

Produção, mecanismos e incentivos governamentais à produção e uso de biodiesel

uma revisão de práticas internacionais

Agosto, 2022

EVE
Evidência Express

ENAP

Expediente

Presidente

Diogo Costa

Diretora-Executiva

Rebeca Loureiro de Brito

Diretora de Altos Estudos

Diana Coutinho

Diretor de Educação Executiva

Rodrigo Torres

Diretor de Desenvolvimento Profissional

Paulo Marques

Diretora de Inovação

Bruna Santos

Diretora de Gestão Interna

Alana Regina Biagi Silva Lisboa

Coordenador Geral de Ciência de Dados

Pedro Masson Sesconetto Souza

Capa e Diagramação

Samyra Lima

Equipe Evidência Express

Imagens

Unsplash

Autoria

Géssica Cardoso

Doutora em Economia (UFMG).

Jaime Macedo

Mestrando em Economia (USP).

Célio Belmiro

Doutorando em Economia (UFPE).

Breno Salomon Reis

Mestre em Políticas Públicas (Insper).

O Evidência Express (EvEx) é uma iniciativa da Diretoria de Altos Estudos da Escola Nacional de Administração Pública (Enap) em parceria com a Universidade Federal de Brasília (UnB). A missão do EvEx é melhorar a tomada de decisão do setor público. Para isso a equipe sintetiza, produz e dissemina evidências que possam servir de base para o desenho, monitoramento e avaliação de políticas públicas.

Avaliações completas de políticas públicas são intensivas em tempo e custos. A fim de agilizar esses processos, o EvEx produz relatórios ágeis de evidências para a consolidação do conhecimento disponível e introdução de novos pontos de vista.

Os resultados dos produtos EvEx apoiam tomadores de decisão do setor público federal, subsidiando avaliações Ex Ante, Ex Post ou Análises de Impacto Regulatório. Beneficiam também os gestores públicos subnacionais, pesquisadores, docentes, servidores e demais interessados na sociedade civil.

Os produtos EvEx analisam evidências qualitativas e quantitativas, podendo ser demandados de forma avulsa ou em pacotes, sobre:

- Evolução do problema no Brasil e no mundo;
- Público-alvo de uma política;
- Causas e consequências do problema ou política;
- Soluções existentes para o problema;
- Impactos de intervenções ou políticas públicas.

Para mais informações, consulte nossa página (www.enap.gov.br/pt/servicos/avaliacao-e-organizacao-de-evidencias) ou entre em contato: evidencia.express@enap.gov.br.



Sumário Executivo

- Este *benchmarking* procurou descrever o histórico do mercado de biodiesel, os mecanismos e incentivos governamentais, assim como trazer um panorama de como alguns países selecionados estão se adaptando para a transição energética e tecnológica. Os países analisados são: Alemanha, Estados Unidos, Argentina e Indonésia.
- A Alemanha é o principal produtor de biodiesel da União Europeia. O óleo de colza e o óleo de cozinha usados são as matérias-primas mais utilizadas no país. Atualmente, existe a obrigatoriedade de mistura de 6% de biodiesel ao diesel fóssil. Os incentivos governamentais são direcionados aos biocombustíveis de segunda geração.
- Os Estados Unidos representa cerca de 15% da produção global de biodiesel. A soja é a principal fonte de matéria-prima e o biodiesel representou, em 2021, 36% da produção total de óleo de soja. A obrigatoriedade da mistura com o diesel tradicional varia com o estado, mas pode chegar até 15% em algumas regiões. O governo americano utilizou de subsídios diversos ao longo do tempo para estimular a produção de biodiesel. Entre essas medidas podemos destacar o *National Renewable Fuel Standard* e a *Energy Policy Act* que foram fundamentais para acelerar o desenvolvimento do setor.
- A Argentina tem a soja como principal matéria-prima para a produção do biodiesel e 24% da produção total de óleo de soja vai para o setor. O percentual obrigatório na mistura é de 12,5%. Uma questão importante no país é a mudança constante nas políticas de incentivo, tanto em relação à presença obrigatória na mistura como na guerra comercial com outros países produtores. A intervenção governamental concentra-se no estímulo a produção e nas tarifas de comércio internacional.
- A Indonésia é um país mono-cultura para a produção de biodiesel, se valendo da Palma como insumo de produção. A obrigatoriedade de mistura é de 30% e existe a concessão de subsídio direto aos varejistas de combustível, com o intuito de reduzir a diferença de preços entre o biodiesel e o diesel convencional.
- As políticas de biodiesel são significativamente influenciadas pela produção de energia, necessidades energéticas, disponibilidade de matéria-prima, questões ambientais e estrutura tributária de uma nação, que por sua vez são influenciadas pelas situações políticas domésticas e diplomáticas e pela situação econômica do país. Nos próximos anos, espera-se que o consumo global de biocombustíveis continue a aumentar, principalmente nos países em desenvolvimento.

Sumário

1	Introdução	5
2	Metodologia	7
3	Alemanha	8
3.1	Contexto da produção de biodiesel	8
3.2	Descrição dos mecanismos e incentivos governamentais	9
3.3	Adaptação para a transição energética e tecnológica	11
4	Estados Unidos	14
4.1	Contexto da produção de biodiesel	14
4.2	Descrição dos mecanismos e incentivos governamentais	18
4.3	Adaptação para a transição energética e tecnológica	20
5	Argentina	22
5.1	Contexto da produção de biodiesel	22
5.2	Descrição dos mecanismos e incentivos governamentais	25
5.3	Adaptação para a transição energética e tecnológica	27
6	Indonésia	29
6.1	Contexto da produção de biodiesel	29
6.2	Descrição dos mecanismos e incentivos governamentais	30
6.3	Adaptação para a transição energética e tecnológica	31
7	Considerações Finais	33
	Referências Bibliográficas	34
	Anexo I	36

1. Introdução

Após a revolução industrial, o uso de combustíveis fósseis como fonte de fornecimento de energia dominou o cenário mundial por décadas. No entanto, diante do aumento dos preços do petróleo no final da década de 1990, a combinação entre incerteza da oferta futura e custos para expandir as reservas atuais de combustíveis fósseis possibilitou a busca por fontes alternativas de energia. Diante desse contexto, a bioenergia a partir do uso de biomassa tornou-se relevante para o desenvolvimento econômico regional e como meio de reduzir a dependência energética de combustíveis fósseis, bem como para alcançar o cumprimento de acordos ambientais internacionais para redução de gases de efeito estufa (NAGEL, 2020).

O biodiesel é o principal combustível baseado em matérias-primas renováveis. Pode ser produzido através da soja, canola, colza dentre outros óleos vegetais, além das gorduras animais e óleo usado reciclado. Acredita-se que desempenhará um papel importante no futuro para a manutenção da mobilidade e na luta contra as alterações climáticas, já que ele pode servir como substituto do diesel derivado do petróleo ou do combustível destilado (PRINZ; WILHARM, 2013). O termo “biodiesel” é utilizado para se referir ao biodiesel (FAME = *fatty acid methyl ester*), óleo vegetal hidrogenado (HVO) e biocombustíveis obtidos a partir do coprocessamento de óleos vegetais em refinarias de petróleo (IEA, 2021).

A produção mundial total de óleos vegetais para a produção de biodiesel mais que dobrou entre 2000 e 2018, chegando a 201 milhões de toneladas em 2018. Isso é, 109 milhões de toneladas a mais do que no ano 2000. A produção de biodiesel aumentou em todo o mundo e, conseqüentemente, a demanda e o consumo de matérias-primas. Enquanto na Europa a matéria-prima primária é o óleo de colza, o óleo de soja é a fonte primária no continente americano e o óleo de palma na Ásia. A produção de biodiesel está concentrada na UE-27, EUA, Indonésia e Brasil. A União Europeia, juntamente com o Reino Unido, é uma importante região produtora de biodiesel, sendo responsável por 33% da produção global (quase 46,5 milhões de toneladas) em 2020.

