a identificação de trabalhos científicos usando os termos de busca "*biodiesel wastewater*" OR "*biodiesel effluent*" AND "*treatment*", no campo tópico, no período de 1945 a 2019 na base de dados *Web of Science*. A análise quantitativa revelou 53 artigos publicados no período e entre esses, 36 publicações são diretamente relacionadas ao tema de tratamento de efluente de biodiesel. As publicações sobre o tema foram identificadas a partir de 2010 com ênfase para os anos de 2013, 2017 e 2019. Dentre elas os maiores números de produções científicas são do Brasil e da Tailândia. A análise qualitativa demonstrou que os processos oxidativos avançados são os métodos de tratamento mais utilizados e com maior eficiência de remoção de poluentes quando aplicados associados a outros métodos. Portanto cabe destacar a importância do tratamento adequado desse tipo de efluente a fim de evitar a poluição ambiental e os diversos métodos aplicados para esse fim que apresentam elevada eficiência visando a sustentabilidade.

Palavras-chave: Biocombustível; Efluente industrial; Processos oxidativos avançados; Remoção de poluentes; Sustentabilidade.

¹ Aluna do Curso de mestrado em Tecnologias Limpas, UniCesumar, fabiana.maesta@gmail.com.

² Aluna de graduação em Eng. Biotecnológica, UNESP ASSIS, Departamento de Biotecnologia, juliamvelho@gmail.com

³ Prof. Dra. – UNICESUMAR – PPGTL/ICETI-Maringá, lucianarezende17@gmail.com.

⁴ Prof. Dr. UNICESUMAR – PPGTL/ICETI – Maringá, luiz.velho@unicesumar.edu.br

INTRODUÇÃO

A produção e o uso de energias renováveis são cada vez mais importantes na busca pelo desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, a utilização do biodiesel é bastante indicada, visto que esse biocombustível representa uma fonte renovável de energia que permite a redução das emissões dos gases de efeito estufa (UYUMAZ, 2020).

Embora o uso do biodiesel contribua para o combate aos efeitos do aquecimento global, das mudanças climáticas, escassez de recursos naturais e ainda da poluição ambiental (ANTONIOSI; MAINTINGUER, 2016), os resíduos gerados em seu processo de fabricação despertam preocupação, tendo em vista o potencial poluidor e necessidade de tratamento do efluente industrial de forma adequada (FIRMAN et al., 2018).

Existem diferentes tipos de tratamentos para esse efluente industrial, no entanto, os métodos mais aplicados apresentam dificuldades operacionais, custos elevados e baixas eficiências de remoção de poluentes (FIRMAN et al., 2018). Dessa forma, esse trabalho tem por objetivo realizar uma análise cienciométrica sobre o tratamento de efluentes da produção do biodiesel, identificando as diversas tecnologias aplicadas ao seu tratamento e suas respectivas eficiências na remoção de poluentes, a fim de demonstrar alternativas mais eficazes e com menor custo para esse processo.

METODOLOGIA

A presente pesquisa consiste de uma análise cienciométrica sobre as principais tecnologias para o tratamento de efluente da produção de biodiesel, usando os termos de busca "*biodiesel wastewater*" OR "*biodiesel effluent*" AND "*treatment*", no campo tópico, no período de 1945 a 2019, na coleção principal da base de dados *Web of Science (WoS)*.

Os resultados foram filtrados quanto ao tipo de documento, de forma que, apenas os artigos foram analisados de forma quali-quantitativa e relacionados entre o número de publicações ao longo dos anos, seus respectivos países de origem, títulos de fonte e áreas de pesquisa do *WoS*, comparando o Brasil e mundo, bem como os tipos de tratamento mais utilizados e suas respectivas taxas de remoção de poluentes e parâmetros usados para essa avaliação por meio da análise dos resumos de cada publicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa revelou um total de 60 documentos, sendo 53 artigos, 5 artigos em anais, 3 resumos em anais e 2 revisões. Após refinamento, as análises quantitativas foram realizadas com base nos 53 artigos.

