
O futuro dos biocombustíveis: Análise do cenário atual e perspectivas para o setor no Brasil

The future of biofuels: Analysis of the current scenario and prospects for the sector in Brazil

El futuro de los biocombustibles: Análisis del panorama actual y perspectivas para el sector en Brasil

Daniel Feo Castro de Araújo ¹ <https://orcid.org/0000-0001-6345-346X>

Fernando Luiz Araújo Sobrinho ² <http://orcid.org/0000-0002-0000-0000>

¹ Universidade de Brasília-UNB, Brasília-DF, Brasil, daniel.feo@gmail.com

² Universidade de Brasília-UNB, Brasília-DF, Brasil, flasobrinho@gmail.com

Recebido em: 30/06/2023

Aceito para publicação em: 30/09/2023

Resumo

O objetivo desta pesquisa é analisar o cenário atual e as perspectivas futuras do setor de biocombustíveis no Brasil, com foco no etanol e no biodiesel, considerando sua importância no contexto global de produção e uso de fontes renováveis de energia. A metodologia de produção da pesquisa inicia-se com a revisão bibliográfica a respeito do tema, direcionada ao entendimento da dinâmica estudada, bem como a construção de referencial teórico de obras diretamente e indiretamente relacionadas. Conclui-se que o setor de biocombustíveis no Brasil enfrenta desafios e oportunidades em relação ao etanol e ao biodiesel. Alguns dos principais desafios incluem a necessidade de aumentar a eficiência da produção, reduzir os custos de produção, melhorar a logística e infraestrutura para transporte e armazenamento, além de enfrentar a concorrência com combustíveis fósseis.

Palavras-chave: biocombustíveis; produção; mercado; sustentabilidade.

Abstract

The objective of this research is to analyze the current scenario and future perspectives of the biofuels sector in Brazil, focusing on ethanol and biodiesel, considering their importance in the global context of production and use of renewable energy sources. The research production methodology begins with a bibliographical review on the topic, aimed at understanding the dynamics studied, as well as the construction of a theoretical framework of directly and indirectly related works. It is concluded that the biofuels sector in Brazil faces challenges and opportunities

in relation to ethanol and biodiesel. Some of the main challenges include the need to increase production efficiency, reduce production costs, improve logistics and infrastructure for transportation and storage, and face competition from fossil fuels.

Keywords: biofuels; production; market; sustainability.

Resumen

El objetivo de esta investigación es analizar el escenario actual y las perspectivas futuras del sector de biocombustibles en Brasil, con foco en etanol y biodiesel, considerando su importancia en el contexto global de producción y uso de fuentes de energía renovables. La metodología de producción de la investigación inicia con una revisión bibliográfica sobre el tema, encaminada a comprender la dinámica estudiada, así como la construcción de un marco teórico de trabajos directa e indirectamente relacionados. Se concluye que el sector de biocombustibles en Brasil enfrenta desafíos y oportunidades en relación al etanol y biodiesel. Algunos de los principales desafíos incluyen la necesidad de aumentar la eficiencia de la producción, reducir los costos de producción, mejorar la logística y la infraestructura para el transporte y el almacenamiento, y enfrentar la competencia de los combustibles fósiles.

Palabras clave: biocombustibles; production; mercado; sustentabilidad.

Introdução

No atual contexto global, a busca por alternativas sustentáveis de energia tornou-se uma necessidade premente. Nesse sentido, o setor de biocombustíveis desempenha um papel fundamental, especialmente no Brasil, um dos principais produtores e consumidores desses combustíveis renováveis. O etanol e o biodiesel despontam como protagonistas nesse cenário, oferecendo uma fonte de energia mais limpa e renovável em comparação aos combustíveis fósseis. A análise do panorama atual e das perspectivas futuras desse setor torna-se essencial para compreender sua relevância no contexto global da produção e uso de fontes renováveis de energia.

Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo desta pesquisa é analisar o cenário atual e as perspectivas futuras do setor de biocombustíveis no Brasil, com foco no etanol e no biodiesel, considerando sua importância no contexto global de produção e uso de fontes renováveis de energia.

Partindo dessa perspectiva, propomos uma análise das implicações decorrentes do cenário atual e das perspectivas futuras da produção e utilização de

fontes renováveis de energia em nível global. Diante desse contexto, questionamos: Quais são as principais vantagens do uso de biocombustíveis em relação aos combustíveis fósseis? Como o Brasil se tornou um líder na produção de biocombustíveis? Quais são as perspectivas futuras para o setor de biocombustíveis no Brasil e no mundo?

Para cumprir os objetivos propostos, foram realizadas as seguintes etapas metodológicas: revisão bibliográfica a respeito do tema, direcionada ao entendimento da dinâmica estudada, bem como a construção de referencial teórico de obras direta e indiretamente relacionadas. O levantamento bibliográfico foi feito por meio de pesquisa em bibliotecas, repositórios digitais e revistas científicas com a referência de livros, dissertações, teses, banco de dados e artigos relacionados ao tema. Nesse intento, as leituras de Vidal, (2022), Sampaio (2021), Carneiro (2021), Duarte, *et al.*, (2022) e Reis, *et al.*, (2022), Araujo e Sobrinho (2020) entre outros autores, contribuíram para esclarecer os elementos que constroem uma análise crítica sobre os temas.

Conclui-se que, o setor de biocombustíveis no Brasil enfrenta desafios e oportunidades em relação ao etanol e ao biodiesel. Alguns dos principais desafios incluem a necessidade de aumentar a eficiência da produção, reduzir os custos de produção, melhorar a logística e infraestrutura para transporte e armazenamento, além de enfrentar a concorrência com combustíveis fósseis. No entanto, o setor também apresenta oportunidades significativas, como o aumento da demanda global por fontes renováveis de energia, o desenvolvimento de novas tecnologias para produção e uso de biocombustíveis, além do potencial para expandir as exportações brasileiras desses produtos. Ademais, o Brasil tem uma posição favorável no cenário geopolítico da produção e consumo de biocombustíveis, o que pode ajudar a impulsionar ainda mais o setor no futuro.

Histórico das Políticas Nacionais para Biocombustíveis

O desenvolvimento e a implementação de políticas nacionais para biocombustíveis têm sido uma resposta estratégica dos países diante dos desafios

energéticos, ambientais e econômicos do século XXI. Essas políticas têm como objetivo principal diversificar as fontes de energia, reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar os impactos ambientais causados pela queima desses combustíveis. Ao longo das últimas décadas, diversos países adotaram medidas e estabeleceram metas ambiciosas para impulsionar a produção e o consumo de biocombustíveis, com a finalidade de promover a sustentabilidade energética e a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Ao longo das últimas décadas, o Brasil tem desempenhado um papel de destaque na implementação de políticas nacionais voltadas para o desenvolvimento do setor de biocombustíveis (REIS, *et al.*, 2022). Um marco importante nesse contexto foi a criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) na década de 1970, que impulsionou a produção em larga escala do etanol a partir da cana-de-açúcar. Essa iniciativa pioneira permitiu ao país reduzir sua dependência dos combustíveis fósseis, promover a diversificação da matriz energética e mitigar os impactos ambientais causados pelas emissões de gases de efeito estufa (ROCCO, HENKES 2020).

Segundo Silva, (2013) em 1980, o Governo Federal implementou o Programa Nacional de Produção de Óleo Vegetal para Fins Energéticos (Proóleo), abrindo espaço para debates sobre a viabilidade do uso de biodiesel. Em 2002, surgiu o Programa Brasileiro de Biocombustível (Probiobiodiesel), marcando um novo impulso nesse setor. No mesmo período, o Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) foi estabelecido em 2003, com a responsabilidade de conduzir estudos sobre a viabilidade do biodiesel (CARNEIRO, 2021). Um marco importante ocorreu em 2004, quando foi criado o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). A Lei 11.097, promulgada em 2005, incluiu o biodiesel na matriz energética brasileira e estabeleceu o Selo de Combustível Social, incentivando os agricultores familiares a produzirem matérias-primas para biodiesel, com redução de impostos através do PIS/PASEP.

A legislação brasileira desempenha um papel fundamental na regulamentação e promoção do setor de biocombustíveis. Um marco significativo nesse sentido é a Lei nº 11.097/2005, que estabelece diretrizes claras e abrangentes para o biodiesel. Essa legislação define o biodiesel como um combustível produzido a partir de fontes renováveis de biomassa e destinado ao uso em motores do ciclo Diesel (CARNEIRO, 2021). A lei estabelece critérios técnicos e ambientais para a produção, comercialização e utilização do biodiesel, visando garantir a qualidade do produto e minimizar os impactos ambientais associados.

Atualmente, está em vigência a Resolução ANP nº 45/2014 (ANP, 2014), que delimita o biocombustível como uma composição de ésteres de ácidos graxos. Ao estabelecer o biodiesel como uma mistura de ésteres de ácidos graxos, a Resolução ANP nº 45/2014 estabelece critérios específicos para a composição do biocombustível, garantindo a qualidade e a padronização do produto. Essa medida contribui para a segurança energética do país e para a redução das emissões de gases de efeito estufa, fortalecendo a transição para uma matriz energética mais sustentável (CARNEIRO, 2021).