Em 2020, o óleo de palma representou 38% da base global de insumos, o óleo de soja 25% e o óleo de colza 15%, enquanto as gorduras de cozinha usadas representaram 11%, assim como as gorduras animais e outras gorduras. O uso de óleo de palma diminuiu 2% em relação a 2019, o de óleo de soja aumentou pouco menos de 4% e o de óleo de colza permaneceu no mesmo nível. Pode-se esperar que a produção de biocombustíveis à base de soja e óleo de palma continue crescendo nas Américas e no Sudeste Asiático. Já na UE-27, espera-se que a proporção de biodiesel de óleos e gorduras usados aumente em detrimento do óleo de colza. No entanto, devido à sua estrutura de ácidos graxos geneticamente determinada, o óleo de colza tem a vantagem de fornecer combustível diesel de inverno de melhor qualidade. Nos meses de inverno, o óleo de colza é necessário como matéria-prima

em qualquer produção de biodiesel (FAME) para uso em misturas (IEA, 2021).

Além das políticas regulatórias muitos governos incentivam e estimulam a produção de biocombustíveis, Fonseca et al. (2010) distinguem quatro grupos de instrumentos: (i) apoio orçamentário incluindo apoio direto ao fornecimento de biomassa e isenções fiscais para produtores de biocombustíveis, (ii) metas de mistura ou uso (mandatos), (iii) medidas de comércio internacional e (iv) medidas para estimular a eficiência e produtividade da cadeia de biocombustíveis. Em uma escala global, a maior força motriz que promove os biocombustíveis são os requisitos legais de mistura. A motivação dos vários países difere muito. Enquanto os interesses dos EUA e do Brasil se concentram na segurança do abastecimento no setor energético e na redução das importações de combustíveis, a UE dá grande importância à proteção do clima e ao aumento da proporção global de energia renovável gerada. Já os objetivos em países asiáticos, como Malásia, Indonésia e China, e da Argentina é reduzir o excedente de óleo vegetal em um esforço para estabilizar os preços de mercado. Os mandatos nacionais desses países para parcelas de volume ou energia em combustível diesel de energia fóssil variam de 1 a 30% (UFOP, 2022).

Diante da importância dos biocombustíveis, não somente na matriz energética e econômica dos países, mas também como importante vetor na diminuição das emissões, faz-se necessário entender a dinâmica de crescimento do mercado e seus insumos de produção, assim como os mecanismos e incentivos governamentais adotados para a produção e adoção dos combustíveis alternativos, em outros países. A partir dos desafios, limitações e sucessos enfrentados por outras nações, é possível identificar fraquezas e pontos de melhorias nos desenhos das políticas de incentivo nacionais. Neste sentido, o objetivo deste *benchmarking* é descrever o histórico do mercado de biodiesel, os mecanismos e incentivos governamentais assim como trazer um panorama de como os países estão se adaptando para a transição energética e tecnológica. Os países selecionados, importantes *players* no mercado de biodiesel, foram a Alemanha, Estados Unidos, Argentina e Indonésia.

Na próxima seção encontra-se a metodologia de pesquisa adotada. A partir de então, são dedicadas seções para descrever o caso de cada país selecionado. Por fim, na sétima seção, encontra-se as considerações finais. Vale ressaltar que este estudo foi elaborado entre os meses de julho e agosto de 2022 no contexto da proposta do Evidência Express de oferecer evidências rápidas para a discussão de políticas públicas.

2. Metodologia

Neste trabalho foi realizado um estudo descritivo de múltiplos casos sobre o funcionamento da indústria de biodiesel em quatro países selecionados: Alemanha, Estados Unidos, Argentina e Indonésia. Analisamos para cada país o contexto da produção do biodiesel, os mecanismos de incentivos governamentais e como eles estão se preparando para a transição energética.

Segundo Yin (2003), um estudo de caso descritivo é utilizado para descrever um fenômeno a partir de seu contexto. Nesse sentido, foi realizada uma busca na literatura relevante, além da análise de páginas de sites oficiais de governos, institutos de pesquisas de universidades, publicações acadêmicas, relatórios publicados por organismos multilaterais, documentos oficiais e de organizações privadas com o objetivo de descrever as diferentes experiências no setor do biodiesel nos contextos selecionados para este estudo.

Para realizar essa tarefa de sintetizar experiências internacionais, foram elencados alguns elementos de funcionamento dos sistemas para orientar a busca por informações. Buscou-se entender o contexto e o histórico do desenvolvimento da indústria do biodiesel em cada região, assim como os mecanismos de incentivos adotados pelos governos para estimular o setor ao longo dos anos e também foi pesquisado que ações estão sendo tomadas para enfrentar o desafio climático e realização de uma transição energética para fontes sustentáveis.

Para entender o contexto da produção do biodiesel buscou-se um histórico do desenvolvimento do setor no país, de que forma a indústria deu seus primeiros passos, bem como quais medidas ajudaram no avanço do setor e qual o cenário atual. Em relação aos mecanismos de incentivos governamentais, analisou-se os tipos de medidas adotadas como: isenção tributária, acesso a crédito e barreiras comerciais. Também se investigou em quais etapas do processo produtivo acontece essa intervenção: produção da matéria-prima, do combustível ou na distribuição. Por fim, também pesquisou-se a existência e quais práticas estão sendo adotadas para realização da transição energética. É importante entender que as políticas adotadas por cada país são função dos contextos sociais, políticos e econômicos experimentados por eles ao longo do tempo. Não existindo neste estudo nenhum julgamento a respeito da qualidade nem do efeito causal das ações realizadas por cada país na indústria do biodiesel.

Por meio das informações coletadas foi possível observar o processo de desenvolvimento de cada país no setor de biodiesel, os incentivos adotados para estimular a indústria e o cenário atual. Todas as informações foram obtidas através de critérios selecionados, como a utilização de palavras-chave em inglês e espanhol, por exemplo: “Biodiesel history”, “biodiesel subsidy”, “Renewable energy”, “Energy transition”, “Energía renovable”, entre outras, e por sites de agências de energia e artigos acadêmicos que mencionavam tais países e políticas.

3. Alemanha

3.1 Contexto da produção de biodiesel

Dado a inserção da Alemanha no bloco da União Europeia, faz-se necessário entender primeiramente a posição da UE em relação à produção e o consumo do biodiesel, assim como as principais características do mercado, para posteriormente adentrar nas peculiaridades da Alemanha. A União Europeia, juntamente com o Reino Unido, é a maior região produtora do mundo de biodiesel, sendo responsável por 33% da produção global (quase 46,5 milhões de toneladas) em 2020 (no Anexo I encontra-se os principais produtores mundiais e suas respectivas produções em 2020). O óleo de colza é a principal matéria-prima utilizada mas sua participação vem diminuindo, abrindo espaço para o aumento de óleo de cozinha reciclado.

Segundo Pinto et al. (2005), a Alemanha realizou vários esforços para alcançar um alto nível científico e tecnológico na produção de biodiesel. Isso se deve ao fato da ausência de petróleo ativo no país e ao apoio governamental às novas tecnologias baseadas em fontes renováveis. Os esforços realizados, fizeram com que o país se tornasse o principal produtor de biodiesel da UE. O óleo de colza e o óleo de cozinha usados são as matérias-primas mais comuns no país (UFOP, 2022)¹.

Na Alemanha, em 2020, pouco mais de 3,5 milhões de toneladas de biodiesel e óleo vegetal hidrotratado (HVO) foram utilizados como componente de mistura no óleo diesel. Essa quantidade aumentou progressivamente ao longo dos anos devido à exigência de que todos os estados membros da UE atingissem fisicamente a redução de 6% nas emissões de gases de efeito estufa até 2020 (UFOP, 2022).

Dos cerca de 3,5 milhões de toneladas de biodiesel produzidas na Alemanha em 2020, o óleo de colza representou cerca de 57% das matérias-primas, os óleos usados coletados de processadores de alimentos e restaurantes cerca de 25%, óleo de soja cerca de 11%, o óleo de palma e outras matérias-primas representam cerca de 7% da produção (VDB, 2021). Se comparado com o ano de 2019, observa-se um enorme aumento no uso de biocombustíveis à base de óleo de palma (biodiesel/HVO), mais de 100%. Assim como o óleo de soja e o óleo de girassol, com aumento de 66% e 27%, respectivamente. Já o uso de óleo de colza apresentou uma redução de 4% (UFOP, 2022).

Em 2020, a colheita de colza chegou a aproximadamente 954 mil toneladas (t) com uma área de cultivo de 954 mil hectares. Desse total de área plantada, aproximadamente 520 mil hectares foram destinados para a produção de colza destinada ao combustível de óleo vegetal e biodiesel (VDB, 2021).

