

## ANÁLISE EXPLORATÓRIA ACERCA DA DINÂMICA E PERSPECTIVAS DE PRODUTOS NÃO TRADICIONAIS DO COMPLEXO SOJA

### EXPLORATORY ANALYSIS ON THE DYNAMICS AND PERSPECTIVES OF NON- TRADITIONAL PRODUCTS OF THE SOY COMPLEX

**Autores:** Helena de Moraes Santos; Nicole Rennó Castro

**Filiação:** Cepea/Esalq/USP

**E-mail:** [helenam.santos@usp.br](mailto:helenam.santos@usp.br); [nicole.castro@usp.br](mailto:nicole.castro@usp.br)

**Grupo de Trabalho (GT):** GT01. Mercados agrícolas e comércio exterior

#### Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar os mercados do biodiesel e do glicerol, denotados como produtos não tradicionais do complexo soja. Para tanto, parte-se de uma breve contextualização acerca do complexo soja, passando pela caracterização do mercado brasileiro de biodiesel e glicerol, seguido do panorama internacional desses. O intuito é compreender tendências históricas e exprimir perspectivas futuras. Entre os principais resultados, pode-se destacar: i) há uma tendência de crescimento da comercialização do biodiesel, amparada pela crescente preocupação com impactos ambientais e consequente instituição de medidas governamentais no Brasil (como os aumentos recentes da adição de biodiesel na composição do diesel) e internacionalmente; ii) o glicerol também tem acompanhado o crescimento do mercado de biodiesel, visto ser subproduto direto da produção, o que coloca em questão as dificuldades relacionadas a seus graus de purificação, os quais limitam seus usos – se estabelecendo um cenário complexo de saturação do subproduto e relutância dos investimentos na agregação de valor ao mesmo, os quais possibilitariam a exploração de sua vasta gama de utilizações; iii) no cenário mundial do biodiesel, os países europeus se destacam tanto como exportadores quanto como importadores, e a China e a Argentina também despontam como exportadores globais; iv) por fim, no cenário mundial do glicerol, os principais exportadores estão bem distribuídos na Ásia, Europa e América (Argentina, Brasil e Estados Unidos), ao passo que a China se destaca como principal país importador.

**Palavras-chave:** biodiesel; glicerol; comércio internacional; complexo soja.

#### Abstract

The objective of this paper is to analyze the markets of biodiesel and glycerol, identified as non-traditional products of the soy complex. To this end, it begins with a brief contextualization concerning the soy complex, followed by the characterization of the Brazilian market for biodiesel and glycerol, and concludes with an overview of their international panorama. The purpose is to understand historical trends and express future perspectives. Among the main results, it can be highlighted that: i) there is a growing trend in the commercialization of biodiesel, supported by increasing concern over environmental impacts and the subsequent establishment of governmental measures in Brazil (such as the recent increases in the addition of biodiesel to the diesel composition) and internationally; ii) glycerol has also been following the growth of the biodiesel market, being a direct byproduct of its production, which raises questions about the difficulties related to its purification degrees, limiting its uses – establishing a complex scenario of byproduct saturation and reluctance of investments in value addition to it, which would allow the exploration of its wide range of uses; iii) in the global biodiesel scenario, European countries stand out as both exporters and importers, with China and Argentina also emerging as global exporters; iv) finally, in the global glycerol scenario, the main exporters are well distributed across Asia, Europe, and America (Argentina, Brazil, and the United States), while China stands out as the main importing country.

**Key words:** biodiesel; glycerol; international trade; soybean productive chain.

#### 1. Introdução

O complexo soja é um dos mais importantes ativos agrícolas e cadeias agroindustriais brasileiras, compondo cerca de 5,9% do PIB nacional em 2023 (Cepea, 2024). Porém, também exibe significância além do limite territorial nacional: segundo Souza *et al.* (2010), a soja pode ser considerada uma das principais fontes de proteína vegetal e óleo vegetal mundiais, visto que é vastamente empregada na alimentação humana e animal e, consequentemente, tem primordial

importância no comércio internacional, resultando em cerca 15,9 bilhões de dólares em valor exportado nas exportações brasileiras do produto no terceiro trimestre de 2023 (Cepea, 2024).

Ademais, assim como observado por Souza *et al.* (2010), existem diversos outros fatores que corroboram a importância e ampla utilização da soja mundialmente, como por exemplo a facilidade em seu transporte e preparo, sua durabilidade e, por fim, sua diversidade de produtos derivados. Os produtos derivados são obtidos por meio de variados processos que possibilitam sua transformação, como ressalta Souza *et al.* (2019).

Por se tratar da cadeia agropecuária de maior dimensão no Brasil (Cepea, 2024), e que apresentou dinâmica de forte expansão nas últimas décadas, a literatura sobre essa cadeia é bastante vasta no País. Todavia, nota-se que o enfoque é dado sobretudo ao grão, e também aos derivados farelo e óleo – denotados neste presente estudo como produtos tradicionais do complexo soja. Tendo em vista que, como apontado por Souza *et al.* (2019), um dos atrativos da soja é a diversidade de produtos que podem derivar de seu processamento, esse estudo tem como objetivo abordar dois subprodutos ainda menos explorados na literatura, o biodiesel e o glicerol – doravante denotados como produtos não tradicionais do complexo soja.

Os processos que conduzem a transformação da soja em novos coprodutos se iniciam por sua colheita nos campos, seguida de sua classificação conforme normativas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e de sua secagem e padronização de umidade, para posteriormente ser estocada e beneficiada, assim como observado por Alves *et al.* (2022). Após realizadas tais etapas, a soja pode ser voltada ao consumo humano ou animal, por meio de alimentos integrais e proteicos, ou ao esmagamento, consequentemente gerando o farelo e o óleo bruto, principais derivados do processamento da soja: segundo a Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais - Abiove (2024), o esmagamento dos grãos gera cerca de 76,5% de farelo e 20% de óleo, ou seja, a cada tonelada de soja são produzidos aproximadamente 765 quilogramas de farelo de soja e 200 quilogramas de óleo de soja, considerando perdas industriais.

Em relação aos principais usos do farelo de soja, pode-se citar sua utilização como insumo fundamental na elaboração da ração animal e este, consequentemente, se apresenta como vital no suprimento da cadeia produtiva de carnes, como observado por Souza *et al.* (2019), e na impulsão da demanda internacional pela soja, visto o consumo mundial expressivo de carne, conforme destacado por Alves *et al.* (2018). No caso do óleo de soja, segundo o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE), esse pode ser classificado como: bruto ou cru, tal como extraído do grão; refinado, quando destinado ao consumo humano após realizado um processo de refinação que elimina impurezas e remove sabores e odores indesejáveis; ou degomado, quando submetido a um processo de extração de fosfatídeos, proteínas e substâncias coloidais, de modo que pode ser comercializado sem processamentos adicionais e empregado pela indústria alimentícia para a produção de alimentos como a maionese ou a gordura vegetal, e pela indústria de biocombustíveis na produção do biodiesel. Ressalta-se que o biodiesel apresenta cerca de 72% de óleo de soja em sua composição, conforme dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2022).

Nesse sentido, o biodiesel se apresenta como um importante derivado ainda não tradicional do complexo soja, a ser analisado nesse estudo. Segundo o parecer nº 0796287 do CADE, a “comercialização de óleo de soja degomado para fabricantes de biodiesel apresenta mais retornos financeiros do que aqueles obtidos pelas atividades de refino ou pela venda para terceiros produtores de óleo refinado” – tratando-se de uma estratégia interessante para a cadeia produtiva. Este combustível renovável é obrigatoriamente adicionado ao óleo diesel para a venda ao consumidor final e pode ser produzido a partir de gorduras animais e óleos vegetais, de modo que a utilização do óleo de soja como insumo em sua produção foi o principal condutor do crescimento da demanda pelo óleo nos últimos anos. A Resolução nº 8/2023 do Conselho

Nacional de Política Energética (CNPE) estabeleceu que o percentual mínimo de biodiesel na composição da mistura do óleo diesel será de 14% em 2024 e deverá se elevar a 15% em 2025. Assim, tal medida deverá aumentar a demanda pelo biocombustível e, conseqüentemente, pelo óleo de soja utilizado em sua composição.

Ademais, por ser um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente amigável, além da possibilidade de ser utilizado diretamente em motores movidos a diesel sem grandes mudanças, a indústria do biodiesel tem se tornado uma das mais ascendentes no mundo, com a produção global do combustível atingindo 48,2 bilhões de litros mundialmente em 2023 e 68,1 bilhões de litros previstos no ano de 2028, segundo dados da *International Energy Agency* (2023). Ressalta-se que, embora o mercado de biodiesel ainda seja menos explorado na literatura frente aos produtos aqui denotados como tradicionais do complexo soja, sua produção tem adquirido grandes dimensões e relevância nos últimos anos, diante da política de aumento do teor de mistura adotada pelo CNPE. Em reportagem apresentada no portal BiodieselBR (2022), é apontado que, em 2021, a produção de biodiesel foi destino do equivalente em óleo de metade da soja esmagada no Brasil; esse percentual era de 19,7% em 2009.

