

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**JORGE FERREIRA SÁ FREIRE**

**MERCADO DO BIODIESEL NO BRASIL: ANÁLISE DA PRODUÇÃO, CO-  
PRODUTOS E PERSPECTIVAS FUTURAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CAMPO MOURÃO**

**2022**



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**JORGE FERREIRA SÁ FREIRE**

**MERCADO DO BIODIESEL NO BRASIL: ANÁLISE DA PRODUÇÃO, CO-  
PRODUTOS E PERSPECTIVAS FUTURAS**

**Biodiesel market in Brazil: production analysis, co-  
products and future prospects**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Ambiental da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Orientador(a): Prof. Dr. Maria Cristina Rodrigues  
Halmeman

**CAMPO MOURÃO**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**JORGE FERREIRA SÁ FREIRE**

**MERCADO DO BIODIESEL NO BRASIL: ANÁLISE DA PRODUÇÃO, CO-  
PRODUTOS E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel da Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 15/junho/2022

---

Maria Cristina Rodrigues Halmeman  
Doutorado em Ciências Agronômicas  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão

---

Radames Juliano Halmeman  
Doutorado em Agronomia  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão

---

José Hilário Delconte Ferreira  
Doutorado em Ciências Ambientais  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão

- A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Secretaria do Programa –

**CAMPO MOURÃO**  
**2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Existem muitas pessoas que fizeram parte dessa minha caminhada. Agradeço demais a toda minha família que mesmo longe durante essa jornada, deram total apoio, aos amigos que fizeram o dia a dia se tornar cada vez mais divertido e tornando a jornada muito melhor e fácil. Agradeço ao meu amor por me apoiar e me incentivar sempre.

Agradeço a minha orientadora Prof. Dr. Maria Cristina Rodrigues Halmeman pela paciência e dedicação e sabedoria por me ajudar em um passo enorme na minha vida e a UTFPR pela oportunidade dos incríveis cinco anos que passei.

A todos que contribuíram de alguma forma para que essa etapa da minha jornada esteja sendo concluída com êxito, o meu muito obrigado.

## RESUMO

O aquecimento global é um processo natural, porém o consumo desenfreado dos combustíveis fósseis sendo principal fonte energética do mundo todo, se agravou. Mas, com a corrida energética cada vez mais sustentável, os países têm procurado soluções. O Brasil mesmo como um modal rodoviário e sendo grande consumidor de petróleo, tem uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo. Com objetivo de aumentar esse índice cada vez mais, além do álcool, existe uma demanda cada vez maior de biodiesel. Feito do óleo extraído de plantas oleaginosas, tem sido a solução a curto-médio prazo para reduzir os índices de emissão de CO<sub>2</sub>. Portanto, com dados da base do governo brasileiro, apresentou-se a produção de biodiesel e seus co-produtos gerados, bem como possíveis alternativas de matérias primas, bem como quais as perspectivas futuras com base em seu modelo atual, e possíveis soluções para melhoria da produção e do desenvolvimento da matriz energética.

**Palavras-chave:** biodiesel; produção; co-produtos; perspectivas futuras.

## ABSTRACT

Global warming is a natural process, but with the rampant consumption of fossil fuels as the world's main energy source, it has worsened. But with the energy race increasingly sustainable, countries have been looking for solutions. Brazil even as a road modal and being a major consumer of oil, has one of the cleanest energy matrices in the world. In order to increase this rate more, in addition to alcohol, there is an increasing demand for biodiesel. Made of oil extracted from plants has been the short-term solution to reduce CO<sub>2</sub> emission rates. So, with data from the Brazilian government database, the production of biodiesel and its co-products was generated, as well as alternatives to raw materials, as well as what future prospects are based on your current model, and practical solutions to improve the production and development of the energy matrix.

**Keywords:** biodiesel; production; co-products; future prospects.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema de como acontece o efeito estufa .....	12
Figura 2 – Refino do petróleo e a porção de diesel.....	14
Figura 3 – Representação do processo de transesterificação.....	18
Figura 4 – Evolução do marco legal do biodiesel no Brasil .....	20
Figura 5 – Evolução da produção de biodiesel b100 no Brasil.....	20
Figura 6 – Fluxograma de pesquisa .....	26
Figura 7 – Porcentagem da área plantada dos principais cultivos no Brasil .....	28
Figura 8 – Produção de cereais, leguminosas e oleaginosas por região .....	29
Figura 9 – Matérias primas mais utilizadas na produção do biodiesel b100 .....	30
Figura 10 – Usinas de produção do biodiesel b100 em 2020.....	30
Figura 11 – Capacidade nominal e quantidade produzida de biodiesel b100 no ano de 2020 no Brasil .....	32
Figura 12 – Produção de co-produtos na região Centro-Oeste.....	33
Figura 13 – Produção de co-produtos na região Sul .....	33
Figura 14 – Produção de co-produtos na região Sudeste .....	34
Figura 15 – Produção de co-produtos na região Nordeste .....	34
Figura 16 – Produção de co-produtos na região Norte .....	35
Figura 17 – Esquema conceitual de uma fazenda produtora de microalgas para produção de biodiesel .....	37
Figura 18 – Tanques de cultivo de microalgas tipo “raceways” e circulares .....	38
Figura 19 – Fotobiorreator para cultivo de microalgas em sistema fechado .....	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Biocombustíveis no Brasil, artigo 4 do Decreto Lei 62/2006 .....	16
Quadro 2 – Teor de biodiesel adicionado ao óleo diesel.....	17
Quadro 3 – Matérias primas no Brasil com condições para produzir biodiesel .....	21
Quadro 4 – Algas com maior índice de produção .....	24
Quadro 5 – Comparativo dos sistemas de cultivo .....	39
Quadro 6 – Vantagens e desvantagens da produção do biodiesel de microalgas ..	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teor de óleo, rendimento e custo de matérias primas utilizadas.....	36
--	----

## LISTA DE ACRÔNIMOS

API	American Petroleum Institute
OPEP	Organização dos Países Exploradores de Petróleo
OVEG	Programa de Óleos Vegetais
Pro Biodiesel	Programa de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel Brasileiro
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
EUA	Estados Unidos da América
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ONU	Organização das Nações Unidas

## LISTA DE ABREVIATURAS

B100	Biodiesel de teor 100%
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LSPA	Levantamento Sistemático da Produção Agrícola
IBP	Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás

## LISTA DE SIGLAS

N <sub>2</sub> O	Oxido Nitroso
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CH <sub>4</sub>	Metano



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1 OBJETIVOS..	11
1.1.1 Objetivo geral .....	11
1.1.2 Objetivos Específicos .....	11
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
2.1 AQUECIMENTO GLOBAL E COMBUSTÍVEIS FOSSEIS.....	12
2.1.1 Petróleo no brasil .....	13
2.2 BRASIL E O USO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS.....	15
2.2.1 Biodiesel.....	17
2.2.2 Processo de produção do biodiesel e seu consumo .....	18
2.2.3 Produção de biodiesel no brasil .....	19
2.2.4 Geração de subprodutos e seus usos.....	25
2.2.5 Perspectivas sobre os biocombustíveis.....	23
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>30</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
4.1 MATÉRIA PRIMA MAIS UTILIZADA.....	32
4.2 PRODUÇÃO DO BIODIESEL E DA GLICERINA NO BRASIL.....	31
4.3 CUSTO DE PRODUÇÃO COM RELAÇÃO ENTRE A PORCENTAGEM DE ÓLEO E PRODUÇÃO EM KG/HA.....	40
4.4 MICROALGAS COMO MATÉRIA PRIMA ALTERNATIVA.....	41
4.4.1 Método de cultivo das microalgas.....	42
4.4.2 Vantagens e desvantagens das microalgas .....	43
<b>5 DISCUSSÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O clima global é um conjunto de interações entre os vários fatores dentro do planeta e a radiação solar, fato que explica a diversidade de ambientes e climas encontrados no planeta. As mudanças no clima são eventos ligados ao processo evolutivo da terra, porém, nos últimos anos, a comunidade de pesquisas e a científica em âmbito global investiga a possibilidade da intervenção humana nessa dinâmica (FERREIRA *et al.*, 2017).

Historicamente a alteração da dinâmica do clima terrestre começou a ser notada de forma acentuada no século XVIII, com o aumento do uso dos combustíveis fósseis durante a revolução industrial, onde se teve um forte aumento da demanda energética devido a atendimento da demanda energética populacional, o crescimento econômico e suprir a necessidade do desenvolvimento industrial. Ao longo dos últimos 200 anos, os padrões de consumo e produção acarretaram efeitos ambientais negativos, colocando em risco a sustentabilidade e os recursos disponíveis a longo prazo (SANTOS; RODRIGUES E CARNIELLO, 2021).

O uso de combustíveis derivados de outras matérias-primas fora o petróleo, tem sido usada como uma alternativa capaz de minimizar os efeitos negativos, entre esses combustíveis tem-se os biocombustíveis. No Brasil, o interesse no biodiesel não é novo. Na década de 1940, já havia discussões para utilização de óleos vegetais de forma natural de forma a serem alternativas para o óleo diesel, porém, abandonaram seu uso devido a abundância e o preço baixo do petróleo. Essas idas e vindas de interesse no óleo vegetal acontecia toda vez que o preço do petróleo oscilava mundialmente, até a década de 1970 (GUERRA; FUCHS, 2010). A fim de buscar autossuficiência energética, começa a estudar e tentar utilizar o biodiesel e o bioetanol. O Pró-álcool é um programa que aparece com sucesso a fim de reduzir o uso da gasolina, mas somente em 2004, com as especificações lançadas pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, a ANP, o biodiesel começou a ser introduzido na mistura do óleo diesel (RAMOS *et al.*, 2011).

Na produção de biodiesel segundo a ANP (2021), a soja é a matéria prima mais utilizada, responsável por mais de 70% da produção. A soja passa pelo processo de esmagamento, como toda matéria prima de origem vegetal, principalmente as plantas oleaginosas utilizadas no processo de produção do biodiesel. A ampla variedade de plantas utilizadas para produção dos biocombustíveis torna seu viável pois o biodiesel,

assim como o bioetanol apresenta baixa emissão de poluentes, é renovável, porém enfrenta problemas como a necessita de grandes áreas de cultivo e compete diretamente com a indústria alimentícia. (CARNEIRO *et al.*, 2018).

As fontes alternativas vêm com o objetivo de suprir a produção dos biocombustíveis, gerando uma não dependência e concorrência com matérias primas da indústria alimentícia, e entre elas as algas demonstram grande potencial pois apresentam facilidade de cultivo, maior teor de óleo do que em relação as plantas oleaginosas convencionais que são utilizadas, e podem ser colhidas a todo momento e em qualquer época do ano, sendo altamente atrativas como fonte de matéria prima alternativa para produção de biodiesel (PEREIRA *et al.*, 2012).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar matérias primas utilizadas, co-produtos gerados no processo e capacidade produtiva, nos últimos 10 anos para produção de biodiesel no Brasil.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Comparar as matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel considerando aspectos ambientais e econômicos;
- Analisar a glicerina gerada na produção do biodiesel segundo a divisão regional brasileira e verificar o aproveitamento para a geração de energia calorífica;
- Investigar as vantagens e desvantagens da produção de biodiesel a partir de microalgas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 AQUECIMENTO GLOBAL E COMBUSTÍVEIS FOSSEIS

O aquecimento global é uma temática moderna relacionada ao recorrente desenvolvimento da ciência e tecnologia, porém controversos quando se remetem a assuntos de cunho político, econômico, éticos, sociais e visões de mundo conflitantes (JUNGES; MASSONI, 2018). Se observado com foco somente na área ambiental, o planeta terra possui uma atmosfera substancial, ou seja, espessa e que contém gases do efeito estufa, onde naturalmente agem como uma camada protetora, segurando parte da radiação solar que refletida pela terra, sendo reemitida em diferentes direções pelos gases, conforme apresenta a Figura 1, se tornando de fundamental importância para o surgimento e manutenção da vida que conhecemos e presenciamos atualmente (JUNGES *et al.*, 2018).



Fonte: adaptado de Junges *et al* (2018, p. 133)

Portanto, o aquecimento global é o processo do decorrente aumento da concentração dos gases de efeito estufa, na qual vem ocorrendo ao longo dos anos, principalmente após o início do século XVIII com o advento da revolução industrial, devido intensa exploração dos recursos naturais, resultando na excessiva emissão de gases como N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, e CH<sub>4</sub>, produzidos principalmente a partir da queima de combustíveis fósseis (FERREIRA *et al.*, 2017). Devido à grande crescente do uso de combustíveis fósseis na produção energética particular, ao longo das décadas, vem sendo o principal motivo do aquecimento gradual da superfície terrestre e alteração da dinâmica dos oceanos. Desde 1860, de 150 a 190 bilhões de toneladas de carbono

foram lançados devido a combustíveis de origem fóssil, como o carvão, petróleo e gás natural (MOTTA, 2011).

Os combustíveis fósseis são parte de um grupo de combustíveis não renováveis, que são formados em um espaço de tempo de milhares a milhões de anos a partir de restos vegetais e animais, sendo o carvão e o petróleo mais facilmente encontrados (BIZERRA; QUEIROZ; COUTINHO, 2018).

Com a transição energética devido as revoluções industriais que aconteceram durante a história, principalmente no final do século XVIII, teve-se o maior aproveitamento do carvão mineral, devido a sua superior capacidade energética. Porém, mesmo sendo amplamente consumido, rapidamente foi deixando de ser usado, pois no início do século XIX, com surgimento do motor a combustão e demonstrando maior capacidade de trabalho, o uso do carvão foi rapidamente caindo em declínio (GONZÁLES; AMADO; SAUER, 2019).

O petróleo trouxe a consolidação do mundo moderno caracterizado pela produção em massa, deixando os setores mais dinâmicos e trazendo um maior desenvolvimento tecnológico e industrial. Devido a fatores importantes como a abundância e por ser barato, ofereceu condições para que acontecesse um alto desenvolvimento industrial, principalmente automobilístico pelo mundo inteiro, dando forma e dependência direta aos sistemas de transportes atuais e outros usos preponderantes era do petróleo (CARVALHO, 2008).

O petróleo é um combustível fóssil oleoso, rico em hidrocarbonetos (formados somente por carbonos e hidrogênios), encontrado no subsolo, seja em terra firme ou no fundo de rios e oceanos, em pequenas ou grandes profundidades (THOMAS *et al.*, 2004).

Apesar de ser um recurso natural não renovável, é a principal fonte de energia da sociedade contemporânea, além de ser utilizado na indústria automobilística, ou como matéria prima na fabricação de plásticos, calçados e cosméticos (MARTINS *et al.*, 2015).

### 2.1.1 Petróleo no Brasil

O petróleo no Brasil aparece por volta do final do século XIX e início do século XX, sendo iniciadas pesquisas sobre sua existência no estado de Alagoas em 1891. O

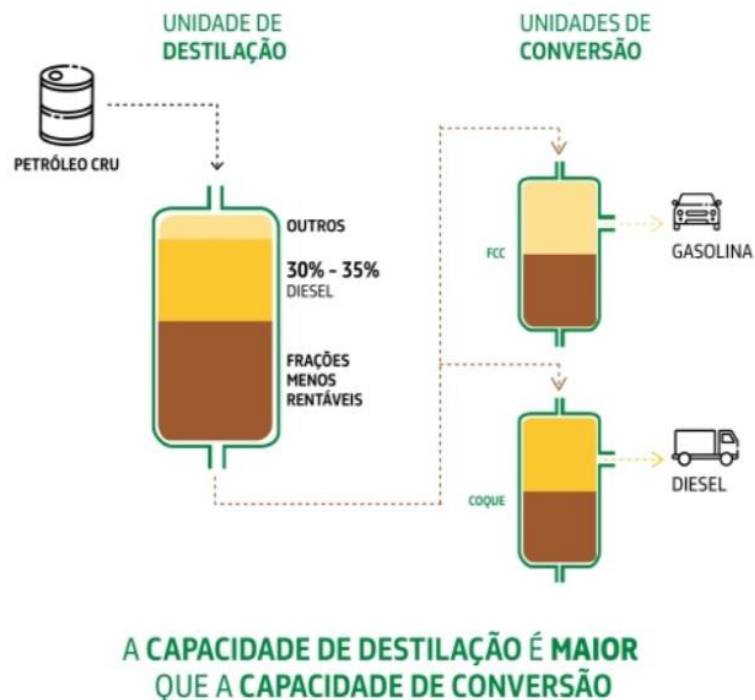
primeiro poço só foi perfurado em 1897, no estado de São Paulo, produzindo 0,5 m<sup>3</sup> (THOMAS *et al.*, 2004).