A Lei 13.576, promulgada em 2017, estabeleceu o Programa RenovaBio, enquanto em 2019 foi fundada a Associação de Produtores de Biocombustíveis do Brasil (APROBIO). Ambas iniciativas compartilham o propósito de cumprir as metas estipuladas no Acordo de Paris, impulsionando a expansão do uso de biocombustíveis na matriz energética nacional e fornecendo estabilidade ao mercado de combustíveis (SAMPAIO, 2022). A adição obrigatória de biodiesel ao diesel fóssil no Brasil tem passado por uma evolução significativa ao longo dos anos, conforme demonstrado pela tabela a seguir:

Tabela 1: A evolução dos teores de adição obrigatória de biodiesel ao diesel fóssil.

Ano	Lei	Adição obrigatória de biodiesel ao diesel fóssil
2008	Lei 11.097	B2/ Janeiro, B3/ julho
2009	Lei 11. 097	B4/ julho
2010	Lei 11. 097	B5/ janeiro
2014	Lei 13.033	B6/julho, B7 novembro

2017	Lei 13. 263	BB/ março
2018	Lei 13.263	B10/ março
2019	Lei 13.263	B11/ setembro
2020	Lei 13.263	B12/ março, B10/ setembro, B11/ novembro

Fonte: (EPE, 2020)

Segundo Huch Duarte, *et al.*, (2022) com o aumento dos teores de adição obrigatória de biodiesel, houve um incentivo significativo para o cultivo de plantas oleaginosas em diferentes regiões do país. Segundo o autor, a cultura da soja, por exemplo, ganhou destaque como uma das principais fontes na produção de biodiesel, especialmente nas regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil, onde a estrutura agrária é voltada para a produção de grãos. Essas regiões foram impulsionadas pela demanda do mercado de biocombustíveis, estimulando o aumento da área cultivada com soja e o investimento em tecnologias de produção mais eficientes (SAMPAIO, 2022). Além da soja, outras culturas oleaginosas também ganharam destaque, como o dendê na região Norte e o girassol em áreas específicas do país (VIDAL, 2022). Essa diversificação das culturas agrícolas voltadas para a produção de biodiesel contribuiu para a expansão da atividade agrária em diferentes regiões, estimulando a economia rural e gerando novas oportunidades de emprego e renda para agricultores.

A legislação brasileira, representada pela Lei nº 13.263/2016, instituiu a obrigatoriedade de adicionar 10% de biocombustível derivado de biomassa renovável ao óleo diesel. Outrossim, conferiu ao Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) a prerrogativa de elevar o percentual de biodiesel na mistura para até 15%, mediante a aprovação de testes nos motores de acordo com as condições estabelecidas (BRASIL, 2016). Conforme estabelecido pela Resolução nº16 de 29 de outubro de 2018, do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), está previsto que a proporção obrigatória de mistura de biodiesel ao diesel atinja 15% em 2023. Assim, a partir de março de 2021, o diesel deveria ter passado a incorporar 13% de biodiesel. No entanto, por meio da Resolução nº4 de 9 de abril de 2021, o CNPE reduziu o percentual de mistura para 10%. A justificativa oficial apresentada foi o

elevado custo do biodiesel devido ao aumento no preço da soja. No entanto, é importante ressaltar que a participação do biocombustível no preço final do diesel é relativamente baixa, o que faz com que essa medida tenha praticamente nenhum efeito na redução do preço do diesel.

Política nacional de biocombustíveis (RenovaBio)

A política do RenovaBio na composição da matriz energética do Brasil. Essa política reconhece o papel estratégico dos biocombustíveis, como o etanol, biodiesel, biometano e bioquerosene, na segurança energética, previsibilidade do mercado e mitigação das emissões de gases de efeito estufa no setor de combustíveis (SAMPAIO, 2022). O RenovaBio é construído sobre três pilares principais: metas de descarbonização, certificação da produção de biocombustíveis e emissão de créditos de descarbonização (CBIOS). É importante ressaltar que o RenovaBio não se limita apenas a questões técnicas, mas também aborda os desafios socioeconômicos e ambientais.

A legislação que embasa o programa estabelece os fundamentos e princípios necessários para garantir a integração dos biocombustíveis de forma sustentável, impulsionando a inovação tecnológica e promovendo a transição justa para uma matriz energética mais sustentável (ARAÚJO, 2023). A necessidade de políticas energéticas abrangentes, que considerem não apenas a eficiência técnica dos biocombustíveis, mas também seus impactos socioeconômicos e ambientais (ARAÚJO, 2023). É fundamental garantir a equidade na transição para uma matriz energética mais sustentável, considerando o bem-estar das comunidades envolvidas na produção e consumo de biocombustíveis. O RenovaBio, nesse sentido, desempenha um papel crucial ao impulsionar a transformação do setor energético brasileiro, promovendo a diversificação da matriz e reduzindo a dependência de combustíveis fósseis, ao mesmo tempo em que contribui para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela ONU (SAMPAIO, 2022).

Deste modo, é imprescindível destacar as metas estabelecidas para os biocombustíveis no Brasil até 2030. Essas metas abrangem a redução de 43% das

emissões de gases de efeito estufa, a meta de alcançar uma participação de 45% de energias renováveis e a inserção de 18% de bioenergia na matriz energética do país (BRASIL, 2017). Um marco relevante nesse contexto é a criação do Crédito de Descarbonização (CBIO), um ativo financeiro que é negociado em bolsa e emitido pelos produtores e importadores de biocombustíveis com base nas suas operações comerciais. Esses CBIOs tornam-se obrigatórios para os distribuidores de combustíveis, que devem adquiri-los para cumprir suas metas anuais de descarbonização estabelecidas pelo governo. O RenovaBio, como um programa abrangente, utiliza diversos instrumentos, como certificação individual de eficiência energética e ambiental, adições compulsórias de biocombustíveis aos combustíveis fósseis e incentivos fiscais, financeiros e creditícios (ROCCO, HENKES, 2020).

Essa estratégia política pode se configurar como um mecanismo significativo para equilibrar a competitividade entre os combustíveis derivados de fontes fósseis e renováveis, uma vez que o valor dos Créditos de Descarbonização (CBIOs) é influenciado, entre outras variáveis, pelo preço do petróleo. Dessa forma, em momentos de baixa cotação do petróleo, os preços dos CBIOs tendem a ser mais elevados, garantindo assim a competitividade dos biocombustíveis e estimulando sua produção, mesmo em cenários de preços reduzidos dos combustíveis fósseis.

No ano de 2022, foram emitidos cerca de 30,8 milhões de CBIOs, dos quais 24,4 milhões foram retirados de circulação pelas distribuidoras para atender às suas metas obrigatórias de redução das emissões de gases de efeito estufa. Cada crédito emitido corresponde a uma tonelada de CO₂ evitada (ANP, 2022), evidenciando a importância desses créditos como um mecanismo efetivo para a mitigação dos impactos ambientais. Esses dados ressaltam a relevância do sistema de CBIOs no contexto do RenovaBio e seu papel na promoção da transição para uma matriz energética mais sustentável e na adoção de práticas de baixa emissão de carbono.

Produção Brasileira de Biodiesel

O Brasil ocupa a quarta posição no ranking dos maiores produtores globais de biodiesel (OCDE, 2021), destacando-se por sua significativa capacidade de produção.

Conforme dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2022), a capacidade total de produção de biodiesel no país alcançou 12,2 milhões de metros cúbicos em 2021. No entanto, é importante salientar que existe uma considerável capacidade ociosa em todas as regiões brasileiras, conforme evidenciado na Tabela 02.

Tabela 02– Produção de biodiesel (B100), segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação – 2018-2021.

Região	2018	2019	2020	2021
Norte	101.332,22	108.350,84	148.611,27	144.421,72
Nordeste	376.337,64	454.325,59	478.223,92	452.821,46
Sudeste	457.701,64	499.874,83	506.120,57	425.276,96
Sul	2.198.926,80	2.396.698,12	2.741.261,18	3.182.198,07
Centro-Oeste	2.202.230,38	2.443.516,37	2.570.772,63	2.561.132,02
Brasil	5.336.528,68	5.902.765,77	6.444.989,57	6.765.850,23

Fonte: ANP, 2022; Elaboração Própria.

De acordo com a (Tabela 02), a produção de biodiesel (B100) nas diferentes regiões brasileiras entre os anos de 2018 a 2021. No Norte do país, observa-se um crescimento gradual ao longo desse período, partindo de 101.332,22 metros cúbicos em 2018 e alcançando 144.421,72 metros cúbicos em 2021. No Nordeste, a produção também registrou um aumento consistente, com valores de 376.337,64 metros cúbicos em 2018 e chegando a 452.821,46 metros cúbicos em 2021. Já na região Sudeste, houve uma variação na produção ao longo dos anos, com um pico de 506.120,57 metros cúbicos em 2020, mas uma redução para 425.276,96 metros cúbicos em 2021. No Sul do país, a produção de biodiesel apresentou um crescimento constante, passando de 2.198.926,80 metros cúbicos em 2018 para 3.182.198,07 metros cúbicos em 2021. Na região Centro-Oeste, a produção também apresentou uma trajetória ascendente, com valores de 2.202.230,38 metros cúbicos em 2018 e 2.561.132,02 metros cúbicos em 2021.

