

O IMPACTO DO BIODIESEL NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NO COMÉRCIO EXTERIOR

THE IMPACT OF BIODIESEL ON THE ENERGY TRANSITION: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN FOREIGN TRADE

Giovanna Barros Souza¹; Jaqueline Bosi Martiniano²; Osvaldo Esteves Sobrinho³.

RESUMO

Fontes vegetais como soja, milho, girassol, algodão e palma, além de óleos residuais e gorduras animais, são ingredientes que carregam o potencial de impulsionar a produção de um combustível renovável: o biodiesel. Em um cenário global de busca por alternativas sustentáveis e por uma transição energética que minimize os impactos ambientais, o biodiesel emerge como uma solução promissora. No Brasil, a demanda crescente por energia limpa, aliada à abundância de recursos naturais, colocou o país entre os principais produtores desse combustível renovável. No entanto, a jornada para consolidar o biodiesel como uma alternativa viável ao diesel fóssil envolve desafios consideráveis. Dificuldades logísticas, custos de produção elevados e a dependência de poucas matérias-primas são apenas alguns dos obstáculos que se colocam no caminho. Este artigo explora o papel do biodiesel na matriz energética brasileira, analisando os desafios e as oportunidades para o país se estabelecer como líder global em exportação de biodiesel. Com políticas estratégicas e inovação tecnológica, o Brasil busca equilibrar sustentabilidade e competitividade, enfrentando os desafios da transição energética em um mercado internacional cada vez mais exigente.

Palavras-chave: Biodiesel; Exportações; Renováveis; Combustíveis

ABSTRACT

Vegetable sources such as soy, corn, sunflower, cotton, and palm, as well as residual oils and animal fats, hold the potential to drive the production of a renewable fuel: biodiesel. In a global context that seeks sustainable alternatives and an energy transition that minimizes environmental impacts, biodiesel emerges as a promising solution. In Brazil, the growing demand for clean energy, coupled with an abundance of natural resources, has positioned the country among the leading producers of this renewable fuel. However, the journey to consolidate biodiesel as a viable alternative to fossil diesel faces considerable challenges. Logistical difficulties, high production costs, and reliance on a few raw materials are just some of the obstacles in the way. This article explores biodiesel's role in Brazil's energy matrix, analyzing the challenges and opportunities for the country to establish itself as a global leader in biodiesel exports. Through strategic policies and technological innovation, Brazil aims to balance sustainability and

¹ Discente da Fatec Zona Leste. E-mail: giovanna.souza22@fatec.sp.gov.br

² Discente da Fatec Zona Leste. E-mail: jaqueline.martiniano@fatec.sp.gov.br

³ Docente da Fatec Zona Leste. E-mail: osvaldo.sobrinho@fatec.sp.gov.br

competitiveness, addressing the challenges of the energy transition in an increasingly demanding international market.

Keywords: Biodiesel; Exports; Renewables; Fuels

INTRODUÇÃO

A transição energética busca reduzir as emissões de gases de efeito estufa e mitigar os impactos das mudanças climáticas, através de fontes de energia sustentáveis. Nesse contexto, o biodiesel emerge como uma alternativa promissora, especialmente em países como o Brasil, cuja matriz energética, segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), aumentou a participação das fontes renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE) para 49,1% em 2023

Atualmente, o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de biodiesel, com exportações de USD 129.966.798 em 2023, segundo dados do COMEXSTAT. Além disso apresenta condições favoráveis para ampliar sua participação no comércio internacional de energias renováveis devido sua alta disponibilidade de matéria-prima. No entanto, existem desafios significativos relacionados à logística, transporte, concorrência e políticas que podem impactar as exportações brasileiras.

A principal questão norteadora deste estudo é evidenciar os desafios e potencialidades do Brasil para liderar o mercado internacional de biocombustíveis no cenário da transição energética. Este trabalho adotará uma abordagem mista, combinando dados quantitativos e qualitativos, de modo a analisar a produção e exportação de biodiesel no Brasil, bem como os dificuldades e oportunidades que emergem nesse setor.

A expectativa é que este estudo contribua para o fortalecimento do setor de biodiesel no Brasil. Ademais, espera-se que os resultados obtenham relevância prática ao oferecer recomendações estratégicas para ampliar a competitividade brasileira no comércio exterior, alinhando o país aos objetivos globais de sustentabilidade com transição energética.

Transição energética

A transição energética refere-se à mudança do uso de combustíveis fósseis, como petróleo e carvão, para fontes renováveis de energia e produtos de baixo carbono, como os biocombustíveis. Segundo a Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA), a transição energética contemporânea tem como principal eixo a transformação de um sistema energético global fortemente dependente dos combustíveis fósseis para outro de zero emissões.