A análise da distribuição dos artigos publicados por país, evidencia Brasil e Tailândia como líderes em produção científica sobre o tema, com 17 artigos cada, responsáveis por cerca de 65% das publicações, seguidos pela Malásia, Turquia e EUA, com 4 artigos cada um (Figura 1). Tal padrão difere daquele frequentemente observado em estudos cienciométricos, os quais apontam EUA e China como principais produtores de ciência nas diversas áreas do conhecimento (SANTISTEBAN-ESPEJO et al., 2018).

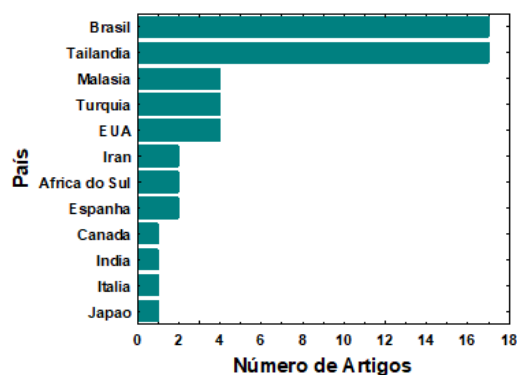


Figura 1 - Número de artigos publicados, por país, sobre tratamento de efluentes de produção de Biodiesel. Fonte: Os autores (2020) adaptado de *WoS*.

Em relação a quantidade de artigos publicados por ano, a pesquisa no Brasil (B) sobre tratamento de efluente da produção de biodiesel, segue o mesmo padrão mundial (A), com os primeiros artigos publicados por volta de 2010, sem um crescimento contínuo, com picos na produção científica nos anos de 2013, 2017 e 2019 (Figura 2).

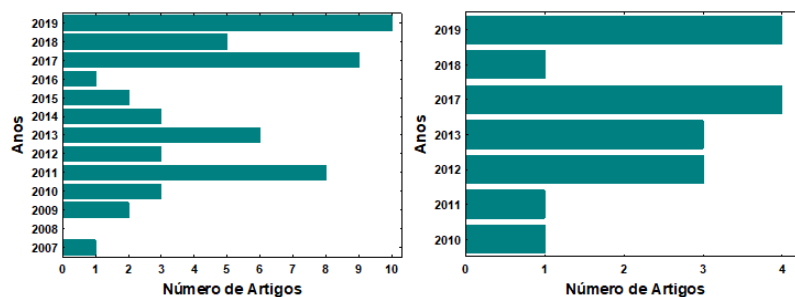


Figura 2 - Artigos publicados, por ano, sobre o tema, no mundo (A) e no Brasil (B). Fonte: Os autores (2020) adaptado de *WoS*.

Uma análise sobre as áreas de pesquisa com mais estudos realizados, mostrou que a maior parte dos artigos sobre tratamento de efluente de biodiesel publicados no mundo (A) estão relacionados às áreas “Engenharia” (39,62%), “Ciências Ambientais e Ecologia” (28,3%) e “Química” (20,75%). Já no Brasil (B), a área de pesquisa do *WoS* “Química” predomina, com cerca de 35% dos artigos publicados, seguida por “Engenharia” e “Bioquímica/Biologia Molecular” (Figura 3).

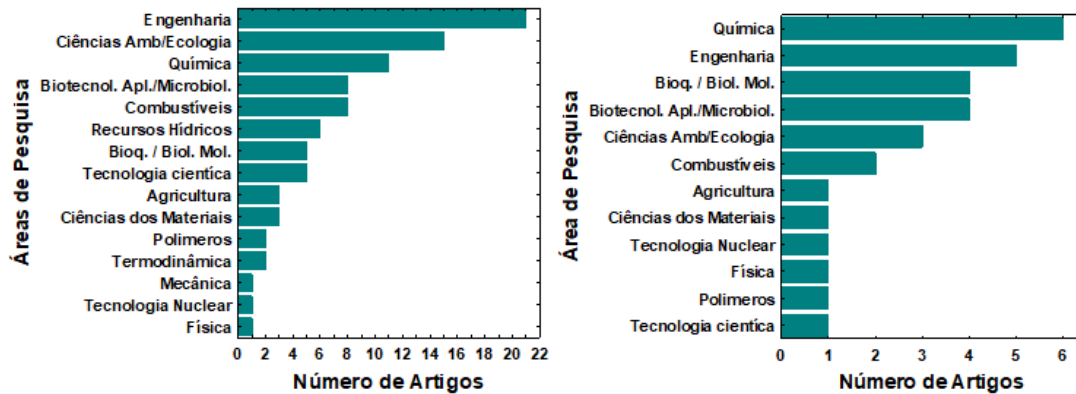


Figura 3 - Número de artigos publicados, por área de pesquisa, sobre o tema, no mundo (A) e no Brasil (B).
Fonte: Os autores (2020) adaptado de *WoS*.