Em 2019/20, a quantidade total de colza processada na Alemanha rendeu 3,7 milhões de

¹O Canadá, China e Alemanha são os maiores produtores de óleo de colza do mundo e juntos produziram em 2018 cerca de 44% da produção mundial (IEA, 2021).

toneladas de óleo de colza. Desse total, cerca de 1,2 milhões de toneladas foram destinados para a indústria alimentícia alemã e mais de 1,5 milhão de toneladas para o setor de engenharia (biodiesel). Essas quantidades refletem a produtividade da indústria alemã no processamento de oleaginosas. A Alemanha destaca-se como um dos maiores processadores de oleaginosas para produção de biodiesel do mundo, chegando a exportar para outros países. Em 2020, cerca de 640 mil toneladas (líquido) de colza foram exportados (UFOP, 2022).

Porém, nos últimos seis anos, a produção nacional de colza tem oscilado, com destaque para quedas na produção, devido a redução da área disponível para produção e rendimento por hectare (UFOP, 2022). Devido a isso, em 2020, mais de 50% de colza destinada a produção de biodiesel foi importada de outros países, com destaque para Ucrânia, que garantiu cerca de 992 mil toneladas de colza para a Alemanha (UFOP, 2022).

O diesel é o combustível de transporte mais utilizado na Alemanha. Seu consumo aumentou em mais de 60% nas últimas duas décadas, em contrapartida, o consumo de gasolina diminuiu 30%. No início dos anos 2000, o biodiesel já representava 1% do consumo de diesel, aumentando em mais de 10% no período de 2006 e 2007. Esse aumento ocorreu devido a mistura geral do biodiesel ao diesel e devido ao uso de biodiesel puro (B100) e óleo vegetal puro (IEA, 2021).

De 2007 a 2014, a Alemanha exigiu que os fornecedores de combustível misturassem biocombustíveis sob a obrigação da *Federal Emission Control Act*³. Os níveis de mistura exigidos aumentaram anualmente de 2007 a 2010 e permaneceram em 2,8% por conteúdo de energia para gasolina e 4,4% para diesel até 2014. A partir de 2015, o Artigo 37 da *Federal Emission Control Act (BImSchG)* exigiu que os fornecedores de combustível mantivessem as seguintes misturas: 3,5% em 2015–2016, 4% em 2017–2019 e 6% a partir de 2020. Os fornecedores de combustíveis e produtores de biocombustíveis podem negociar certificados de redução de emissões de GEE para cumprir suas obrigações e são multados caso não as cumpram (INSPIRE, 2020).

3.2 Descrição dos mecanismos e incentivos governamentais

A Alemanha, como membro da UE, tem suas medidas regulatórias baseadas na legislação estabelecida a nível da união, mas baseada nas políticas energéticas do bloco. Os países-membros possuem autonomia para definir os seus objetivos de energias renováveis e as medidas de apoio fiscal ao setor dos biocombustíveis, tanto para produção quanto para vendas. Porém, as regulações e legislações não podem ter metas de emissão inferiores às estabelecida pela União Europeia (INSPIRE, 2020).

Ao nível da UE, existem políticas gerais formuladas que fornecem um quadro para a implementação individual a nível nacional, permitindo que cada país cumpra as metas da UE utilizando diferentes instrumentos. Fonseca et al. (2010) distinguem quatro grupos de instrumentos para estimular os biocombustíveis: (i) apoio orçamentário incluindo apoio direto ao fornecimento de biomassa e isenções fiscais para produtores de biocombustíveis, (ii) metas de mistura ou uso (mandatos), (iii) medidas de comércio internacional e (iv) medidas para estimular a eficiência e produtividade da cadeia

de biocombustíveis. Algumas dessas políticas são definidas ao nível da UE (por exemplo, instrumentos da *Common Agricultural Policy* (CAP) e medidas de comércio internacional), enquanto outras podem ser definidas ao nível nacional (por exemplo, isenções fiscais e mandatos de mistura).

O governo Alemão começou a incentivar o uso de biodiesel em 1999, impondo impostos específicos sobre o combustível fóssil. Isso levou a um consumo em larga escala de biodiesel até o final de 2007, equivalente a 10% do consumo de diesel no país. Ao mesmo tempo, os incentivos fiscais ao biodiesel passaram a pesar no orçamento do país, que atingiu 3 bilhões de euros em 2006. Para solucionar esses problemas orçamentários, duas novas legislações – *Energy Taxation Law* e *Biofuels Quota Law* – foram introduzidas em 2006 e 2007, respectivamente. Essas legislações impuseram taxações sobre os biocombustíveis da mesma forma que os combustíveis fósseis e os descontos para o B100 (biodiesel puro) foram progressivamente reduzidos. Os descontos concedidos aos biocombustíveis foram finalmente abolidos em 2007 (JOO; KUMAR, 2019).

A partir de então, o país aumentou gradualmente os impostos especiais de consumo sobre os biocombustíveis. Desde janeiro de 2013, os biocombustíveis convencionais estão sujeitos à mesma alíquota dos combustíveis fósseis para evitar sobrecompensação. Exceções, que duraram até 2015, privilegiaram certos tipos de biocombustíveis avançados, incluindo hidrocarbonetos sintéticos e etanol celulósico produzidos a partir de biomassa (biomassa para líquidos ou combustíveis BtL). Esses se qualificaram para isenção total de impostos nesse período. Além disso, fornecedores de E85 (85% etanol misturado em gasolina) poderiam solicitar uma redução do imposto especial de consumo até 2015 (INSPIRE, 2020). Os valores das alíquotas atuais seguem na Tabela 3.1 abaixo.

Tabela 3.1: Imposto sobre produtos energéticos na Alemanha

Item taxado	Valor do imposto a cada mil litros em euros e dólares (em parênteses)
Gasolina sem chumbo com teor de enxofre de mais de 10 mg/kg ("sulfurizado" ou "baixo teor de enxofre")	669,80 (752,30)
Gasolina sem chumbo com teor de enxofre não superior a 10 mg/kg ("livre de enxofre")	654,50 (735,11)
Gasolina com chumbo (todos os combustíveis para motores e aviação)	721,00 (809,80)
Óleos médio-pesados (principalmente petróleo e querosene)	654,50 (735,11)
Diesel com um teor de enxofre superior a 10 mg/kg ("sulfurizado" ou "baixo teor de enxofre")	485,70 (545,52)
Diesel com teor de enxofre não superior a 10 mg/kg ("livre de enxofre")	470,40 (528,34)

Fonte: traduzido e adaptado de INSPIRE (2020).

Os Estados-membro da UE são obrigados a seguir certas diretrizes ao conceder apoio fiscal para biocombustíveis e devem solicitar a aprovação da Comunidade Europeia (CE). Este procedimento visa garantir que os Estados-membro não compensem excessivamente os produtores de biocombustíveis por meio de benefícios fiscais ou financiamento direto. Em 2014, a CE introduziu novas diretrizes

que limitavam e proibiam opções de apoio fiscal e subsídios diretos dos Estados-membro para biocombustíveis produzidos a partir de matérias-primas que competem com a produção de alimentos e rações. O apoio fiscal ainda foi fornecido para a produção de biocombustíveis de base alimentar nas instalações existentes, mas esse financiamento não deveria ter continuado para além de 2020 (INSPIRE, 2020). Teoricamente, as diretrizes de 2014 resultaram em uma vantagem competitiva para combustíveis alternativos avançados, uma vez que as matérias-primas não alimentares não estão sujeitas a essas mesmas limitações.

Atualmente, na Alemanha, não há leilões públicos para fornecimento de biodiesel. O mercado de biodiesel é baseado em regras de livre mercado, quando produtores e distribuidores de biodiesel são livres para negociar seus contratos. Não há regras específicas definidas sobre os preços. O biodiesel convencional deve pagar os mesmos impostos que o diesel convencional para evitar supercompensação. É importante notar que a implantação da produção e venda de biodiesel foi apoiada através dos mandatos para mistura de biodiesel combinado com as medidas de apoio fiscal para aumento da capacidade de produção de biodiesel e redução/isenção do imposto de energia sobre o biodiesel. Depois que o preço do biodiesel estava relativamente próximo do preço do diesel fóssil, as medidas de apoio fiscal para o biodiesel foram eliminadas (INSPIRE, 2020).