O país passou por diversos órgãos relacionados a exploração mineral, mas somente com o aumento da demanda, conhecimentos geológicos e grandes parcelas de capital investido se teve o surgimento da Petrobras em 1953, instituindo o monopólio e sendo responsável pelo gerenciamento desse segmento industrial (PETROBRAS, 2012).

O petróleo entra na classificação de óleos brutos, sendo classificado conforme seu grau American Petroleum Institute, o API, medida que mede a densidade relativa em relação aos líquidos derivados de petróleo em comparação com a água (FERREIRA, 2018). Em território nacional, a maioria do petróleo encontrado se apresenta na faixa entre 19 e 33 API, classificados como médio e pesado, conforme cita Delgado e Gauto (2021), produzindo somente cerca de um terço durante o processo de refino, quantidade inferior ao petróleo leve encontrado em outros países.

O refino é a transformação do petróleo bruto em produtos essenciais para o nosso dia a dia, e no Brasil, o diesel apresenta cerca de um terço dos produtos após o refino. A Figura 2 apresenta de uma forma geral essa proporção.

**Figura 2 – Refino do petróleo e a porção de diesel.**



*Esquema simplificado de refino, com proporções aproximadas.*

**Fonte: Petrobras (2018)**

Dentre os sub produtos resultantes da coluna de destilação, o óleo diesel é o produto que se encontra em maior abundância. Pouco volátil, inflamável, límpido e com forte cheiro característico, é utilizado principalmente em motores de combustão interna e motores de ciclo diesel, apresentando aplicações como: automóveis com capacidade igual ou superior a uma tonelada, ônibus, caminhões, embarcações de pequeno e grande porte, locomotivas, navios, geradores. Por ser o derivado do petróleo mais consumido no Brasil, principalmente pela predominância do transporte rodoviário, o setor vem engajando ações para mudar o pensamento do consumidor e a postura do setor para que se tenha uma construção de um mundo mais equilibrado nas questões ambientais (INSTITUTO DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA, 2012).

O uso de combustíveis não renováveis é a principal fonte de energia pelo mundo todo, e da sua queima, entre os diversos gases que são liberados ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$ ), o mais preocupante, destaca-se o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) (EDUCAÇÃO E CIÊNCIA PARA A CIDADANIA GLOBAL, 2016).

As vantagens do seu uso se deram no início do século XX, onde sua descoberta e uso fizeram com que a produção industrial se alavancasse e houvesse um desenvolvimento socioeconômico, além do fato de que o petróleo pode ser aproveitado por inteiro por toda a cadeia de destilação, mas ao longo do tempo, percebe-se que trouxe mais desvantagens do que vantagens, como a alta emissão de poluentes, material particulado, e por ser um recurso finito, trazendo consequências severas a longo prazo. Portanto, tem-se várias razões para fomentar o uso de fontes renováveis de energia, pois são inesgotáveis, diminuem em muito os impactos gerados ao meio ambiente. Seguindo esse pensamento, no Brasil, entre os anos 2000 e 2004, houve a inversão dos índices, pois o país passou a usar mais energias geradas de fontes renováveis do que de fontes não renováveis (PRESOTTO; TALAMINI, 2021).

## 2.2 BRASIL E O USO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS

Os biocombustíveis são um tipo de combustível de origem biológica ou natural, derivados da queima de biomassa, renováveis, e podem substituir parcial ou totalmente combustíveis derivados do petróleo (BRASIL, 2020b). A biomassa utilizada como matéria prima é proveniente principalmente de óleos vegetais e gordura animal,



sendo assim, biodegradável e é comercializado misturado ao diesel derivado do petróleo de forma obrigatória, sancionado pela lei 11097 (BRASIL, 2020c).

De acordo com o artigo 3 do decreto lei do Ministério da Economia e da Inovação (2006) podem ser disponibilizados de forma pura, misturados com derivados de óleo do petróleo ou de forma líquida. No mesmo decreto, artigo 4, faz referência aos tipos de biocombustíveis existentes no país, apresentados no Quadro 1:

**Quadro 1 - Biocombustíveis no Brasil, artigo 4 do Decreto Lei 62/2006**

Bioetanol	Bio-ETBE
Biodiesel	Bio-MTBE
Biogás	Biocombustíveis sintéticos
Biometanol	Biohidrogênio
Bioéter Dimetílico	Óleo vegetal puro

Fonte: Brasil (2006, p. 2051)

A história do biodiesel data de 1895, quando Rudolf Diesel e Henry Ford descobriram o potencial dos óleos vegetais como combustíveis. O primeiro motor a diesel foi criado na Alemanha por Rudolf Diesel, mas somente apresentado na feira mundial de Paris, na França em 1898, sendo o óleo de amendoim o produto utilizado após ser obtido através do processo de transesterificação (MOREIRA, 2006).

A transesterificação consiste em um processo de caráter reversível, onde um triglicerídeo de cadeia longa se transforma em cadeia menores de ésteres na presença de um álcool e um catalisador (LAGE *et al.*, 2019).

Com o passar do tempo, o motor e o combustível foram melhorados. Os óleos vegetais não puderam ser usados puros como combustíveis, devido a sua densidade e viscosidade muito altas em relação ao óleo diesel, acarretando alguns problemas, como o de injeção do combustível no motor e uma queima incompleta, levando à formação de coque nos motores, os quais podem sofrer sérios danos a médio e longo prazo. Dessa forma, o óleo vegetal deve ser usado misturado com o diesel de petróleo, ou deverá ser feita uma adaptação no motor para que seja usado 100% de óleo (GUERRA; FUCHS, 2010).

No Brasil os estudos e discussões para uso de óleos vegetais como combustíveis alternativos vem desde o início da década de 1940. Por causa do acontecimento da segunda guerra mundial, foi decretado o fim da exportação de óleo de algodão, para caída dos preços internos e usá-lo como combustível para locomotivas. Porém, os biocombustíveis foram deixados de lado até por volta da década de 1970, devido à crise do abastecimento de petróleo gerado pela criação da Organização dos Países

Exploradores de Petróleo, a OPEP, o governo federal apresentou como solução a criação do plano pró álcool e o pró óleo (GUERRA; FUCHS, 2010).

Em 1983, com o aumento do preço do petróleo, surge o Programa de Óleos Vegetais (projeto OVEG), testando o uso do biodiesel puro misturado ao óleo diesel em diferentes quantidades. No final do ano de 1990 até o início dos anos 2000, devido a uma redução do preço do petróleo, vários trabalhos foram interrompidos e paralisados. Somente em 2002, com uma nova crise do petróleo juntamente com a crescente preocupações ambientais desde a conferência da ONU sobre meio ambiente e desenvolvimento em 1992, juntamente com a pressão de agências ambientais do setor automotivo, criou-se o Programa de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel Brasileiro (Pro biodiesel) pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (SOCCOL *et al.*, 2005).

Porém, somente anos depois, em 13 de janeiro de 2005, se tem a introdução da lei 11.097, na qual dispõe a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, estabelecendo uma quantidade mínima de 2% na mistura com diesel (CORDEIRO *et al.*, 2011), conforme descrito no Quadro 2.

**Quadro 2 - Teor de biodiesel adicionado ao óleo diesel**

<b>Ano</b>	<b>Sigla</b>	<b>Teor de Biodiesel</b>
2005 a 2007	B2	2%
2008	B2	2%
2008 a 2009	B3	3%
2009	B4	4%
2010 a 2014	B5	5%
2014	B6	6%
2014	B7	7%
2017	B8	8%
2018	B10	10%
2019	B11 a B15*	11 a 15%
2020	B12 a B15*	12 a 15%
2021	B13 a B15*	13 a 15%
2022	B14 a B15*	14 a 15%
2023	B15	15%

**Fonte: Adaptado de Biodieselbr (2019)**

\*As distribuidoras podem optar por comercializar diesel com mais biodiesel que o mínimo estabelecido

### 2.2.1 Biodiesel

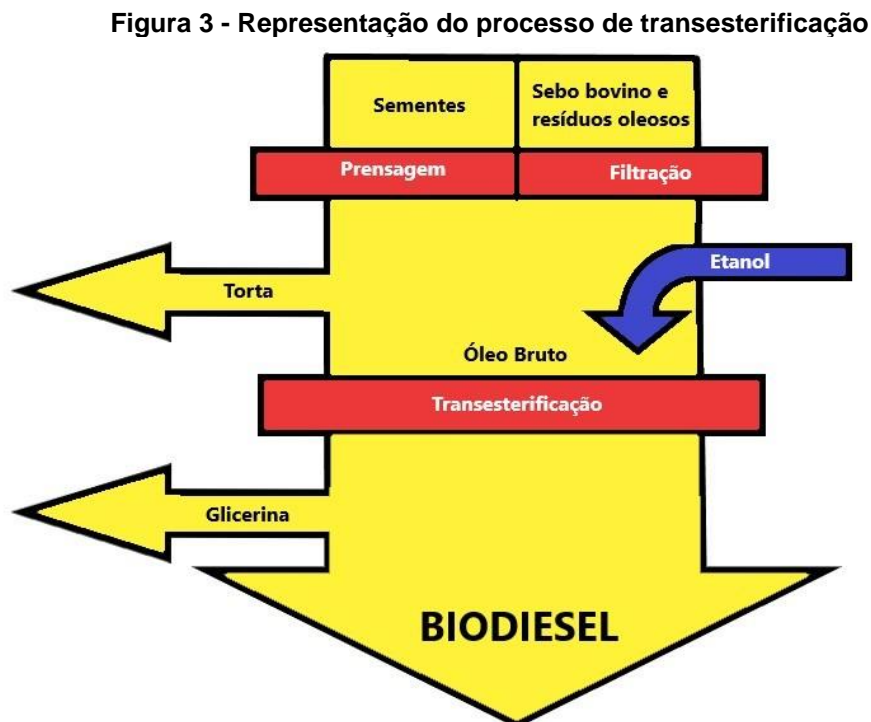
O biodiesel é um combustível resultante da transesterificação de óleos vegetais ou gordura animal na presença de um catalizador, em meio alcoólico, originando ésteres de ácidos graxos e tem o glicerol como subproduto (PEITER *et al.*, 2016).

Como a utilização do álcool desde a criação do plano pró álcool, o Brasil se tornou um dos maiores consumidores de biocombustíveis. Porém, somente a partir de 2008, entrou em vigor a mistura obrigatória de 2% (B2) de biodiesel no diesel. Com crescimento e amadurecimento do mercado, a porcentagem de biodiesel vem sendo cada vez mais ampliado pelo CNPE, chegando até o percentual de 13% utilizado atualmente (BRASIL, 2020c).

### 2.2.2 Processo de produção do Biodiesel e seu consumo

O principal método para a produção de biodiesel é a transesterificação (CORDEIRO *et al.*, 2011).

A Figura 3 apresenta a reação através de um esquema simplificado:



Fonte: Adaptado de Biodieselbr (2013)

O processo simplesmente consiste em separar ésteres e glicerol do óleo vegetal através de uma reação química com álcool (MILLI *et al.*, 2011).

O óleo bruto é processado através do esmagamento de sementes, ou resultante da filtração de sebo bovino e de resíduos oleosos usados no dia a dia

(ABDALLA, 2008). A torta é um resíduo resultante dos processos de filtração e prensagem, com alto valor energético, e é utilizado para a queima para produção do biodiesel (BIODIESELBR, 2012).

Após o processamento do biodiesel através da reação do óleo bruto com metanol, surge o coproduto glicerina, resíduo bastante valorizado pela indústria de sabão e utilizado como ingrediente energético para rações de suínos (ABDALLA, 2008).

Esse é um processo simples, pois reduz a massa molecular dos triglicerídeos para um terço, diminuindo a viscosidade e aumentando a volatilidade, podendo ser utilizado nos motores convencionais (GERIS, 2007).

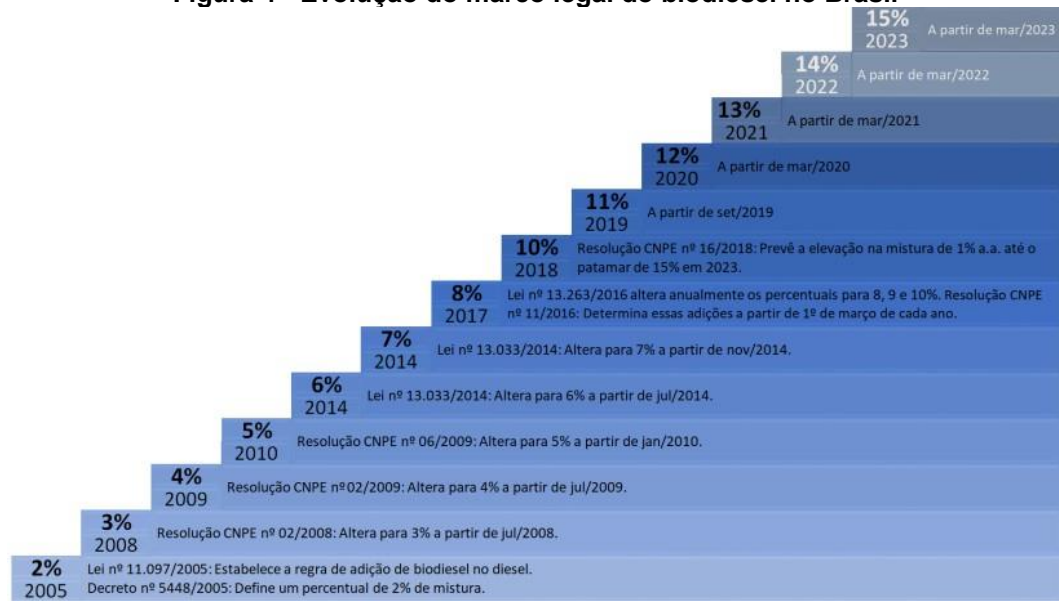
Atualmente o metanol é o álcool mais utilizado no mundo dentro do processo para sintetizar o biodiesel através da reação de transesterificação, pois é menos custoso e apresenta uma maior eficiência (KAUTZ, 2010), enquanto no Brasil, o etanol é o álcool mais utilizado no processo.

Seu consumo varia em função do tipo de processo e da matéria prima utilizada. A medida em que a demanda e a porcentagem de biodiesel obrigatório são incorporadas ao óleo diesel, sua demanda aumenta. O Consumo total aumentou 8,1% em relação a 2018, com o Centro-Oeste consumindo 41% do total, Sul com 40,2%, Nordeste com 7,8%, Sudeste com 8,6% e Norte com 2,4% do total (BRASIL, 2021).