Outrossim, segundo Alves *et al.* (2022), o óleo bruto também pode originar o glicerol bruto (também conhecido como glicerina), um composto orgânico encontrado na soja e que é subproduto no processo de elaboração do biodiesel, de forma a representar cerca de 10% do volume total de biocombustível, conforme observado pela Embrapa (2021). Porém, como destacado por Monteiro *et al.* (2018), apesar de inicialmente o glicerol ter sido visto como apenas um resíduo da cadeia produtora de biodiesel após as etapas de purificação, é um coproduto valioso e versátil, exibindo mais de 1500 usos conhecidos, como por exemplo na indústria química, para a produção de cosméticos e farmacêuticos, e na indústria alimentícia, como um umectante em doces, carnes e queijos e um solvente, adoçante e preservador em bebidas e comidas, segundo Pagliaro *et al.* (2010).

Entretanto, apesar de o mercado de glicerol ter acompanhado a ascensão do biodiesel e sua produção ser tecnologicamente simples, os processos necessários para sua purificação, e conseqüente transição entre bruto e puro, têm custo elevado, o que limita seu uso. Desse modo, segundo Quan *et al.* (2016), o glicerol também pode representar um gargalo na competitividade do biodiesel, visto que não obstante sua vasta gama de aplicações, estas são limitadas por seus graus de pureza. Assim, explorar novos usos para o glicerol é vital na garantia da sustentabilidade e competitividade da produção do biodiesel.

Vista a tendência do enfoque amplamente recaído sobre os produtos tradicionais do complexo soja nos trabalhos relevantes ao mesmo, o presente trabalho se diferencia dos demais ao objetivar uma análise exploratória acerca da dinâmica e perspectivas de produtos não tradicionais, mais especificamente o biodiesel e o glicerol. A relevância do estudo de tais produtos é justificada pela ascensão do mercado do biodiesel como um combustível sustentável e sua representatividade na cadeia agroindustrial da soja, assim como o impacto direto do glicerol sobre a produção e competitividade do mesmo, de modo que este trabalho se propõe a contribuir ao melhor entendimento das configurações atuais e futuras acerca de ambos.

## 2. Metodologia

Foram utilizadas bases de dados conceituadas relacionadas ao comércio exterior e dados produtivos e comerciais referentes ao biodiesel (denotado nas bases de dados pelo código 382600, “*Biodiesel and mixtures thereof*”) e ao glicerol (código 152010, “*Glycerol (glycerine), crude and glycerol waters & lye*”), como por exemplo o *Observatory of Economic Complexity*, que objetiva a disseminação de dados do comércio internacional e utiliza fontes oficiais acerca dos fluxos comerciais. Ademais, para a realização das análises foram utilizadas referências

bibliográficas como embasamento teórico e contextual, como livros, artigos e periódicos fidedignos que versam sobre os tópicos de interesse deste trabalho.

Para análise dos dados, foram usados instrumentos de estatística descritiva, que envolvem a coleta, apresentação, análise e interpretação de dados utilizando quadros, gráficos e indicadores numéricos e estatísticos (GUIMARÃES, 2008; REIS, 2008).

### 3. Resultados e Discussões

#### 3.1 Caracterização da cadeia produtiva da soja

Inicialmente, é realizada uma caracterização da cadeia produtiva da soja, identificando a origem dos produtos glicerol e biodiesel. Uma cadeia produtiva pode ser definida como o processo por meio do qual a matéria-prima agropecuária é produzida e transformada através da geração e agregação de valor por etapas consecutivas e interligadas (CEPEA, 2017).

Considerando os trabalhos de Cepea e a Abiove (2022), Hirakuri e Lazzarotto (2014), Santos, Myszczyk e Glitz (2010) e Lazzarini e Nunes (2000), pode-se destacar algumas especificidades da cadeia produtiva da soja. Entre os agentes e organizações dos diversos setores socioeconômicos e que estão ligados à cadeia produtiva da soja, pode-se mencionar: de um lado, os formadores da cadeia, envolvendo indústria de insumos, produtores rurais, organizadores (armazenadores, corretores, cooperativas agropecuárias e agroindustriais e *tradings*), indústrias e distribuidores; e de outro, os compradores, que podem ser o mercado interno ou o mercado internacional. No elo industrial, há empresas esmagadoras e refinadoras, de rações, de derivados do óleo e outras diversas indústrias que utilizam o óleo como insumo, envolvendo usinas de biodiesel, e indústrias alimentícias, farmacêuticas, químicas e outras. Há ainda outros agentes, como empresas de pesquisa e desenvolvimento. E de acordo com o Cepea e a Abiove (2022), a cadeia produtiva da soja é composta pelos seguintes produtos: soja em grão, óleo de soja, farelo de soja, proteína de soja, glicerol e biodiesel. Essas instituições adotam uma visão simplificada da cadeia produtiva com o intuito de poder gerar indicadores macroeconômicos para tal.

A Figura 2 apresenta uma representação esquemática dessa cadeia, retirada de Lazzarini e Nunes (2000, p. 215).

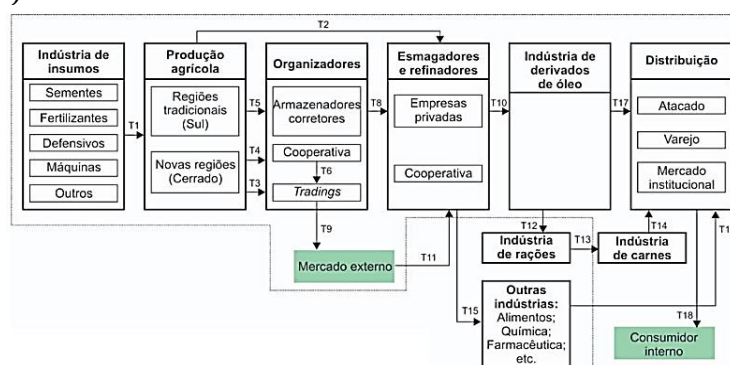


Figura 1 – Representação da Cadeia produtiva da Soja

Fonte: Lazzarini e Nunes (2000, p. 215).

Considerando o grão como núcleo da cadeia da soja, faz-se primeiramente uma descrição sobre seus aspectos produtivos e mercadológicos no passado recente. Na safra 2022/2023, o Brasil foi o maior produtor mundial de soja, com uma produção quantificada em 154,60 milhões de toneladas (CONAB, 2022), o equivalente a 41,89% dos 369,03 milhões de toneladas produzidos em todo o mundo na mesma safra (USDA, 2023; EMBRAPA, 2024). Para alcançar essa posição global, a área plantada com o grão em 2022 foi de 41 milhões de hectares, expressivos 48% da área cultivada de lavouras temporárias no país (PAM-IBGE, 2023;

CONAB, 2024). A Figura 2 mostra a evolução das áreas cultivadas de soja e lavouras temporárias no Brasil. Entre 2010 e 2022, houve aumento da área cultivada de lavouras temporárias em 46% e da área com soja de 78%, tal que o ganho de área com o grão representou 67% do aumento da área com lavouras temporárias no Brasil.

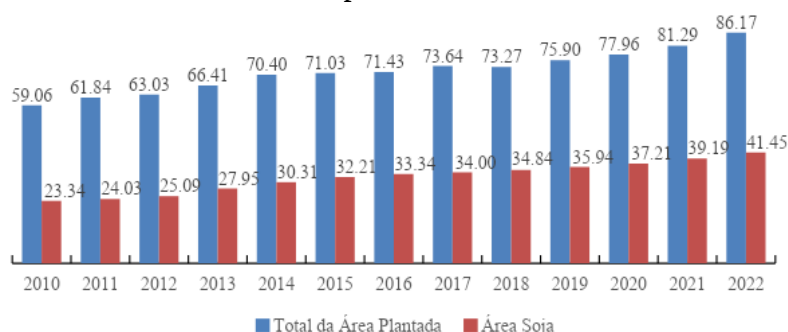


Figura 2 – Área plantada de soja total Brasileira entre 2010 e 2022 (Milhões de hectares)  
Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados de (PAM-IBGE, 2023) e (CONAB, 2024).

Dados da Abiove (2023) e da Conab (2024) apontam que a produção de soja no Brasil apresentou crescimento médio de 6,6% de 2010 a 2022, atingindo recorde em 2023, um aumento de 48,72% frente a 2010. Essa produção concentra-se principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sul, que representaram, em 2023, 50,26% e 24,76%, do total, respectivamente. Embora a região Sul tenha apresentado crescimento ao longo da série analisada, sua participação diminuiu diante do avanço da região Centro-Oeste. A Figura 3 sumariza essas informações, evidenciando o pronunciado aumento da produção do grão.

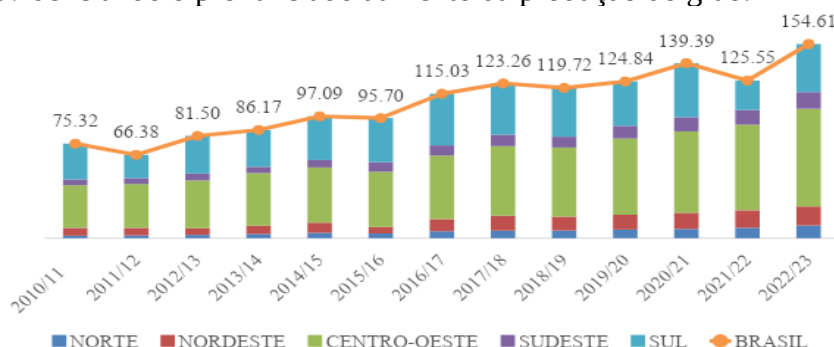


Figura 3 – Produção de soja em grão nas regiões brasileiras entre 2010 e 2022 (Milhões de t)  
Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da CONAB (2024).