3.3 Adaptação para a transição energética e tecnológica

Todos os Estados-membro da UE são obrigados a estabelecer uma participação de 10% de energia renovável no setor de transporte até 2020 e uma participação de 14% até 2030. Com exceção da Alemanha, os biocombustíveis derivados de óleo vegetal residual e óleo de cozinha usado são amplamente incentivados e contam o dobro para as obrigações de cotas nacionais de energia renovável no setor de transporte. Na Europa, a produção de combustíveis líquidos a partir de biomassa ganhou impulso considerável nas últimas décadas, pois além dos benefícios ambientais e segurança energética, sua produção contribui para o desenvolvimento rural, aumentando oportunidades de emprego e diversificando as atividades dos agricultores (MONCADA et al., 2017).

Na Alemanha, o *German Climate Action Plan*, aprovado em 2016, define a estratégia de longo prazo para o desenvolvimento e implementação do futuro abastecimento de energia no país até 2050. O plano aborda um futuro abastecimento de energia que seja seguro e acessível cumprindo as ambiciosas metas de proteção do clima. Em sua essência, possui vários objetivos políticos: proteger o clima, aumentar a eficiência energética e uma maior participação de fontes de energia renováveis no consumo final de energia, ao mesmo tempo em que promove o crescimento e a competitividade da indústria alemã. O *Energy Concept for an Environmentally Sound, Reliable and Affordable Energy Supply* engloba as seguintes medidas a serem tomadas para atingir a meta de proteção do clima até 2050, estabelecida na *Climate Protection Act*: 60% do consumo final bruto de energia proveniente de fontes de energia renováveis; 80% do consumo bruto de eletricidade de fontes de energia renováveis; redução de 40% no consumo final bruto de energia no setor dos transportes (ano de referência 2005); redução de 50% no consumo total de energia primária (ano de referência 2008); redução de 80-95% nas emissões

de GEE (ano de referência 1990) (IEA, 2021).

Desde abril de 2021, a Lei Alemã de Fontes de Energia Renovável (*Erneuerbare Energien Gesetz - 'EEG 2021'*) apoia a produção de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia e gás de mina. A *Renewable Energy Sources Act* é o principal instrumento de política de promoção da produção de eletricidade renovável do país e foi adotada como um sistema de tarifa *feed-in* (FIT) (um benefício financeiro, que pode assumir diferentes formas, para que fontes de energia renováveis sejam mais utilizadas). Foram introduzidos leilões para determinar o nível de remuneração. Assim, a maioria dos projetos futuros não são mais elegíveis para uma remuneração estatutária de tarifa *feed-in*, mas terão que concorrer como projetos eólicos *onshore*, eólicos *offshore*, solares e de biomassa em procedimentos de licitação pública (IEA, 2021).

Esses leilões são organizados e monitorados pela Agência Federal de Redes (*Bundesnetzagentur*). As instalações de biomassa de pequena escala (até 150 kW_{el}) estão isentas e ainda são elegíveis para receber tarifas *feed-in*. Além disso, o EEG oferece um pagamento premium para instalações de bioenergia que fornecem medidas de flexibilidade para equilibrar fontes de energia renováveis flutuantes (prêmio de flexibilidade). O programa ajudará a Alemanha a atingir suas metas de energia renovável sem distorcer indevidamente a concorrência e contribuirá para o objetivo da UE de alcançar a neutralidade climática até 2050. Os desembolsos para o programa foram estimados em cerca de € 33,1 bilhões. A diferença para o preço de mercado da eletricidade proveniente de fontes renováveis deve ser suportada pelos consumidores de eletricidade, via sobretaxa EEG (EEG-Umlage) e através de subsídio do governo federal (IEA, 2021).

De acordo com a Diretiva de *European Union's Renewable Energy Directive (RED)*, apenas biocombustíveis sustentáveis podem ser contados para a meta de redução de emissões de GEE e o mandato de energia renovável. A RED estabelece critérios específicos relacionados à terra onde a matéria-prima foi cultivada e às emissões gerais de GEE emitidas durante o processo de produção e transporte. A parte da cadeia de abastecimento do biodiesel deve ser certificada e a mistura final deve ter a documentação que comprove a sustentabilidade ao longo da cadeia de abastecimento (INSPIRE, 2020).

Portaria (38^o *BImSchV*), publicada em 2017, estabelece novas disposições para a redução de gases de efeito estufa em combustíveis a partir de 2020. Esse exige que os fornecedores de combustível cumpram às seguintes metas anuais avançadas de biocombustíveis (INSPIRE, 2020):

- 0,05% por conteúdo energético a partir de 2020 para empresas que colocaram mais de 20 petajoules de combustível no mercado no ano de compromisso anterior;
- 0,1% por conteúdo energético a partir de 2021 para empresas que colocaram mais de 10 petajoules de combustível no mercado no ano de compromisso anterior;
- 0,2% por conteúdo energético a partir de 2023 para empresas que colocaram mais de 2 petajoules de combustível no mercado no ano de compromisso anterior;

- 0,5% por porcentagem de conteúdo de energia a partir de 2025.

A Portaria (38^o *BImSchV*) também exige que os biocombustíveis descritos abaixo não sejam contabilizados para a meta de redução de emissões de gases de efeito estufa (INSPIRE, 2020):

- Óleos biogênicos que foram hidrogenados juntamente com óleos derivados de óleos minerais em um processo de refinaria (coprocessamento);
- O teor de biocombustível de produtos energéticos com teor de bioetanol inferior a 70% em volume, aos quais foi adicionada gasolina contendo bioetanol;
- Biocombustíveis feitos total ou parcialmente de óleos ou gorduras animais;
- Biocombustíveis para os quais foram ou serão concedidos benefícios fiscais.

4. Estados Unidos

4.1 Contexto da produção de biodiesel

O processo de desenvolvimento da indústria de biodiesel nos Estados Unidos teve início nos começos dos anos 1990 no estado do Missouri e seguiu crescendo lentamente ao longo da década. Com o aumento dos impactos das mudanças climáticas e consequente preocupação dos governos com a redução da emissão dos combustíveis fósseis, o biodiesel ganhou um papel de destaque no planejamento da matriz energética para as próximas décadas¹. Nesse contexto, o governo americano atuou de forma direta através de leis e incentivos fiscais para promover o uso do biodiesel e de outros biocombustíveis que ajudam o país a reduzir sua dependência de combustíveis fósseis, e produzam menos poluição do ar e menos emissões líquidas de carbono. Para atingir este objetivo, o governo emitiu mandatos exigindo o uso de biocombustíveis e oferecendo créditos fiscais para seu uso. Como resultado, a produção de biodiesel cresceu rapidamente. Em 2004, havia 25 usinas de biodiesel nos Estados Unidos e, em 2009, o *National Biodiesel Board*² listou mais de 200 fabricantes em seu site. Isso ilustra o rápido avanço da indústria no país, que logo se tornou o maior produtor de biodiesel do planeta (NAYLOR; HIGGINS, 2017).

A política governamental tem sido muito importante para o desenvolvimento da indústria de biodiesel nos Estados Unidos. A *Energy Policy Act* (Lei de Política Energética) de 2005³, que visava reduzir a necessidade de petróleo importado, exigia que as frotas governamentais comprassem veículos movidos a combustíveis alternativos. Quando o Departamento de Energia americano decidiu que o uso de biodiesel poderia substituir parte da necessidade de compra de veículos de uma frota, o biodiesel tornou-se uma opção atraente para alguns operadores de frota. Em 2007, a combinação de altos preços do petróleo sem precedentes históricos e um crédito incentivado de imposto de consumo federal de US\$ 1,00/galão nos Estados Unidos fez com que a indústria de biodiesel se expandisse muito. A esse contexto foram acrescentados mandatos em alguns estados como Minnesota, que exigiam que 2% de biodiesel fosse usado em todo o diesel vendido no estado. Em 2010, o *National Renewable Fuel Standard*⁴ exigiu que as empresas petrolíferas comprassem combustíveis alternativos na proporção de suas vendas de derivados de petróleo tradicionais.