### 2.2.3 Produção de Biodiesel no Brasil

A produção de biodiesel sempre esteve presente, porém em quantidades muito pequenas. Após 2008, quando passou a vender o biodiesel em todo território nacional, e passar de aditivo lubrificante, com até 2% na mistura, para aditivo, com 5% de teor na mistura com óleo diesel (BIODIESELBR, 2019). Dessa forma, à medida que o teor na mistura aumenta em porcentagem, conforme mostra a Figura 4, a produção tem que acompanhar o consumo, seguindo o mesmo aumento, conforme mostra a Figura 5.

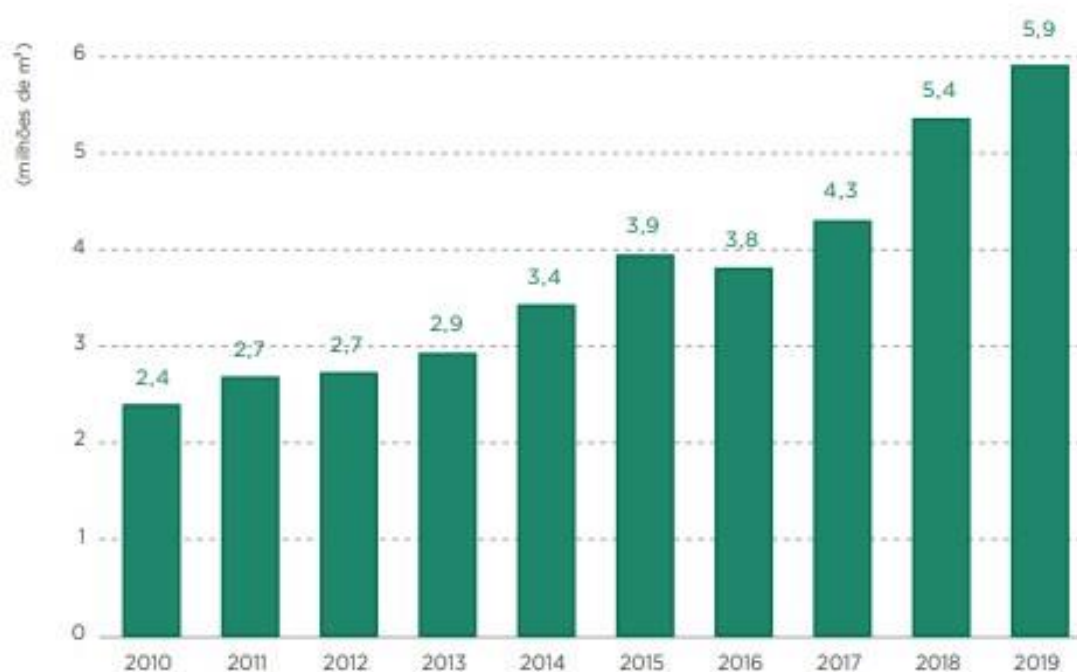
**Figura 4 - Evolução do marco legal do biodiesel no Brasil**



Fonte: EPE (2020, p. 32)

Com a mudança de aditivo lubrificante para aditivo, a produção ano após ano começou a subir conforme apresenta a figura . Segundo a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2021), com a proporção acima de 10% após 2019, a produção nacional superou a marca de mais de 50% do seu potencial utilizado.

**Figura 5 - Evolução da produção de biodiesel b100 no Brasil**



Fonte: Ministério de Minas e Energia (2021, p.193)

## 2.2.4 Geração de Subprodutos e seus usos

Como um coproduto da produção do biodiesel, a glicerina bruta corresponde a 10% da massa do biocombustível produzido. O glicerol, é a glicerina bruta resultante da transesterificação, após passar por um processo de refinamento, apresentando um valor maior dentro do mercado internacional, dessa forma, grande quantidade de usinas vem melhorando e instalando equipamentos para serem capazes de realizar esse processamento (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2021b).

A glicerina, é aplicado diretamente como surfactantes nas indústrias farmacêuticas, alimentícias e de cosméticos (MENEGETTI, S., MENEGETTI, M., BRITO, 2013). O Brasil, por possuir grande extensão territorial, tem uma ampla diversidade de matérias primas que podem ser utilizadas na produção do biodiesel, como demonstra no Quadro 3:

**Quadro 3 – Matérias primas no Brasil com condições para produzir biodiesel**

Soja	Girassol
Mamona	Milho
Pinhão-manso	Caroço de algodão
Canola	Buriti
Dendê	Macaúba
Amendoim	Sebo bovino
Gordura de frango	Gordura suína

Fonte: Ramos *et al* (2017, p. 327)

O cultivo dentro do Brasil é bem diversificado, pois com a presença de diversos tipos de condições climáticas, cada região apresenta um tipo de aptidão agrícola para produção de oleaginosas. Porém, ainda é necessária uma avaliação mais detalhada sobre suas cadeias produtivas, pois sua viabilidade depende de sua competitividade técnica, econômica e socioambiental, passando por aspectos como: teor de óleo e complexidade de extração, produtividade por área, sazonalidade, impacto socioambiental de seu desenvolvimento, equilíbrio agrônômico e atenção aos sistemas produtivos (RAMOS *et al.*, 2017).

A viabilidade econômica da produção de biodiesel no Brasil é muito grande, podendo se tornar uma possível alternativa de fonte de renda para pequenos e médios produtores, podendo desenvolver a microrregião e a economia do povo do campo (CAMPOLINA, 2011). Com o aumento da produção se espera a inclusão social e um desenvolvimento das regiões envolvidas, visando a geração de emprego e renda, sua

produção deve ser feita de forma descentralizada, e de forma que não exclua nenhuma forma de tecnologia e matéria prima (MOREIRA, 2006).

As maiores vantagens ambientais no uso dos óleos vegetais para produção de combustíveis renováveis são: a ausência de emissão do dióxido de enxofre, responsável pela chuva ácida; recuperação de áreas degradadas com o plantio de espécies oleaginosas, pois com as áreas recuperadas evitam a ocorrência de processos erosivos; e o aumento de áreas verdes, tem-se um melhor, maior e mais balanceado sequestro de carbono (COELHO, 2004).

O biodiesel é uma substância natural e isenta de metais e dos 21 componentes presentes em hidrocarbônicos tóxicos cujas emissões podem causar ação cancerígena e causar danos graves, não necessita a adaptação de motores, pois pode ser utilizado misturado ao diesel mineral, diminuindo a emissão de fumaça, material particulado e gás carbônico emitido (BOTELHO, 2012).

Apesar de ter uma grande quantidade de vantagens, apresenta aspectos ambientais e econômicos desfavoráveis. O custo de produção tem uma variação dependente da matéria prima e o tipo de processo utilizado. Além de tudo, com o aumento da demanda, teria uma maior estimulação da produção de oleaginosas, conseqüentemente aumentando a produção e a oferta, diminuindo seu custo. Porém, ao mesmo tempo, pode gerar uma competição entre a produção de alimentos e a produção de combustível, resultando em maior valor dos grãos e maior custo de produção (SILVA, FREITAS, 2007).

A viabilidade econômica e ambiental da produção do biodiesel no Brasil é ampla, isso porque dispõe de diversas plantas oleaginosas, nativas e exóticas, muito bem adaptadas, além de condições climáticas extremamente favoráveis para se tornar um grande produtor de biocombustíveis (CAMPOLINA, 2011). A descentralização da soja como matéria prima principal e o aproveitamento de resíduos oleosos, da localização das usinas, e das diferentes regiões e matérias primas diversificadas são fundamentais para que se tenha um maior equilíbrio dentro do mercado interno e entre as indústrias de combustíveis e alimentícias. Uma forma alternativa para produzir biodiesel é a utilização de microalgas como matéria prima. Apresentam grande produtividade de óleo, necessita de menores extensões de terra, tem ciclos de vida curtos, menor logística de armazenamento, e seu consumo de gás carbônico é maior do que as culturas tradicionais, contribuindo fortemente para redução dos efeitos de aquecimento global. Outro ponto extremamente importante do uso de microalgas é

que além de contribuir ambientalmente e energeticamente, não oferece qualquer competição com a produção alimentícia. Atualmente, a seleção da matéria prima tem grande impacto nos custos de produção de biodiesel, podendo atingir até 85% do valor final (RAMOS *et al.*, 2017).

O Brasil no ano de 2020 chegou ao maior preço médio por litro de biodiesel, batendo a casa de três reais (R\$ 3) o litro. O acontecimento se deve à alta importação pelo mercado Chines, após praticamente interromper a compra de soja nos EUA. Como forma de evitar o desabastecimento da matéria prima e com o objetivo de assegurar o abastecimento nacional, o governo lançou a resolução ANP 821 de 17 de junho de 2020, na qual alterou o teor obrigatório de biodiesel no óleo diesel de 12% para 10% (BRASILAGRO, 2020).

Segundo Peixoto (2014), os custos envolvidos relacionados a cadeia produtiva de biodiesel são divididos em:

- 1- Custo de produção
- 2- Custo administrativo
- 3- Custo de armazenamento
- 4- Custo de distribuição
- 5- Custo capital
- 6- Custo de instalação

#### 2.2.5 Perspectivas sobre os biocombustíveis

O setor energético é um dos que mais demandam consumo, e o surgimento dos biocombustíveis vem como opção para o ajuste em busca do desenvolvimento sustentável, por serem renováveis, diminuem os impactos causados no meio ambiente, além de trazer uma promissora alternativa de diversificação do setor (ORTENZIO *et al.*, 2015).

Apesar de ser importante aspectos a ser considerado futuramente, sua produção necessita de alguns fatores, como: disponibilidade de terras, acesso a água, condições climáticas adequadas, conflitos de apropriação territorial e recursos vegetais, porém, o país apresenta uma série de características, condições e alternativas capazes de ir contra esses aspectos que impactam em sua produção (OMENA; SOUZA; SOARES, 2013).



Um dos assuntos mais comentados do momento são as biorrefinarias, onde a biomassa se torna insumo para a produção de uma ampla gama de produtos, similarmente as refinarias de petróleo. O objetivo é transformar matérias primas biológicas em produtos utilizados em vários tipos de indústrias de transformação, combinando processos e tecnologia (NITZSCHE; BUDZINSKI; GRONGROFT, 2016).

As biorrefinarias são de grande potencial para o país, devido a vasta biodiversidade encontrada no Brasil. Diversos tipos de resíduos da agroindústria gerado na produção de culturas, derivados de atividade de produção celulósica, alcoólica, entre outros, se tornam excelentes fontes de biomassa (REZENDE; PASA, 2017), dentre elas, existe uma na qual vem abrindo os olhos do setor de combustíveis, as microalgas.

Algas são organismos aquáticos fotossintetizantes, com exigência de crescimento de luz, gás carbônico, fosforo, nitrogênio, carboidratos e potássio, e estão presentes em diversos locais, principalmente em ambientes marinhos, de água doce e no solo (CARRIJO *et al.*, 2015).

As principais espécies produtoras com maior conteúdo de óleo bruto estão presentes no Quadro 4:

**Quadro 4 – Algas com maior índice de produção.**

<b>Espécies</b>	<b>Tipo de Alga</b>
<i>Botryococcus braunii</i>	Alga planctônica verde, de formato piramidal
<i>Chlorella vulgaris</i>	Alga verde
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	Alga comum em lagos de água salgados
<i>Nannochloropsis sp</i>	Alga verde arredondada
<i>Schizochytrium sp</i>	Alga de habitats marinhos costeiros
<i>Scenedesmus obliquus</i>	Alga verde
<i>Schizochytrium limacinum</i>	Áreas de mangue no oeste do oceano pacífico

Fonte: Adaptado de Pereira *et al* (2012, p. 2015)

Segundo Carrijo *et al* (2015), as algas apresentadas no Quadro 4, além de apresentarem uma produção 5 vezes maior do que as oleaginosas tradicionais que

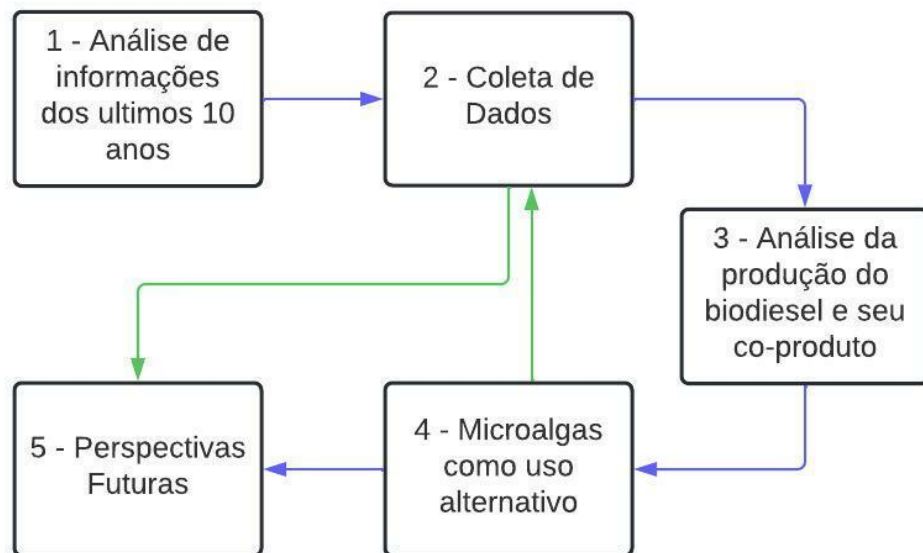
são utilizadas atualmente, tem rendimentos superiores a 50% na transformação direta pelo método da transesterificação.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa científica foi guiada, segundo Praça (2015) pela metodologia de pesquisa teórica, onde se baseia na análise de uma teoria utilizando embasamentos teóricos ou não.

Portanto, o fluxograma apresentado na Figura 6 a seguir demonstra o passo a passo para a realização desta pesquisa seguindo os objetivos gerais e específicos apresentados:

**Figura 6 - Fluxograma de pesquisa.**



**Fonte: Autoria Própria (2022)**

Com base na Figura 6, a pesquisa se dividiu em 5 etapas, sendo elas:

- 1- Análise de informações: análise de informações das matérias primas, co-produtos, capacidade produtiva do biodiesel no Brasil nos últimos 10 anos.
- 2- Coleta de dados: dados utilizados foram conforme o Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2020, 2021 e 2022.
- 3- Construção Textual: construção textual através da análise da produção do biodiesel e seu co-produto principal, a glicerina.
- 4- Soluções Alternativas: microalgas como uso de matéria prima alternativas, quais são suas vantagens e desvantagens.

- 5- Perspectivas Futuras: visões futuras a respeito da produção do biodiesel e como a utilização da solução alternativa como as algas impactam de forma benéfica e maléfica, quais barreiras a serem superadas e que mudanças devem ocorrer para sua implementação seja um sucesso.