Espera-se a consolidação desse novo regime na segunda metade do presente século, isto no bojo das tentativas globais para limitar as mudanças climáticas causadas principalmente pelas emissões de CO₂ de origem antrópico (IRENA, 2022)

O ano de 2020 marcou um ponto de inflexão no setor energético global, impulsionado pelas alterações socioeconômicas decorrentes da pandemia de Covid-19. De acordo com estudos da Agência Internacional de Energia (AIE) a geração de eletricidade global em 2020 bateu recorde da parcela renovável, principalmente eólica e solar, com crescimento de 12% e 23%, respectivamente, combinado com uma redução da demanda de eletricidade, diminuiu a participação dos combustíveis fósseis e nucleares; como consequência, a contribuição das fontes não renováveis diminuiu mais de 3%

Na América do Sul, países como Uruguai, Chile e Brasil destacam-se pela escalada de inserção de fontes renováveis não convencionais (UDOP, 2021).

Características do biodiesel

O biodiesel é uma alternativa energética renovável e sustentável ao diesel fóssil, contribuindo para a redução de emissões de gases de efeito estufa. De acordo com o Argonne National Laboratory e o California Air Resources Board (CARB), o uso do biodiesel puro (B100) pode reduzir essas emissões em até 74%, pois o CO₂ é parcialmente absorvido pelas plantas utilizadas na produção, criando um ciclo quase neutro de carbono. Além disso, o biodiesel é compatível com filtros e catalisadores modernos que minimizam a emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x), especialmente em motores pós-2010 certificados pelo CARB (NTDEs).

No Brasil, o biodiesel é produzido principalmente a partir de fontes vegetais como soja, milho, girassol, algodão e palma, além de óleos residuais e gorduras animais, conforme listado na tabela 1. Em 2023, o país produziu 7,5 bilhões de litros de biodiesel, com uma adição obrigatória de 12% no diesel fóssil, consolidando o Brasil como um dos maiores produtores globais (EPE, 2024). O biodiesel também oferece benefícios econômicos, reduzindo a dependência de petróleo importado e gerando empregos no setor agrícola, fortalecendo a economia regional e combatendo o êxodo rural (EMBRAPA, 2024).

Tabela 1 - Insumos utilizados na produção de biodiesel em 2022

Descrição	Unidade	2022
Total	m³	7.136.596,00
Metanol	m³	711.465,00
Óleo de Soja	m³	4.225.399,00
Óleo de Palma	m³	137.536,00
Óleo de Algodão	m³	77.756,00
Óleo de Amendoim	m³	
Óleo de Nabo Forrageiro	m³	
Óleo de Girasol	m³	
Óleo de Mamona	m³	
Óleo de Sésamo	m³	12.542,00
Óleo de Canola	m³	3.073,00
Sebo	m³	509.770,00
Outros Materiais Graxos	m³	1.041.714,00
Gordura de Frango	m³	76.018,00
Gordura de Porco	m³	192.382,00
Óleo de Fritura Usado	m³	148.377,00
Total de Insumos	tep	5.266.816,00

Fonte: Ministério de Minas e Energia (2022)

Na tabela 1 podemos observar os principais insumos utilizados na produção de biodiesel no Brasil em 2022, destacando o óleo de soja como a matéria-prima mais utilizada, representando mais da metade do volume total, com 4.225.399 m³. O metanol também tem papel fundamental, com 711.465 m³, essencial para o processo de transesterificação. Outros insumos como óleo de palma, sebo e outros materiais graxos somam contribuições importantes para a produção nacional. A diversificação das matérias-primas, incluindo óleos vegetais e gorduras animais, permite ao Brasil manter a produção de biodiesel sustentável e reduzir a dependência de insumos externos, promovendo um melhor aproveitamento dos recursos locais e resíduos industriais.

Utilização do biodiesel

Levando em consideração que o objetivo principal do biodiesel é substituir o óleo diesel, usando-o como combustível, destaca-se a utilização em motores de caminhões, ônibus, tratores e carros, além de ser usado em motores de máquinas industriais. Outras possibilidades incluem grande parte da biomassa ser aproveitada como adubo, já que é riquíssima em nutrientes; sementes e produtos para adequação do solo também são uma alternativa, permitindo o cultivo de grande variedade de oleaginosas, graças as condições favoráveis de clima e solo.

Panorama histórico do biodiesel

O biodiesel surgiu como uma opção ao diesel derivado de combustíveis fósseis nas décadas de 1970 e 1980, impulsionado por crises do petróleo e pela demanda por diversificação