Enquanto no início dos anos 2000 apenas pequenas quantidades de biodiesel foram consumidas e produzidas nos Estados Unidos, os vários incentivos e requisitos governamentais para produzir, vender e usar biodiesel realizados ao longo do tempo aumentaram substancialmente o consumo e a produção. Além de seu uso nos últimos anos para cumprir as metas de uso de biocombustíveis

¹<https://www.biodiesel.com/history-of-biodiesel-fuel/>

²<https://www.biodiesel.org/>

³<https://www.iea.org/policies/1492-energy-policy-act-of-2005-energy-bill>

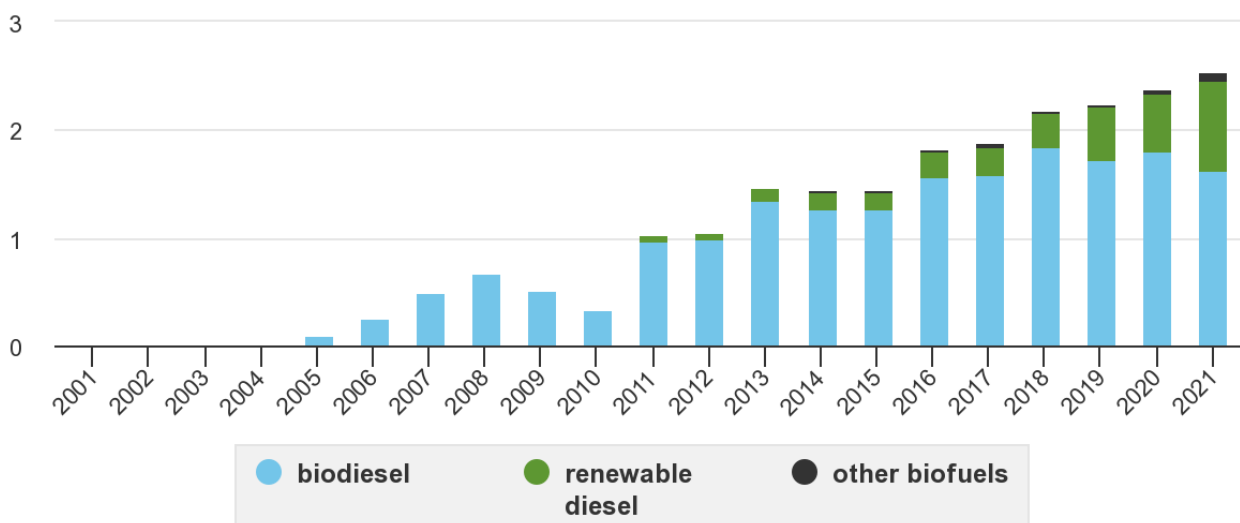
⁴<https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program>

avançados sob o *National Renewable Fuel Standard*, incentivos importantes para misturadores e produtores de biodiesel são o Crédito Fiscal de Consumo de Mistura de Biodiesel e o Crédito de Imposto de Renda de Biodiesel. Em 2020, o biodiesel ficou em segundo lugar depois do etanol combustível como o biocombustível mais produzido e consumido nos Estados Unidos e representou cerca de 11% e 12% do total de produção e consumo de biocombustíveis dos EUA, respectivamente. A maior parte do biodiesel dos EUA é consumida como misturas com diesel de petróleo em proporções de 2% (referido como B2), 5% (B5) ou 20% (B20). Existem algumas frotas de veículos que utilizam B100 (biodiesel puro). Grande parte do diesel de petróleo vendido nos Estados Unidos na verdade contém até 1% de biodiesel devido às qualidades de lubrificação do biodiesel que potencialmente prolongam a vida útil de certos componentes do motor. A Figura 4.1 ilustra a evolução da produção de biodiesel nos EUA nos últimos 20 anos com dados da *U.S. Energy Information Administration (EIA)*.

Figura 4.1: Evolução da produção do biodiesel nos últimos 20 anos

U.S. biodiesel, renewable diesel, and other biofuels production, 2001-2021

billion gallons



Data source: U.S. Energy Information Administration, *Monthly Energy Review*, March 2022, preliminary data for 2021

Note: Data are for 100% biofuel volumes. Other biofuels include renewable heating oil, renewable jet fuel (sustainable aviation fuel), renewable naphtha and gasoline, and other biofuels and biointermediates. Through 2020, also includes small amounts of biobutanol.



Fonte: U.S. Energy Information Administration

Atualmente, segundo o relatório da EIA de 2021⁵, os EUA têm uma produção de cerca de 170 milhões de galões ao mês, esse valor se manteve constante ao longo dos últimos anos e uma capacidade instalada de produção de 2,2 bilhões de galões por ano distribuídos entre as 72 plantas de fabricação existentes no país. Em 2020, a produção de biodiesel dos EUA foi de cerca de 1,8 bilhão de galões, as importações foram de cerca de 197 milhões de galões e as exportações de cerca de 145 milhões de galões. Cerca de 1,9 bilhão de galões de biodiesel foram consumidos em 2020, quase todos em

⁵<https://www.eia.gov/biofuels/biodiesel/production/>

misturas até B20.

A principal matéria-prima utilizada na produção de biodiesel nos EUA é o óleo de soja. Segundo dados da USDA⁶, em 2021, de um total de 25,2 bilhões de libras produzidas de óleo de soja, 9,1 bilhões foram destinados para a indústria do biodiesel, representando um percentual de 36%. E projeções para 2022 indicam um aumento nessa participação para 44%.

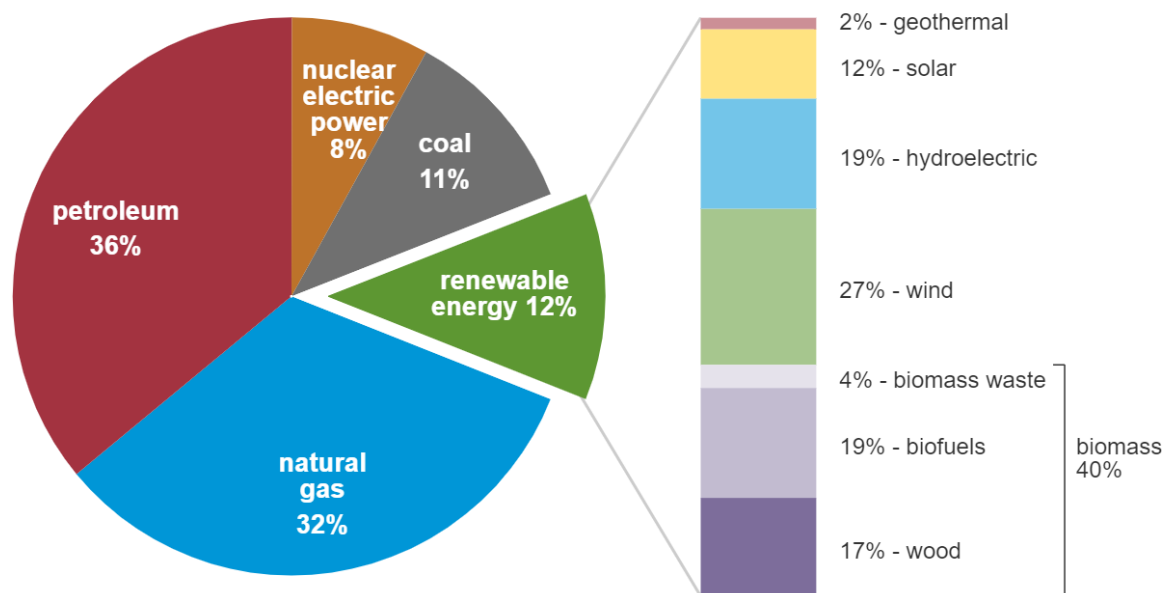
Em 2021, segundo outro relatório da EIA⁷, a matriz de energia primária americana foi composta por 36% petróleo, 32% gás natural, 11% carvão, 8% nuclear e 12% de fontes renováveis. Os biocombustíveis, entre eles o biodiesel, respondem por 19% dessa geração limpa. Ainda neste campo, destacam-se a energia eólica (27%) e a solar (12%). A Figura 4.2, abaixo, apresenta a divisão por fonte da matriz energética americana.

Figura 4.2: Matriz energética americana em 2021

U.S. primary energy consumption by energy source, 2021

total = 97.33 quadrillion
British thermal units (Btu)

total = 12.16 quadrillion Btu



Data source: U.S. Energy Information Administration, *Monthly Energy Review*, Table 1.3 and 10.1, April 2022, preliminary data
 eia Note: Sum of components may not equal 100% because of independent rounding.