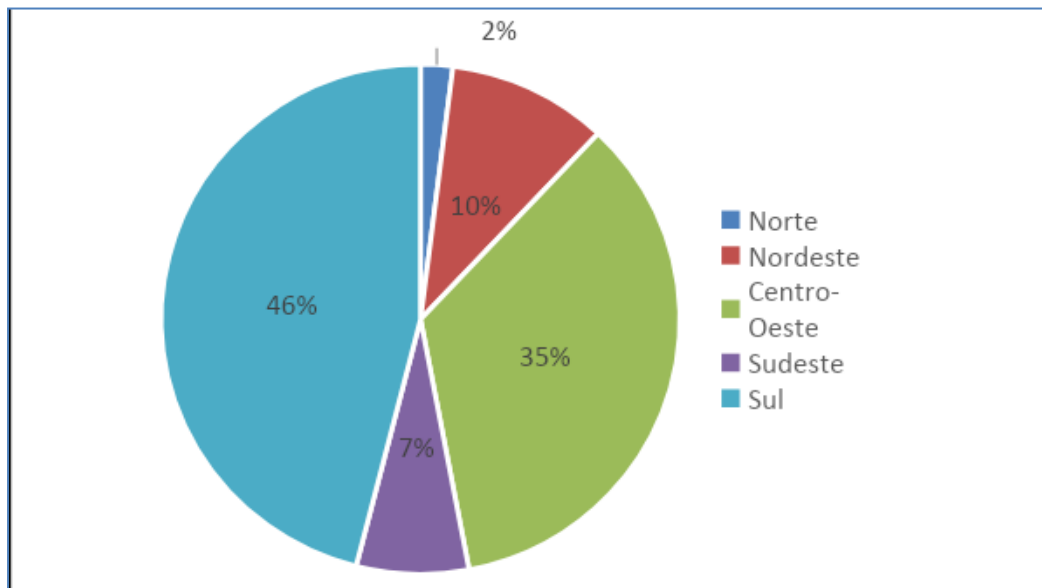
Em âmbito nacional, a produção total de biodiesel no Brasil teve um aumento contínuo ao longo dos anos analisados, partindo de 5.336.528,68 metros cúbicos em 2018 e alcançando 6.765.850,23 metros cúbicos em 2021. Esses dados revelam a importância e o potencial do país na produção desse biocombustível, destacando o

crescimento em diferentes regiões e evidenciando a relevância do setor para a matriz energética brasileira.

No Brasil, o setor de biodiesel conta com a operação de 49 unidades produtivas, conforme relatado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) por meio da (Gráfico 1). A distribuição geográfica da produção de biodiesel destaca-se nas regiões Sul e Centro-Oeste, que em conjunto respondem por uma parcela significativa de 81% da produção nacional. Essa predominância é influenciada pela abundante produção de soja, principal matéria-prima utilizada na fabricação de biodiesel, nessas áreas (VIDAL, 2021; ANP, 2022).

Destacando os principais estados produtores de biodiesel, observa-se que o Mato Grosso e o Rio Grande do Sul se destacam, contribuindo com quase metade da produção total do país. Anteriormente, a região Nordeste desempenhava um papel relevante na produção de biodiesel, impulsionada pela política de incentivo à agricultura familiar e pela presença de usinas de biodiesel na região. Estados como Ceará, Bahia, Piauí e Maranhão desempenhavam um papel significativo nesse cenário. No entanto, atualmente, a produção de biodiesel se concentra principalmente na Bahia, que sozinha responde por 10% da produção nacional, enquanto outros estados nordestinos reduziram sua participação (VIDAL, 2021; ANP, 2022).

Gráfico 1- Participação percentual das regiões brasileiras na produção nacional de biodiesel em 2021.



Fonte: ANP, 2022; Elaboração Própria.

Destacando os principais estados produtores de biodiesel, observa-se que o Mato Grosso e o Rio Grande do Sul se destacam, contribuindo com quase metade da produção total do país. Anteriormente, a região Nordeste desempenhava um papel relevante na produção de biodiesel, impulsionada pela política de incentivo à agricultura familiar e pela presença de usinas de biodiesel na região. Estados como Ceará, Bahia, Piauí e Maranhão desempenhavam um papel significativo nesse cenário. No entanto, atualmente, a produção de biodiesel se concentra principalmente na Bahia, que sozinha responde por 10% da produção nacional, enquanto outros estados nordestinos reduziram sua participação (VIDAL, 2021; ANP, 2022).

Apesar dos esforços empreendidos para promover o desenvolvimento do setor de biodiesel no Nordeste, a produção no Brasil ainda apresenta uma marcante concentração nas regiões Sul e Centro-Oeste, como evidenciado pelo Gráfico 1. Essa concentração está intrinsecamente relacionada à ampla utilização da soja como principal matéria-prima na produção de biodiesel, representando expressivos 72,1% do total, conforme demonstrado na (Tabela 3). Tal cenário revela a limitada participação dos produtores familiares no fornecimento de matéria-prima para a produção de biodiesel no país, uma vez que a agroindústria da soja é dominada por

empresas de grande porte, tanto nacionais quanto multinacionais, que desempenham um papel significativo em várias etapas da cadeia, incluindo a produção e a comercialização de biodiesel.

Tabela 3 – Matéria-prima utilizada na produção de biodiesel (B100) no Brasil (m3)

Matérias-primas	2018	2019	2020	2021	Var (%)	Part (%)
Óleo de soja	3.743.316	4.087.804	4.677.523	4.907.873	4,9	72,1
Outros óleos vegetais	128.858	350.193	297.144	280.711	-5,5	4,1
Gordura animal	862.505	831.632	737.834	714.242	-3,2	10,5
Outros	612.076	766.178	829.832	903.499	8,9	13,3
Total	5.346.755	6.035.806	6.542.333	6.806.324	4,0	100,0

Fonte: ANP/SPC, conforme Resolução ANP nº 729/2018, in anuário estatístico ANP (2022).

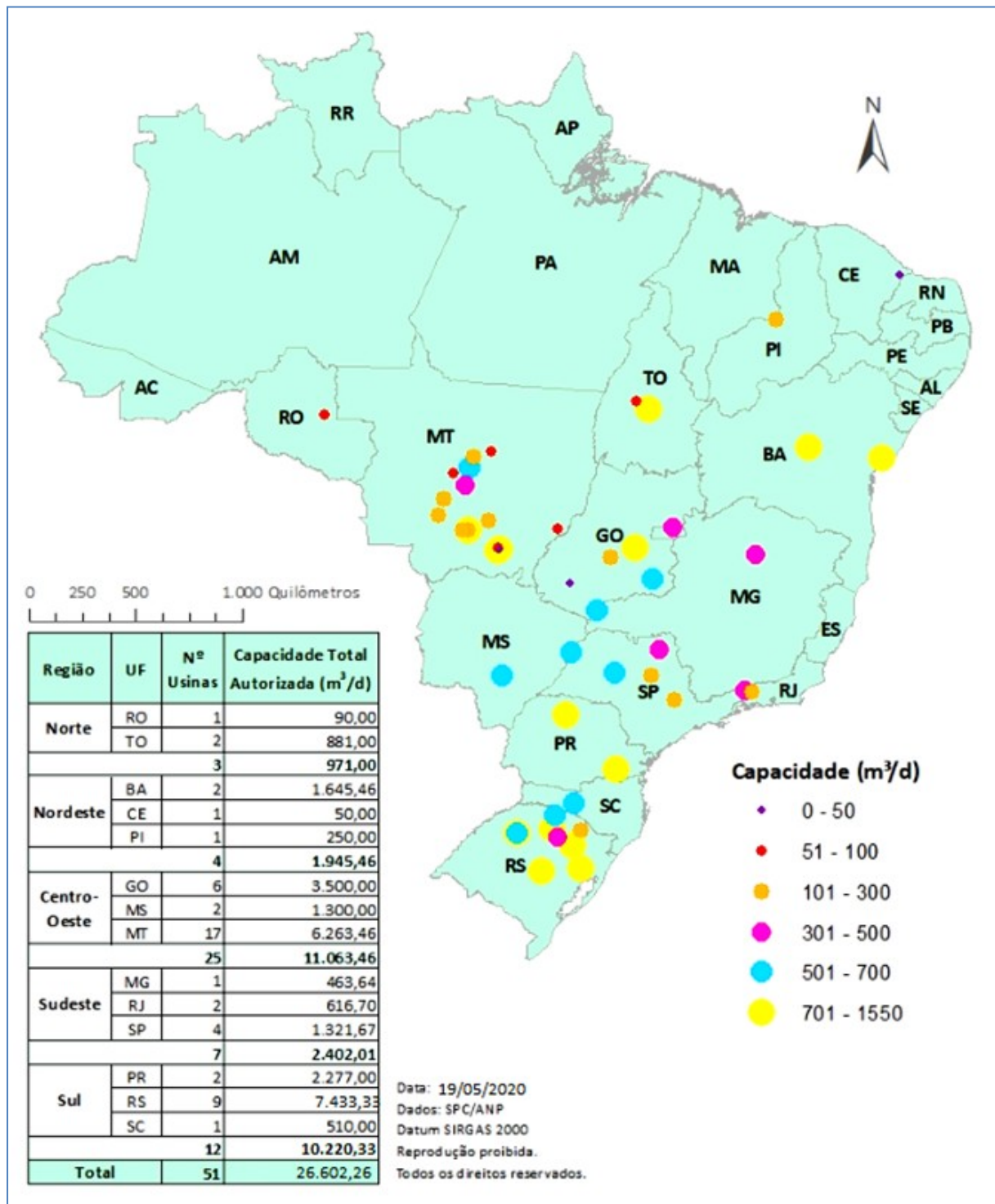
Segundo os dados apresentados na (Tabela 3), revela a distribuição geográfica da matéria-prima utilizada na produção de biodiesel no Brasil. O óleo de soja se destaca como a principal matéria-prima, representando 72,1% do total em 2021. Essa predominância reflete a importância da região Centro-Oeste, onde há uma expressiva produção de soja. Essa região, juntamente com o Sul, concentra a maior parte da produção de biodiesel no país. Por outro lado, os óleos vegetais, a gordura animal e outros recursos também contribuem para a produção de biodiesel, mas em menor escala. Em termos de variação ao longo dos anos, observa-se um leve declínio na utilização de óleos vegetais (-5,5%) e gordura animal (-3,2%), indicando possíveis mudanças na demanda e disponibilidade dessas matérias-primas. Já a categoria "Outros" apresenta um aumento de 8,9% de 2018 a 2021.

