

REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL PARA A PRODUÇÃO DE BIOHIDROGÊNIO: ESTADO DA ARTE E PERSPECTIVAS FUTURAS

Gisele Beatriz Teles Góes¹; Ana Lúcia Barbosa de Souza²; Fernando Luiz Pellegrini Pessoa²;

¹ Graduando em Engenharia Química, Bolsista PRH - ANP; gizelle385@gmail.com

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; ana.lbs@fieb.org.br

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; fernando.pessoa@fieb.org.br

RESUMO

Este estudo trata dos principais cenários ao reaproveitamento do resíduo da produção do biodiesel para obtenção de hidrogênio, a partir de uma revisão sistemática dos últimos 13 anos da literatura. Através das buscas foi possível notar o avanço exponencial para o desenvolvimento do tema, tornando-se compatível com os propósitos mundiais de descarbonização do planeta, apesar do biodiesel obter diversas vantagens, a sua produção também pode ter impactos negativos, como a geração de subprodutos como o glicerol que precisam ser gerenciados adequadamente. Nesse sentido, a produção de hidrogênio a partir do aproveitamento residual do biodiesel pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a transição para uma economia mais sustentável e de baixo carbono. A revisão encontrou cerca de 52 artigos para análise completa, mostrando que os Estados Unidos apresenta o principal mercado de pesquisa da área.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiesel; Biohidrogenio; Descarbonização; Bioprocessos; Revisão Sistemática.

1. INTRODUÇÃO

O biodiesel é um biocombustível produzido a partir de fontes renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais. O biodiesel possui cadeias carbônicas pequenas, resultado de reação de transesterificação e gerando assim como subprodutos uma mistura de ésteres de ácidos graxos e glicerol. Uma das principais vantagens do biodiesel é sua menor emissão de poluentes (especificar melhor a parte de emissão, já marquei isso em outro texto seu, se é no ciclo de vida, no processo produtivo etc) em comparação ao diesel fóssil, o que contribui para a redução do impacto ambiental. Além disso, o biodiesel pode ser produzido localmente, incentivando a agricultura e a economia regional.¹

No entanto, a produção de biodiesel também pode ter impactos negativos, como a geração de subprodutos como glicerina, que precisam ser gerenciados adequadamente. A glicerina residual, por exemplo, pode ser utilizada como fonte de carbono para a produção de biohidrogênio por meio de processos fermentativos microbianos.²

O hidrogênio é considerado uma fonte energética limpa e reativa, onde sua combustão é gerada pelo vapor de água apresentando um conteúdo energético de até 2,5 vezes os combustíveis fósseis. A utilização de resíduos do biodiesel para a produção do hidrogênio se torna uma alternativa promissora resultando em uma utilização mais eficiente e sustentável dos recursos. A produção de hidrogênio a partir do aproveitamento residual do biodiesel pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a transição para uma economia mais sustentável e de baixo carbono. No entanto, é importante considerar a viabilidade técnica e econômica desse processo, bem como os impactos ambientais associados à produção em larga escala de biocombustíveis.³

A utilização da fermentação anaeróbia combinada com etapas independentes de acidogênese e metanogênese pode ser uma opção atrativa para tratar os efluentes gerados na produção de biodiesel e aproveitar a glicerina bruta. O principal objetivo desta abordagem é produzir bioenergia na forma de hidrogênio, etanol e metano.⁴

O objetivo deste trabalho é analisar acerca do reaproveitamento do resíduo da produção de biodiesel para a produção de biohidrogênio por meio de uma revisão sistemática da literatura que está sendo utilizada nos últimos 13 anos (2010-2023).

2. METODOLOGIA

Para a pesquisa, utilizou-se o método da revisão sistemática onde é conduzida de acordo com um planejamento previamente definido. O planejamento é o ponto de partida para a revisão, cujos pontos principais são a definição de uma ou mais questões de pesquisa e dos métodos que serão empregados para conduzir a revisão, incluindo seleção de fontes para buscas, utilizando os seguintes passos:

1. Seleção dos Artigos e Patentes

A triagem inicial utilizou a combinação de palavras chaves "hidrogênio" "efluentes" "glicerol" "glicerina" "efluentes do biodiesel" "produção de hidrogênio" para a seleção dos artigos. Restringindo as pesquisas de acordo com o Ano (2010-2023) e Área Tecnológica .