Fonte: U.S. Energy Information Administration

Enquanto a Figura 4.3 mostra a evolução da composição da geração de energia nos últimos 70 anos. Percebe-se a evolução do gás natural na última década e o crescimento lento, mas constante das fontes renováveis. Outro dado interessante refere-se a qual a fonte de energia utilizada por cada setor da economia - transporte, indústria, residencial e comércio. Por exemplo, no setor de transporte 90% da energia utilizada é proveniente do petróleo. Já no setor industrial, 40% da energia provém do gás

⁶<https://biodieselmagazine.com/articles/2517550/usda-predicts-increase-in-soybean-oil-use-for-biofuel>

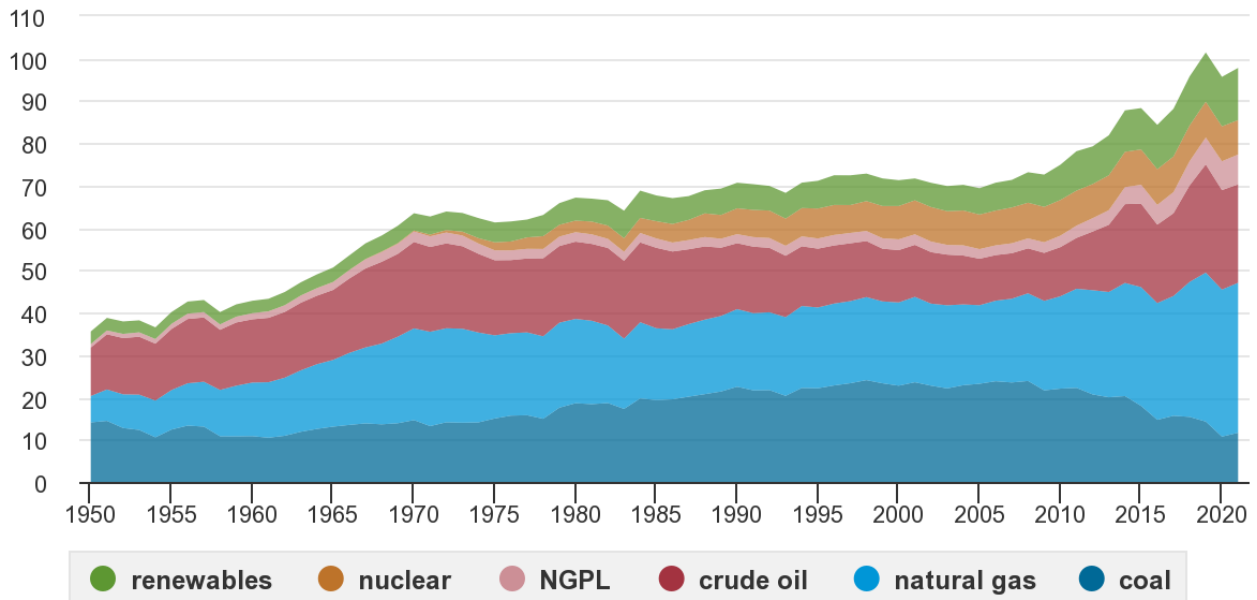
⁷<https://www.eia.gov/energyexplained/us-energy-facts/>

natural e 36% do petróleo. Os setores que mais utilizam fontes renováveis são a indústria (9%) e o residencial (7%), como ilustra a Figura 4.4.

Figura 4.3: Evolução da composição da matriz energética dos EUA entre 1950 e 2020

U.S. primary energy production by major sources, 1950-2021

quadrillion British thermal units



Data source: U.S. Energy Information Administration, *Monthly Energy Review*, Table 1.2, April 2022, preliminary data for 2021



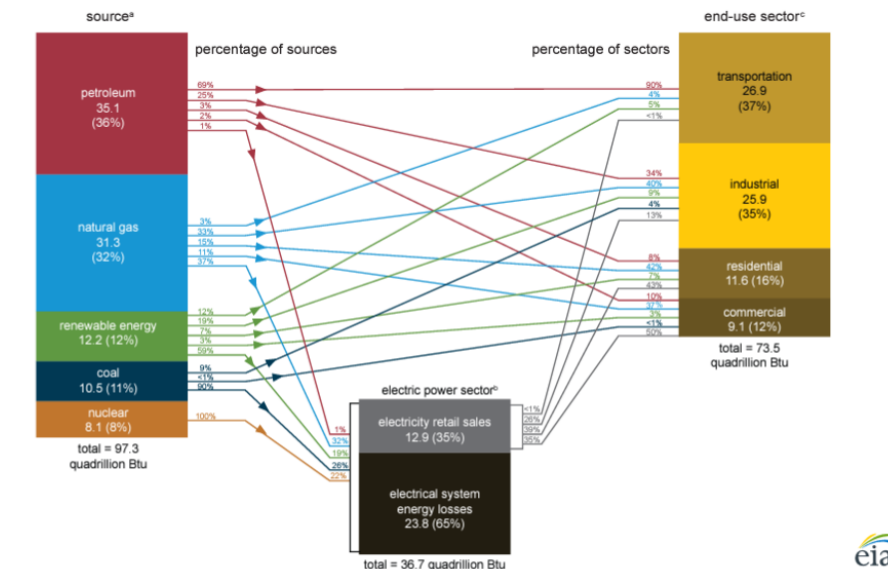
Note: NGPL is natural gas plant liquids.

Fonte: U.S. Energy Information Administration

Figura 4.4: Associação produção de energia e uso nos setores da economia americana em 2021

U.S. energy consumption by source and sector, 2021

quadrillion British thermal units (Btu)



Fonte: U.S. Energy Information Administration

4.2 Descrição dos mecanismos e incentivos governamentais

Atualmente os setores de transporte, incluindo carros, caminhões, ônibus, trens e máquinas agrícolas e de construção, nos Estados Unidos consomem mais de 35 bilhões de galões de diesel por ano. Desse total, o biodiesel responde por uma parcela relativamente pequena do consumo total – apenas cerca de 1,7 bilhão de galões – e seu crescimento futuro depende em grande parte da política tributária⁸.

A economia da produção do biodiesel ainda não o torna competitivo em termos de custo na comparação com o diesel tradicional à base de petróleo. Para solucionar essa questão, os legisladores federais e estaduais americanos ofereceram incentivos fiscais para os usuários de biodiesel visando incentivar os produtores de combustível – e os consumidores – a usar fontes de combustível sustentáveis, como o biodiesel. O setor está sujeito a uma das estruturas tributárias mais complexas dos EUA, além dos impostos federais, os estados, condados e jurisdições locais cobram seu próprio conjunto de impostos sobre consumo de combustível. As taxações ou incentivos, que incluem créditos fiscais de até US\$ 1 dólar por galão a produtores e misturadores, dependem de muitas variáveis, incluindo: tipo de combustível, estado em que o comprador e o vendedor fazem negócios, onde na cadeia de suprimentos a transação ocorre, comprador e vendedor de combustível, licenças de todas as partes envolvidas e destino final do combustível.

O biodiesel custa mais aos refinadores para produzir do que o diesel tradicional. Em resposta, o governo federal acrescentou um incentivo. O *Biodiesel Tax Credit*⁹ foi estabelecido originalmente em 2005 e estava programado para expirar em 2012, mas foi renovado mais de uma vez. A legislação pedia um crédito fiscal de US\$ 1 por galão para cada galão de biodiesel misturado por um refinador em seu produto final. Para uma mistura B20, esse crédito pode reduzir o preço na bomba em 20 centavos por galão. Essa vantagem fiscal deu início com sucesso ao mercado de biodiesel, permitindo que os misturadores vendessem biodiesel a um preço mais baixo do que o diesel normal e ainda conseguissem auferir algum lucro.

O programa *Renewable Fuel Standard Program* (RFS) foi criado sob o *Energy Policy Act* (EPAAct) de 2005 e estabeleceu o primeiro mandato de volume de combustível renovável nos Estados Unidos. Conforme exigido pelo EPAAct, o programa RFS original (RFS1) exigia que 7,5 bilhões de galões de combustível renovável fossem misturados à gasolina até 2012. Em 2007, o *Energy Independence and Security Act* (EISA) expandiu o RFS, criando o *Renewable Fuel Standard Program* (RFS2), aprovado em 2007. Esse exigia que cada refinador vendesse uma quantidade definida de biocombustíveis aprovados a cada ano. Para atender a esses requisitos, os produtores às vezes eram forçados a vender com prejuízo ou a comprar créditos de outros produtores. Um mandato importante do EISA foi aumentar o volume de combustível renovável necessário em misturas de combustível para motores de 9 bilhões de galões em 2008 para 36 bilhões de galões até 2022 (NAYLOR; HIGGINS,

⁸<https://www.iea.org/reports/transport-biofuels>

⁹<https://afdc.energy.gov/laws/396>

2017).