Essa diversidade de matérias-primas utilizadas reflete a busca por alternativas e a busca por maior sustentabilidade no setor de biodiesel. No entanto, é importante ressaltar que a concentração na utilização de óleo de soja evidencia a influência da produção agrícola nas regiões Sul e Centro-Oeste na configuração da indústria de biodiesel no país. De tal modo, a análise da distribuição geográfica da matéria-prima na produção de biodiesel demonstra a relevância da região Centro-Oeste, onde a produção de soja é expressiva, e destaca a necessidade de promover uma maior diversificação das fontes de matéria-prima e uma distribuição mais equitativa da

produção em outras regiões do país, visando uma maior sustentabilidade e redução da dependência de um único recurso.

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) registra atualmente 50 instalações de produção de biodiesel em todo o país, com destaque para a concentração nos estados do Mato Grosso e Rio Grande do Sul, sendo este último responsável pela maior capacidade produtiva (mapa 1). Em 2020, a produção nacional de biodiesel atingiu a expressiva marca de 6 milhões de kg/m³, conforme dados fornecidos pela ANP (2021).

Mapa 1- Instalações de produção de biodiesel cadastrados na ANP

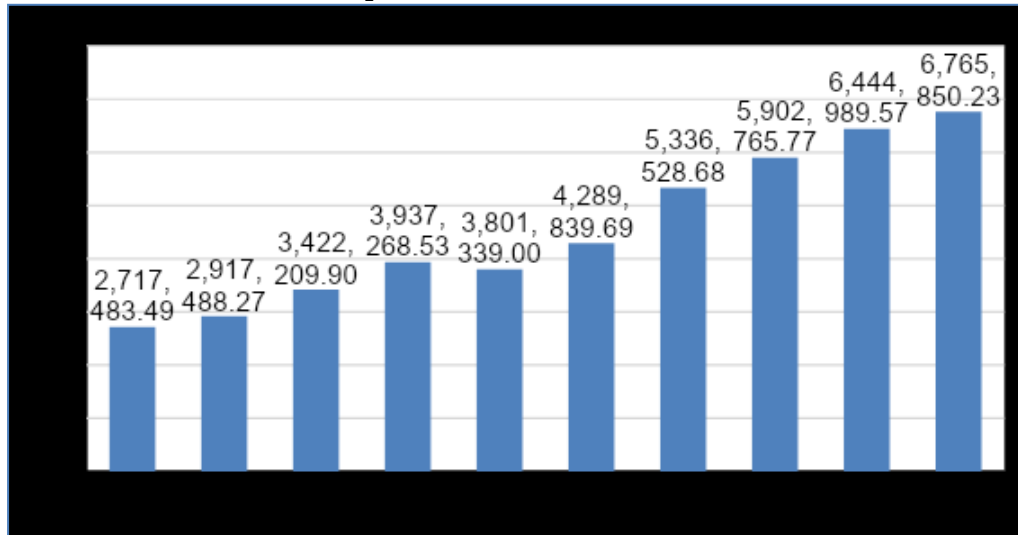


Fonte: ANP(2020)

A produção de biodiesel no Brasil apresentou um crescimento notável ao longo dos últimos dez anos, conforme os dados apresentados no (gráfico 02) entre 2012 a 2021. Inicialmente, em 2012, a produção era de 2,72 bilhões de litros, e desde então, observou-se um aumento consistente ano após ano. Em 2021, o país alcançou a marca de 6,77 bilhões de litros de biodiesel produzidos, representando um

crescimento expressivo nesse período. Esse avanço é resultado tanto do estabelecimento de políticas governamentais favoráveis ao uso de biocombustíveis quanto do crescente reconhecimento da importância de fontes de energia renováveis.

Gráfico 02- Evolução da produção de biodiesel (B100) – 2012-2021.



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2021; Elaboração Própria.

Os estados do Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Paraná e Goiás se destacam como os principais produtores de biodiesel no Brasil. Essas regiões possuem uma sólida infraestrutura e um ambiente favorável para o desenvolvimento e expansão da indústria de biocombustíveis. A presença dessas instalações cadastradas na ANP é um reflexo do compromisso do país em promover uma matriz energética mais sustentável e diversificada. A concentração das instalações no Mato Grosso e Rio Grande do Sul são resultado de diversos fatores, como a disponibilidade de matérias-primas, a infraestrutura logística e as políticas públicas voltadas para o setor. Essas regiões se destacam pelo seu potencial agrícola, com a produção de oleaginosas que são utilizadas como matéria-prima na fabricação do biodiesel.

A implementação da obrigatoriedade de adição de biodiesel ao diesel fóssil impulsionou a demanda e incentivou investimentos no setor. Ademais, a conscientização sobre os impactos ambientais e a busca por alternativas mais sustentáveis contribuíram para o crescimento do mercado de biodiesel. A evolução da produção de biodiesel no Brasil reflete não apenas a capacidade do país de se

tornar um importante produtor, mas também sua determinação em promover uma transição energética mais limpa e reduzir a dependência de combustíveis fósseis.

A análise da produção brasileira de biodiesel, revela contradições inerentes ao sistema capitalista de produção. Embora seja louvável o crescimento constante na produção de biodiesel, é necessário compreender que esse avanço está inserido em um contexto de relações sociais e econômicas desiguais. A concentração da produção nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil, onde a agroindústria da soja domina, reflete a lógica capitalista de acumulação, na qual grandes empresas nacionais e multinacionais controlam os meios de produção. Nesse sentido, a produção de biodiesel acaba beneficiando principalmente os interesses do agronegócio, que se apropria das terras e dos recursos naturais, muitas vezes desconsiderando os direitos dos trabalhadores e o equilíbrio ambiental.

A dependência de matérias-primas como o óleo de soja revela uma dinâmica neocolonial, na qual o Brasil se mantém como exportador de *commodities* agrícolas, reforçando a posição periférica na divisão internacional do trabalho. Essa dependência econômica limita a autonomia do país e restringe o desenvolvimento de outras formas de energia renovável e sustentável, que poderiam ser mais adequadas às realidades locais e menos dependentes de monoculturas de exportação. Portanto, é fundamental abordar a produção de biodiesel a partir de uma perspectiva crítica, que questione as relações de poder e desigualdade presentes no sistema capitalista. É necessário promover uma transição energética justa e inclusiva, que priorize a participação dos trabalhadores, o respeito ao meio ambiente e a soberania nacional. Somente assim poderemos superar as contradições do atual modelo de produção de biodiesel e avançar em direção a uma geografia mais equitativa, sustentável e socialmente justa.