É importante destacar que todas as reduções de produção que constam na Figura 3 foram decorrentes de problemas climáticos – como visto na Figura 2, a área cresceu consistentemente em todos os anos do período abordado. Na safra de 2011/2012, notavelmente, observa-se uma queda na produção brasileira de cerca de 12%, explicada pela estiagem que atingiu as lavouras da América do Sul provocada pela *La Niña*. Posteriormente, os valores da soja nos mercados interno e externo se elevaram, o que motivou os produtores a aumentarem a produção em 24% no ano de 2013 (CEPEA, 2012). Em 2015/2016, tem-se uma pequena queda de produção (-1%), novamente, ocasionada pelo efeito do clima no plantio, gerando atraso e queda de produtividade. Em 2018/2019 observa-se uma retração de 3% em relação à 2017/2018, o que refletiu o déficit hídrico que afetou, principalmente, as regiões Nordeste e Centro-Oeste (CEPEA, 2019). Segundo a Conab, a quebra de safra de 2021/2022 foi de 9,9%, decorrente de uma severa estiagem na região Sul do Brasil.

No que concerne às exportações, uma característica que marca a cadeia produtiva é a concentração do valor exportado no grão, que representa a maior parcela dos valores exportados

considerando o complexo soja (grãos, farelo e óleo) e seus subprodutos não tradicionais (proteína de soja, glicerol e biodiesel). A Figura 4 mostra a evolução dos valores em dólares exportados desses seis produtos.

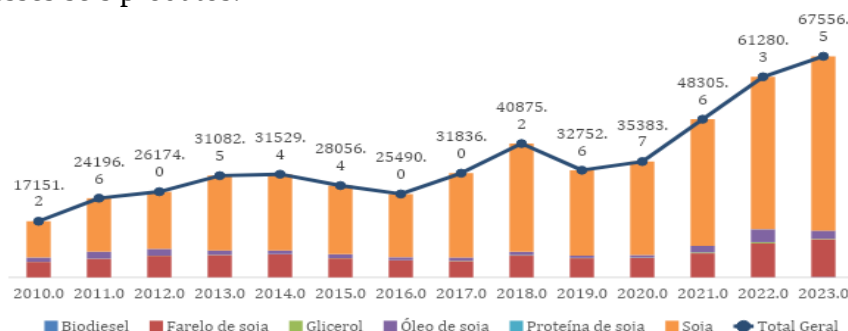


Figura 4 – Exportações da cadeia produtiva da soja entre 2010 e 2022 (USD Milhões)

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados de (MIDIC, 2022).

O grão segue para as etapas de industrialização (esmagamento, refino etc.) no país de destino, o que faz com que o Brasil não explore a potencialidade total dessa cadeia produtiva ao comercializar um produto *in natura* e com menor valor agregado. A grande quantidade de soja em grão exportada se deve, segundo Hirakuri e Lazzarotto (2014), ao estímulo dado pela Lei Kandir, de setembro de 1996, a qual isenta da cobrança de ICMS, assim beneficiando as exportações de *commodities* agrícolas *in natura* quando comparado aos produtos de maior valor agregado, como o óleo de soja e o farelo. Em 2023, aproximadamente 66% da quantidade de soja em grão produzida teve como destino o mercado externo, enquanto cerca de 31% desta foi utilizada na indústria de processamento (ABIOVE, 2023).

O maior valor exportado registrado entre 2010 e 2020 ocorreu em 2018, com US\$ 40,8 bilhões. Antes disso, nos anos de 2015 e 2016 observa-se retração das exportações, provocada pela queda dos preços das principais *commodities* agrícolas ofertadas pelo Brasil, incluindo a soja (Brasil, 2016). Após o recorde até então obtido em 2018, as exportações recuam em 2019. Tal situação foi superada apenas em 2021, momento em que o país apresentou um novo recorde de exportações do complexo soja – US\$ 48 bilhões, dos quais US\$ 38 bilhões eram referentes à soja em grão (MIDIC, 2022). Em 2023 ocorreram novos recordes de exportação: US\$ 67 bilhões, composto por Soja (78,8%), Farelo de soja (17%), Óleo de soja (3,7%), Biodiesel (0,2%), Glicerol (0,2%) e Proteína de soja (0,02%) (Figura 4).

### 3.2 Caracterização dos mercados de biodiesel e glicerol brasileiro

Em dezembro de 2004, foi instituído o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), resultado de uma colaboração entre um grupo de trabalho interministerial e duas associações empresariais: a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea) e a Abiove. Esse programa faz parte da política governamental brasileira voltada a fomentar a produção de combustíveis alternativos derivados de óleos vegetais. Inicialmente, a legislação federal não estabeleceu a obrigatoriedade da adição de biodiesel ao óleo diesel, apenas autorizou as distribuidoras de combustíveis a incluírem 2% do biocombustível em cada litro de diesel comum vendido internamente. Posteriormente, a Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, estabeleceu a obrigatoriedade da adição, iniciando com um percentual de 2% a partir de 2008 e aumentando para 5% em 2013 (EMBRAPA, 2021).

Recentemente, em 17 de março de 2023, o CNPE aumentou a proporção de adição de biodiesel na composição do diesel, de 10% (B10) para 12% (B12), com vigência a partir de abril de 2023. Esse aumento refletiu o compromisso do país com a expansão do uso de biocombustíveis e a redução da dependência de combustíveis fósseis. Além disso, está previsto

um aumento gradual do teor de biodiesel no diesel, com a meta de atingir 15% (B15) até o ano de 2026, assim buscando fortalecer a indústria nacional de biocombustíveis e promover a sustentabilidade ambiental. Destarte, essas medidas visam tanto a diversificação da matriz energética quanto o cumprimento de compromissos internacionais relacionados à redução das emissões de gases de efeito estufa (MAPA, 2023). Diante disso, em 2023 foram produzidos 7,54 milhões de m<sup>3</sup> de biodiesel no Brasil, um recorde de produção, segundo dados da ANP. O óleo de soja foi o principal componente do Biodiesel brasileiro, com participação de 69% (ANP, 2024; Abiove, 2024). A Figura 5 mostra a evolução da produção de biodiesel por matéria-prima no Brasil. As principais matérias-primas utilizadas na produção nacional de biodiesel incluem soja, milho, girassol, amendoim, algodão, canola, mamona, babaçu, palma (dendê) e macaúba, bem como outras oleaginosas disponíveis no país. Além disso, o combustível pode também ser produzido a partir de óleos residuais e gorduras animais (Embrapa, 2021).

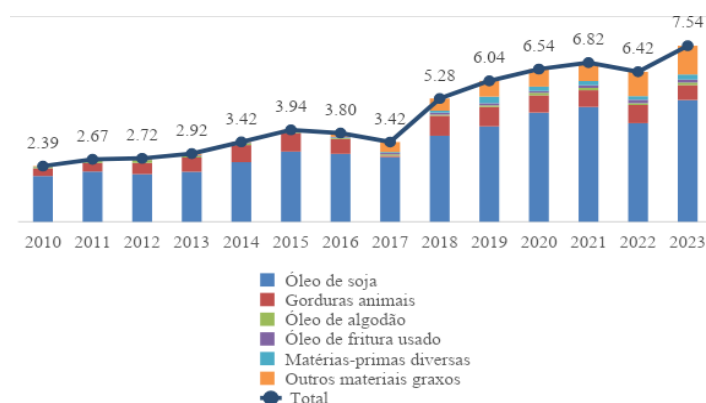


Figura 5 – Produção de biodiesel por matéria-prima (%) – milhões de m<sup>3</sup>.  
Fonte: Abiove e ANP, 2024.

Ressalta-se, ainda, que em 2023 as exportações de biodiesel apresentaram um notável crescimento: foram exportadas 97 mil toneladas, aumento de 157% em relação a 2022 (Figura 6). O aumento das exportações de biodiesel é impulsionado por regulamentações nos Estados Unidos e na União Europeia que exigem a incorporação de biocombustíveis em misturas de combustíveis. Essas medidas visam reduzir as emissões de gases de efeito estufa e promover práticas mais sustentáveis. Além disso, as novas exigências da UE sobre a origem dos produtos agrícolas utilizados na produção de biocombustíveis, visando evitar desmatamento e degradação florestal, restringem outros produtos da cadeia produtiva. O biodiesel, por sua conformidade com padrões ambientais, se destaca como uma opção viável, criando oportunidades para países produtores que adotam práticas sustentáveis, as quais respondem à crescente demanda por energia mais limpa e regulamentações mais rigorosas em relação à sustentabilidade ambiental (EPA, 2023; EUROPEAN COMMISSION, 2023).

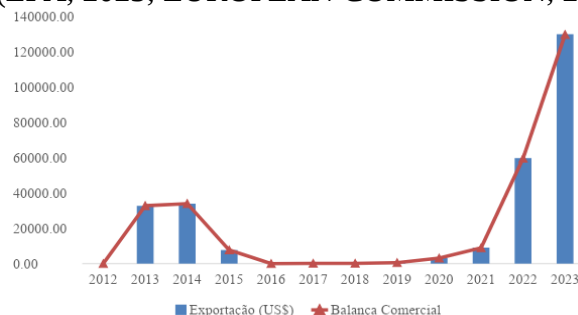


Figura 6 – Exportações e balanço comercial de Biodiesel de 2012 a 2023 (US\$ Mil)  
Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados de (MIDIC, 2022).