A análise qualitativa revelou que 36 publicações estão diretamente relacionadas à aplicação de métodos de tratamento para verificação da remoção de poluentes do efluente da produção de biodiesel. Entre esses artigos foram descritos 20 métodos de tratamentos distintos sendo que em 50% das publicações esses métodos foram aplicados de forma isolada e nos outros 50% foram aplicados com associação de dois ou mais métodos.

Entre os métodos mais utilizados estão os processos oxidativos avançados (POAs) que foram descritos em 15 publicações, a partir de 2010, seguidos dos processos de eletrocoagulação, tratamentos biológicos, adsorção e coagulação-floculação conforme tabela 1. Os demais métodos de tratamento foram descritos em 3 ou menos artigos.

Métodos de tratamento	Ano											Total
	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	
POAs	4	2	4	1			2	1		1		15
Eletrocoagulação	2	1						1	1		1	6
Tratamento biológico	1				1		2		1	1		6
Adsorção	1		2			1	1					5
Coagulação-floculação		2	3									5

Tabela 1. Métodos de tratamento mais descritos por ano de publicação

Fonte: Os autores, 2020.

As maiores eficiências de remoção de poluentes foram descritas com o uso de métodos associados, que apresentaram remoção global de aproximadamente 85% de eficiência. Já os processos isolados apresentaram em média 74% de eficiência. Entre as publicações apenas 8 artigos apresentaram eficiências de remoção de poluentes acima de 90%, sendo que destes, apenas 1 artigo descreveu o uso de processo de tratamento isolado.

Para a análise das taxas de eficiência de remoção de poluentes de cada tipo de tratamento 16 parâmetros foram relatados, sendo que o mais representativo foi o parâmetro demanda química de oxigênio (DQO), descrito em 23 dos artigos, seguido dos parâmetros óleos e graxas em 18 artigos e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em 10 artigos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos são os métodos que podem ser aplicados para o adequado tratamento do efluente gerado pela produção de biodiesel, podendo ser usados de forma isolada ou associados entre si, sendo que, na maioria dos casos as mais elevadas eficiências de remoção de poluentes são descritas pela aplicação de métodos associados.

Dentre os métodos mais utilizados é possível destacar os POAs, tecnologias limpas capazes de elevada remoção de poluentes dos efluentes do biodiesel e representam uma importante área de pesquisa para futuras publicações. O Brasil se destaca nas pesquisas sobre o tema, fator positivo em virtude do aumento da produção de biodiesel previsto para os próximos anos, de forma que o aumento da geração de efluente necessita de tratamentos mais eficientes a fim de evitar a poluição ambiental visando a sustentabilidade desse setor.

REFERÊNCIAS

- ANTONIOSI, Luciana; MAINTINGUER, Sandra Imacula. Políticas públicas e dinâmicas de mercado aplicadas à produção de biodiesel no Brasil: uma visão do marco regulatório e do selo combustível social. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 05, 18 jan. 2016.
- FIRMAN, Leticia R. Aquel et al. Tratamiento de efluentes acuosos provenientes de la industria de biodiesel, utilizando tecnología de membranas. **Matéria (Rio J.)**, 2018, vol.23, ISSN 1517-7076.
- SANTISTEBAN-ESPEJO, Antonio et al. Global tissue engineering trends: a scientometric and evolutive study. **Tissue Engineering Part A**, v. 24, n. 19-20, p. 1504-1517, 2018.
- UYUMAZ, Ahmet. Experimental evaluation of linseed oil biodiesel/diesel fuel blends on combustion, performance and emission characteristics in a DI diesel engine. **Fuel**, v. 267, 2020.