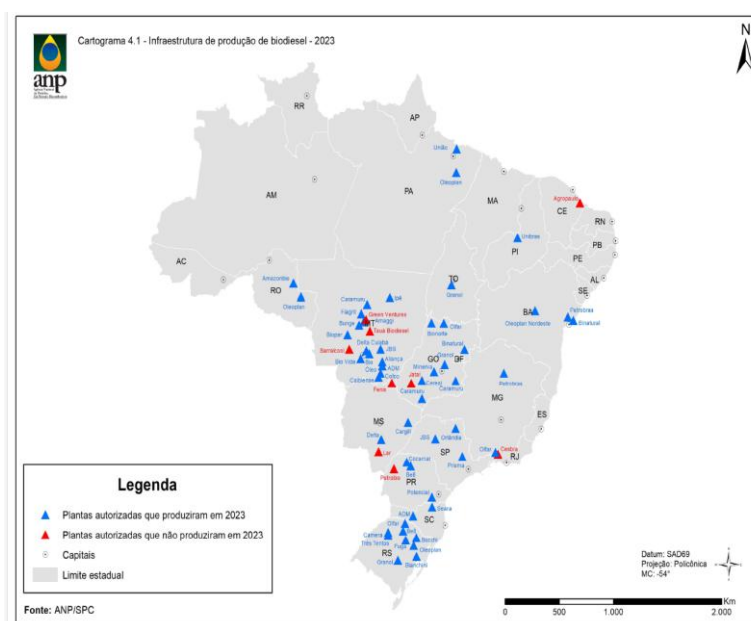
nas fontes de energia. Em 1978, os Estados Unidos produziram o primeiro biodiesel comercial a partir de óleo vegetal. Com o crescimento das preocupações ambientais e o interesse por energias renováveis, sua utilização começou a se expandir significativamente.

Na década de 2000 então, houve uma transformação significativa com a adoção de políticas públicas em diversos países, promovendo a fabricação e a utilização do biodiesel através de incentivos financeiros e regulamentações. No Brasil, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, estabelecido em 2004, desempenhou um papel crucial no desenvolvimento desse segmento. O Brasil emergiu como um dos maiores produtores, utilizando, em sua maioria, óleo de soja, além de gordura animal e óleos reciclados.

Principais regiões produtoras de biodiesel

Separado por região, encontram-se 32 usinas de biodiesel no centro-oeste, 5 no Nordeste, 7 no Norte, 8 no Sudeste e 16 no Sul (BIODIESELBR, 2024). A produção nacional superou 7,5 bilhões de litros, beneficiada pelo aumento da mistura obrigatória com diesel para 12%, em vigor desde 1º de abril de 2023. A região Sul liderou a produção, totalizando 3,1 bilhões de litros com suas condições climáticas e presença de culturas como a soja e o girassol que favorecem a produção, seguida pela região Centro-Oeste, que alcançou 3 bilhões, devido à grande produção de soja e ao incentivo de políticas públicas que promovem a utilização de biocombustíveis.

Figura 1 - Cartograma – Infraestrutura de produção de biodiesel - 2023



Fonte: ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis)

A figura 1 apresenta informações sobre a localização de plantas autorizadas que produziram biodiesel no Brasil em 2023. Os triângulos azuis representam as que estavam em operação e produziram durante o ano, enquanto os triângulos vermelhos indicam as que não registraram produção. O estado que mais possui plantas autorizadas é o Mato Grosso, apesar da região sul possuir liderança produtiva.

Referente a empresas, temos a líder nacional na produção: Be8, antes conhecida como BSBIOS, com sua sede em Passo Fundo - RS. Outras no setor, destacam-se o grupo Cargill, líderes no mercado de biodiesel, com diversas plantas de produção espalhadas pelo Brasil, a B3 (Brasil Bioenergia) que são várias empresas focadas na produção de biodiesel e biocombustíveis e com presença significativa em diferentes regiões do país.

Tabela 2 - Produção de biodiesel por regiões e produtores (m³)

MÊS	2019	2020	2021	VARIAÇÃO DO ACUMULADO NO ANO 2021/ 2020 (%) ³
Janeiro	446.508	467.596	508.608	8,8
Fevereiro	415.249	483.186	527.465	9,0
Março	462.134	550.298	642.715	11,8
Abril	464.902	439.527	630.954	19,0
Mai	448.352	481.494	541.742	17,7
Junho	461.613	540.130	527.670	14,1
Julho	495.344	603.331	560.646	10,5
Agosto	503.146	623.938	573.523	7,7
Setembro	558.524	591.634	579.618	6,5
Outubro	583.725	590.536	622.799	6,4
Novembro	539.820	556.275	529.026	5,3
Dezembro	523.472	517.236	525.895	5,0
Total do Ano	5.902.788	6.445.180	6.770.661	

Fonte: ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis)

Na figura 2 foi utilizado o filtro para todas as regiões e todos os produtores de biodiesel do país nos anos indicados.

Cenário atual do biodiesel brasileiro

O Brasil apareceu em primeiro lugar entre os países emergentes e entre todas as nações das Américas, além de terceiro colocado entre os membros do G20 (GOV, 2024). O país destaca-se como um dos líderes na transição energética, conforme apontado no relatório recente do Fórum Econômico Mundial. Avançou 12^a posições no Índice de Transição Energética (ETI), sendo o primeiro entre as nações emergentes, o líder na América. Essa conquista se deve a uma série de políticas estratégicas e investimentos voltados para o crescimento das energias renováveis. Foi enfatizado pelo Ministro de Minas e Energia Alexandre Silveira, que o

reconhecimento das ações brasileiras tem ressaltado o compromisso com uma transição energética justa e inclusiva. Destacou também a relevância de discutir os desafios de financiamento para países em desenvolvimento, propondo princípios que garantam um processo equitativo.