Embora longe de ser simples, as leis federais de incentivos que interferem nas transações de combustível são provavelmente as menos complexas do setor nos EUA. Elas valem para todos os 50 estados. O biodiesel puro (B100) não está sujeito a nenhum imposto federal. No entanto, os padrões de emissões mais altos da EPA tornaram os veículos fabricados após 2007 incompatíveis com o B100. Em vez disso, o biodiesel é normalmente misturado em proporções de até 20% (B20) com diesel tradicional ¹⁰.

Quando esse crédito fiscal original expirou em 2012, uma nova legislação o estendeu até 2013. Depois disso, as coisas ficaram obscuras. Em 2014, o crédito tributário foi renovado retroativamente. O que significa que as transações que ocorreram em 2014 estavam inicialmente sujeitas a todos os impostos federais aplicáveis sem nenhum alívio – mas o governo federal permitiu que as partes qualificadas reivindicassem um reembolso de crédito no final do ano fiscal. Como não havia garantia de que esse crédito seria pago, a produção de biodiesel caiu, o que prejudicou as vendas de biodiesel e levou a uma pequena redução tanto na oferta quanto na demanda de biodiesel em 2014.

É importante observar que todos esses incentivos fiscais federais recompensam os produtores e misturadores de biodiesel que não têm obrigação de repassar essas economias aos varejistas. No varejo, diesel e biodiesel geralmente ocupam os mesmos tanques, com sinalização que indica que o combustível resultante pode conter até 20% de biodiesel puro. O benefício percebido de relações públicas de oferecer combustíveis mais "amigáveis" ao meio ambiente leva muitos varejistas a anunciar sua disponibilidade e às vezes até cobrar um prêmio por isso.

Um exemplo de programa federal visando incentivar o setor é o *Biomass Crop Assistance Program* (BCAP)¹¹, o qual fornece assistência financeira aos proprietários de terras e operadores que estabelecem, produzem e fornecem culturas de matéria-prima de biomassa para instalações avançadas de produção de biocombustíveis. Os produtores de matéria-prima qualificados são elegíveis para um reembolso de 50% do custo de estabelecimento de uma cultura de matéria-prima de biomassa, bem como pagamentos anuais de até cinco anos para matérias-primas herbáceas e até 15 anos para matérias-primas lenhosas. Além disso, o BCAP fornece aos produtores qualificados de matérias-primas de biomassa os pagamentos correspondentes à coleta, colheita, armazenamento e transporte de suas colheitas para instalações avançadas de produção de biocombustíveis por até dois anos. Os pagamentos correspondentes são de US\$ 1 para cada US\$ 1 por tonelada seca pago por uma instalação de produção de biocombustível avançada qualificada, até US\$ 20 por tonelada seca.

As complexidades em torno das taxas de imposto de combustível aumentam quando se atinge o nível estadual. Atualmente, 21 estados exigem o uso de biodiesel, geralmente entre 5-10% de porcentagem de mistura. Cada estado tem seu próprio conjunto de leis que regem os impostos sobre vendas e uso, impostos especiais de consumo e taxas ambientais e de tanques, assim como muitos

¹⁰<https://afdc.energy.gov/fuels/laws/BIOD?state=US>

¹¹<https://www.fsa.usda.gov/programs-and-services/energy-programs/BCAP/bcap-project-area/index>

municípios. Quarenta e um estados oferecem algum tipo de incentivo fiscal (geralmente créditos fiscais de produção) para a produção ou uso de biodiesel, embora esses incentivos geralmente se apliquem exclusivamente ao combustível B100 puro. Para aqueles que tratam do biodiesel, B20 por exemplo, o tamanho do incentivo fiscal e as condições que se aplicam variam. Por exemplo, o Texas oferece uma redução no imposto de consumo proporcional à porcentagem de biodiesel na mistura. Assim, para uma mistura de 20% de biodiesel, o imposto de consumo é reduzido de 20¢/galão para 16¢/galão. Iowa, por outro lado, não faz ajustes de impostos especiais de consumo para o teor de biodiesel.

Mais recentemente, o governo americano adotou medidas reforçando o apoio à indústria de biodiesel em função das perdas geradas pela pandemia do coronavírus. O Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) disponibilizou US\$ 800 milhões para apoiar produtores e infraestrutura de biocombustíveis¹². Além disso, o Departamento também liberou US\$ 100 milhões para aumentar as vendas e o uso de misturas mais altas de bioetanol e biodiesel, expandindo a infraestrutura para combustíveis renováveis derivados de produtos agrícolas dos EUA. Os legisladores dos EUA alteraram um projeto de lei de gastos do governo para estender um crédito fiscal para a indústria de biodiesel até 2022 e retroativamente até quando expirou em 2018, visto que 10 fábricas foram fechadas desde que o crédito expirou. Um exemplo de como o setor ainda é dependente do apoio governamental.

4.3 Adaptação para a transição energética e tecnológica

Apesar de ser um dos maiores poluidores do mundo, os Estados Unidos ainda estão longe de ter uma matriz energética compatível com as urgentes mudanças climáticas. O aumento previsto nas emissões mostra que o país está longe de chegar perto da meta de zero carbono até 2050. Para atingir esse objetivo, seria necessário reduzir 184 milhões de toneladas por ano entre 2023 e 2050, o que é quase três vezes mais do que o país realiza hoje. Atualmente, a redução média é estimada em 65 milhões de toneladas anuais. De acordo com o relatório *Financing Clean Energy Transitions in Emerging and Developing Economies*¹³, o investimento em energia limpa precisa aumentar mais de sete vezes – de menos de US\$ 150 bilhões no ano passado para mais de US\$ 1 trilhão até 2030 para colocar o mundo no caminho certo de zero emissões até 2050.

Além disso, comprometendo ainda mais esse cenário, de acordo com previsões da EIA¹⁴, as emissões do setor energético devem aumentar em 87 milhões de toneladas este ano e outras 25 milhões de toneladas em 2023. Até agora, a maior parte das reduções de emissões veio da substituição da geração de energia a carvão por geração a gás. Isso resultou na diminuição de uma taxa média de 74 milhões de toneladas por ano desde 2007 nas emissões relacionadas à queima de carvão. No caso do petróleo, as emissões caíram em média 15 milhões de toneladas por ano, com o aumento da participação de energias renováveis. Ainda assim, estão previstas 2,3 bilhões de toneladas em 2023, o que faz com que os derivados fósseis respondam pela maior fonte de emissões de CO₂ dos EUA.

¹²<https://www.usda.gov/media/press-releases/2021/12/07/usda-make-800-million-available-provide-economic-relief-biofuel>

¹³<https://www.iea.org/reports/financing-clean-energy-transitions-in-emerging-and-developing-economies>

¹⁴<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=51718>

Apesar do ritmo lento, existem algumas notícias positivas. Nos últimos 10 anos a participação das energias renováveis na geração de energia dobrou de 10% para 20%¹⁵. Outro exemplo, como mencionado acima, é a troca que vem ocorrendo entre carvão e gás natural na composição da matriz energética. Entre 2015-2019 o uso do carvão caiu pela metade¹⁶. Enquanto isso, no mesmo período o gás natural teve um aumento da sua participação de 19% para 38%. Apesar de ser um combustível fóssil, o gás natural emite cerca de 50% menos gases poluentes no seu processo de combustão¹⁷.

O ritmo lento nas reduções até agora indica que a meta de descarbonização até 2050 já está ficando fora de alcance e precisará ser redefinida no final desta década. A atual administração americana pretende levar a transição energética também para o setor automobilístico e incentivar a mobilidade elétrica. Estima-se que a transição para modelos elétricos na indústria deve gerar mais de um milhão de novas vagas de emprego. Para que isto seja possível, diversos incentivos econômicos estão sendo estudados. A implementação dessas políticas devem levar a um total de 4 milhões de carros elétricos até 2030¹⁸.

Para que a transição para automóveis elétricos seja possível e eficaz, é necessário o investimento de cerca de US\$ 1 bilhão ao ano no processo de recarga de carros elétricos durante os próximos cinco anos. É esperado que, até 2030, o número de pontos de recarga passe dos atuais 87.600 para 500 mil. Também deseja-se zerar as emissões de gases poluentes de novos ônibus americanos nesse mesmo período.