Produção Brasileira de Etanol

A análise do mercado de biocombustíveis no Brasil revela contradições inerentes ao sistema capitalista e às relações de poder que permeiam a produção e consumo dessas fontes de energia. Embora o etanol seja considerado uma alternativa

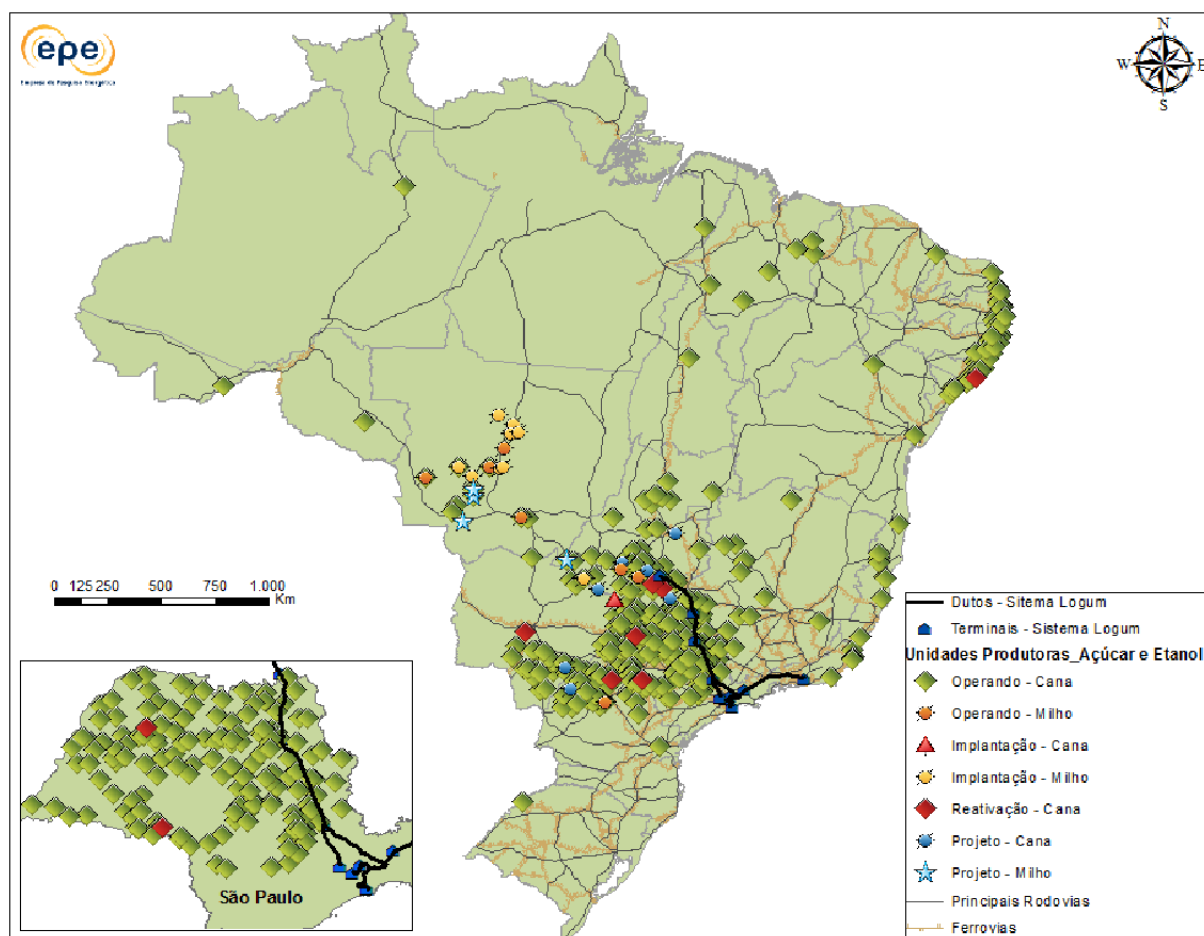
mais limpa e renovável em relação aos combustíveis fósseis, sua utilização ainda está sujeita aos interesses da indústria automobilística e dos produtores de cana-de-açúcar, que detêm o controle dos meios de produção. É importante destacar que, apesar do uso do etanol no Brasil contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a mitigação das mudanças climáticas, esse cenário não implica necessariamente em uma transformação estrutural do sistema econômico. A dependência do setor sucroenergético e a lógica capitalista de acumulação de capital prevalecem, perpetuando assim as desigualdades sociais e ambientais. A expansão da produção de biocombustíveis muitas vezes ocorre às custas de conflitos socioambientais, como a concentração de terras, a exploração de mão de obra precarizada e a degradação ambiental em áreas de cultivo intensivo de cana-de-açúcar.

A perspectiva de transição para veículos elétricos representa um desafio para o setor de biocombustíveis, uma vez que o mercado global tende a privilegiar cada vez mais essa tecnologia. A predominância dos veículos elétricos pode comprometer a demanda pelo etanol e impactar a economia brasileira, uma vez que o País possui uma estrutura consolidada de produção e consumo de biocombustíveis. Nesse sentido, é fundamental repensar o modelo energético vigente, buscando uma transição justa e sustentável, que priorize a soberania energética, a equidade social e a preservação do meio ambiente, em oposição à lógica de acumulação capitalista que perpetua desigualdades e degradação ambiental.

As plantas produtoras de etanol e açúcar desempenham um papel fundamental na estrutura econômica do Brasil. Com base no Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis (ANP, 2021), é evidente a presença de uma ampla rede de usinas e destilarias distribuídas em todo o território nacional. Essas unidades são responsáveis pela produção em larga escala de etanol, utilizado como biocombustível, e de açúcar, destinado tanto ao mercado interno quanto à exportação.

A infraestrutura logística desempenha um papel estratégico na movimentação eficiente desses produtos agrícolas. O Brasil conta com uma extensa malha rodoviária e ferroviária, além de portos marítimos e hidrovias estratégicas, que possibilitam o escoamento da produção de etanol e açúcar para diversas regiões do país e também para o mercado internacional. Segundo ANP (2021), o modal rodoviário desempenha um papel fundamental na distribuição do etanol.

Mapa 2 - Plantas produtoras de etanol e açúcar no Brasil e infraestrutura logística.



Fonte: (EPE 2021)

No entanto, é importante ressaltar que a produção de etanol enfrenta desafios, como as condições climáticas adversas que afetam a produção no Sudeste do país. A competitividade do etanol hidratado em relação à gasolina também impacta a demanda pelo biocombustível. Essas contradições evidenciam a dependência do setor em relação a fatores econômicos, climáticos e políticos, bem como a subordinação aos interesses do mercado de combustíveis fósseis.

A análise da (tabela 04) da produção e exportação brasileira de etanol, nos permite examinar as relações de poder, as desigualdades e as contradições presentes no contexto geográfico relacionado a essa *commodity*. Podemos compreender como as relações sociais e políticas moldam o espaço geográfico e como esse espaço, por sua vez, influencia as relações sociais e políticas. Ao observarmos os dados da (tabela 04), podemos destacar alguns pontos relevantes. Primeiramente, podemos notar que a produção de etanol no Brasil apresenta uma variação ao longo dos anos, com um pico de 36 milhões de litros em 2019 e uma redução para 32.600 milhões de litros em 2020. Essa flutuação pode ser influenciada por diversos fatores, como mudanças na demanda interna e externa, políticas governamentais e condições climáticas.

Tabela 4 – Produção e exportação brasileira de etanol, 2020. (Milhões de Litros).

Ano	Produção	Exportação	Importação	Coefficiente de Exportação
2010	28.000	1.900	76	6,8%
2011	22.900	2.000	1.137	8,8%
2012	23.600	3.100	554	13,1%
2013	27.700	2.900	132	10,5%
2014	28.500	1.400	452	4,9%
2015	30.300	1.900	513	6,3%
2016	28.300	1.800	832	6,3%
2017	27.700	1.400	1.826	5,1%
2018	32.300	1.700	1.775	5,3%
2019	36.000	2.000	1.458	5,5%
2020	32.600	2.700	1.010	8,3%
2021	29.900	1.900	432	6,3%

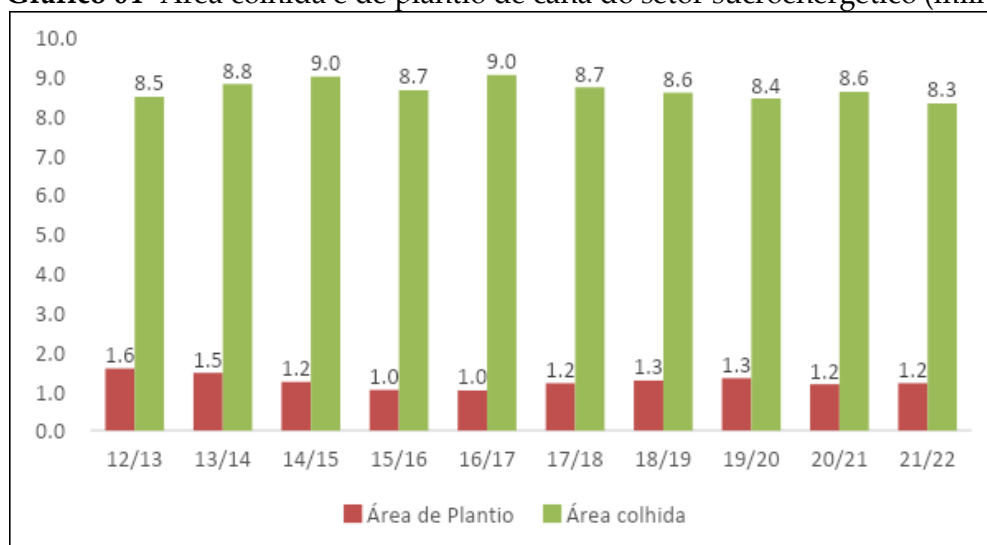
Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2021; Elaboração Própria.