Para elaborar o ranking foram analisados 46 indicadores no Índice de Transição Energética (ETI) pelo Fórum Econômico Mundial, atribuindo notas de 0 a 100. O Brasil obteve 65,7 e superou potências como Estados Unidos (64), Reino Unido (65,6) e China (64,1).

O Brasil tem se destacado globalmente por sua crescente renovabilidade na matriz energética, que atingiu 49,1% no último ano conforme o Balanço Energético Nacional (BEN) 2024 elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em colaboração com o Ministério de Minas e Energia (MME). Esse índice é significativamente superior à média mundial, que é de aproximadamente 14,7%. Na matriz elétrica a participação de fontes renováveis também cresceu, alcançando 89%, enquanto a média global é de apenas 29%.

Para apoiar essa transição energética, o MME assegurou R\$60 bilhões em investimentos na expansão da infraestrutura de transmissão de energia no Brasil, resultantes de dois leilões realizados em 2023 e um no primeiro semestre de 2024. Esses projetos são essenciais para garantir a segurança energética e aumentar a capacidade instalada do Sistema Interligado Nacional (SIN). Em 2023 foi emitida a ordem de serviço para a linha de transmissão que conectará Roraima ao SIN com um investimento de R\$2,5 bilhões destinado a substituir usinas termelétricas, proporcionando uma energia mais confiável, limpa e renovável.

Mercados do biodiesel

Desde o início do ano de 2024, o Brasil exportou 64,6 mil m³ de biodiesel, com mais de 58,2% dessas exportações ocorrendo entre junho e agosto.

Tabela 3 - Exportações, importações e saldo comercial dos produtos da cadeia da soja e do biodiesel: 2022 e 2023 (em US\$ FOB)

US\$ FOB	2022 (A)	2023 (B)	$\Delta\%$ (B/A-1)
Exportação	61.280.284.575	67.556.457.911	10,24%
Biodiesel	59.697.655	129.966.798	117,71%
Farelo de soja	10.335.942.367	11.498.517.963	11,25%
Glicerol	371.623.279	158.704.610	-57,29%
Óleo de soja	3.930.089.274	2.512.762.902	-36,06%
Proteína de soja	24.392.186	11.886.211	-51,27%
Soja	46.558.539.814	53.244.619.427	14,36%
Importação	271.519.247	144.244.714	-46,87%
Biodiesel	76.535	244.139	218,99%
Farelo de soja	1.879.137	310.491	-83,48%
Glicerol	9.098.087	13.255.852	45,70%
Óleo de soja	28.526.104	22.676.387	-20,51%
Proteína de soja	32.911.513	21.269.757	-35,37%
Soja	199.027.871	86.488.088	-56,54%
Saldo	61.008.765.328	67.412.213.197	10,50%
Biodiesel	59.621.120	129.722.659	117,58%
Farelo de soja	10.334.063.230	11.498.207.472	11,27%
Glicerol	362.525.192	145.448.758	-59,88%
Óleo de soja	3.901.563.170	2.490.086.515	-36,18%
Proteína de soja	- 8.519.327	- 9.383.546	-10,14%
Soja	46.359.511.943	53.158.131.339	14,66%

Fonte: Elaborado com base nos dados da SECEX (COMEX STAT).

Como a imagem acima demonstra, as exportações de biodiesel em 2023, somaram US\$ 129.966.798.

As principais nações que receberam essas remessas de biodiesel brasileiro foram a Holanda, com 6,67 mil m³ (cerca de R\$ 38,9 milhões), e a Suíça, que importou 4,13 mil m³. Esses países europeus têm sido os principais compradores, absorvendo, ao todo, 23,6 mil m³ e 36,2 mil m³ de biocombustível produzido no Brasil este ano, o que equivale a 93% do volume total exportado até agora.

Logística de transporte do biodiesel no Brasil

O transporte do B100 é crítico na cadeia do biocombustível, pois é fundamental para manter as condições que asseguram a qualidade e a segurança necessárias para a transição energética do Brasil. Devido à sua alta susceptibilidade à contaminação, o biodiesel requer cuidados especiais durante o transporte. Segundo a National Renewable Energy Laboratory (NREL), “o B100 deve ser transportado de maneira que não leve à contaminação”, exigindo o uso de caminhões ou vagões feitos de materiais específicos, como alumínio ou aço inoxidável, e a realização de uma lavagem certificada antes de cada carregamento (NREL, 2017). Isso previne contaminações, assegurando a integridade do produto durante o transporte.