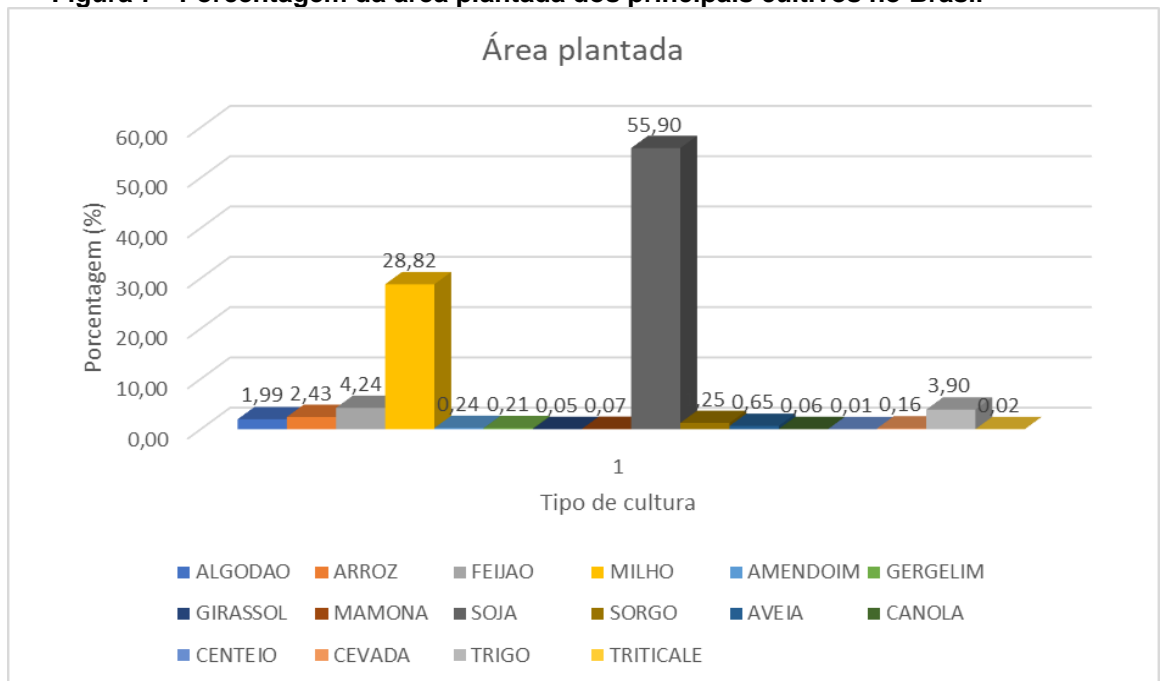
## 4 RESULTADOS

### 4.1 MATÉRIA PRIMA MAIS UTILIZADA

O Brasil apresenta grande potencial agrícola, sendo um dos maiores produtores do agronegócio mundial. Segundo a Conab (2021), os principais produtos cultivados as culturas de verão, como o algodão, arroz, feijão, milho, amendoim, gergelim, girassol, mamona, soja e sorgo, além das culturas de inverno como aveia, canola, centeio, cevada, trigo e triticale.

O gráfico da Figura 7 apresenta a porcentagem de área plantada estimada, sendo o total 68934 (em 1000 HA):

**Figura 7 - Porcentagem da área plantada dos principais cultivos no Brasil**

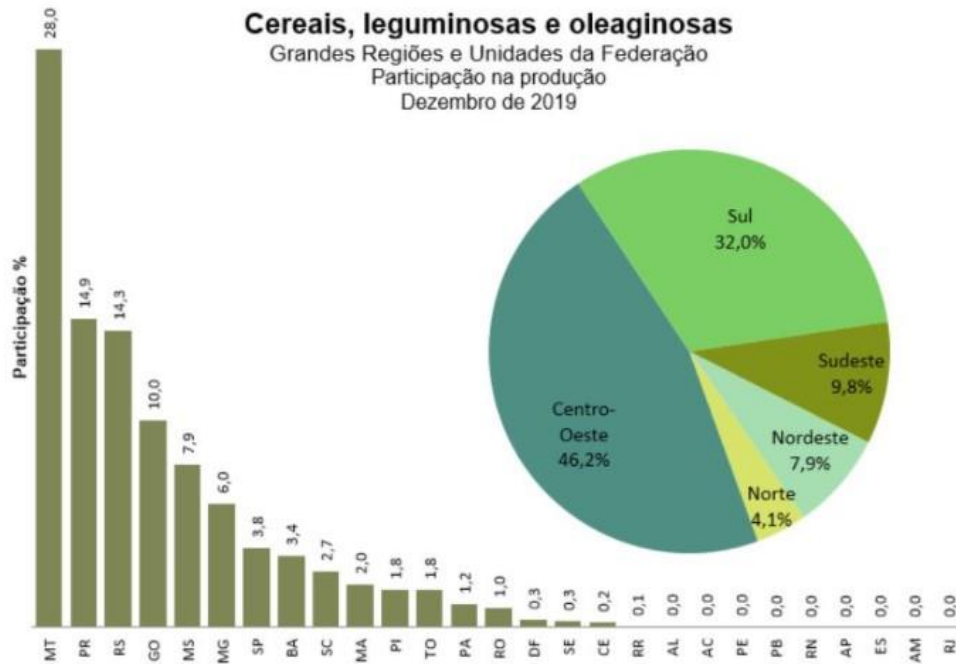


**Fonte: Adaptado de Conab (2021, p.12)**

A soja como apresenta a Figura 7 e de acordo com Souza e Bittencourt (2019) é o produto mais consumido na alimentação dos animais quanto o dos humanos, pois é um dos alimentos com mais alto teor de proteína, e o crescimento da produção no Brasil se deve aos fatores principais como o efeito competitividade, efeito destino das exportações, pois pelo menos 50% da soja é exportada e o crescimento do comercio mundial, já que o país vem em tecnologia e expansão do espaço para crescimento produtivo.

Conforme demonstra o IBGE (2019), a produção de grãos por região segundo a LSPA é apresentada na Figura 8. Seu rendimento médio chega a 3340 kg/ha, com mais de 36 milhões de hectares plantados.

**Figura 8 - Produção de cereais, leguminosas e oleaginosas por região**



Fonte: IBGE (2019)

O Brasil apresenta grande potencial para produção de biodiesel. Em setembro de 2019, a mistura passou a 11 %, conforme a lei 13.263 de 2016. A região centro-oeste é a maior produtora com mais de 2 milhões de metros cúbicos, ou seja, 41,4% da produção nacional (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2021).

Existem dois fatores principais responsáveis pela concentração na produção. A primeira é que a principal matéria prima na produção do biodiesel (b100) também sendo umas das principais utilizadas para exportação e no mercado nacional é a soja, equivalente a 71,4% do total (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA,2021), e a região centro oeste é a maior produtora do país, conforme apresenta a Figura 9;

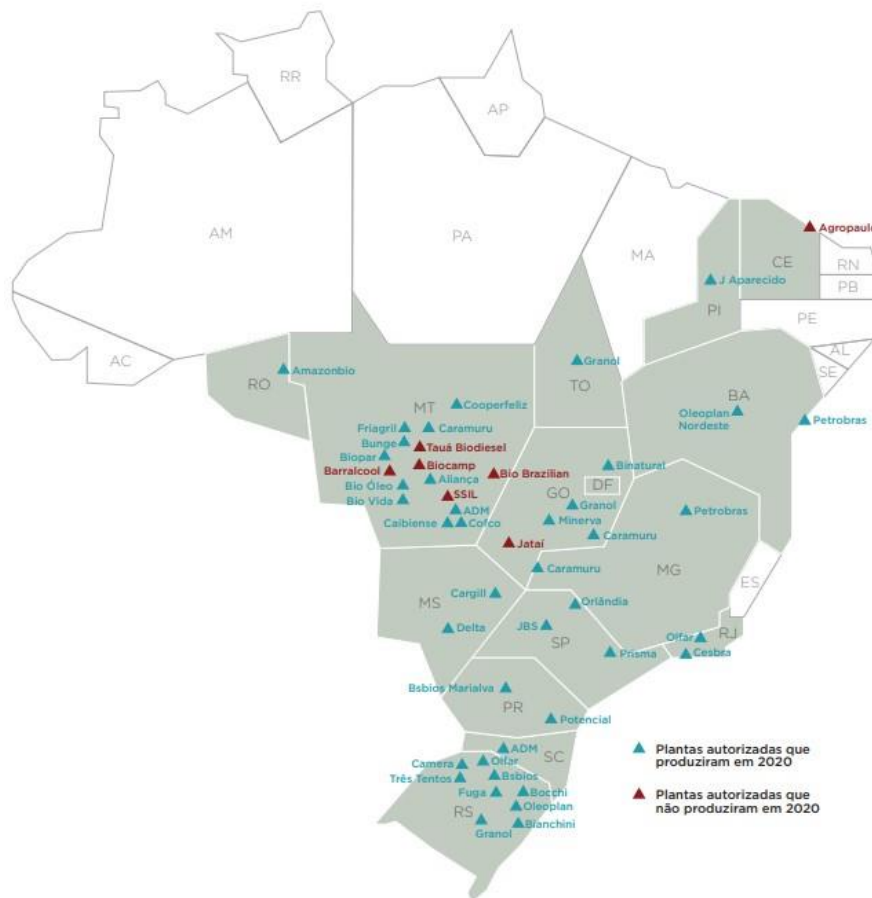
**Figura 9 - Matérias primas mais utilizadas na produção do biodiesel b100**



Fonte: Ministério de Minas e Energia (2021, p.197)

O segundo é que a região centro oeste, por ser a maior produtora de soja dentro do país, conseqüentemente concentra a maior quantidade de usinas, seguida da região sul, conforme mostra a Figura 10.

**Figura 10 - Usinas de produção do biodiesel b100 em 2020**



Fonte: Ministério de Minas e Energia (2021, p.198)

Mesmo a região centro oeste apresentando a maior quantidade de usinas, conforme demonstra a Figura 10 não faz uso de todas as plantas produtoras, enquanto a região Sul é o maior produtor, pois mesmo não usando toda sua capacidade nominal de produção, conforme mostra a Figura 11, utiliza-se a todas as usinas presentes no setor.

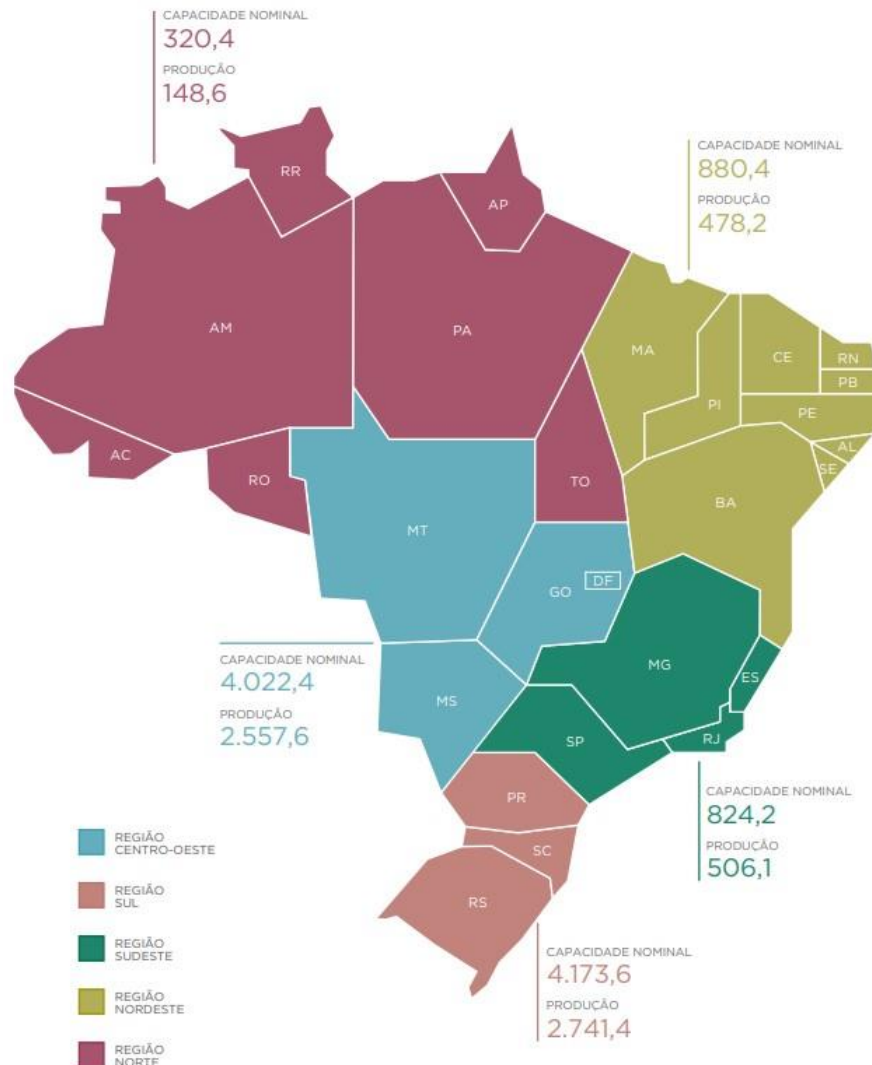
Um fator importante a ser considerado é que a utilização da soja como principal fonte de matéria prima para produção do biodiesel por ser facilmente explorada e cultivada, devido a condições edafoclimáticas, fácil adaptação de técnicas e mecanismos de produção, além de tudo, com o implemento de programas de melhoria de soja, elevando o cultivo e a produtividade, adaptabilidade e estabilidade, além de ser responsável por aproximadamente 25% da renda do setor agropecuário (15% do total exportado), fez com que o Brasil se torna-se uma potência no cultivo desse grão (COSTA *et al.*, 2017).

#### 4.2 PRODUÇÃO DO BIODIESEL E DA GLICERINA NO BRASIL

O Brasil tem grande capacidade de produção, conforme apresenta a Figura 11. Com capacidade nominal de 10.221 mil metros cúbicos, somente utilizou cerca de 62,9% da capacidade total. Apesar de ter muito ainda do que explorar no quesito produção, anualmente se tem cada vez mais crescimento nessa área. Em 2020, houve crescimento de 9% com comparação a 2019, e houve crescimento na produção em todas as regiões do país: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste de 37,2%, 5,3%, 1,2%, 14,4% e 4,7% respectivamente (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2021)



**Figura 11 - Capacidade nominal e quantidade produzida de biodiesel b100 no ano de 2020 no Brasil.**

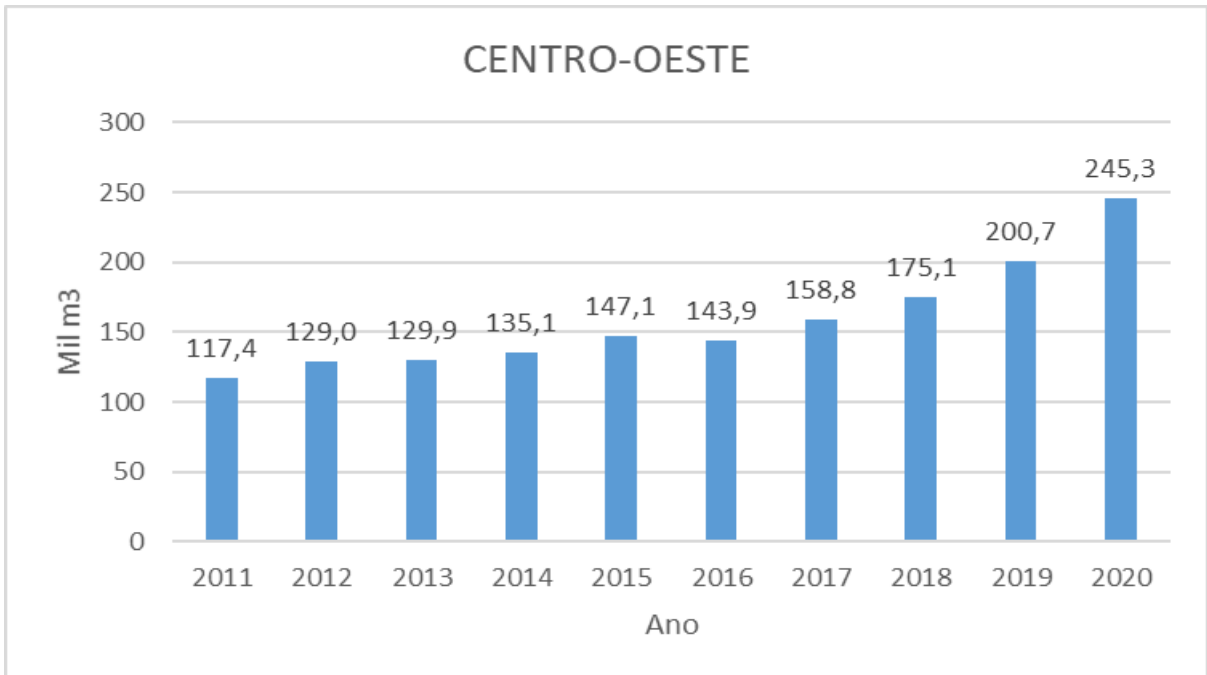


**Fonte: Ministério de Minas e Energia (2021, p.199)**

A produção de glicerina acontece em uma proporção de 10%, ou seja, retira-se 100kg a cada 1 metro cúbico de biodiesel produzido. Porém, segundo Freitas e Penteadó (2006), a glicerina oriunda do processamento de biodiesel, também chamada de glicerina loura, é a parte bruta, impregnada dos excessos de álcool, água e impurezas da matéria prima utilizada, sendo necessária passar por um processo de purificação para sua utilização.