No que diz respeito à exportação de etanol, observamos um aumento gradual ao longo dos anos, com uma leve queda em 2021. Em 2020, o Brasil exportou 2.700 milhões de litros de etanol, representando um coeficiente de exportação de 8,3%. Esse coeficiente indica a proporção da produção total que foi destinada à exportação. É interessante notar que esse coeficiente teve uma tendência crescente ao longo dos anos, atingindo o seu maior valor em 2012, com 13,1%. Isso sugere uma maior dependência do mercado externo para a comercialização do etanol brasileiro.

A importação de etanol no Brasil é relativamente baixa em comparação com a produção e exportação, com valores que variam entre algumas centenas de milhões de litros a pouco mais de 1 bilhão de litros. Esse padrão indica uma autossuficiência relativa do país na produção de etanol, ou seja, a capacidade de suprir a demanda interna sem a necessidade de importações significativas. Uma análise crítica desses dados pode revelar algumas questões importantes. Primeiramente, a exportação crescente de etanol sugere uma forte influência do mercado internacional na economia brasileira e na configuração do espaço geográfico. A demanda externa por etanol tem implicações significativas para a produção agrícola e para o uso de terras no país, já que a produção de etanol está fortemente associada à produção de cana-de-açúcar.

De acordo com o (gráfico 04) apresenta dados sobre a área de plantio e a área colhida de cana-de-açúcar no setor sucroenergético ao longo de várias safras. Observando a coluna "Área de Plantio", podemos notar que houve uma diminuição gradual na área de plantio de cana-de-açúcar desde a safra 12/13 até a safra 21/22. Inicialmente, a área de plantio era de 1,6 milhões de hectares, e nos últimos anos tem se mantido em torno de 1,2 milhões de hectares. Essa redução indica uma possível diminuição na demanda ou na viabilidade econômica da produção de cana-de-açúcar.

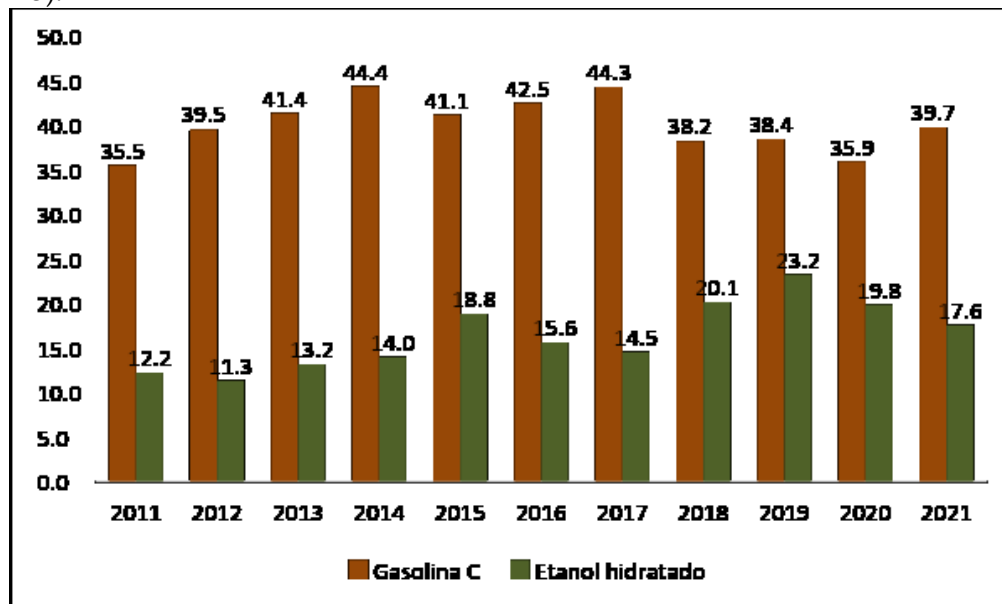
Gráfico 04 -Área colhida e de plantio de cana do setor sucroenergético (milhões de hectares).



Fonte: EPE, 2021; Elaboração Própria.

O gráfico apresenta dados sobre a venda de etanol hidratado e gasolina C no Brasil pelas distribuidoras ao longo de um período de 11 anos. Observando a coluna "Gasolina C", podemos notar que as vendas de gasolina C apresentaram certa variação ao longo dos anos. Inicialmente, em 2011, foram vendidos 35,5 milhões de metros cúbicos desse combustível, com um aumento gradual até atingir o pico de 44,4 milhões de metros cúbicos em 2014 (EPE, 2021). A partir desse ponto, houve uma diminuição constante nas vendas de gasolina C, chegando a 39,7 milhões de metros cúbicos em 2021(EPE, 2021).

Gráfico 05- Venda de etanol hidratado e gasolina C no Brasil pelas distribuidoras (milhões m³).



Fonte: EPE, 2021; Elaboração Própria.

Por outro lado, ao analisar a coluna "Etanol hidratado", observamos um padrão diferente. As vendas desse tipo de etanol apresentaram um aumento significativo ao longo do período. Em 2011, foram vendidos 12,2 bilhões de litros, e esse número cresceu para 23,2 bilhões de litros em 2019, representando um aumento de quase o dobro em relação ao início do período analisado (EPE, 2021). No entanto, a partir de 2020, houve uma diminuição nas vendas, chegando a 17,6 bilhões de litros em 2021(EPE, 2021). Essa análise dos dados de venda de etanol hidratado e gasolina C, pode ser entendida no contexto da busca por fontes de energia mais sustentáveis e da política de incentivo ao uso de biocombustíveis no Brasil. O etanol hidratado,

produzido principalmente a partir da cana-de-açúcar, tem sido promovido como uma alternativa mais sustentável e menos poluente em comparação com a gasolina C.

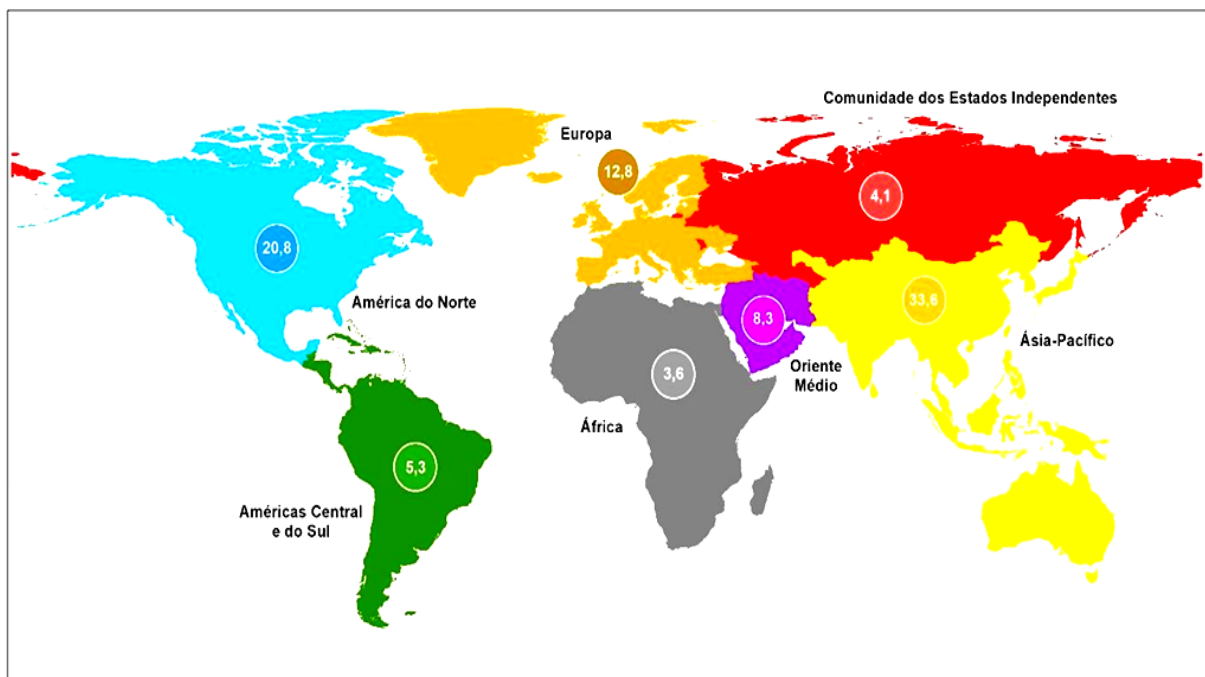
O aumento nas vendas de etanol hidratado ao longo dos anos pode refletir tanto a demanda do mercado por combustíveis mais limpos quanto a política governamental de estímulo ao consumo desse biocombustível. No entanto, a diminuição das vendas de etanol hidratado a partir de 2020 pode ser atribuída a fatores como a crise econômica causada pela pandemia de COVID-19, variações nos preços dos combustíveis e flutuações na demanda do mercado. Ou seja, os dados do (gráfico 05) mostram uma tendência de diminuição nas vendas de gasolina C e um aumento inicial, seguido por uma diminuição posterior, nas vendas de etanol hidratado. Esses padrões podem refletir as mudanças nas políticas de incentivo aos biocombustíveis, a busca por fontes de energia mais limpas e os efeitos econômicos da pandemia de COVID-19. Para uma análise mais completa e precisa, seria necessário considerar outros fatores, como preços dos combustíveis, políticas governamentais e tendências de mercado.