O rodoviário é o modo predominante do transporte de biodiesel, pois a maioria das rotas no Brasil ocorre entre usinas e entre estas e as 65 bases de distribuição autorizadas pela ANP, realizando cerca de 6 mil viagens mensais, esse transporte é essencial para a logística do

biocombustível. Segundo o presidente do Sindicato das Empresas Transportadoras de Combustíveis e Derivados de Petróleo do Estado de Minas Gerais, José Geraldo de Castro, “o biodiesel é algo peculiar e não é qualquer caminhão que pode transportar”, e isso se dá porque são necessários veículos-tanque especialmente projetados, que não permitam vazamentos nem contaminação. Outros obstáculos enfrentados são a má conservação das estradas e a pouca atenção dada pelas empresas distribuidoras à investimentos em estoque. Castro também afirma que “enquanto não melhorarem as condições das estradas, os acidentes vão continuar acontecendo, por mais que a gente se previna”

O setor também enfrentou uma inovação que ocorreu recentemente, já que a BSBIOS realizou o primeiro transporte ferroviário de biodiesel do Brasil. O transporte, que incluiu 91 vagões, removeu cerca de 110 caminhões da estrada, já que partiu de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, para o Porto de Paranaguá, no Paraná, exemplos.

Esse evento mostra que a ferrovia é uma alternativa ao transporte rodoviário, que pode ser mais barato e mais limpo e eficiente. Dessa forma, a logística do biodiesel no Brasil evolui para abordar os desafios da transição energética, sendo priorizado nesse caso os oferecidos a segurança transportes e a sustentabilidade. De acordo com Be8Energ a regulamentação e a inovação são essenciais para garantir que o biodiesel atenda aos mercados internacionais de maneira competitiva, o que é um grande passo para a sustentabilidade do comércio exterior brasileiro.

Incentivos ao biodiesel no Brasil

O Brasil tem adotado políticas e programas específicos para promover a produção e o uso de biodiesel que buscam o modelo de desenvolvimento sustentável e inclusão socioeconômica. A agroindústria brasileira de biodiesel beneficiou-se da aprovação de leis que procuram integrar a agricultura familiar na cadeia produtiva. Em 2024, a Comissão de Agricultura e Reforma Agrária (CRA) aprovou o Projeto de Lei 5.927/2023 o qual "incentiva o uso de matéria-prima oriunda da agricultura familiar na cadeia de biodiesel", proporcionando benefícios sociais e econômicos aos pequenos produtores (Agência Senado, 2024). Com os pequenos produtores beneficiando da projeção de políticas em escalas federais, o arcabouço tributário também reforça a competitividade do biodiesel.

A Lei nº 11.116/2005 estabelece as condições para a incidência dos tributos federais, como o PIS/Pasep e o COFINS, permitiu que os produtores de biodiesel adotassem alíquotas de redução compatíveis com os tipos de matéria-prima combináveis ao seu modo de produção

regional. A Lei em questão “incentiva a produção sustentável e regionalizada;” é um modelo tributário adequado para fortalecer as empresas agroindustriais de biodiesel, um incentivo significativo para o desenvolvimento socioeconômico dos pequenos agricultores no contexto da transição de energia.

Além disso, é fornecido apoio financeiro ao biodiesel crédito das linhas fornecidas pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), nas quais se incluem oportunidades específicas para promover a indústria. O Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel prevê o pagamento de até 90% dos itens passíveis de apoio do programa conforme a matriz de fatores de produção ao projeto, para empreendimentos portadores do Selo Combustível Social – o que torna a produção biodiesel economicamente viável em todas as escalas, inclusive para pequenas e médias empresas. (BNDES, 2021). Em conjunto, esses componentes financeiros deslocam a participação do biodiesel na estrutura de energia nacional, facilitando a sua participação. Em conjunto, eles facilitam a exportação, o que torna o biodiesel um participante em incentivos globais para diminuições nas emissões de CO₂.

Certificações e padrões de qualidade do biodiesel

Existem padrões de qualidade que os combustíveis, inclusive o biodiesel, devem cumprir para serem comercializados no mercado brasileiro. A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é responsável por criar normas para as importações e a exportações, é o órgão que emite a Licença de Importação (LI) e o Registro de Exportação. Além da regular, a ANP pode emitir certificados aos agentes econômicos a fim de regular as atividades relacionadas a estes produtos. Caso contrário, não haveria qualquer regulamentação para garantir a qualidade desses produtos por meio do cumprimento da regulamentação. por exemplo através da Resolução ANP nº 734/2018, que dispõe sobre procedimentos simplificados para a produção e operação de biocombustíveis. (ANP, 2020).

O controle de qualidade do biodiesel é realizado por meio de especificações estabelecidas nas resoluções da ANP. O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) também desempenha um papel fundamental na avaliação da conformidade dos biocombustíveis com as normas estabelecidas, garantindo a qualidade mínima necessária para o desempenho do produto (INMETRO, 2008).