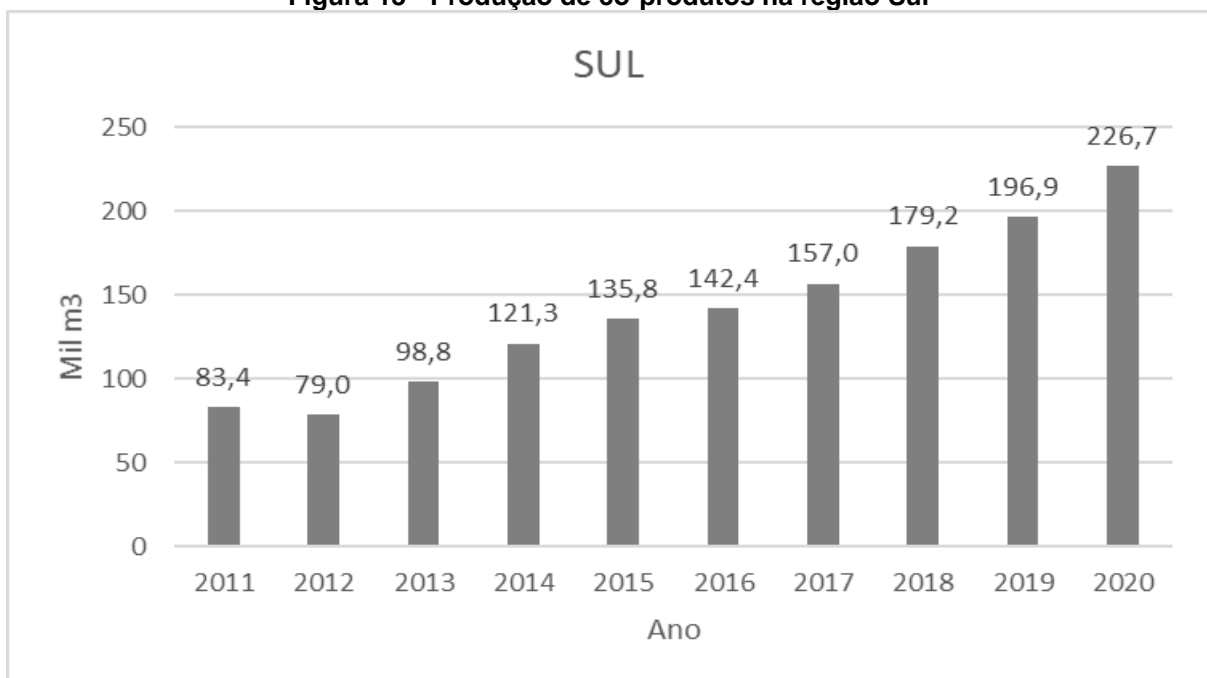
Em 2020, com 580,1 mil metros cúbicos gerados, um aumento de 13,3% em comparação com 2019. As maiores gerações se deram nas regiões Centro-Oeste, Sul, Sudeste, Nordeste e Norte tiveram 42,3%, 39,1%, 8,4%, 7,5% e 2,7% respectivamente (BRASIL, 2021). As figuras 12, 13, 14, 15 e 16 apresentam a proporção em que a produção do subproduto teve aumento entre os anos de 2011 e 2020 em cada região respectivamente.

**Figura 12 - Produção de co-produtos na região Centro-Oeste**



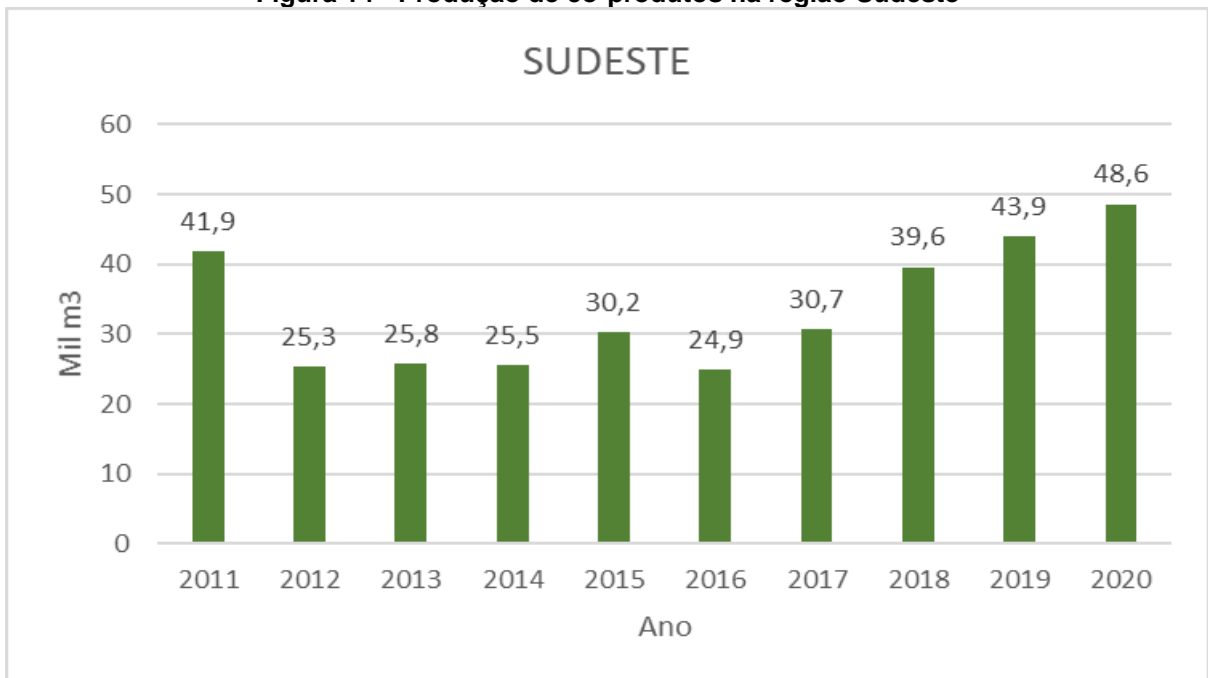
Fonte: Adaptado de Ministério de Minas e Energia (2021, p.197)

**Figura 13 - Produção de co-produtos na região Sul**



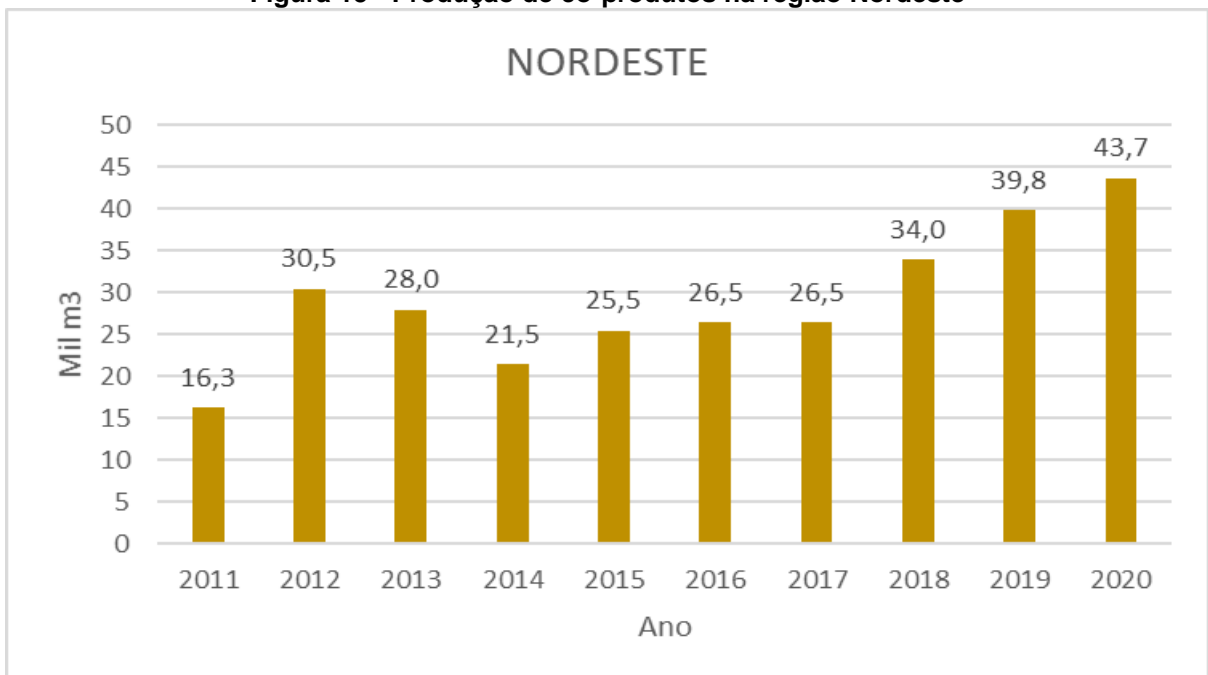
Fonte: Adaptado de Ministério de Minas e Energia (2021, p.197)

**Figura 14 - Produção de co-produtos na região Sudeste**



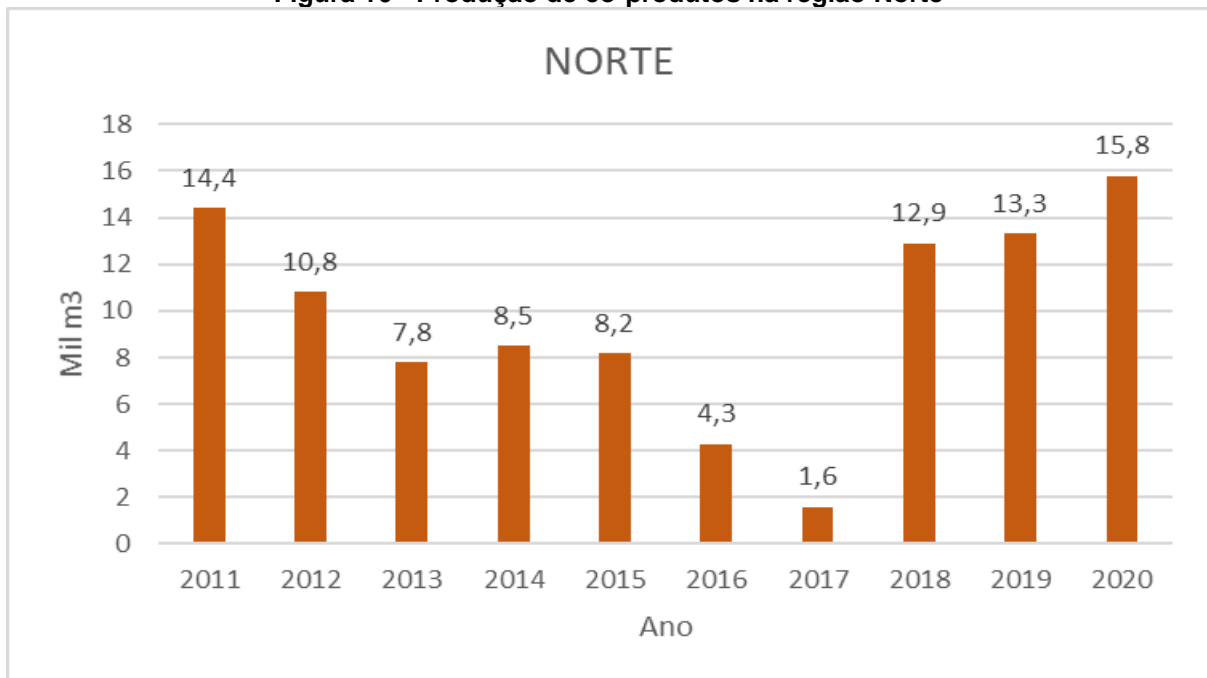
Fonte: Adaptado de Ministério de Minas e Energia (2021, p.197)

**Figura 15 - Produção de co-produtos na região Nordeste**



Fonte: Adaptado de Ministério de Minas e Energia (2021, p.197)

**Figura 16 - Produção de co-produtos na região Norte**



**Fonte: Adaptado de Ministério de Minas e Energia (2021, p.197)**

As Figuras 12 a 16 mostram como a tendência dos estados grandes produtores de acompanhar o aumento da porcentagem obrigatória do biodiesel na mistura com o diesel. De acordo com o Ministério de Minas e Energia, o MME (BRASIL, 2017), os gráficos demonstram uma tendência contrária ao potencial do país, pois o Brasil apresenta uma grande diversidade de grãos com possibilidade de extração de óleo, apresentando grande potencial para trazer vantagens ambientais. Portanto, é necessário explorar a variabilidade das oleaginosas espalhadas em território nacional para melhorar a distribuição de renda e por consequência o desenvolvimento das regiões menos produtoras.

Porém, apesar de se ter várias matérias primas com potencial de produção, muitas ainda tem que ter uma avaliação produtiva a respeito de sua cadeia produtiva para que se tenha e reconheça a viabilidade técnica, socioambiental e econômica (PAIVA *et al.*, 2016).

Já observando os subprodutos, o refino no local em que a glicerina é gerada, vem trazendo um crescente aumento no interesse das usinas, para posterior venda, uma vez que o glicerol é um produto com um valor agregado maior do que a glicerina. Esse fato trouxe aumento na produção de 17% em relação a 2019. Ambos os produtos são fortemente exportados, sendo a China o maior comprador (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2021b).

Apesar do encarecimento após o refino, de acordo com Marques, Oliveira e Quintella (2015), é utilizado na produção de diversos produtos, como fármacos, xaropes, elixires, expectorantes, pomadas, plásticos para capsulas de medicamentos, anestésico, antibiótico, antissépticos.

Além dos usos citados anteriormente, ainda existem usos energéticos e não energéticos. Conforme cita Silva, Basso e Nogueira (2015), os usos não energéticos como, cosméticos, tabacos e defensivos agrícolas. Com o aumento da produção do biodiesel para suprir demandas, seu descarte de forma incorreta tem aumentado, por isso, os usos energéticos têm sido feito como forma de aproveitamento da glicerina, como a produção do biogás com glicerina, com objetivo de gerar energia elétrica ou térmica, devido ao seu alto teor de carbono, tornando se favorável para ser degrada em biodigestores, resultando no gás e na produção de rações para animais como ingrediente energético.