Biocombustíveis e a Lógica Capitalista: Contradições e Desigualdades nos Mercados Globais

Na conjuntura de 2020, a eclosão da Pandemia teve como resultado uma queda significativa de 8,5% no consumo global de combustíveis para transporte, evidenciando a interdependência entre o modo de produção capitalista e a demanda por energia (DUARTE, 2022). Nesse contexto, os biocombustíveis, como uma alternativa supostamente mais sustentável, também foram afetados, com uma redução proporcional de 8,7% (OCEDE/FAO, 2021). No entanto, é necessário ressaltar que o relaxamento das medidas de isolamento social em 2021, que estimulou a retomada do consumo de combustíveis, está intrinsecamente ligado à pressão da lógica capitalista de maximização dos lucros e à necessidade de reativar a economia.

No ano de 2020, a demanda global por petróleo atingiu a marca de 88,5 milhões de barris por dia, representando uma queda significativa de 9,3% (equivalente a 9,1 milhões de barris por dia) em relação a 2019 (ANP, 2021). Ao analisar o ranking dos maiores consumidores de petróleo em 2020, observa-se que as três principais posições se mantiveram em relação ao ano anterior. Os Estados Unidos, ocupando o primeiro lugar, registraram um consumo diário de 17,2 milhões de barris (representando 19,4% do total mundial) (ANP, 2021). Em segundo lugar, a China apresentou um consumo médio de 14,2 milhões de barris por dia (correspondendo a 16,1% do total mundial). Já a Índia, na terceira colocação, manteve um consumo diário de 7,7 milhões de barris (equivalente a 5,3% do total mundial) (ANP, 2021).

Mapa 3- Consumo de petróleo, segundo Regiões geográficas (milhões de barris/dias) 2020



Fonte: (ANP, 2021).

No horizonte de 2022, observa-se a perspectiva de uma nova queda na demanda mundial por combustíveis, impulsionada não apenas pelos altos preços do petróleo, mas também pela agravante crise econômica decorrente do conflito entre a Rússia e a Ucrânia (DUARTE, 2022). Essa dinâmica reforça as contradições inerentes

ao sistema capitalista global, em que a busca por recursos energéticos, o controle geopolítico e as crises econômicas são elementos interconectados.

Em 2021, o comércio global de biocombustíveis foi fortemente dominado pelo etanol e pelo biodiesel, representando cerca de 80% do mercado (IEA, 2021). No entanto, é importante ressaltar que essa realidade está inserida em um contexto marcado pelas relações de classe e pelo modo de produção capitalista. A tendência de redução desse percentual está relacionada à crescente demanda por diesel renovável e biocombustível para aviação, enquanto o mercado de biodiesel e etanol tende a estagnar.

A demanda mundial por biocombustíveis é profundamente influenciada pelas políticas públicas adotadas, que refletem as relações de poder e interesses econômicos das grandes corporações. Misturas obrigatórias, sistemas de tributação diferenciada e subsídios são estratégias utilizadas para favorecer determinados atores no mercado, em detrimento de outros. Essas políticas são moldadas pelo contexto capitalista, em que as empresas transnacionais exercem uma influência significativa sobre os governos, buscando maximizar seus lucros e manter sua posição dominante.

O Quadro 1 apresenta uma análise dos principais produtores mundiais de biocombustíveis, com foco no etanol, e suas respectivas participações percentuais na produção global, além das principais matérias-primas utilizadas. Os Estados Unidos se destacam como o maior produtor, contribuindo com 48,2% da produção mundial, principalmente por meio do uso de milho. O Brasil ocupa o segundo lugar, com uma participação de 26,7%, impulsionada pela produção de etanol a partir da cana-de-açúcar.

A China, apesar de uma participação menor (8,3%), é um produtor em ascensão, utilizando principalmente milho e mandioca como matérias-primas. A União Europeia também tem uma presença significativa, com uma participação de 4,8%, e utiliza beterraba açucareira, trigo e milho como principais matérias-primas. A Índia, com uma participação de 2,3%, se destaca pelo uso de melaço na produção de

etanol. Outros países como Canadá, Tailândia, Argentina, Colômbia, Paraguai e Indonésia também têm participações menores no mercado global de etanol, com diferentes matérias-primas predominantes.

Quadro 1 – Principais produtores mundiais de biocombustíveis (participação %) e matéria-prima Etanol.

Biocombustível	Países	Produção mundial (%)	Principais matérias-primas
Etanol	Estados Unidos	48,2	Milho
Etanol	Brasil	26,7	Cana-de-açúcar
Etanol	China	8,3	Milho, mandioca
Etanol	União Europeia	4,8	Beterraba açucareira, trigo, milho
Etanol	Índia	2,3	Melaço
Etanol	Canadá	1,6	Milho, trigo
Etanol	Tailândia	1,4	Melaço, mandioca, cana-de-açúcar
Etanol	Argentina	1,0	Melaço, cana-de-açúcar, milho
Etanol	Colômbia	0,4	Cana-de-açúcar
Etanol	Paraguai	0,4	Cana-de-açúcar, milho
Etanol	Indonésia	0,1	Melaço

Fonte: OCDE/FAO (2021).

O Quadro 2 apresenta uma análise dos principais produtores mundiais de biodiesel e suas respectivas participações percentuais na produção global, bem como as principais matérias-primas utilizadas por cada país. Observa-se que países como a União Europeia e os Estados Unidos têm uma participação significativa na produção de biodiesel, utilizando matérias-primas como óleo de soja, óleo de cozinha residual, óleo de colza e óleo de palma. Essa concentração de produção em determinadas regiões é influenciada pelo poder econômico desses países, bem como por suas estruturas de mercado e relações de poder. Essa dinâmica reflete as desigualdades e contradições inerentes ao sistema capitalista global.

Quadro 2 – Principais produtores mundiais de biocombustíveis (participação %) matéria-prima Biodiesel.

Biocombustível	Países	Produção mundial (%)	Principais matérias-primas
Biodiesel	União Europeia	32,3	Óleo de soja, de cozinha residual, de colza e de palma
Biodiesel	Estados	18,1	Óleo de soja e de cozinha residual

	Unidos		
Biodiesel	Indonésia	15,0	Óleo de palma
Biodiesel	Brasil	12,2	Óleo de soja
Biodiesel	Argentina	5,0	Óleo de soja
Biodiesel	Tailândia	3,8	Óleo de palma
Biodiesel	China	2,3	Óleo de cozinha residual
Biodiesel	Colômbia	1,3	Óleo de palma
Biodiesel	Canadá	0,7	Óleo de cozinha residual, de colza e de soja
Biodiesel	Índia	0,5	Óleo de cozinha residual

Fonte: OCDE/FAO (2021).

Esses dados refletem a diversidade de abordagens e recursos naturais utilizados na produção de etanol ao redor do mundo. Cada país desenvolve estratégias específicas com base em suas condições geográficas, disponibilidade de matérias-primas e políticas governamentais. A Índia, por exemplo, aproveita sua expertise na indústria açucareira e utiliza o melaço como matéria-prima, buscando reduzir a dependência de importações de petróleo e promover a sustentabilidade energética. Outrossim, a presença da Indonésia como um dos principais produtores de biodiesel, utilizando principalmente o óleo de palma como matéria-prima, também revela a influência das relações de produção capitalistas na geografia do biodiesel. A produção intensiva de óleo de palma muitas vezes ocorre em detrimento do meio ambiente e dos direitos das comunidades locais

Ao examinar os dados apresentados nos Quadros 1 e 2, é possível traçar uma análise mais profunda da dinâmica geopolítica dos biocombustíveis. O Brasil emerge como um ator de destaque na produção de etanol, impulsionado por sua vasta capacidade de produção de cana-de-açúcar, o que lhe confere uma posição privilegiada no mercado global. Por sua vez, a União Europeia assume a liderança na produção de biodiesel, com ênfase no uso de matérias-primas como óleo de soja, óleo de cozinha residual, óleo de colza e óleo de palma.

No entanto, é importante ressaltar que a China também se destaca nesse cenário, ocupando um papel significativo na produção de etanol e biodiesel. Com uma abordagem diversificada, a China utiliza matérias-primas como: milho,

mandioca e óleo de cozinha residual para impulsionar sua indústria de biocombustíveis. Essa estratégia permite à China fortalecer sua autonomia energética e reduzir sua dependência de importações, ao mesmo tempo em que busca enfrentar os desafios socioeconômicos e ambientais relacionados ao uso de combustíveis fósseis.