A Resolução ANP nº 45, de 2014, especifica as obrigações que devem ser atendidas por diversos agentes econômicos, incluindo produtores e distribuidores, para assegurar a

qualidade do biodiesel. Um dos requisitos para a produção de biodiesel é a adição de aditivos antioxidantes, que devem ser isentos de elementos formadores de cinzas e organometálicos, além de serem compatíveis com óleos lubrificantes aplicáveis (ANP, 2014).

Certificações socioambientais do biodiesel

Além das certificações regulatórias, existem também certificações socioambientais que garantem que o biodiesel produzido atende a critérios de sustentabilidade. Essas certificações são frequentemente estabelecidas por entidades privadas e podem ser de caráter voluntário ou compulsório, dependendo da legislação vigente. O cumprimento de tais normas é vital para aumentar a competitividade dos produtos no mercado internacional, especialmente considerando as crescentes demandas por biocombustíveis sustentáveis (HATANAKA, 2010; LORDÊLO, 2004).

As certificações de sustentabilidade são fundamentais para a aceitação dos biocombustíveis nos mercados internacionais, já que muitos países exigem comprovações de que os biocombustíveis atendem a critérios ambientais rigorosos. Essa situação se torna ainda mais pertinente considerando que a produção de biocombustíveis, quando não regulamentada, pode estar associada a práticas prejudiciais, como desmatamento e exploração do trabalho (INMETRO, 2008)

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No presente artigo foram utilizados dois tipos de pesquisa. A pesquisa qualitativa para buscar informações sobre as características do biodiesel e os desafios e oportunidades da inserção do biodiesel no mercado internacional, onde foram analisados outros artigos publicados.

E a pesquisa quantitativa onde foram analisados relatórios do setor de energia, além de dados atualizados de fontes oficiais, como o Ministério de Minas e Energia (MME), Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e a plataforma COMEXSTAT que contribuíram para uma visão ampla sobre as tendências e projeções globais para o biodiesel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desafios

A transição energética para o biodiesel no Brasil apresenta dificuldades e desafios que comprometem sua eficácia e aceitação no mercado. Entidades como a Confederação Nacional

do Transporte (CNT), a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea) e a Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores (Fenabrave) expressaram preocupações sobre a adição de biodiesel ao diesel fóssil, destacando questões que requerem atenção.

Um dos principais problemas é o aumento da poluição atmosférica. Embora o biodiesel tenha sido introduzido para reduzir emissões, estudos apontam que especificamente a mistura obrigatória do biodiesel ao diesel, pode, na realidade, aumentar as emissões de óxido de nitrogênio, um poluente prejudicial à saúde. Essa contradição ocorre porque a adição de biodiesel reduz a eficiência energética dos motores, aumentando o consumo de combustível e, consequentemente, a emissão de poluentes (CNT, 2023).

Além disso, o aspecto econômico preocupa. O aumento no consumo de combustível eleva os custos operacionais dos transportadores, encarecendo o frete. O biodiesel, mais caro que o diesel convencional, adiciona um ônus financeiro às operações logísticas, impactando diretamente a cadeia de suprimentos e a competitividade do setor, com possíveis efeitos na economia em geral.

Outro desafio importante é a durabilidade dos motores que utilizam biodiesel. Veículos pesados, como ônibus e caminhões, têm enfrentado problemas técnicos, como entupimento de filtros de combustível e dificuldades em temperaturas baixas, aumentando os custos de manutenção e levantando dúvidas sobre a viabilidade de longo prazo do biodiesel como alternativa sustentável (GEO - Conceição, 2023).

Desafios técnico-científicos e políticos também são preocupantes. O setor de biodiesel enfrenta dificuldades de eficiência nos processos produtivos e a necessidade de infraestrutura adequada para produção e distribuição.

A aceitação social é crucial para o sucesso do biodiesel. Conscientização e educação sobre seus benefícios são essenciais para criar demanda e fortalecer o mercado. Sem amplo apoio social, a transição pode enfrentar resistência.

Por fim, a dependência do óleo de soja como matéria-prima principal levanta preocupações sobre segurança e diversificação das fontes de suprimento. É urgente explorar novas matérias-primas para assegurar a viabilidade econômica do setor, especialmente com o crescimento da demanda por biocombustíveis sustentáveis.

Potencialidades

Existem diversas razões que tornam o investimento viável. Uma potencialidade é um conjunto de qualidades ou a capacidade de realização, e o Brasil possui muitas. Pode-se destacar a abundância de recursos naturais encontrados no país, com uma grande variedade de matéria-prima, como por exemplo a cana-de-açúcar, milho e resíduos agrícolas, que podem então ser utilizados na produção de biocombustíveis.

É também de extrema relevância salientar o apoio que prestaria ao Brasil no cumprimento de suas metas/objetivos ambientais e compromissos internacionais, levando em consideração o potencial existente em reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

Além disso, auxiliaria na diversificação da matriz energética, aumentando a segurança energética do país. Levaria a um desenvolvimento econômico, já que o setor tem uma grande possibilidade de gerar empregos, principalmente em áreas rurais, estimulando então o desenvolvimento econômico local e a agricultura sustentável.