O mercado de glicerol está diretamente ligado à crescente produção de biodiesel, já que ambos são interdependentes. A produção de glicerol não requer tecnologia complexa, o que facilita seu uso, embora seu custo elevado de purificação restrinja sua aplicação em algumas áreas. O glicerol puro encontra aplicação na indústria cosmética, farmacêutica, de detergentes, na fabricação de resinas e aditivos e na indústria alimentícia; já a purificação envolve etapas como filtração, destilação a vácuo, descoloração e troca de íons – procedimento geralmente dispendioso, o que muitas vezes o torna inviável para pequenos e médios produtores de biodiesel (Embrapa, 2021). No processo de produção de biodiesel, o glicerol é subproduto, representando cerca de 10% do volume total produzido (Embrapa, 2021). Esse glicerol é então utilizado como fonte de carbono na obtenção de produtos de maior valor agregado.

Ademais, o glicerol apresenta melhores preços no mercado internacional. Devido a isso, o número de usinas que estão instalando equipamentos para purificação do glicerol, visando obter melhores receitas, tem aumentado continuamente (Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2022). A Figura 7 mostra a exportação, importação e balança comercial de glicerol para o Brasil. Nota-se que a tendência geral foi de crescimento nas exportações desde 2013, apesar da queda pronunciada em 2023.

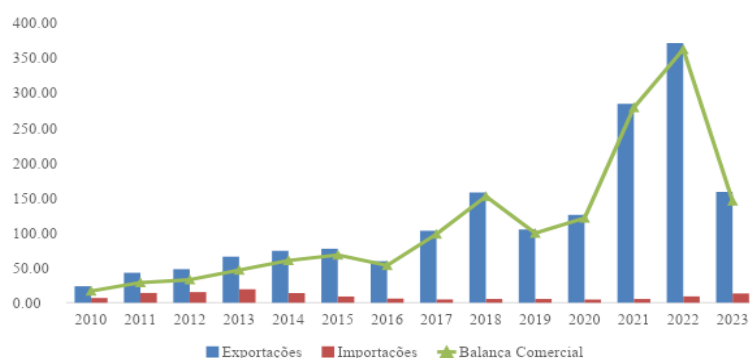


Figura 7 – Exportações de Glicerol de 2012 a 2023 (US\$ Milhões)

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados de (MIDIC, 2022).

No novo contexto global, enfatizar padrões sustentáveis de produção e consumo é crucial, alinhando-se ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 12 da ONU. É essencial analisar produtos como o biodiesel e o glicerol, pois estão diretamente ligados à busca por fontes de energia renovável e à redução da dependência de combustíveis fósseis – e, portanto, à uma economia de baixo carbono. Compreender a produção, uso e impactos ambientais desses produtos é fundamental para alinhar práticas industriais e comerciais com os objetivos de sustentabilidade globais. Por um lado, compreender a produção de biodiesel e suas tendências é vital na transição para uma economia de baixo carbono; por outro, estudar o glicerol é fundamental para entender seu potencial em diversas aplicações industriais, consequentemente ampliando a sustentabilidade e a viabilidade econômica do setor.

### 3.3 Análise do panorama mundial do biodiesel e do glicerol

Segundo Quispe *et al.* (2013), a demanda por petróleo teve sua ascensão correlacionada à crescente industrialização e modernização, de modo que o combustível passou a ser utilizado em grande escala em meados do século XIX. Consequentemente, o desenvolvimento econômico propiciado por seu uso acarretou demanda crescente por energia. Porém, segundo os autores, as reservas limitadas e preços voláteis dos combustíveis fósseis, como corroborado pelos choques do petróleo, incitaram a procura por meios alternativos de combustível.

Ademais, conforme Novi *et al.* (2018), a crescente preocupação com a emissão de gases do efeito estufa e de poluentes criou cenário propício e condutivo para o investimento no

desenvolvimento de biocombustíveis: subsídios, reduções de impostos e mandatos que visavam a imposição do uso de combustíveis renováveis foram algumas das medidas adotadas por governos mundialmente. Neste sentido, a busca intensiva por combustíveis alternativos ao petróleo, como o biodiesel, um dos combustíveis renováveis mais promissores e produzidos mundialmente, apresenta grande importância principalmente para a manutenção do dinamismo da economia global e para a conservação do meio ambiente.

O biodiesel possui características não tóxicas e biodegradáveis, constituindo uma alternativa de queima limpa em comparação ao diesel de petróleo. Posto isso, a indústria global de biodiesel tem apresentado uma tendência de crescimento constante ao longo da última década, com instalações de produção lucrativas espalhadas por economias avançadas em todo o mundo. Um marco significativo foi alcançado em 2009, quando a produção ultrapassou pela primeira vez a marca dos 15 bilhões de litros (Liu et al., 2022). A Figura 8 apresenta a comercialização mundial de biodiesel entre 2012 e 2022. Em 2012, o valor foi de US\$ 9,78 bilhões e em 2022, US\$ 36,59 bilhões, um aumento de 374% (OEC, 2024).

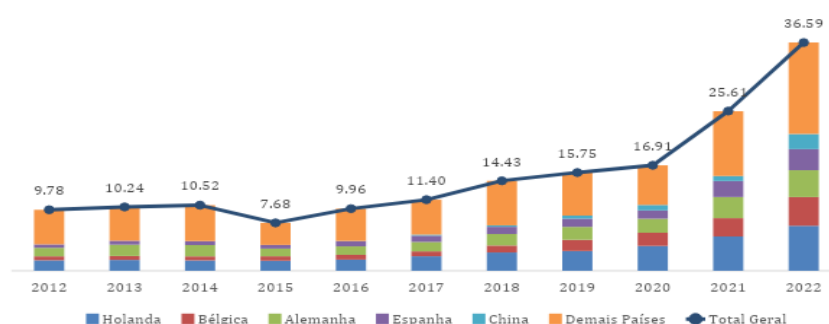


Figura 9 – Comercialização mundial de Biodiesel e principais países produtores (2012-2022) – bilhões de US\$.

Fonte: OEC, 2024.

Em 2022, o biodiesel e suas misturas mantiveram-se como produtos amplamente comercializados internacionalmente, ocupando a 87ª posição entre mais de 5.000 produtos negociados globalmente. Os principais exportadores incluíram Holanda (US\$ 7,22 bilhões), Bélgica (US\$ 4,6 bilhões), Alemanha (US\$ 4,31 bilhões), Espanha (US\$ 3,38 bilhões) e China (US\$ 2,41 bilhões), com Holanda liderando as exportações. É importante mencionar, conforme destacado em Campos e de Sá (2024), que parte importante dos valores de exportação e importação da Holanda devem-se ao fato de que o país é um grande corredor e entreposto para produtos que chegam e saem da Europa, devido à presença de Roterdã, o maior porto do norte da Europa. Posto isso, nas análises subsequentes, entende-se que os fluxos comerciais que passam pelo país não dizem respeito apenas à Holanda, mas a U.E de forma geral.

Em relação à importação do biodiesel, os principais importadores foram Holanda (US\$ 9,5 bilhões), Bélgica (US\$ 3,61 bilhões), França (US\$ 3,27 bilhões), Alemanha (US\$ 3,02 bilhões) e Itália (US\$ 2,58 bilhões). Esses dados indicam um intenso comércio internacional de biodiesel, refletindo a crescente demanda por combustíveis alternativos e sustentáveis. As economias europeias, em particular, emergem como protagonistas tanto nas exportações quanto nas importações desse produto, indicando um forte interesse na transição para fontes de energia mais limpas e renováveis (OEC, 2024).

É possível observar que durante toda a série histórica o valor exportado apresentou aumento, com exceção do ano de 2015, onde a redução da comercialização foi motivada por vários fatores. Um dos principais motivos foi a queda nos preços do petróleo bruto, que afetou negativamente a competitividade do biodiesel em relação aos combustíveis fósseis. Além disso, houve incertezas econômicas e políticas em algumas regiões importantes de produção e

consumo de biodiesel, o que pode ter impactado as transações comerciais. Mudanças nas políticas governamentais, como subsídios e tarifas, também podem ter influenciado a demanda e os preços do biodiesel. Por fim, fatores climáticos, como secas ou inundações, que ocorreram em alguns países produtores como o Brasil, por exemplo, podem ter afetado a produção de matérias-primas para biodiesel, levando a uma diminuição na oferta e, consequentemente, no valor comercializado (FAO, 2016).