#### 4.3 CUSTO DE PRODUÇÃO COM RELAÇÃO ENTRE A PORCENTAGEM DE ÓLEO E PRODUÇÃO EM KG/HA

O Brasil possui uma vasta extensão territorial, portanto, apresenta uma ampla quantidade de matérias primas com capacidade para produção do biodiesel, principalmente as de origem vegetal (RAMOS *et al.*, 2017). A Tabela 1 abaixo apresenta as principais com pré disposição para a produção:

**Tabela 1 - Teor de óleo, rendimento e custo das principais matérias primas utilizadas.**

<b>Espécie</b>	<b>Teor de óleo (%)</b>	<b>Rendimento (ton/ha)</b>	<b>Custo (R\$/ha)</b>
Palma (fruto)/ Dende	22	2,00 – 8,00	2550,00
Pinhão manso	38	1,20 – 1,50	3535,15
Babaçu	60 - 66	0,10 – 0,30	8833,44
Mamona	40 - 60	0,45 – 0,90	2666,81
Amendoim	40 - 60	0,60 – 0,80	2950,18
Girassol	38 - 48	0,50 – 1,90	2269,95
Soja	18 - 21	0,20 – 0,60	3417,97
Colza/Canola	34 - 48	0,50 – 0,90	2155,85
Algodão (Caroço)	15 - 20	0,10 – 0,40	4050,61
Coco	55 – 60	1,30 – 1,90	4691,00

Fonte: Adaptado de Oliveira *et al* (2017, p.8), Ramos *et al* (2017, p. 327) e da Companhia Nacional de Abastecimento (2022)

A matéria prima tem grande impacto na produção, pois é o principal fator de custo, portanto, viabilizar plantas capazes de produzir alto teor de óleo devido ao seu alto rendimento é fundamental para redução de custos (RAMOS, 2017).

A Tabela 1 demonstra que existem várias plantas com capacidade de produção de óleo e rendimento maior do que a soja, mas para que seu uso seja de interesse de todos, é necessário que se tenha o desenvolvimento de tecnologias, instalações, logísticas e mão de obra competente, para que se consiga utilizar todo o potencial que o Brasil apresenta para produção de biodiesel (OLIVEIRA *et al*, 2017).

#### 4.4 MICROALGAS COMO MATÉRIA PRIMA ALTERNATIVA

As microalgas vem como uma matéria prima alternativa e promissora para produção do biodiesel. Suas características físico-químicas são similares aos de origem vegetal, porém, apresentando pontos fortemente positivos e pontos negativos que são barreiras para sua utilização atualmente (CARNEIRO *et al.*, 2018).

Seu uso em comparação com as matérias primas tradicionais, é o fato de que as algas não apresentam um sistema de safra definida, podendo ser colhida a qualquer momento, podem ser plantadas em qualquer região, como no deserto por exemplo, conforme demonstra a Figura 17, além de possuírem potencial para redução de gases de efeito estufa, uma vez que seu cultivo ocorre pelo sequestro de CO<sub>2</sub> (GAZZONI, 2016).

**Figura 17 - Esquema conceitual de uma fazenda produtora de microalgas para produção de biodiesel**



Fonte: Gazzoni (2016)

#### 4.4.1 Método de cultivo das microalgas

O cultivo pode ser feito de diferentes formas, mas as duas principais são os sistemas abertos como os canais de lagoas abertas, lagoas centro circulares e lagoas abertas sem misturas, e os sistemas fechados designados como biorreatores (JERNEY; SPILLING, 2018).

O sistema aberto, conforme demonstra a Figura 18, um dos mais utilizados são sistemas parecidos com lagoas de tratamento de efluentes, com uma roda de pás para manter um fluxo e disseminar o substrato, tendo como principais vantagens o custo reduzido, fácil manuseio, mas traz consigo as desvantagens das influências ambientais. Por outro lado, os sistemas fechados, apresentados na figura 19, tem estruturas mais complexas, para reutilização de vários produtos, água, e com efluentes como substrato (SILVA *et al.*, 2021).

**Figura 18 - tanques de cultivo de microalgas tipo “raceways” e circulares.**



Fonte: Abreu e D'Oca (2022)

**Figura 19 - Fotobiorreator para cultivo de microalgas em sistema fechado.**



Fonte: IGV Biotech (2021)

#### 4.4.2 Vantagens e desvantagens das microalgas

Com relação a cada sistema, existem prós e contras que devem ser observados ao escolher que tipo de sistema utilizar, entre elas as condições de cultivo, que devem ser ponderadas no momento de escolha conforme as condicionantes ambientais, o tipo de local e custos, conforme apresenta o quadro 5:

**Quadro 5 - Comparativo dos sistemas de cultivo.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Sistema Aberto</b>	<b>Sistema Fechado</b>
Espaço necessário	Grande	Pequeno
Risco de contaminação	Alto	Medio a baixo
Perdas de água	Alto	Baixo
Perdas de CO <sub>2</sub>	Alto	Quase nenhuma
Concentração de CO <sub>2</sub>	Baixa	Deve ser removido continuamente
Controle do processo	Limitado	Possível
Desgaste dos materiais de construção	Baixo	Alto
Dependência das condições ambientais	Alto	Baixo, por ser fechado
Temperatura	Variável	Necessita resfriamento
Custos de colheita	Alto	Médio
Manutenção	Fácil	Difícil
Custos de construção	Medio	Alto
Concentrações de biomassa na colheita	Baixo	Alto

Fonte: Pereira *et al* (2012, p. 2014)

Tecnicamente, a produção do biodiesel por micro algas é bem viável, mas mesmo com suas vantagens, ainda existem desvantagens que dificultam seu uso, conforme apresenta o quadro 6:

**Quadro 6 - Vantagens e desvantagens da produção do biodiesel de microalgas.**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Não necessidade de grandes áreas de cultivo	Falta de testes em veículos
Não competem com os insumos alimentícios	Manutenção de condicionantes ambientais em escala industrial
Alto rendimento (5000 L/HA)	Custos da cadeia produtiva
Sistema de cultivos abertos utilizam tudo que é necessário do ambiente para crescimento, como CO <sub>2</sub> , energia solar e O <sub>2</sub>	Reprodução de resultados laboratoriais em escala industrial

Fonte: Adaptado de Carneiro *et al* (2018, p. 3), Carrijo *et al* (2015, p. 27) e Defanti, Siqueira e Linhares (2010, p.17)

Conforme apresentou o quadro 6, apesar de apresentarem vantagens, suas desvantagens dificultam sua viabilidade para utilização. De acordo com Defanti,



Siqueira e Linhares (2010), a manutenção da temperatura é de suma importância, pois o crescimento das algas depende diretamente da água ser mantida em uma determinada faixa de temperatura. Já para Carneiro *et al.* (2018), o cultivo está relacionado com o tipo de alga utilizada, onde, microalgas cultivadas em lagoas ou tanques abertos são mais viáveis economicamente, pois o CO<sub>2</sub> necessário para seu crescimento vem do ambiente, juntamente com o oxigênio e disponibilidade da energia solar, ou seja, algas de rápido crescimento e que sobrevivem em condições extremas, enquanto o cultivo de algas sensíveis a contaminação, o recomendado se torna os fotobioreatores fechados.

Para Carrijo *et al* (2015), a maior limitação no uso das microalgas se encontra na sua viabilidade, pois o custo de sua cadeia produtiva varia de 10 a 30 vezes o valor de custo para produzir o diesel convencional. Existem também problemas de armazenamento, pois algumas substâncias no processo de produção do biodiesel são mais facilmente oxidadas, e a falta de reprodutibilidade dos resultados em laboratório serem reproduzidos em escala industrial, são pontos que se não melhorados, o uso das microalgas se torna mais distantes.

## 5 DISCUSSÕES

No que diz respeito entre os combustíveis tradicionais e os biocombustíveis, a cadeia de produção do uso do biodiesel no Brasil continua em franca expansão, e de acordo com Mazzonetto, Aleixo e Daragoni (2017), 75% do diesel Brasileiro é consumido no setor de transportes, fazendo com que a forte inserção do biodiesel no mercado deixe a matriz energética brasileira mais limpa, uma vez que, na proporção de mistura B20 (20:80) em comparação com o uso do diesel derivado de petróleo puro, emite cerca de 27% menos material particulado e 73% menos monóxido de carbono. Esses valores tendem a serem alcançados devido ao crescente teor de mistura do biodiesel ao diesel, conforme apresentou a Figura 6.

O consumo de óleo diesel no Brasil é um excelente parâmetro para quantificar a atividade econômica, pois dentro da matriz energética do país, é muito utilizado pelo fato de o modal rodoviário ser o principal dentro da matriz de transportes, conforme cita o Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, o IBP (2021).

Esse consumo se reflete nos preços e consumo de diesel. De acordo com o IBP (2021), o consumo de diesel corresponde a 48,4%, com mais de 62 milhões de metros cúbicos do consumo de derivados do petróleo. Já os preços se refletem os custos de aquisição do biodiesel, e atualmente em 2022, com os preços variando entre 6,59 e 7,37 R\$ o litro (PETROBRAS, 2020), tem aumentado o preço de todos os serviços devido ao tipo de modal e a necessidade de sua utilização.

Do ponto de vista socioeconômico, é necessário mudanças para melhor aproveitamento. Segundo Ministério de Minas e Energia (2021) a soja é a principal matéria prima utilizada na produção do biodiesel, responsável por incríveis 71,4%, porém, é mal aproveitada. Como seu principal destino é a exportação, sendo 38% do grão, 63% do farelo e 44% do óleo, e a demanda brasileira consumindo outros 56% restante do óleo (90% na indústria alimentícia), significa que apenas uma pequena parcela de óleo pode ser aproveitada para produzir biodiesel (EMBRAPA, 2022). A não dependência da matéria prima única é de suma importância, pois o teor de biodiesel no diesel pode vir a chegada no teor de 20% até 2028 (BRASILAGRO, 2020). Atualmente, a produção totalmente dependente afeta características já citadas por Silva e Freitas (2008), onde o custo para produção é variável devido aos fatores como: local produzido, matéria prima e processo utilizado. Portanto, com o crescente aumento da demanda necessária para suprir o setor energético e de transportes, a

produção e oferta de soja pode mexer diretamente em seu custo e resultar em uma competição da produção de alimentos e combustíveis, podendo impactar diretamente nas áreas produtivas.

Com a grande quantidade de matérias primas apresentando um maior rendimento, tem-se a possibilidade da produção do biodiesel de forma a maximizar a produção e reduzir os custos. Existem diversas plantas com esse potencial espalhadas pelo Brasil, e conforme a porcentagem de biodiesel aumenta, mais importante é que a produção supra a demanda, além de, com uma menor dependência da soja, a regulação do preço passa a ser feita na moeda local, o que pode fazer com que o valor do litro do diesel ofertado nos postos venha a diminuir.

Uma outra solução promissora aparente na questão socioeconômica são as fontes alternativas de matérias primas, como as microalgas. De acordo com Ortensio *et al.* (2015), o grande destaque desses organismos é a enorme produção de biomassa por área e tempo, além de serem espécies que armazenam grande quantidade de óleo. Essas características são de suma importância pois acarretam grandes vantagens como: podem ser cultivadas em áreas que não são usadas pela agricultura, resultando em uma não competição com a indústria alimentícia; o rendimento na produção de biomassa e de óleo é amplamente superior as plantas de cultivo tradicionais, chegando a um rendimento inferior de 65% maior em culturas terrestres.

Através dos olhares de Defanti, Siqueira e Linhares (2016), as algas ainda apresentam outras vantagens além das citadas por Ortensio, como: a facilidade de serem plantadas em grandes quantidades e sem que perturbem a ordem natural do ambiente; contribuem para redução da poluição atmosférica, uma vez que as algas reciclam o CO<sub>2</sub> na atmosfera e o transformam, liberando O<sub>2</sub>. Apesar de ter um potencial bem favorável para substituir as matérias primas convencionais, alguns problemas impedem fortemente da rápida substituição de matéria prima fonte para produção do biodiesel. como o processo de produção ser inviável financeiramente por ser muito caro, necessidade de avanços tecnológicos para que os resultados das testagens em laboratórios sejam reproduzidos em veículos.

Portanto, verificou-se que existem muitos pontos a serem explorados e melhorados dentro do biodiesel brasileiro, mas pra isso é necessário um levantamento detalhado de tudo que pode ser utilizado como matéria prima, quais delas apresentam custos vantajosos e quais podem ser exploradas de uma forma a que traga o menor

impacto ambiental possível, continuar a desenvolver tecnologias capazes de otimizarem o processo, além de incentivos para a utilização de outras matérias primas além da soja para produção.

## 6 CONCLUSÃO

O mundo ainda é altamente dependente dos derivados do petróleo, mas no século XXI tem-se visto cada vez mais uma corrida desenfreada em busca de recursos, sejam eles energéticos ou não, cada vez mais limpos e que são menos agressivos ao meio ambiente, focando no fator produtivo sustentável.

O Brasil tem uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, e o aumento do uso gradativo dos biocombustíveis vem como uma fonte renovável, que emitem menos gases que agravam o aquecimento do planeta, melhorando a qualidade do ambiente e de vida de todos. O biodiesel vem sendo cada vez mais utilizado em uma tentativa de se reproduzir o sucesso que foi com o bioetanol, onde atualmente, reduziu significativamente a quantidade de gasolina utilizada, e por consequência reduzindo a emissão de poluentes.

Mas, mesmo os índices aumentando, a produção dos biocombustíveis, especialmente o biodiesel ainda apresenta alguns problemas. O aumento gradativo da porcentagem utilizada ao longo dos anos se faz necessário que se tenha um aumento na produção, pois a produção atual é totalmente dependente da soja, e o aumento de produção pode competir diretamente com a indústria alimentícia, impactando os preços dentro do mercado interno.

Como forma de minimizar o problema, a utilização de diferentes matérias primas e a descentralização da produção são a solução a serem tomadas a curto e médio prazo. A utilização de matérias primas de diferentes fontes pode auxiliar e incrementar a produção, pois além da soja existem diferentes matérias primas com teor de óleo que podem ser utilizados, e existem materiais alternativos como alto potencial produtivo, como as microalgas. Já a descentralização favoreceria o mercado de combustíveis e o alimentício, pois evitaria competição interna e alta variabilidade dos preços, além de contribuir para o incentivo da produção de pequenos e médios agricultores.

As microalgas como fonte alternativa vem como uma das principais alternativas para produção de biodiesel. Suas vantagens como alto teor produtivo de óleo, colheita que pode ser realizada a todo momento durante o ano, pode ser plantada em qualquer tipo de ambiente, são grandes vantagens aparecem para sua possível utilização na questão ambiental. Porém, as questões econômicas e políticas são necessárias a serem resolvidas para que possam realmente começarem a ser utilizadas, pois o alto

valor econômico de produção, a falta de testes em veículos e a falta de reprodução dos resultados em laboratório no âmbito industrial fazem com que se tenha sérios empecilhos para sua utilização.

Portanto, para que o Brasil tenha sucesso na produção do biodiesel, é necessário a descentralização da produção dependente da soja, trazendo uma melhora nos preços de venda para o consumidor, e conseqüentemente faz com que haja um maior equilíbrio entre a indústria alimentícia e de combustíveis, viabilizando o preço para o consumidor, pesquisas mais detalhadas para que o biodiesel de algas se torne utilizável em veículos, seja pelo uso ou pelos preços, se tornando atrativo e sendo produzido em larga escala para uso nacional ou internacional.