Impulsionaria também pesquisas, inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias, tornando o país líder global no setor. Um exemplo disso seria a utilização de microalgas ou resíduos agroindustriais, podendo levar ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras que podem ser aplicadas em outros setores. Ademais, a biotecnologia pode ser utilizada para desenvolver novas cultivares, que segundo o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) são espécies de plantas que foram melhoradas (geneticamente) devido à alteração ou introdução, pelo ser humano, de uma característica que antes não possuíam. Elas se distinguem das outras variedades da mesma espécie de planta por sua homogeneidade, estabilidade e novidade.

Outra área de avanço são os motores e sistemas de combustão, onde pesquisas podem resultar em maior eficiência e redução das emissões ao utilizar biodiesel. A integração do biodiesel com outras fontes de energia renovável, como solar e eólica, também é uma oportunidade promissora a ser evidenciada.

O desenvolvimento de tecnologias para a coleta e o processamento de resíduos, como óleos de fritura usados, pode estimular a economia circular e promover a sustentabilidade. Além disso, o biodiesel pode servir como insumo para a produção de bioplásticos e outros produtos químicos, favorecendo a pesquisa em alternativas sustentáveis à petroquímica. Esse crescimento no setor também pode estimular colaborações entre universidades, centros de pesquisa e empresas, criando um ecossistema de inovação mais robusto.

E é notável como a demanda pelo biocombustível em questão está crescendo globalmente, impulsionada por políticas ambientais e a busca incessante por fontes de energia renováveis e meios de tornar o mundo cada vez mais sustentável, preservando o meio ambiente. Dessa forma, surge uma oportunidade para o Brasil usufruir da alta e destacar-se como exportador.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando as informações presentes nesse estudo, nota-se que o biodiesel representa uma oportunidade estratégica para o Brasil no contexto do comércio exterior, oferecendo uma resposta sustentável à demanda global por fontes de energia renovável. O país já possui uma posição consolidada como produtor de biodiesel, beneficiado por uma rica disponibilidade de matérias-primas e políticas de incentivo. A expansão do setor de biodiesel pode fortalecer a competitividade brasileira no mercado internacional, contribuindo para diversificar a matriz energética nacional e reduzir a dependência de combustíveis fósseis, o que alinha o Brasil aos objetivos globais de sustentabilidade e à agenda de transição energética.

Ao decorrer do trabalho foram apresentados desafios significativos, e uma forma de ampliar a competitividade seria minimizando-os. Ao investir em infraestrutura logística e diversificação de fontes, o Brasil pode superar os desafios identificados, como os custos de transporte e produção, e consolidar-se como um líder global em exportação de biodiesel.

Outra estratégia seria a expansão de mercados, diversificando os destinos de exportação, aproveitando acordos comerciais e ampliando as exportações para países da Ásia, África e outros mercados emergentes, além de claro, consolidar sua posição nos mercados já tradicionais, como a União Europeia e os Estados Unidos. Parcerias e acordos bilaterais também são relevantes para buscar uma diminuição de tarifas de importação, a redução de barreiras técnicas, além da inclusão de biodiesel em programas de incentivos a energias renováveis.

E levando em consideração as potencialidades do biodiesel, como a geração de empregos no setor agrícola, o apoio ao desenvolvimento rural, e o estímulo à inovação tecnológica, é evidenciado que este biocombustível não só pode gerar benefícios econômicos, mas também sociais e ambientais.

Portanto, promover o biodiesel como um ativo estratégico no comércio exterior brasileiro é de grande relevância. Ele não apenas incrementa a competitividade do país, mas também reforça seu compromisso com a sustentabilidade, contribuindo para uma economia circular e favorecendo o papel do Brasil na transição energética global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. (n.d.). **PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS CRESCE NO BRASIL E ALCANÇA RECORDE HISTÓRICO.** Acesso em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202407/producao-de-biocombustiveis-cresce-no-brasil-e-alcanca-recorde-historico-1#:~:text=A%20regi%C3%A3o%20Sul%20destacou%2Dse,em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20ano%20anterior.>

BE8 Energy. (2021). **BSBIOS FAZ PRIMEIRO TRANSPORTE DE BIODIESEL VIA FERROVIÁRIA DO PAÍS COM FINALIDADE PARA EXPORTAÇÃO.** Acesso em: <https://www.be8energy.com/pt/noticia/bsbios-faz-primeiro-transporte-de-biodiesel-ferroviaria-do-pais>.

BIODIESEL BR. (n.d.). **USINAS BRASILEIRAS EXPORTARAM 7,73 MIL M³ DE BIODIESEL EM AGOSTO.** Acesso em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/producao/usinas-brasileiras-exportaram-7-73-m-de-biodiesel-em-agosto-180924>.