Merece destaque o crescimento entre os anos de 2021 e 2022, em que a comercialização mundial do produto passou de US\$ 25,61 bilhões para US\$ 36,59 bilhões, um aumento de 42,87% no valor mundial comercializado. Embora os dados de 2023 ainda não tenham sido contemplados nesse estudo, esse período mais recente foi marcado por eventos importantes para o setor de biodiesel. Em 29 de dezembro de 2022, o Ministério da Energia da Indonésia anunciou a elevação da taxa de mistura obrigatória do óleo de palma no diesel, passando de 30% para 35%, a partir de 1º de fevereiro de 2023. A medida, denominada biodiesel B35, busca aumentar o uso de óleo de palma como fonte de combustível. Essa política, implementada nacionalmente em agosto de 2023, deve impulsionar o consumo de biodiesel em 25%. Simultaneamente, o governo indonésio continua testando a viabilidade do diesel renovável (HDRD) e do combustível de aviação sustentável (SAF) (USDA, 2023). Em 22 de março de 2023, o Ministério do Comércio e Indústria da Índia alterou uma política de 2018, permitindo a exportação de biocombustíveis a partir de zonas econômicas especiais/unidades orientadas para exportação, produzidos exclusivamente com matéria-prima importada (AMIS, 2023). No Brasil, em 17 de março de 2023, o CNPE aumentou a proporção de adição de biodiesel na composição do diesel, de 10% (B10) para 12% (B12), com vigência a partir de abril de 2023. Além disso, prevê-se um aumento gradual no teor de biodiesel no diesel, com meta de atingir 15% (B15) até 2026. Em 21 de junho de 2023, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) emitiu novas regulamentações exigindo que os refinadores aumentem a incorporação de biocombustíveis nas misturas de combustíveis nos próximos três anos. Essas políticas têm impulsionado as exportações de biodiesel para os EUA e investimentos em infraestrutura de biocombustíveis (EPA, 2022; EPA, 2023). Por fim, em 29 de novembro de 2023, o Ministério de Energia e Recursos Minerais da Indonésia anunciou planos para aumentar a produção de biodiesel para 13,4 bilhões de litros em 2024, mantendo a exigência de mistura de biodiesel em B35. Esses eventos têm impacto significativo no mercado global de biocombustíveis, influenciando preços e competitividade entre os principais produtores.

Portanto, as tendências apontam para uma expansão significativa do biodiesel como componente essencial na matriz energética mundial, impulsionada por políticas governamentais, avanços tecnológicos e uma crescente conscientização sobre a importância da sustentabilidade ambiental. De acordo com um relatório da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA), a demanda global por biocombustíveis, incluindo biodiesel, deverá continuar crescendo nos próximos anos, impulsionada principalmente pelas políticas de descarbonização e metas de redução de emissões estabelecidas por diversos países ao redor do mundo (IRENA, 2023). Essas políticas governamentais, juntamente com os avanços tecnológicos na produção e utilização de biocombustíveis, estão estimulando investimentos significativos no setor e promovendo a integração do biodiesel como uma fonte de energia renovável cada vez mais viável e competitiva. A conscientização crescente sobre os impactos ambientais do uso de combustíveis fósseis tem, então, tornando o biodiesel uma escolha atraente para diversos segmentos da sociedade, desde consumidores individuais até grandes empresas e governos (IEA, 2023). Diante disso, como observado anteriormente no presente trabalho, o glicerol é um subproduto diretamente resultante da produção de biodiesel. Segundo a Revista Pesquisa Fapesp (2012), a partir de meados dos anos 2000, quando o biodiesel começou a ser produzido em grande escala por diversos países, concomitantemente houve uma

explosão na produção e oferta do glicerol. Assim, a exploração do potencial do glicerol como substituto de commodities químicos derivados do petróleo revela-se uma oportunidade econômica e ambientalmente benéfica.

A utilização de resíduos renováveis como matérias-primas não só cria produtos de maior valor agregado, mas também reduz os custos de tratamento de resíduos. O glicerol, por sua acessibilidade e versatilidade, emerge como uma alternativa atrativa para a produção de precursores industriais valiosos (Beatriz, Araújo e Lima, 2011). O progresso contínuo nesse campo é essencial para fortalecer a viabilidade econômica da produção de biodiesel e, conseqüentemente, reduzir a dependência do petróleo, promovendo assim uma transição mais sustentável e ambientalmente consciente na indústria.

Destarte, o entendimento do panorama mundial do mercado do glicerol implica na análise da demanda pelo produto ao longo do tempo, visto que, conforme Quispe *et al.* (2013), o mercado mundial de glicerol é conhecido por sua natureza imprevisível e complexa, por conta de ser um subproduto e, conseqüentemente, sua produção ser diretamente afetada pela demanda global de biodiesel e de seus diversos usos finais. A Figura 10 apresenta a evolução do valor de glicerol comercializada mundialmente, no período compreendido entre os anos de 2000 e 2022.

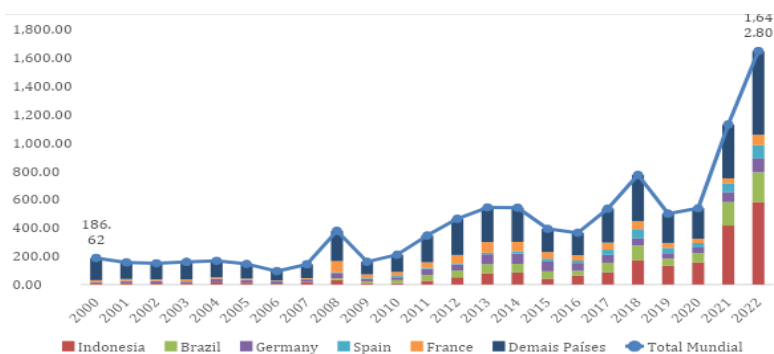


Figura 10 – Glicerol Comercializado Mundialmente no período de 2000 a 2022 - milhões de US\$. Nota: 152010 (Sistema Harmonizado de 1992 para 6 dígitos).

Fonte: OEC, 2022.

Em 2022, o glicerol ocupou a posição de 1681º produto mais comercializado globalmente, em um universo de 4.648 produtos. Os principais exportadores, conforme Figura 10, foram a Indonésia, o Brasil, a Alemanha, a Espanha e a França – com grande destaque para os dois primeiros. Inicialmente, entre os anos de 2000 e 2007, a exportação de glicerol era pouco significativa. Tal cenário se justifica à medida que o período compreendido entre os anos 2000 e 2007 não representava um cenário propício para o desenvolvimento de fontes renováveis de energia: segundo Machado *et al.* (2012), a utilização de fontes alternativas de energia não configurava uma das grandes prioridades mundiais.

O aumento significativo do valor comercializado em 2008 deve ter refletido o pico de preços do petróleo naquele ano. A volatilidade dos preços de petróleo traz necessidade crescente da redução da dependência de combustíveis fósseis, o que é refletido pelo incremento na comercialização de biodiesel em 2008 e desse ano em diante de modo geral. Segundo Cheilari *et al.* (2012), entre os anos de 2007 e 2008, houve aumentos massivos nos preços de combustíveis, o que constituiu um severo obstáculo para o crescimento econômico mundial e, assim, novamente posicionou a eficiência energética e investimento em biocombustíveis como prioridades, o que conseqüentemente impactou positivamente na produção e comercialização de biodiesel e, por conseguinte, de glicerol.

Após recuo em 2009, 2010 representou um grande salto na comercialização de glicerol: 210 milhões de dólares comercializados, 31,25% de acréscimo em relação à 2009. Conforme

Beatriz *et al.* (2010), tal acréscimo está relacionado ao programa estabelecido pela União Europeia que versava sobre a utilização de biocombustíveis: segundo este, até o final de 2010 os combustíveis da frota de veículos deveriam conter, no mínimo, 5,75% de biocomponentes de fontes renováveis. As projeções apontaram que o cumprimento de tal objetivo levou ao aumento para mais de 10 milhões de toneladas por ano, consequentemente gerando cerca de 1 milhão de toneladas de glicerol como coproduto. Em paralelo, os Estados Unidos também passaram a investir em incentivos para a produção de biocombustíveis no mesmo período. Desse modo, pode-se traçar um claro paralelo entre o aumento da demanda de biodiesel e o aumento do excedente de glicerol, obtido como coproduto do biocombustível.

Outrossim, os anos compreendidos entre 2011 e 2014 deram continuidade à expressividade da comercialização de glicerol, continuamente ascendendo em valor comercializado, assim como representado na Figura 10. Tal cenário atesta a significância da produção do biodiesel em anos mais recentes e a efetividade do estabelecimento de medidas governamentais, como supracitadas, para a otimizar e, consequentemente, os impactos positivos no aumento da produção de glicerol, como subproduto.

Novamente, em 2015 e 2016, há queda na comercialização. Tal cenário é justificado pela redução da comercialização de biodiesel. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2016), a queda foi ocasionada primordialmente pela queda nos preços de petróleo e consequente redução de competitividade do biocombustível, incertezas econômicas e políticas em regiões importantes em sua produção e consumo e, por fim, fatores climáticos como secas e inundações.

No período mais recente, o ano de 2018 merece destaque. Esse ano representou uma recuperação significativa da comercialização internacional de glicerol. Tal período foi sucedido por anos de decréscimo na comercialização em 2019 e 2020, o que pode ser justificado pelo advento da pandemia do COVID-19 e consequente retração dos fluxos comerciais globais. Os anos de 2021 e 2022 marcaram períodos significativos para o coproduto: o ano de 2021 foi o primeiro período em que o valor comercializado de glicerol atingiu mais de 1 bilhão de dólares, um aumento de mais de 110% em relação ao ano anterior. O ano de 2022 também apresentou ascendência em relação à 2021 em 45%, registrando 1,64 bilhões de dólares comercializados mundialmente. Entre os fatores que corroboram o cenário positivo, pode-se destacar a recuperação econômica mundial e consequente incrementos de demandas internas e externas nos países significativos ao mercado do coproduto.