## REFERÊNCIAS

- ABDALLA, Adibe Luiz *et al.* Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 37, jul 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/dnyDw8YkbMjFDVnGPwc74fb/?lang=pt>. Acesso em: 7 ago. 2021.
- ABREU, Paulo Cesar Oliveira Vergne de; D'OCA, Marcelo Gonçalves Montes. **Cultivo de Microalgas e suas Aplicações Biotecnológicas**. Rio Grande - RS, 2022. Disponível em: <https://proresp.furg.br/pt/pesquisa/grupos-de-pesquisa/catalogo?view=article&id=2536&catid=174>. Acesso em: 10 abr. 2022.
- BIZERRA, Ayla Márcia Cordeiro; QUEIROZ, Jorge Leandro Aquino de; COUTINHO, Demétrios Araújo Magalhães. O Impacto Ambiental dos Combustíveis Fósseis e dos Biocombustíveis: As concepções de estudantes do ensino médio sobre o tema. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 299-315, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2502>. Acesso em: 28 out. 2021.
- BIODIESELBR (Brasil). **Processo de Produção de Biodiesel**. [S. l.], 19 mar. 2013. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/biodiesel/processo-producao/biodiesel-processo-producao>. Acesso em: 7 ago. 2021.
- BIODIESELBR (Brasil). **Torta e farelo: Resíduo lucrativo**. [S. l.], 20 jan. 2012. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/revista/012/residuo-lucrativo-1>. Acesso em: 7 ago. 2021.
- Biodieselbr (Brasil) **A validação do B10 pelas montadoras**. [S. l.], 20 out. 2016. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/eventos/a-validacao-do-b10-pelas-montadoras>. Acesso em 7 ago. 2021
- BIODIESELBR (Brasil). **O que é biodiesel?**. Curitiba, 8 nov. 2019. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/biodiesel/definicao/o-que-e-biodiesel>. Acesso em: 3 jul. 2021.
- BOTELHO, Carlos Augusto Valente de Arruda. Biodiesel. **Viabilidade Técnica e Aspectos Ambientais do Biodiesel Etílico de Óleos Residuais de Fritura**. 2012. Dissertação (Pós Graduação em Energia) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-14062012-163722/publico/CarlosBotelho.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2021.
- BOTELHO, Diego Nunes. Destilação. *In*: BOTELHO, Diego Nunes. **Avaliação Hidráulica da seção intermediária de uma torre de destilação atmosférica**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Química) - Universidade Federal Fluminense, [S. l.], 2015. f. 96. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/741/TCC-DIEGO%20BOTELHO.pdf?sequence=1>. Acesso em: 28 out. 2021.

BRAGION, Nivaldo; SANTOS, Antônio Carlos dos. Variáveis que sustentam o período atual de produção de bioetanol. **Revista de Administração e Inovação, FEAUSP - São Paulo**, v. 9, n. 1, p. 126 - 420, Jan/Mar 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1809203916303059>. Acesso em: 3 jul. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos**. 4. ed. Brasília: [s. n.], 2019/2020. 104 p. v. 7. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra>. Acesso em: 3 jul. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO. **Decreto-Lei n 62/2006 de 21 de março**. Diário da República, ano 2006, n. 57, 21 mar. 2006. Disponível em: <https://dre.pt/application/dir/pdf1sdip/2006/03/057A00/20502053.PDF>. Acesso em: 3 jul. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Centro de Documentação e Informação da ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro: Do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Rio de Janeiro - RJ: [s. n.], 2020a. 264 p. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/arquivos/central-conteudos/anuario-estatistico/2019/2019-anuario-versao-impressao.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Centro de Documentação e Informação da ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro: Do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Rio de Janeiro - RJ: [s. n.], 2021. 264 p. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2021/anuario-2021.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP. **Biocombustíveis**. [S. l.], 11 dez. 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/qualidade-de-produtos/biocombustiveis>. Acesso em: 10 jul. 2021

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Biodiesel**. [S. l.], 13 jul. 2020c. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/biodiesel>. Acesso em: 3 jul. 2021.

BRASILAGRO (Brasil). **Tendências para o mercado de biodiesel em 2020: Qual será a direção dos preços do biodiesel no Brasil?**. [S. l.], 9 mar. 2020. Disponível em: <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/tendencias-para-o-mercado-de-biodiesel-em-2020.html>. Acesso em: 3 jul. 2021.

CALZA, Lana F. *et al.* Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal – SP, v. 35, n. 6, nov./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/ngnkXvLLKcpYg4RM4nBZcRR/?lang=pt>. Acesso em: 3 jul. 2021.



CAMPOLINA, Nilson. **Biocombustível**. Avaliação do uso de Biocombustível em veículos de inspeção de tráfego em uma concessionária de rodovias. 2011. Dissertação (Pós-Graduação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/32633/NILSON%20CAMPOLINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 3 jul. 2021.

CARNEIRO, Gillianne Assis; *et al.* Uso de Microalgas para Produção de Biodiesel. **Research, Society and Development**, Itajubá - MG, v. 7, n. 5, 2018. DOI <https://doi.org/10.17648/rsd-v7i5.250>. Disponível em: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5606/560659012010/560659012010.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2022.

CARRIJO, Rodolfo dos Santos *et al.* Uso de Microalgas para a produção de Biodiesel: Vantagens e Limitações. **Revista Eletrônica de Energia**, Salvador, v. 5, n. 1, p. 23-31, jan./jun. 2015. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/ree/article/view/3565>. Acesso em: 27 jan. 2022.

CARVALHO, Joaquim Francisco de. Combustíveis Fósseis e Insustentabilidade. **Ciência e cultura**, São Paulo, v. 60, n. 3, p. 30-33, set 2008. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252008000300011](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252008000300011). Acesso em: 28 out. 2021.

COELHO, Suani Teixeira *et al.* Implantação e testes de utilização de óleo vegetal como combustível para diesel geradores em comunidades isoladas da Amazônia. *In*: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 2004, Campinas. **Anais [...]**. Disponível em: [http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000200005&script=sci\\_arttext&tIng=pt](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000200005&script=sci_arttext&tIng=pt). Acesso em: 3 jul. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **Planilhas de Custos de Produção**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao#agricolas-2>. Acesso em: 5 fev. 2022.

CONAB (Brasil). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Boletim da Safra de Grãos, [s. l.], v. 8, ed. 12, p. 1-97, set 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 6 abr. 2022.

CORDEIRO, C. S. *et al.* Catalisadores heterogêneos para a produção de monoésteres graxos (biodiesel) **Quim. Nova**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 477, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/6SJ5B5tn79sgbkjZ9RZdZ3m/?lang=pt>. Acesso em: 3 jul. 2021

COSTA, Alexandre Sylvio Vieira da *et al.* A influência do biodiesel na produção de soja. **Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas**, [s. l.], ed. 12, p. 1-14, out 2017. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/volume-xii/>. Acesso em: 8 abr. 2022.

DEFANTI, L.S.; SIQUEIRA, N.S.; LINHARES, P.C. **Produção de biocombustíveis a partir de algas fotossintetizantes**. *Bolsista de Valor*, v. 1, n. 1, p. 11-22, 2016. Disponível em <https://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/article/view/1786>. Acesso em: 3 jul. 2021

DELGADO, Fernanda; GAUTO, Marcelo. **Petróleo: Qualidade Físicoquímicas, preços e mercados: O caso das correntes nacionais**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2021. 12 p. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/30199>. Acesso em: 22 jan. 2022.

EDUCAÇÃO E CIÊNCIA PARA A CIDADANIA GLOBAL. Fontes Alternativas e Renováveis de Energia no Brasil: Métodos e Benefícios Ambientais. *In: SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP, 2016. Anais [...]*. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2016/anais/arquivos/0859\\_1146\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/0859_1146_01.pdf). Acesso em: 16 fev. 2022

EICHLER, Paulo *et al.* Produção do Biometanol via Gaseificação de Biomassa Lignocelulósica. **Química Nova**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 828 - 835, maio 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/xjXZS9LJSCPn6Z9P5q3NP8P/?lang=pt>. Acesso em: 3 jul. 2021.

EMPRABA (Brasil). Ageitec. **Arvore de conhecimento - Soja - Mercado**. [S. /], 2022?. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_14\\_271020069131.html#:~:text=O%20principal%20destino%20da%20soja,mercado%20mundial%20tem%20aumentado%20significativamente](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_14_271020069131.html#:~:text=O%20principal%20destino%20da%20soja,mercado%20mundial%20tem%20aumentado%20significativamente). Acesso em: 16 jun. 2022.

EPE. 2020. **Combustíveis Alternativos para motores do ciclo Diesel**. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Disponível em [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao467/NT\\_Combustiveis\\_renovaveis\\_em\\_%20motores\\_ciclo\\_Diesel.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao467/NT_Combustiveis_renovaveis_em_%20motores_ciclo_Diesel.pdf). Acesso em 05 de fev. de 2022

FERREIRA, Fernando Guimarães. **Classificação de Petróleos**. 2018. Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.pee.ufrj.br/index.php/pt/producao-academica/teses-de-doutorado/tese-1/2016033277--117/file>. Acesso em: 22 jan. 2022.

FERREIRA, Pedro dos Santos; GALVÍNIO, Josiclêda Domiciano; GOMES, Viviane Pedrosa; SOUZA, Weronica Meira de. As perspectivas e divergências acerca do aquecimento global antropogênico. **Caderno de geografia**, Belo Horizonte, MG, v. 27, ed. 51, p. 728-747, out-dez 2017. DOI 10.5752/p.2318-2962.2017v27n51p728. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3332/333252999006.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

FREITAS, C.; PENTEADO, M. **Biodiesel Energia do Futuro**. 1 ed. São Paulo: Letra Boreal, 2006. 146 p

GAZZONI, Décio Luiz. **Os desafios do biodiesel de algas**. 2016c. Disponível em: <http://www.gazzoni.eng.br/pagina40.htm>. Acesso em: 07 fev. 2022.

GERIS, Regina *et al.* Biodiesel de soja: reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1369 - 1373, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/5RCVpxvN94V8bFnpv8sJSLJ/?lang=pt#>. Acesso em: 3 jul. 2021.

GONZÁLES, Carlos Germán Meza; AMADO, Nilton Bispo; SAUER, Ildo Luís. Desenvolvimento sustentável, transição energética mundial pós-combustíveis fósseis e o pensamento político da esquerda latino-americana. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 11, p. 23334-23355, 6 Nov. 2019. DOI 10.34117/bjdv5n11-052. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/4366>. Acesso em: 21 jan. 2022.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: Impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência saúde coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/y5kTpqkqyY9Dq8VhGs7NWwG/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 3 jul. 2021.

GUERRA, Edson Perez; FUCHS, Werner. Biocombustível renovável: uso de óleo vegetal em motores. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Curitiba - PR, v. 8, n. 1, p. 103 - 112, Jan/Mar 2010. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/10562/9959>. Acesso em: 3 jul. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Censo Agro (2019)**. [S. l.]: IBGE, dez 2019. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/2013-agencia-de-noticias/releases/26537-ibge-preve-safra-recorde-de-graos-em-2020>. Acesso em: 10 abr. 2022.

IGV BIOTECH (Brasil). **A versatilidade das microalgas nas aplicações biotecnológicas**. [S. l.], 28 set. 2021. Disponível em: <https://profissaobiotec.com.br/a-versatilidade-das-microalgas-nas-aplicacoes-biotecnologicas/>. Acesso em: 10 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS (Brasil). **Evolução do consumo de diesel e atividade econômica**. [S. l.], jan. 2022. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/consumo-de-diesel-e-atividade-economica/>. Acesso em: 15 maio 2022.

INSTITUTO DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA (Brasil). **Os impactos da má qualidade do óleo diesel brasileiro**. [S. l.], 2012. Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/bitstream/123456789/161/1/Cartilha%20-%20Os%20impactos%20da%20má%20qualidade%20do%20óleo%20diesel%20brasileiro.pdf>. Acesso em: 28 out. 2021.

JERNEY, J.; SPILLING, K. Large Scale Cultivation of Microalgae: Open and Closed Systems. **Methods in Molecular Biology**. [S. l.]: Springer New York, 2018. p. 1–8. DOI 10.1007/7651\_2018\_130. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29480401/>. Acesso em: 10 jan. 2022

JUNGES, Alexandre Luis; MASSONI, Neusa Teresinha. O Consenso Científico sobre Aquecimento Global Antropogênico: Considerações Históricas e Epistemológicas e Reflexões para o Ensino dessa Temática. Aquecimento, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, ed. 2, p. 455-491, maio-ago. 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4761>. Acesso em: 20 jan. 2022.

JUNGES, Alexandre Luis; SANTOS, Vinícius Yuri; MASSONI, Neusa Teresinha; SANTOS, Francineide Amorim Costa. Efeito Estufa e Aquecimento Global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. **Ciências Exatas e da Terra: Experiências em ensino de ciências**, [s. l.], v. 13, ed. 5, p. 126-151, dez 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/194261>. Acesso em: 20 jan. 2022.

KAUTZ, Jacqueline. Biodiesel etílico. **Síntese do biodiesel etílico a partir do óleo de tungue (Aleurites fordii)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Química Tecnológica e Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2010. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/0000011666.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2021.

KOGA, Eduardo Koiti; GOTO, André Kenreo; SILVA, Raquel Pereira da; BEZERRA, Ângela Biancolin. Biodiesel. **Biodiesel: Uma Relação Viável entre Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente, Sociedade e Economia**. Dissertação (Mestrado) - Centro Educacional UNINOVE, [S. l.]. Disponível em: [https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/965\\_ArtigoBiodiesel.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/965_ArtigoBiodiesel.pdf). Acesso em: 3 jul. 2021.

LAGE, Luiz Henrique Andrade *et al.* Análise dos processos de transesterificação e hidroesterificação na produção de biodiesel. **Journal of Exact Sciences**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 09-14, 18 mar. 2019. Disponível em: [https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190912\\_082812.pdf](https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190912_082812.pdf). Acesso em: 16 jun. 2022.

LAM, Man Kee; LEE, Keat Teong. Microalgae biofuels: A critical review of issues, problems and the way forward. **Biotechnology Advances, ScienceDirect**, v. 30, n. 3, p. 673 - 690, May-June 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S073497501100200X>. Acesso em: 3 jul. 2021.

LOSEKANN, Luciano; TAVARES, Amanda. **Transição energética e potencial de cooperação nos BRICS em energias renováveis e gás natural**. 1. ed. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (Ipea), 2020. 71 p. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=37566&Itemid=457](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=37566&Itemid=457). Acesso em: 3 jul. 2021.

MARQUES, Landson Soares; OLIVEIRA, Olívia Maria Cordeiro de; QUINTELLA, Cristina M. **Mapeamento Tecnológico da utilização da glicerina coproduto da produção do biodiesel na remediação de áreas impactadas por atividades petrolíferas**. Cad. Prospec., Salvador, v. 8, ed. 2, p. 301-310, abr./jun. 2015. DOI 10.9771/S.CPROSP.2015.008.034. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Olivia-Maria-De-Oliveira/publication/281415653\\_MAPEAMENTO\\_TECNOLOGICO\\_DA\\_UTILIZACAO\\_DA\\_GLICERINA\\_COPRODUTO\\_DA\\_PRODUCAO\\_DO\\_BIODIESEL\\_NA\\_REMEDIACAO\\_DE\\_AREAS\\_IMPACTADAS\\_POR\\_ATIVIDADES\\_PETROLIFERAS/links/60a2e9d3299bf1d21d6cb057/MAPEAMENTO-TECNOLOGICO-DA-UTILIZACAO-DA-GLICERINA-COPRODUTO-DA-PRODUCAO-DO-BIODIESEL-NA-REMEDIACAO-DE-AREAS-IMPACTADAS-POR-ATIVIDADES-PETROLIFERAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Olivia-Maria-De-Oliveira/publication/281415653_MAPEAMENTO_TECNOLOGICO_DA_UTILIZACAO_DA_GLICERINA_COPRODUTO_DA_PRODUCAO_DO_BIODIESEL_NA_REMEDIACAO_DE_AREAS_IMPACTADAS_POR_ATIVIDADES_PETROLIFERAS/links/60a2e9d3299bf1d21d6cb057/MAPEAMENTO-TECNOLOGICO-DA-UTILIZACAO-DA-GLICERINA-COPRODUTO-DA-PRODUCAO-DO-BIODIESEL-NA-REMEDIACAO-DE-AREAS-IMPACTADAS-POR-ATIVIDADES-PETROLIFERAS.pdf). Acesso em: 6 abr. 2022.