BIODIESEL BR. (n.d.). **USINAS NO BRASIL: REGIÕES.** Acesso em: <https://www.biodieselbr.com/usinas-brasil/regioes>.

CANA ONLINE. (n.d.). **PRIMEIRAS OPERAÇÕES LOGÍSTICAS E AGRÍCOLAS COM USO DE BIODIESEL 100 MOSTRAM O POTENCIAL DOS COMBUSTÍVEIS VERDES NO BRASIL.** Acesso em: <https://www.canaonline.com.br/conteudo/primeiras-operacoes-logisticas-e-agricolas-com-uso-de-biodiesel-100-mostram-o-potencial-dos-combustiveis-verdes-no-brasil.html>.

COMEXSTAT. (n.d.). **DADOS DE IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS.** Ministério da Economia. Acesso em: <https://www.gov.br/projetos-e-acoes-comexstat>.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). (n.d.). **TRANSPORTE DE BIOCOMBUSTÍVEIS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS.** Acesso em: <https://www.cnt.org.br/transporte-de-biocombustiveis>.

DE ADMINISTRAÇÃO, C., & PALLOTTA, J. (n.d.). **BIODIESEL E SEU IMPACTO NA ECONOMIA BRASILEIRA.** Faculdade Santa Rita. Acesso em: <https://www.fasar.edu.br/documentos/TIC/2022/ADM/BIODIESEL.pdf>.

EMBRAPA. (n.d.). **BIOCOMBUSTÍVEIS: DEFINIÇÃO, VANTAGENS E DESVANTAGENS.** Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Acesso em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/importacoes-e-exportacoes>.

EPE. (2024). **BALANÇO DE CONSUMO DE BIODIESEL NO BRASIL 2023.** Empresa de Pesquisa Energética. Acesso em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-834/NT-EPE-DPG-SDB-2024-03-ACBios-Ano2023.pdf>.

GARBUIO. (n.d.). **TRANSPORTE E LOGÍSTICA DE BIODIESEL.** Acesso em: <https://www.garbuio.com.br/portfolio-item/transporte-de-biodiesel-b100/>.

GONZÁLEZ, J. (2018). **ENERGIAS ALTERNATIVAS E CRISE ENERGÉTICA DOS ANOS 70**. Revista REMICI. Acesso em: <https://remici.com.br/index.php/revista/article/view/31/14>.

INMETRO. (2008). **SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS**. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Acesso em: <http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/biocombustiveis/index.asp>.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). (n.d.). **BIODIESEL: MARCO REGULATÓRIO**. Acesso em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/biodiesel/pnpb/marco-regulatorio>.

NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY (NREL). (2017). **TRANSPORTE DE BIODIESEL**. Acesso em: <https://www.nrel.gov/docs/fy17osti/66521.pdf>.

PETROBRAS. (2023). **TUDO SOBRE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: O QUE É, QUAL A IMPORTÂNCIA, PRINCIPAIS BENEFÍCIOS E MAIS**. Nossa Energia. Acesso em: https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/transicao-energetica/tudo-sobre-transicao-energetica-o-que-e-qual-a-importancia-principais-beneficios-e-mais?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw6oi4BhD1ARIsAL6pox02TrRm0WA7FI8M6uVTW-znE1DP5lyctglpPUQwGdQ58r7YGAHIREUaAssCEALw_wcB.

PNUMA. (2011). **ECONOMIA VERDE: DESAFIOS E OPORTUNIDADES**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Acesso em: <https://file:///C:/Users/Lino's/Downloads/751-Texto%20do%20artigo-1637-2228-10-20171215.pdf>.

SALLET, C. L.; ALVIM, A. M. (2011). **BIOCOMBUSTÍVEIS: UMA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO BIODIESEL NO BRASIL**. Revista Economia & Tecnologia, v. 7, n. 2, p. 30-40.

SCHNEPF, R., & YACOUBUCCI, B. D. (2013). **O IMPACTO DA REGULAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS**. Revista Redalyc. Acesso em: <https://www.redalyc.org/journal/339/33957240002/33957240002.pdf>.

SEBRAE. (n.d.). **O QUE É BIODIESEL**. Acesso em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-biodiesel,466d438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD#:~:text=Ele%2520%25C3%25A9%2520utilizado%20%20para%20qu%20%20C3%AA,a%20prod%20%20C3%A7%20%20C3%A3o%20de%20energia%20renov%20%20C3%A1vel>.

Távora, F. (n.d.). **HISTÓRIA E ECONOMIA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL**. Acesso em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td-89-historia-e-economia-dos-biocombustiveis-no-brasil/@@download/file/TD89-FernandoLagares.pdf>.

“O(s) autor(es) do trabalho declara(m) que durante a preparação do manuscrito foi(foram) utilizado(as) a(s) ferramenta(s)/serviço(s) [ChatGPT] de Inteligência Artificial (IA) para [identificar fontes e direcionar a busca por informações relevantes]. Após utilizar esta ferramenta/serviço, os autores

editaram e revisaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.”