Nota-se que as flutuações do valor de glicerol comercializado mundialmente têm, em sua maioria, acompanhado as oscilações dos valores comercializados de biodiesel, visto esse ser um subproduto. Porém, pode-se perceber que a trajetória do valor de glicerol comercializado exibiu oscilações mais bruscas, o que pode representar a excessividade da produção de mesmo: visto que o mercado de biodiesel vem constantemente ascendendo, as quantidades produzidas de glicerol também têm aumentado exponencialmente, consequentemente ocasionando uma saturação no mercado mundial. Segundo Quispe *et al.* (2013), o mercado foi dramaticamente alterado pelo aumento da produção de biodiesel, de modo que crescentes quantidades de glicerol foram despejadas no mesmo e, por conseguinte, os preços começaram a despencar.

Paralelo a isso, há evidências de relutância no mercado mundial em investir na agregação de valor ao glicerol, ocasionada, como já mencionado, pelo alto custo nos processos de purificação para utilização e a dificuldade no seu descarte. Desse modo, muitos países tomam decisões econômicas que, tendencialmente, convergem à não agregação de valor ao glicerol. Segundo Machado *et al.* (2012), “este baixo valor é atribuído ao conteúdo de aproximadamente 30% de impurezas e ao grande volume deste coproduto gerado pelas indústrias”.

Em relação a perspectivas futuras para o coproduto, para Attarbachí *et al.* (2023) o mercado de glicerol está previsto para passar por significativas alterações devido a uma série

de fatores emergentes. Primeiramente, a crescente adoção de veículos elétricos nas regiões da Europa, Estados Unidos e China está reduzindo a demanda por combustíveis tradicionais, impactando diretamente na produção de biodiesel e, consequentemente, na oferta de glicerol. Além disso, a competição intensificada por tecnologias alternativas, como o diesel renovável, que não gera glicerol, está pressionando a indústria de biodiesel. Embora haja uma tendência global de substituir os combustíveis fósseis por biocombustíveis, a ascensão do diesel renovável pode retardar esse processo, segundo os autores. Essas mudanças estão impulsionando uma transição para a produção de biodiesel a partir de resíduos, especialmente em países desenvolvidos, aumentando a demanda por glicerol bruto vegetal. Em suma, uma combinação de fatores, desde a evolução das tecnologias de transporte até as pressões ambientais e a concorrência entre fontes de energia renovável, está moldando um novo cenário para o mercado de glicerol.

### 3.5 Análise dos principais países no mercado do biodiesel e glicerol

Essa última subseção dedica-se a investigar quem são os principais players dos mercados globais de biodiesel e glicerol. A Figura 11 mostra a participação percentual dos países nas exportações e importações de biodiesel em 2012 e 2022. Em 2012, a Argentina foi o principal exportador, seguida de Holanda (atrelada aos demais países da U.E), Indonésia e Alemanha. Em relação aos fluxos de importação, grande destaque é dado aos países europeus. A Espanha foi o principal importador de 2012 ao importar 1,77 bilhões de dólares, um equivalente à 18,1% do total; Holanda e Itália, por sua vez, importaram 15,2% e 13,1%, respectivamente. No ano de 2022, houve uma alteração importante nas configurações de participação dos países no mercado internacional de biodiesel, concomitante ao crescimento expressivo do mercado global: o surgimento da China como grande exportadora. As demais configurações permaneceram similares.

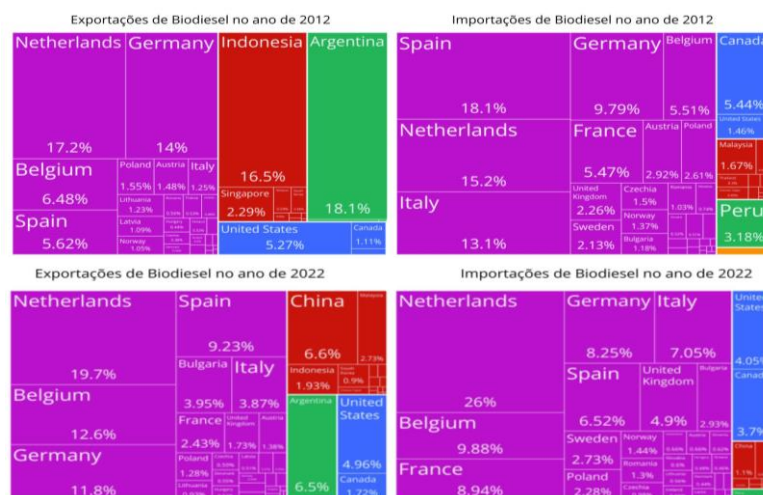


Figura 11 - Share de participação percentual entre países nas Exportações e Importações de Biodiesel em 2012 e 2022

Fonte: OEC, 2024.

A Figura 12 mostra a participação percentual dos países nas exportações e importações de glicerol em 2000, 2010 e 2022. No mercado de glicerol no ano de 2000, nota-se a prevalência da Malásia e da Alemanha nas exportações e dos Estados Unidos, Alemanha, Holanda e Reino Unido nas importações. Posteriormente, no ano de 2010, apesar de a Malásia e a Alemanha terem sucedido em manter prevalência no mercado mundial de glicerol (embora com troca de posições no *ranking*), Argentina, Brasil e Indonésia se destacaram com ampliação da

participação no mercado. Em relação aos países importadores, a China se sobressaiu significativamente, contabilizando 15,8% do total das importações do subproduto, enquanto os Estados Unidos, por sua vez, registraram a segunda maior participação, quantificada em 9,9% (perdendo espaço para a China). Em 2022, os destaques foram os saltos nas participações como exportadores da Indonésia e do Brasil. Paralelo a isso, a China continuou se destacando significativamente dentre os principais países importadores: o país importou, no ano de 2022, cerca de 1,34 bilhão de dólares em valor de glicerol, equivalente a 27,4% da quantidade comercializada mundialmente e um aumento de 32,7% em relação ao ano anterior.

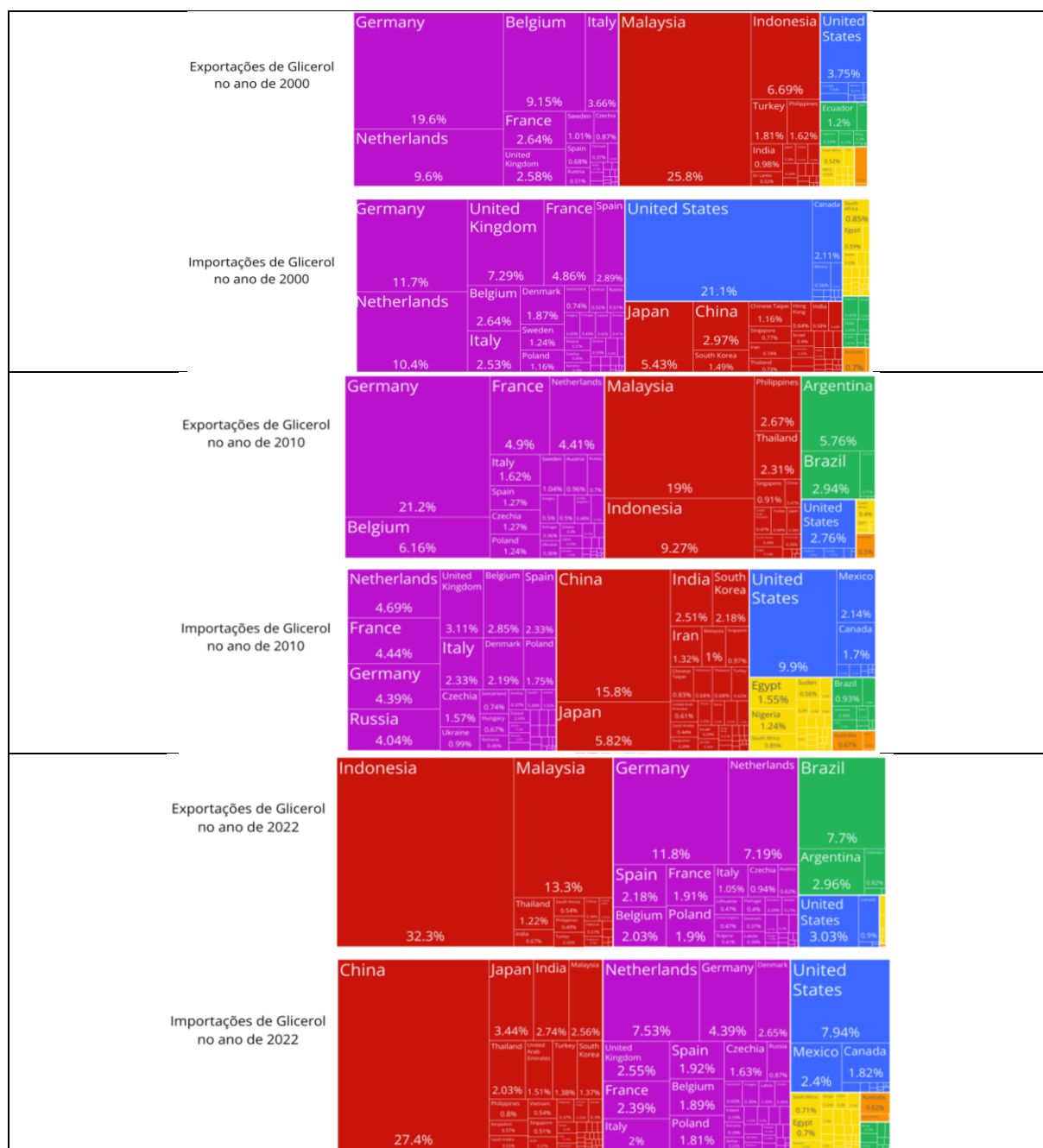


Figura 12 - Share de participação percentual entre países nas Exportações e Importações de Glicerol em 2000, 2010 e 2022. Nota: 152010 (Sistema Harmonizado de 1992 para 6 dígitos).  
Fonte: OEC, 2024.