MARTINS, S.S.S. *et al.* Produção de Petróleo e Impactos Ambientais: Algumas Considerações. **Produção de Petróleo, HOLOS**, v. 6, p. 54-76, nov 2015. DOI 10.15628/holos.2015.2201. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2201>. Acesso em: 21 jan. 2022.

MAZZONETTO, Alexandre Witier; ALEIXO, Irani; DARAGONI, Daniela. Produção de biodiesel de gordura animal. **Bioenergia em Revistas: Diálogos**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 80-102, jan./jun. 2017. Disponível em: <http://fatecpiracicaba.edu.br/revista/index.php/bioenergiaemrevista/article/viewFile/231/139#:~:text=O%20biodiesel%20pode%20ser%20obtido,o%20segundo%20maior%20do%20mundo>. Acesso em: 6 fev. 2022.

MENEGHETTI, S.M.P.; MENEGHETTI, M.R.; BRITO, Y.C. A Reação de Transesterificação, Algumas Aplicações e Obtenção do Biodiesel. **Revista Virtual de Química**, Universidade Federal Fluminense, v. 5, ed. 1, p. 63 - 73, 17 jan. 2013. Disponível em: [http://rvq.s bq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=456](http://rvq.s bq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=456). Acesso em: 3 jul. 2021.

MILLI, Brunela Bonatto, *et al.* Produção de Biodiesel a partir da mistura de Sebo Bovino com Óleo Vegetal. **Centro científico conhecer, Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p. 1 - 26, 2011. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/eng.htm>. Acesso em: 3 jul. 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional: Relatório Síntese**. Brasília: [s. n.], 2021. 73 p. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>. Acesso em: 28 out. 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). EPE. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2021**. [S. l.], 2 jul. 2021(b). Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2021/anuario-2021.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2022.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **O novo combustível do Brasil. Sobre o biodiesel**. Portal do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Publicado em 2017. Disponível em:

<http://antigo.mme.gov.br/documents/36224/460049/RenovaBio+-+Nota+Explicativa.pdf/08c6adbe-afea-5456-514e-e2bc9b6a30d0?version=1.0>

Acesso em: 15 maio 2022

MOREIRA, E.P. (s.d.). *In*: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **CARTILHAS TEMÁTICAS, Biodiesel**. Brasília: [s. n.], 2006. Disponível em:

[http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/cartilha\\_biodiesel.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/cartilha_biodiesel.pdf). Acesso em: 3 jul. 2021.

MOTTA, Gabriel Perales Oliveira. Substituição do Diesel. *In*: MOTTA, Gabriel Perales Oliveira. **Análise de alternativas e impactos para substituição do diesel por etanol no processo de produção sucroalcooleiro**. 2011. Trabalho de Formação (Bacharel em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, [S. l.], 2011. Disponível em: <http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2012/pubs/analise-de-alternativas-e-impactos-para-substituicao-do-diesel-por-etanol-no-processo-de-producao-sucroalcooleiro.pdf>. Acesso em: 28 out. 2021..

NASCIMENTO, T.; MENDONÇA, A. T. B. B.; CUNHA, S. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE**. BR, v. 10, n. 3, p. 630-651, 2012.

NITZSCHE, R.; BUDZINSKI, M.; GRÖNGRÖFT, A. Techno-economic assessment of a wood-based biorefinery concept for the production of polymer-grade ethylene, organosolv lignin and fuel. **Bioresource Technology**. Vol. 200, pag. 928-939, 2016.

OLIVEIRA, Thiago *et al.* Um estudo de Matérias-Primas para fabricação de Biodiesel. **Educação, Gestão e Sociedade: Revista da Faculdade Eça de Queirós**, [s. l.], n. 27, p. 01-30, ago. 2017. Disponível em:

[http://uniesp.edu.br/sites/\\_biblioteca/revistas/20170919090714.pdf](http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20170919090714.pdf). Acesso em: 5 fev. 2022.

ORTENZIO, Ygor Tadeu; AMARAL, Gustavo Garcia do; ALMEIDA, Sara dos Santos; OLIVEIRA, Eláiny Cristina A. Martins de. Cultivo de microalgas utilizando resíduos agroindustriais para a produção de biocombustíveis: perspectivas e desafios. **Bioenergia em Revistas: Diálogos**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 58-65, jan./jun. 2015. Disponível em:

<http://fatecpiracicaba.edu.br/revista/index.php/bioenergiaemrevista/article/view/161>. Acesso em: 24 Jan. 2022.

PAIVA, E. J. M.; SOCCOL, C. R.; BRAR, S. K.; FAULDS, C.; RAMOS, L. P.; **Green Fuels Technology**. eds; Springer: Suíça, 2016, cap. 12.

PEIXOTO, João Artur Sulzbach. **Otimização do custo na cadeia produtiva do biodiesel no Brasil**. Orientador: Prof. Dr. Marcelo Farenzena. 2015. 44 p. Dissertação (Diplomação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/109708/000950625.pdf?sequence=1>. Acesso em: 7 ago. 2021.

PEREIRA, C.M.P. *et al.*; **Biodiesel Renovável Derivado de Microalgas: Avanços e Perspectivas Tecnológicas**. Química Nova, v. 35, n. 10, p. 2013-2018, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/wJWJbxzYSSKmzCdjWPTrynP/?lang=pt>. Acesso em 21 jan. 2022

PETROBRAS (Brasil). **Nossa história**. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/quem-somos/a-marca-petrobras/>. Acesso em: 21 jan. 2022.

PETROBRAS (Brasil). **Refino**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/refino/>. Acesso em: 22 jan. 2022.

PETROBRAS (Brasil). **Preços de Venda de Combustíveis**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/precos-de-venda-de-combustiveis/>. Acesso em: 15 maio 2022.

PETROBRAS (Brasil). **Home Blog Fatos e Dados home busca entenda como é definida a quantidade de petróleo processada em nossas refinarias**. [S. l.], 15 jun. 2018. Disponível em: <https://petrobras.com.br/fatos-e-dados/entenda-como-e-definida-a-quantidade-de-petroleo-processada-em-nossas-refinarias.htm>. Acesso em: 25 maio 2022

PEITER, Gabrielle Caroline; ALVES, Helton José; SEQUINEL, Rodrigo; BAUTITZ, Ivonete Rossi. **Alternativas para o uso do glicerol produzido a partir do Biodiesel**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 519-537, 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/328077621.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2022.

PRAÇA, Fabíola Silva Garcia. **Metodologia da Pesquisa Científica: Organização Estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão**. Revista Eletrônica Diálogos Acadêmicos, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 72-87, jan./jun. 2015. Disponível em: [http://uniesp.edu.br/sites/\\_biblioteca/revistas/20170627112856.pdf](http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20170627112856.pdf). Acesso em: 3 fev. 2022.

PRESOTTO, Elen; TALAMINI, Edson. **O uso de recursos energéticos renováveis e não renováveis e sua influência na variação da renda nacional**. Economia & Região, Londrina - PR, v. 9, n. 2, p. 195 - 210, jul/dez 2021. DOI 10.5433/2317-627X.2021v9n2p195. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/ecoreg/article/view/42238>. Acesso em: 16 fev. 2022.

RAMOS, L.P. *et al.* **Biodiesel: matérias-primas, tecnologia de produção e propriedades combustíveis**. Revista Virtual de Química, Universidade Federal Fluminense, v. 9, ed. 1, p. 317 - 369, 2017. Disponível em: [http://rvq.s bq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=700](http://rvq.s bq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=700). Acesso em: 3 jul. 2021.

RAMOS, L.P.; SILVA, F.R.; MANGRICH, A.S.; CORDEIRO, C.S. **Tecnologias de Produção do Biodiesel**. Revista Virtual de Química, Universidade Federal

Fluminense. 2011. Disponível em: [http://rvq.s bq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=560](http://rvq.s bq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=560). Acesso em: 3 jul. 2021.

RENÓ, Maria Luiza Grillo; PALACIO, José Carlos Escobar; LORA, Electo Eduardo Silva. A Poli geração na Produção de Biocombustíveis: Etanol e Biometanol. **Engevista**, Niterói - RJ, v. 16, n. 1, p. 58 - 69, Mar 2014. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/engevista/article/view/8996>. Acesso em: 3 jul. 2021.

REZENDE, S. M. *et al.* Aplicação de resinas sulfônicas como catalisadores em reações de transesterificação de óleos vegetais. **Polímeros**, São Carlos, v. 15, n. 3, jul./set. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/p39mgQWnjsyF5ZvSWNnQmDL/?lang=pt>. Acesso em: 3 jul. 2021.

REZENDE, D.B.; PASA, V.M.D. Tendências e oportunidades para pesquisas em Biocombustíveis. **The Journal of Engineering and Exact Sciences - JCEC**, Viçosa - MG, ano 3, v. 3, p. 561-572, 26 abr. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/2446941603032017561>. Acesso em: 26 jan. 2022.

SANTOS, Rodrigo Miguel dos; RODRIGUES, Marilsa de Sá; CARNIELLO, Monica Franchi. Energia e Sustentabilidade: Panorama da matriz energética brasileira. **Revista Scientia**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 13-33, jan./abr 2021. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/scientia/article/view/9396>. Acesso em: 28 out. 2021.

SILVA, Danieli Sanderson; BASSO, Thalyta Mayara; NOGUEIRA, Carlos Eduardo Camargo. Destinação e utilidade da glicerina. **Revista Thêma et Scientia**, [s. l.], v. 5, ed. 1, p. 74-77, jan./jun. 2015. Disponível em: <http://www.themaetscientia.fag.edu.br/index.php/RTES/article/view/233/242>. Acesso em: 6 abr. 2022.

SILVA, Mirella Pessôa Diniz da *et al.* Microalgas e a terceira geração de biocombustíveis: desafios atuais e perspectivas futuras. **DESAFIOS** - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, v. 8, ed. 3, 22 out. 2021. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/11171>. Acesso em: 10 abr. 2022.

SILVA, Paulo Regis Ferreira da; FREITAS, Thais Fernanda Stella de. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, Santa Maria, ano 2008, v. 38, n. 3, p. 843-851, 25 jul. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/hzvVJwxwkwswDVhh7ChdX9K/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 3 jul. 2021.

SILVESTRE, Diego S. **Inferência da Curva de Destilação ASTM da Destilação Atmosférica para Controle Avançado**. 2005. Monografia (Graduação em



Engenharia de controle e automação industrial). Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2005.

SOCCOL, C. R. *et al.* Brazilian biofuel program: an overview. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 64, p. 897-904, 2005. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/279758598\\_Brazilian\\_biofuel\\_program\\_An\\_overview](https://www.researchgate.net/publication/279758598_Brazilian_biofuel_program_An_overview). Acesso em: 3 jul. 2021

SOUZA, Klismann Alberto de; BITTENCOURT, Geraldo Moreira. Avaliação do crescimento das exportações brasileiras de soja em grão. **Revista de política agrícola**, [s. l.], v. 28, ed. 4, p. 48-67, out/dez 2019. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1462>. Acesso em: 7 abr. 2022.

THOMAS, J. E. *et al.* **Fundamentos de engenharia de petróleo**. Rio de Janeiro: ed. Interciência, 2004.

**ANEXO A - Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998**



Presidência da República  
Casa Civil  
Subchefia para Assuntos Jurídicos

**LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998<sup>1</sup>.**

Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA** Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

## Título I - Disposições Preliminares

Art. 1º Esta Lei regula os direitos autorais, entendendo-se sob esta denominação os direitos de autor e os que lhes são conexos.

Art. 2º Os estrangeiros domiciliados no exterior gozarão da proteção assegurada nos acordos, convenções e tratados em vigor no Brasil.

Parágrafo único. Aplica-se o disposto nesta Lei aos nacionais ou pessoas domiciliadas em país que assegure aos brasileiros ou pessoas domiciliadas no Brasil a reciprocidade na proteção aos direitos autorais ou equivalentes.

Art. 3º Os direitos autorais reputam-se, para os efeitos legais, bens móveis.

Art. 4º Interpretam-se restritivamente os negócios jurídicos sobre os direitos autorais.

Art. 5º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - publicação - o oferecimento de obra literária, artística ou científica ao conhecimento do público, com o consentimento do autor, ou de qualquer outro titular de direito de autor, por qualquer forma ou processo;

II - transmissão ou emissão - a difusão de sons ou de sons e imagens, por meio de ondas radioelétricas; sinais de satélite; fio, cabo ou outro condutor; meios óticos ou qualquer outro processo eletromagnético;

III - retransmissão - a emissão simultânea da transmissão de uma empresa por outra;

IV - distribuição - a colocação à disposição do público do original ou cópia de obras literárias, artísticas ou científicas, interpretações ou execuções fixadas e fonogramas, mediante a venda, locação ou qualquer outra forma de transferência de propriedade ou posse;

V - comunicação ao público - ato mediante o qual a obra é colocada ao alcance do público, por qualquer meio ou procedimento e que não consista na distribuição de exemplares;

VI - reprodução - a cópia de um ou vários exemplares de uma obra literária, artística ou científica ou de um fonograma, de qualquer forma tangível, incluindo qualquer armazenamento permanente ou temporário por meios eletrônicos ou qualquer outro meio de fixação que venha a ser desenvolvido;

VII - contrafação - a reprodução não autorizada;

VIII - obra:

a) em co-autoria - quando é criada em comum, por dois ou mais autores;

b) anônima - quando não se indica o nome do autor, por sua vontade ou por ser desconhecido;

c) pseudônima - quando o autor se oculta sob nome suposto;

d) inédita - a que não haja sido objeto de publicação;

e) póstuma - a que se publique após a morte do autor;

f) originária - a criação primígena;

g) derivada - a que, constituindo criação intelectual nova, resulta da transformação de obra originária;

h) coletiva - a criada por iniciativa, organização e responsabilidade de uma pessoa física ou jurídica, que a publica sob seu nome ou marca e que é constituída pela participação de diferentes autores, cujas contribuições se fundem numa criação autônoma;

i) audiovisual - a que resulta da fixação de imagens com ou sem som, que tenha a finalidade de criar, por meio de sua reprodução, a impressão de movimento, independentemente dos processos de sua captação, do suporte usado inicial ou posteriormente para fixá-lo, bem como dos meios utilizados para sua veiculação;

IX - fonograma - toda fixação de sons de uma execução ou interpretação ou de outros sons, ou de uma representação de sons que não seja uma fixação incluída em uma obra audiovisual;

X - editor - a pessoa física ou jurídica à qual se atribui o direito exclusivo de reprodução da obra e o dever de divulgá-la, nos limites previstos no contrato de edição;

XI - produtor - a pessoa física ou jurídica que toma a iniciativa e tem a responsabilidade econômica da primeira fixação do fonograma ou da obra audiovisual, qualquer que seja a natureza do suporte utilizado;

XII - radiodifusão - a transmissão sem fio, inclusive por satélites, de sons ou imagens e sons ou das representações desses, para recepção ao público e a transmissão de sinais codificados, quando os meios de decodificação sejam oferecidos ao público pelo organismo de radiodifusão ou com seu consentimento;

XIII - artistas intérpretes ou executantes - todos os atores, cantores, músicos, bailarinos ou outras pessoas que representem um papel, cantem, recitem, declamem, interpretem ou executem em qualquer forma obras literárias ou artísticas ou expressões do folclore.

Art. 6º Não serão de domínio da União, dos Estados, do Distrito Federal ou dos Municípios as obras por eles simplesmente subvencionadas.

<sup>1</sup> Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19610.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19610.htm).