2. Busca e Seleção Bibliográficas;

As ferramentas norteadoras utilizadas foram materiais já publicados sobre o tema foram a partir de artigos científicos, publicações periódicas e materiais na Internet disponíveis nos seguintes bancos de dados: SCIELO, Periódico CAPES, plataforma DEWERT e Lens.

3. Interpretação dos Resultados;

Para a Interpretação dos resultados foi realizado uma análise crítica e sistemática dos relatórios gerados pela plataforma.

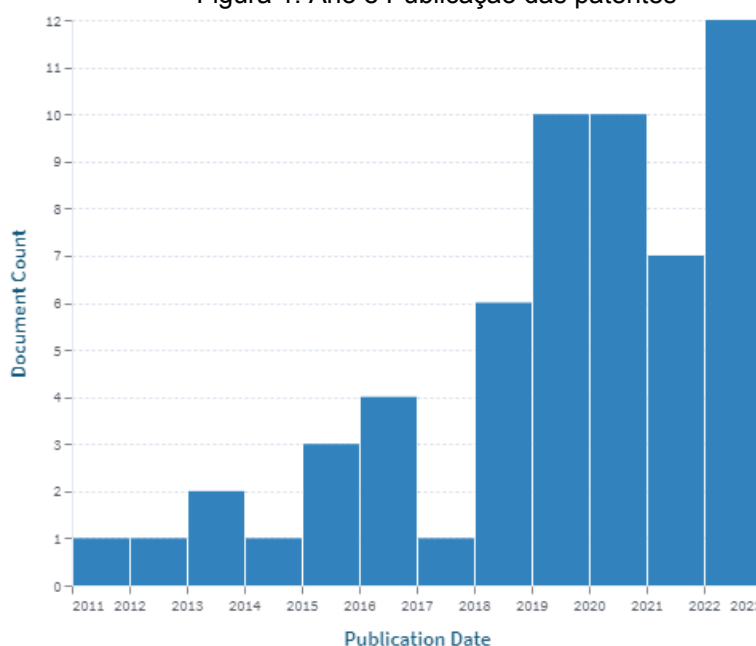
4. Conclusões;

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização extensiva do biodiesel resultou em um dano irreparável ao meio ambiente, levando a uma geração de efluentes que ainda são recebidos tratamento adequado.³ Foram encontrados cerca de 83 registros de patentes, durante o período configurado. Durante a triagem inicial, levando-se em conta a exclusão dos artigos por análise do tema e resumo que não estavam em concordância com a proposta do estudo além de serem patentes em status "inativos", "pendentes" ou "descontinuadas", restando assim uma parcela de 52 publicações para análise do conteúdo completo

Dessa forma, na Figura 1, é possível relacionar o número de publicações de acordo com os anos, considerando os resultados obtidos na pesquisa inicial do banco de dados. Onde é possível perceber que entre as 52 patentes encontradas, existe uma tendência favorável a partir de 2018, devido ao aumento da abordagem, vantagens sustentáveis, sociais e tecnológicas do sistema, isso ocorre devido a mudança do perfil na indústria, sendo justificada pelo propósito de descarbonização mundial até 2050, e aumento dos créditos de carbonos para a indústria.⁵

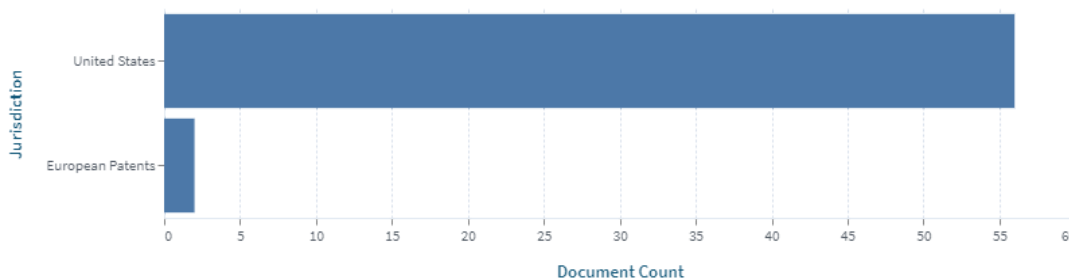
Figura 1. Ano e Publicação das patentes



Fonte: Autor

Um aspecto interessante a ser considerado durante a fase de mapeamento é a relação entre os países e seu envolvimento em relação à quantidade de artigos produzidos, onde é possível analisar os cenários mais eficientes no âmbito ambiental e econômico, podemos obter uma interpretação potencial para identificar países de referência a partir dessas evidências acadêmicas como apresentado na Figura 2