#### 4. Considerações Finais

O mercado de biodiesel brasileiro tem sido impulsionado pelo estabelecimento de novas medidas pelo Conselho Nacional de Política Energética, refletindo o compromisso do país com biocombustíveis e com a redução da dependência de combustíveis fósseis. Antes disso, o impulso já havia refletido o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, estabelecido em 2004, e que tinha como objetivo a promoção de combustíveis alternativos – nesse âmbito, em 2005, estabeleceu-se a obrigatoriedade da adição de biodiesel ao diesel. Em vista desse panorama, em 2021, a produção de biodiesel foi destino do equivalente em óleo de metade da soja esmagada no país, o que consequentemente atesta ao cenário positivo para o produto no mercado nacional. No cenário internacional, por sua vez, o mercado também tem exibido ascendência, em decorrência do interesse mundial na transição para fontes energéticas mais sustentáveis. Países Europeus emergiram como protagonistas nos fluxos comerciais do biodiesel.

Com os incrementos na produção do biodiesel, tem ocorrido aumento também da produção de glicerol, visto esse ser subproduto direto da produção do biocombustível. Isso incitou o debate acerca dos possíveis destinos para o glicerol. Apesar de a produção de glicerol não requerer tecnologia complexa, o custo elevado da sua purificação tem representado um obstáculo à exploração de seus diversos usos. Mas, visto que seu aproveitamento é extremamente interessante, para garantir a viabilidade do biodiesel e contribuir para a rentabilidade das usinas, o número de usinas investindo em equipamentos voltados à sua purificação tem aumentado. Destarte, apesar de o glicerol ter exibido crescimento de volume exportado pelo Brasil, o valor de exportação tem oscilado fortemente, consequência direta de seus preços voláteis. No cenário mundial do glicerol, os principais exportadores estão bem distribuídos na Ásia, Europa e América (Argentina, Brasil e Estados Unidos), ao passo que a China se destaca como principal país importador.

Em relação a perspectivas futuras, espera-se que os mercados internacionais dos dois produtos sofram importantes alterações, devido à uma série de fatores, como a crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental, mas também a crescente adoção de veículos elétricos na Europa, Estados Unidos e China – regiões de extrema importância nos mercados de glicerol e biodiesel – e a ascensão do diesel renovável. Em contraponto, tais mudanças supracitadas estão impulsionando, principalmente em países desenvolvidos, a transição para a produção de biodiesel por meio de resíduos, o que consequentemente impacta a demanda por glicerol bruto vegetal positivamente. Em suma, fatores como a evolução das tecnologias de transporte, pressões ambientais e concorrência entre fontes energéticas, bem como a observação das tendências históricas dos mercados do biodiesel e glicerol, despertam incerta a determinação do cenário futuro para ambos os produtos; porém, seus atrativos ambientais e econômicos tornam de interesse a compreensão das dinâmicas mercantis dos mesmos, assim como a exploração da viabilidade de novos usos e meios de produção.

#### Referências Bibliográficas

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Estatísticas 2023. Disponível em: < <https://biodiesel.abiove.org.br/estatisticas-2023/> >. Acesso em 05 de abr. de 2024.

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Estatísticas 2024. Disponível em: < <https://biodiesel.abiove.org.br/estatisticas-2024/> >. Acesso em 06 de abr. de 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Painel Dinâmico Produtores do Biodiesel, 2024. Disponível em < <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOTlkODYyODctMGJjNS00MGJlLWJmMWItNGJl> >

[NDg0ZTg5NjBliwidCI6IjQ0OTlmNGZmLTI0YTYtNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzkxMyJ9&pageName=ReportSection8aa0cee5b2b8a941e5e0%22](https://www.sober.org.br/ndg0ZTg5NjBliwidCI6IjQ0OTlmNGZmLTI0YTYtNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzkxMyJ9&pageName=ReportSection8aa0cee5b2b8a941e5e0%22) > acessado em 05 de abr. de 2024.

ALVES, L. R. A. et al. Estrutura da cadeia produtiva e transmissão de preços da soja entre o produtor e o mercado varejista no Brasil. *Desenvolvimento em Questão*, v. 20, n. 58, 3 mar. 2022.

ALVES, L. R. A.; BARROS, G. S.A. C. ; IKEDA, V.Y. ; OSAKI, M. . Estrutura de mercado e formação de preços na cadeia produtiva de soja. In: ALVES, Lucilio Rogerio Aparecido; BACHA, Carlos José Caetano. (Org.). *Panorama da agricultura brasileira: estrutura de mercado, comercialização, formação de preços, custo de produção e sistemas produtivos*. 1 ed.Campinas: Alínea, 2018, v. , p. 95-131.

AMIS. AMIS Market Monitor - Issue 107. Rome: AMIS, 2023. Disponível em: < [https://www.amis-outlook.org/fileadmin/user\\_upload/amis/docs/Market\\_monitor/AMIS\\_Market\\_Monitor\\_Issue\\_107.pdf](https://www.amis-outlook.org/fileadmin/user_upload/amis/docs/Market_monitor/AMIS_Market_Monitor_Issue_107.pdf) >. Acessado em: 15 mar. 2024.

AMIS. AMIS Market Monitor Issue 108. Disponível em: < [https://www.amis-outlook.org/fileadmin/user\\_upload/amis/docs/Market\\_monitor/AMIS\\_Market\\_Monitor\\_Issue\\_108.pdf](https://www.amis-outlook.org/fileadmin/user_upload/amis/docs/Market_monitor/AMIS_Market_Monitor_Issue_108.pdf) >. Acessado em: 2 abr. 2024.

AMIS. AMIS Market Monitor Issue 114. Disponível em: < [https://www.amis-outlook.org/fileadmin/user\\_upload/amis/docs/Market\\_monitor/AMIS\\_Market\\_Monitor\\_Issue\\_114.pdf](https://www.amis-outlook.org/fileadmin/user_upload/amis/docs/Market_monitor/AMIS_Market_Monitor_Issue_114.pdf) >. Acesso em: 2 abr. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS – ABIOVE. Estatísticas. Disponível em < <https://abiove.org.br/estatisticas/> > Acessado em 07 de mar. de 2023.

ATTARBACHI, Taha; KINGSLEY, Martin D.; SPALLINA, Vincenzo. New trends on crude glycerol purification: A review. **Fuel**, v. 340, p. 127485, 2023.

BEATRIZ, Adilson; ARAÚJO, Yara JK; LIMA, Dênis Pires de. Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estereosseletivas. **Química Nova**, v. 34, p. 306-319, 2011.

BIODIESELBR. Biodiesel foi o destino do óleo de metade da soja esmagada no Brasil em 2021. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/uso/biodiesel-foi-o-destino-do-oleo-de-metade-da-soja-esmagada-no-brasil-em-2021-180222>>. Acesso em: 6 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. CNPE aprova aumento para 12% da mistura de biodiesel ao diesel a partir de abril. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/cnpe-aprova-aumento-para-12-da-mistura-de-biodiesel-ao-diesel-a-partir-de-abril> >. Acessado em: 2 abr. 2024.

BRASIL. Senado Federal. Queda nas ‘commodities’ reduz em US\$ 25 bi exportações do Brasil. Disponível em: < <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/513776/noticia.html?sequence=1> > Acessado em 07 de mar. de 2023.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. Agromensal, novembro de 2013. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0036478001466181864.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2024.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. AGROMENSAL, Outubro, 2019. Disponível em < <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/categoria/agromensal.aspx?mes=10&ano=2019> > Acessado em 07 de mar. de 2022.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. PIB da cadeia de soja e biodiesel. Disponível em: < <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-da-cadeia-de-soja-e-biodiesel-1.aspx> >. Acesso em: 2 abr. 2024.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. CEPEA/ABIOVE: Dados do 3º tri apontam crescimento de 21% no PIB da soja e do biodiesel em 2023. Disponível em: <

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). Agromensal, outubro 2016. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0558790001479412760.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2024.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). Metodologia - PIB do Agronegócio Brasileiro: Base e Evolução. Piracicaba, 2017.

Comissão Europeia. Biofuels. Disponível em: < [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/biofuels\\_en#:~:text=The%20Commission%20adopted%20in%20June,target%20for%20renewables%20in%20transport](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/biofuels_en#:~:text=The%20Commission%20adopted%20in%20June,target%20for%20renewables%20in%20transport) >. Acesso em: 2 abr. 2024.

CHEILARI, A. et al. Effects of the fuel price crisis on the energy efficiency and the economic performance of the European Union fishing fleets. Marine Policy, v. 40, p. 18–24, jul. 2013. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.12.006>>. Acesso em 05 de abr. de 2024.