Nesse contexto, é fundamental que as discussões sobre biocombustíveis sejam conduzidas com uma abordagem crítica e especializada, considerando os impactos ambientais, sociais e geopolíticos dessa indústria. É preciso garantir que as políticas de produção e consumo de biocombustíveis estejam alinhadas com princípios de sustentabilidade, equidade e justiça social. A transição para uma matriz energética mais limpa e renovável deve ser acompanhada por uma distribuição equitativa dos benefícios econômicos e sociais, evitando assim a reprodução de desigualdades e assimetrias de poder no contexto geopolítico global.

Considerações finais

O setor de biocombustíveis no Brasil enfrenta desafios e oportunidades em relação ao etanol e ao biodiesel. Alguns dos principais desafios incluem a necessidade de aumentar a eficiência da produção, reduzir os custos de produção, melhorar a logística e infraestrutura para transporte e armazenamento, além de enfrentar a concorrência com combustíveis fósseis. No entanto, o setor também apresenta oportunidades significativas, como o aumento da demanda global por fontes renováveis de energia, o desenvolvimento de novas tecnologias para produção e uso de biocombustíveis, além do potencial para expandir as exportações brasileiras desses produtos. Ademais, o Brasil tem uma posição favorável no cenário geopolítico da produção e consumo de biocombustíveis, o que pode ajudar a impulsionar ainda mais o setor no futuro.

O biodiesel surge como um potencial resposta às necessidades crescentes de energia renovável e sustentável em escala global. Destaca-se como um dos biocombustíveis mais promissores e vem experimentando uma extensa aplicação no

Brasil. No entanto, é consenso que o custo elevado de produção dos biocombustíveis é um dos principais obstáculos a serem superados para a expansão do consumo de fontes de energia limpa como alternativas aos combustíveis fósseis em nações em desenvolvimento.

A demanda por bioenergia no setor de transporte em todo o mundo é amplamente impulsionada pela implementação de regulamentos de mistura obrigatória em importantes economias. Portanto, a evolução da produção de biocombustíveis é extremamente sensível a possíveis mudanças nas políticas públicas, bem como à demanda por biocombustíveis para o setor de transporte, que, por sua vez, está intrinsecamente ligada ao preço do petróleo bruto.

Para superar esses obstáculos, é essencial promover a cooperação internacional e o desenvolvimento de acordos comerciais que facilitem o comércio de biocombustíveis. Investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento, visando aprimorar a eficiência dos processos de produção, reduzir custos e aumentar a sustentabilidade, são fundamentais para impulsionar a expansão do mercado global de biocombustíveis.

A geopolítica dos biocombustíveis revela a ascensão da Ásia como um importante centro de demanda regional, ultrapassando a Europa, enquanto Brasil e Estados Unidos emergem como protagonistas na expansão desse setor. Projetam-se maiores incrementos na procura por diesel renovável e biocombustíveis na Europa e nos EUA, enquanto o crescimento para biodiesel e etanol é previsto de forma mais moderada.

Observa-se também um aumento significativo da demanda por biocombustíveis na aviação, impulsionado pela necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa nesse setor. No entanto, fatores geopolíticos, como políticas governamentais e oscilações nos preços do petróleo, podem influenciar o ritmo e a direção do desenvolvimento desse mercado. Diante desse contexto, é fundamental a implementação de políticas públicas coerentes e investimentos estratégicos para

promover o crescimento sustentável dos biocombustíveis, a fim de alcançar uma transição efetiva para uma matriz energética mais limpa e diversificada.

O Brasil mantém uma posição de destaque no cenário geopolítico da produção e consumo de biocombustíveis. O país possui uma sólida estrutura institucional, um arcabouço legal estabelecido, uma capacidade de produção consolidada e uma comunidade científica de excelência nas áreas de biocombustíveis e bioquímica, o que o coloca em uma posição favorável para enfrentar os desafios e expandir a participação dos biocombustíveis em sua matriz energética.

A implementação da Política Nacional de Biocombustíveis, conhecida como Renovabio, é um reflexo desse comprometimento e tem como objetivo impulsionar o uso de biocombustíveis no país. O Brasil possui uma indústria de biodiesel que responde de forma positiva ao aumento das misturas obrigatórias. No entanto, o crescimento da capacidade de produção de biocombustíveis no Brasil está sujeito às políticas governamentais relacionadas aos percentuais de mistura adotados, o que ressalta a importância da dimensão geopolítica na definição do futuro desse setor.

Referências

ANP. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS. Anuário estatístico 2022. <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2022>>. Acesso em 26 de mai. 2023.

ARAÚJO, D. F. C. A dinâmica das energias renováveis na matriz energética brasileira no século XXI. **Revista Cerrados**, [S. l.], v. 22, n. 02, p. 01–31, 2023. DOI: 10.46551/rc24482692202387. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/cerrados/article/view/5121>. Acesso em: 25 maio. 2023.

ARAÚJO, D. F. C. de; ARAÚJO SOBRINHO, F. L. A cultura agrícola da cana-de-açúcar no Brasil: contribuição ao estudo dos territórios rurais e suas contradições e conflitos. *Geopauta*, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 162-183, 2020b. DOI: 10.22481/rg.v4i1.6303. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/geo/article/view/6303>. Acesso em: 1 set. 2023.

BRASIL. LEI Nº 13.576, DE 26 DE DEZEMBRO DE 2017. Diário Oficial da União. Seção: 1, Página 4. Publicado em 27 de dez. de 2017. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/DOU/>>. Acesso em 25 de mai. de 2023. BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Resolução nº7 de 20 de abril de 2021. Diário Oficial

da União. Ed:91, Seção: 1, Página 11. Publicado em 17 de mai. de 2021. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/DOU/>>. Acesso em 06 de mai. de 2023.

CARNEIRO, Adriana de Souza. Impactos ambientais da produção de biocombustíveis e avaliação da diversidade genética do pinhão-mansão para uso no biodiesel. 2021. 93 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

CNPE. CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. Resolução Nº 16, de 29 de outubro de 2018. Diário Oficial da União. Seção 1. Nº 215, quinta-feira, 8 de novembro de 2018.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. Resolução Nº 4, de 09 de abril de 2021. Diário Oficial da União. Seção 1. Edição 68 A, p.3, 13 de abril de 2021.

DUARTE, V., VALENTINI, M.H, SANTOS, G.B, NADALETTI, W, & VIEIRA, B. (2022). Biocombustíveis: uma revisão sobre o panorama histórico, produção e aplicações do biodiesel. Meio ambiente (brasil), 4(2), 50–68. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7325288>

HUCH DUARTE, V.; VALENTINI, M.; SANTOS, G. B. dos .; NADALETTI, W. C.; MULLER VIEIRA, B. Biocombustíveis: uma revisão sobre o panorama histórico, produção e aplicações do biogás. Revista Ambientale, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 22–34, 2022. DOI: 10.48180/ambientale.v14i2.371. Disponível em: <https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/371>. Acesso em: 31 maio. 2023.

OECD/FAO. Organización Para La Cooperación Y El Desarrollo Económicos. Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura. Perspectivas Agrícolas 20212030, OECD Publishing, Paris, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1787/47a9fa44-es>>. Acesso em: 23 mai. 2022.

REIS, M. C. dos .; GONÇALVES, W.; FREITAS, R. R. de . Panorama evolutivo da produtividade de biocombustíveis no Brasil nos últimos 10 anos. Brazilian Journal of Production Engineering, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 34–46, 2022. DOI: 10.47456/bjpe.v8i3.36951. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/36951>. Acesso em: 30 maio. 2023.

ROCCO, G. K. de; HENKES, J. A. BIOCMBUSTÍVEIS SUSTENTÁVEIS PARA A AVIAÇÃO NO BRASIL. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 191–226, 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e42020191-226. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/10239. Acesso em: 31 maio. 2023.

SAMPAIO, Adriana Monte Pereira de Macêdo. A Política Nacional de Biocombustíveis e as metas brasileiras no Acordo de Paris: uma proposta de avaliação a partir da legislação. 2022. 107f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/46843> . Acesso em: 31 maio. 2023.

SILVA, K. A. de M.; XAVIER, Y.M.de A. Utilização das energias renováveis para a consolidação do desenvolvimento sustentável. In: Direito das energias renováveis e

desenvolvimento. Yanko Marcius de Alencar Xavier, Fabrício Germano Alves, Patrícia Borba Vilar Guimarães (Org). Natal, RN: EDUFRN, 2013.

VIDAL, Maria de Fátima. Indústria: Biocombustíveis Biodiesel e Etano. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 7, n.248, out.2022. (Caderno Setorial ETENE)
<http://s1dspp01.dmz.bnb:8443/s482-dspace/handle/123456789/1441>

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 0006/2021.

Autor 1 ; Elaboração, discussão dos resultados, pesquisa bibliográfica, revisão do texto
Autor 2: Supervisão, análise final dos resultados e revisão do texto