Figura 2. Países em relação ao número de patentes



Fonte: Autor

Foi possível identificar que os Estados Unidos foi o principal país envolvido na exploração do tema, indicando os mercados mais promissores e competitivos no desenvolvimento de tecnologias para produção de hidrogênio a partir de efluentes do biodiesel. Maiores investimentos e pesquisas na área de desenvolvimento de energia, com metas aceleradas devido à corrida industrial por conta do aumento das demandas de produtos, tendo como fundamentação o propósito da economia verde.⁶

Dentre as patentes selecionadas, foi possível destacar o trabalho da depositante “US 10301652 B2” publicado em 2016 para o “Processo de Produção de Hidrogênio a Partir do Glicerol”. O qual utilizam o processo de Fermentação do Glicerol Bruto a partir de biorreatores, compreendendo a etapa introdução de um volume de glicerol em uma mistura de fermentação que compreende um meio de fermentação composto de glicerol bruto e microrganismos produtores de hidrogênio sob uma condição de produção fermentativa de hidrogênio. Esses resíduos podem ser aproveitados para produzir biohidrogênio por meio de processos de fermentação anaeróbia, que utilizam microrganismos para converter os resíduos em gás hidrogênio. Os microrganismos utilizados nos presentes artigos foram a cultura das bactérias *E.aerogenes* e *C. butyricum*, a partir de condições controladas, resultando em uma perda de biomassa mínima e uma alta produção de hidrogênio.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, a revisão sistemática é uma excelente metodologia para conseguir estabelecer relações entre os resultados mostrados através de uma visão crítica e bem estruturada. Os resultados indicam que o uso de resíduos de biodiesel para produzir biohidrogênio é uma alternativa promissora, uma vez que não só reduz os impactos ambientais dos resíduos, mas também gera um combustível limpo e renovável. A análise de patentes relacionadas ao Aproveitamento de Residual do Biodiesel para a Produção do Hidrogênio revelou ser uma tendência crescente de publicações, tendo como os Estados Unidos um mercado promissor e competitivo no desenvolvimento de tecnologias para a produção.

No entanto, a pesquisa ainda enfrenta desafios, como a busca por microrganismos mais eficientes na conversão de resíduos em biohidrogênio e a otimização dos processos de fermentação. Além disso, é necessário avaliar a viabilidade econômica da produção de biohidrogênio a partir de resíduos de biodiesel em larga escala. As perspectivas futuras indicam que o aproveitamento de resíduos da produção de biodiesel para a produção de biohidrogênio tem potencial para ser uma importante fonte de energia renovável no futuro

5. REFERÊNCIAS

- ¹ CIRIMINNA, R., PINA, C. DELLA, ROSSI, M., & PAGLIARO, M. (2014). Understanding the glycerol market. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 116, n. 10, p. 1432–1439
- ² SHARON, R., MAT, R., TUAN ABDULLAH, T. A., & RAHMAN, R. A. (2018). Overview on utilization of biodiesel by-product for biohydrogen production. *Journal of Cleaner Production*, v. 172, p. 314–324.
- ³ FAERMAN, H.;FREIRE, W. Brasil pode ser hub de exportação de hidrogênio, *Canal Energia*, Set, 2020.
- ⁴ LUO, G. et al. Enhancement of bioenergy production from organic wastes by two-stage anaerobic hydrogen and methane production process. *Bioresource Technology*, v. 102, n. 18, p. 8700–8706, 2011
- ⁵ MARQUES, F. FAPESP estimulou as atividades de pesquisa em 2021 enquanto a sociedade se recuperava da pandemia. *Pesquisa Fapesp*, 2022. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/fapesp-estimulou-as-atividades-de-pesquisa-em-2021-enquanto-a-sociedade-se-recuperava-da-pandemia/>>. Acesso em 04 de outubro de 2022.
- ⁶ AMOROSO, Inara. Hidrogênio: Combustível do Futuro. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, vol. 20, núm. 2, 2016, pp.122-126 Kroton Educacional S.A. Campo Grande, Brasil