Comissão Europeia. Clean Energy for All Europeans. Bruxelas: Comissão Europeia, 2023. Acesso em: 26 mar. 2023. Disponível em: <[https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en)>. Acesso em 05 de abr. de 2024.

Comissão Europeia. Clean Energy for All Europeans. Bruxelas: Comissão Europeia, 2023. Acesso em: 26 mar. 2023. Disponível em: < [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en) >. Acesso em 05 de abr. de 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Série Histórica das Safras - Soja. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/911-soja> >. Acesso em 05 de abr. de 2024.

DOI: [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2016-13-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-13-en)

Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE. Ministério da Justiça e Segurança Pública - MJSP. PARECER No 9/2020/CGAA3/SGA1/SG. , 2020. Acesso em: 2 abr. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Biodiesel. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel> >. Acesso em 05 de abr. de 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Soja em números (safra 2022/23). Disponível em < <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> > A cessado em 15 de mar. de 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Glicerol. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/p-d-e-i/biodiesel/glicerol> > Acesso em: 07 de mar. de 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis Ano 2022. Brasília: EPE, 2023. Disponível em: < [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-756/NT-EPE-DPG-SDB-2023-01\\_Analise\\_de\\_Conjuntura\\_dos\\_Biocombustiveis\\_Ano2022.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-756/NT-EPE-DPG-SDB-2023-01_Analise_de_Conjuntura_dos_Biocombustiveis_Ano2022.pdf) >. Acessado em: 15 mar. 2024.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis: Ano 2022. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: < [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-756/NT-EPE-DPG-SDB-2023-01\\_Analise\\_de\\_Conjuntura\\_dos\\_Biocombustiveis\\_Ano2022.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-756/NT-EPE-DPG-SDB-2023-01_Analise_de_Conjuntura_dos_Biocombustiveis_Ano2022.pdf) >. Acesso em: 07 de mar. de 2024.

Environmental Protection Agency (EPA). EPA Finalizes New Renewable Fuel Standards to Strengthen U.S. Energy Security and Support U.S. Agriculture. Disponível em: < <https://www.epa.gov/newsreleases/epa-finalizes-new-renewable-fuel-standards-strengthen-us-energy-security-support-us> >. Acesso em: 2 abr. 2024.

EPA (Environmental Protection Agency). EPA Takes Next Steps on Renewable Fuel Standard Program for 2023-25. Disponível em: < <https://www.epa.gov/newsreleases/epa-takes-next-steps-renewable-fuel-standard-program-2023-25> >. Acessado em: 2 abr. 2024.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. "Economic aspects of biofuels: An overview of the biofuel sector and its economic impacts." Disponível em: < <https://www.fao.org/3/BO103e/BO103e.pdf> >. Acesso em: 07 de mar. de 2024.

GUIMARÃES, P. R. B. (2008). Métodos quantitativos estatísticos. Curitiba: Iesde Brasil SA, 1, 252.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E), 2014.

IEA - International Energy Agency. Transport Biofuels. Disponível em: < <https://www.iea.org/reports/renewables-2023/transport-biofuels> >. Acesso em: 07 de mar. de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. PAM - Produção Agrícola Municipal. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/figuras> > Acessado em 07 de mar. de 2023.

IRENA - International Renewable Energy Agency. Renewables 2023. Disponível em: < [https://iea.blob.core.windows.net/assets/96d66a8b-d502-476b-ba94-54ffda84cf72/Renewables\\_2023.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/96d66a8b-d502-476b-ba94-54ffda84cf72/Renewables_2023.pdf) >. Acesso em: 07 de mar. de 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Transport biofuels – Renewables 2023 – Analysis. Disponível em: < <https://www.iea.org/reports/renewables-2023/transport-biofuels> >. Acesso em: 06 abr. 2024.

LAZZARINI, S. G.; NUNES, R. Competitividade do sistema agroindustrial da soja. São Paulo: Pensa/USP, 2000.

LIU, Yujia; ZHONG, Biqi; LAWAL, Adeniyi. Recovery and utilization of crude glycerol, a biodiesel byproduct. RSC advances, v. 12, n. 43, p. 27997-28008, 2022.

MACHADO, B. A. S. et al. Mapeamento Tecnológico Do Glicerol/Glicerina Sob O Enfoque Em Documentos De Patentes Depositados No Brasil. Cadernos de Prospecção, v. 5, n. 1, p. 14–22, 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. Balança Comercial do Agronegócio – dezembro/2016. Disponível em < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-aumento-36-6-exportacao-de-acucar-e-destaque-na-balanca-comercial-do-2016/dezembro-2016-balanca-comercial-do-agronegocio-resumida.xls/view> > Acessado em 07 de mar. de 2022.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. CNPE aprova aumento para 12% da mistura de biodiesel ao diesel a partir de abril. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/cnpe-aprova-aumento-para-12-da-mistura-de-biodiesel-ao-diesel-a-partir-de-abril> >. Acesso em: 2 abr. 2024.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS – MDIC. Exportação e Importação Geral. Disponível em < <http://MIDIC.mdic.gov.br/pt/geral>> Acessado em 07 de mar. de 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Resolução nº 8. 19 dez. 2023. Disponível em <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/2023/ResolucaoCNPE8Publicada.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

MONTEIRO, M. R. et al. Glycerol from biodiesel production: Technological paths for sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 88, p. 109–122, maio 2018. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.019>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

NAÇÕES UNIDAS. ODS 12: Consumo e Produção Responsáveis, 2024. Disponível em: < <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12> >. Acesso em 05 de abr. de 2024.

NOVI, J. C. et al. Análise da gestão de glicerol: riscos e oportunidades sobre sua destinação frente à lacuna normativa e aspectos sustentáveis. *Revista Eletrônica de Administração*, v. 24, n. 3, p. 217–243, 2018.

Observatório de Complexidade Econômica (OEC). Perfil de comércio de Glycerol (glycerine), crude and glycerol waters & lye. Disponível em: < <https://oec.world/en/profile/hs/glycerol-glycerine-crude-and-glycerol-waters-lye?yearSelector2=2000&yearSelector1=2021> >. Acesso em: 07 de mar. de 2024.

Observatory of Economic Complexity (OEC). Biodiesel and Mixtures Thereof. Disponível em: < <https://oec.world/en/profile/hs/biodiesel-and-mixtures-thereof> >. Acesso em: 07 de mar. de 2024.

OECD/FAO (2016), “Biofuels”, in *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025*, OECD Publishing, Paris.

REIS, Elizabeth. Estatística Descritiva.[SI]. 2008.

SOUZA, M. O. et al. O COMPLEXO DE SOJA: ASPECTOS DESCRITIVOS E PREVISÕES. *Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, v. 2, n. 1, 25 fev. 2010.

SOUZA, M. O.; N R. PIEDADE BACCHI, M.; ROGERIO A. ALVES, L. Análise de fatores que influenciam o processamento de soja no Brasil. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 17, n. 3, 8 jul. 2019.

PAGLIARO, M.; ROSSI, M.; SOCIETY, R. The future of glycerol : new uses of a versatile raw material. Cambridge: Royal Society Of Chemistry, 2008.

QUAN, S. H.; MCNUTT, J.; YANG, J. Utilization of the residual glycerol from biodiesel production for renewable energy generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 71, p. 63–76, maio 2017. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.110>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

QUISPE, C. A. G.; J. R. CORONADO, C.; A. CARVALHO JR., J. Glycerol: Production, consumption, prices, characterization and new trends in combustion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 27, p. 475–493, nov. 2013. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.017>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

Revista Pesquisa Fapesp. 2012. Resíduos bem-vindos. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/residuos-bem-vindos/>>. Acesso em: 7 abr. 2024.

SANTOS, RR dos; MYSZCZUK, A. P.; GLITZ, F. E. Z. Contract of sale in the soybean agroindustrial chain. *Revista de Política Agrícola*, 2010, Vol. 19, No. 2, 48-59 ref. 28, 2010.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Biofuels Annual - Jakarta - Indonesia. Foreign Agricultural Service - FAS. Washington, D.C.: USDA, 2023. Disponível em: <

[https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual\\_Jakarta\\_Indonesia\\_ID2023-0018.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_Jakarta_Indonesia_ID2023-0018.pdf) >. Acessado em: 15 mar. 2024.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Indonesia: Indonesia to Implement Biodiesel B35 in February 2023. Foreign Agricultural Service - FAS. Washington, D.C.: USDA, 2023. Disponível em: < <https://fas.usda.gov/data/indonesia-indonesia-implement-biodiesel-b35-february-2023> >. Acessado em: 15 mar. 2024.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, USDA. Brazil: 2011/12 Soybean Production Estimate Reduced to 70 MMT. Disponível em < <https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Oil+seeds+and+Products+Update+Brasilia+Brazil+2-24-2012.pdf> > acessado em 10 de ago. de 2023.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, USDA. Foreign Agricultural Service. Disponível em < <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> > acessado em 10 de ago. de 2023.

VIEIRA, N. M. Caracterização da cadeia produtiva da soja em Goiás. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

World Bank. Understanding the Plunge in Oil Prices: Sources and Implications. Disponível em:

< [https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/Research/PRN01\\_Mar2015\\_Oil\\_Prices.pdf](https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/Research/PRN01_Mar2015_Oil_Prices.pdf) >. Acesso em: 07 de mar. de 2024.