Por fim, mais especificamente no âmbito deste estudo, medidas fiscais vem sendo tomadas para aumentar a produção e consumo dos biocombustíveis. Em comunicado no fim de 2021¹⁹, o USDA anunciou que vai disponibilizar até US\$ 100 milhões em novos fundos para doações para infraestrutura de biocombustíveis, como bombas de mistura que garantem maior disponibilidade de biocombustíveis no mercado varejista. O financiamento fornecerá subsídios para instalações de reabastecimento e distribuição para custos de instalação, modernização ou atualização da infraestrutura necessária em um local para garantir a disponibilidade ambientalmente segura de combustível contendo misturas de bioetanol de E-15 e superior ou combustível contendo misturas de biodiesel B-20 e maior.

¹⁵<https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=427t=3>

¹⁶<https://www.weforum.org/agenda/2021/06/energy-us-market-shift/>

¹⁷<https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/power-and-utilities/us-renewable-energy-transition.html>

¹⁸<https://www.weforum.org/agenda/2021/06/energy-us-market-shift>

¹⁹<https://www.usda.gov/media/press-releases/2021/12/07/usda-make-800-million-available-provide-economic-relief-biofuel>

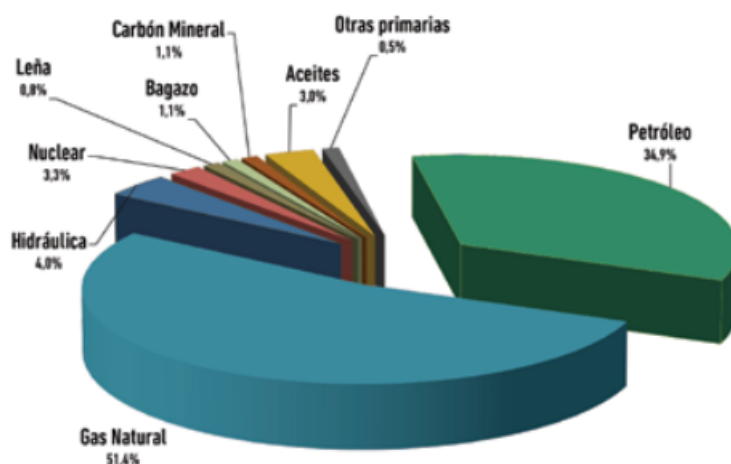
5. Argentina

5.1 Contexto da produção de biodiesel

No início dos anos 2000, ocorreram dois fenômenos simultâneos que aceleraram o desenvolvimento do biodiesel na Argentina: de um lado, a economia foi favorecida pelo aumento dos preços internacionais das *commodities*, em decorrência do aumento da demanda por alimentos, principalmente dos países asiáticos. Isso estimulou o setor agroindustrial, que passou por transformações significativas e obteve seus maiores níveis históricos de produção e produtividade junto com a expansão da fronteira agrícola. Por outro lado, o país apresentou um cenário energético desfavorável desde 2010, afetando sua balança comercial de energia. É nesse cenário que o biodiesel se torna um produto que integra a produção de energia à cadeia de valor agroindustrial.

Historicamente a matriz energética argentina foi amplamente composta por derivados fósseis, segundo a Secretaria de Energia Nacional mais de 90% da energia do país era composta por combustíveis fósseis, como ilustra a Figura 5.1 com dados do Balanço Energético Nacional de 2013. Nos últimos 20 anos, no entanto, o debate sobre a importância de diversificar as fontes de energia, abrindo espaço para energias renováveis, se intensificou fortemente em todo o mundo, incluindo a Argentina. O desenvolvimento de fontes renováveis é capaz de responder aos problemas climáticos urgentes, ao mesmo tempo que promove o desenvolvimento regional, estimulando novos atores econômicos. Nesse contexto, o uso do biodiesel assume especial relevância, pois pode substituir o diesel de petróleo, que é o principal combustível líquido utilizado nos setores de transporte e agricultura e representa quase 50% do consumo de combustíveis líquidos na Argentina (WASSNER; CIANI, 2019).

Figura 5.1: Oferta interna de energia primária por fonte em 2013



Fonte: Balanço de Energia Nacional da *Secretaria de Energia de La Nacion*

A história moderna do uso de biocombustíveis na Argentina vem da iniciativa do Estado por meio de um regime de promoção e uso de biocombustíveis que, ao longo dos anos, criou incentivos e controles sobre a produção de biodiesel. O setor iniciou seu crescimento a partir de 2007, com a implementação da Lei 26.093 denominada “Regime de Regulação e Promoção da Produção e Uso Sustentável de Biocombustíveis”¹, sancionada em abril de 2006, e seu decreto normativo, Decreto nº 109/2007.

O artigo 7.º da referida lei se destaca em termos econômicos uma vez que estabelece que todo o combustível líquido caracterizado como gasóleo que seja comercializado no território nacional, deve ser misturado com ao menos 5% de biodiesel. Na prática, isso implicou o estabelecimento do chamado “corte obrigatório” que consiste na obrigação de misturar biocombustíveis com combustíveis fósseis. Além disso, a lei implementou um regime temporário de estímulo por meio de incentivos fiscais federais voltados a projetos de pequeno e médio porte que não ultrapassem 50 mil toneladas de capacidade anual e tenham como objetivo o desenvolvimento da indústria e o abastecimento do mercado interno (WASSNER; CIANI, 2019).

Os objetivos perseguidos com essas medidas foram: aumentar a participação de biocombustíveis na matriz energética, estabelecer as diretrizes a serem atendidas para o fornecimento do biodiesel ao mercado interno e atribuir pela autoridade competente o valor destinado a cada uma das empresas responsáveis pela mistura com combustíveis fósseis. Neste caso, a lei estabeleceu que a prioridade de compra foi dada às empresas fabricantes de biodiesel que tiveram acesso a benefícios fiscais, com capacidade de produção anual de até 50.000 toneladas e cuja localização fosse desfavorável em relação aos pontos onde a produção é realizada. As empresas responsáveis pela mistura do biodiesel ao combustível fóssil deveriam, portanto, adquirir os montantes atribuídos às referidas empresas e uma vez esgotados estes, continuar com as empresas restantes que não cumpram tais condições (NAGEL, 2020).

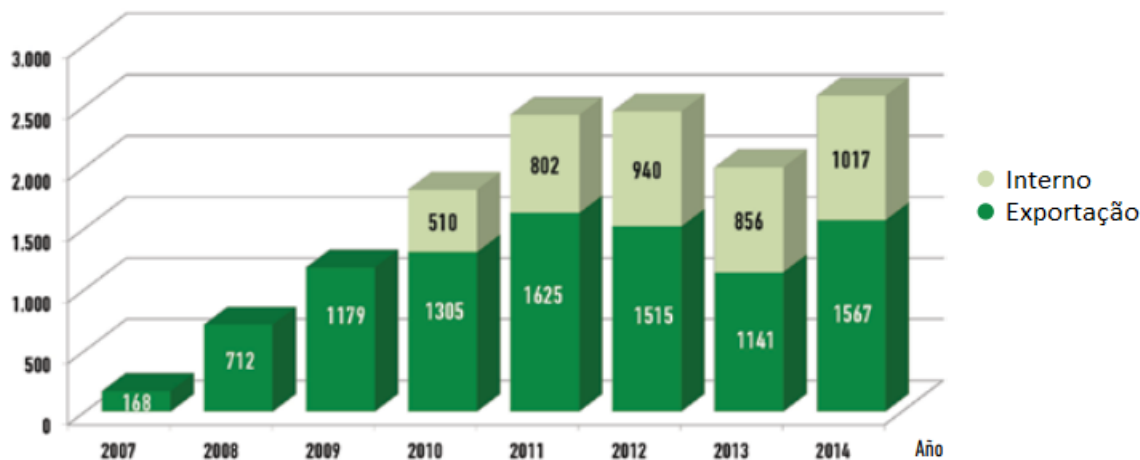
Um ano após a aprovação da lei começou o processo de exportação de biodiesel. Mais de 700 mil toneladas foram enviadas para o exterior já em 2008. Nos anos seguintes, houve um contínuo aumento da produção de biodiesel argentino, como mostra a Figura 5.2 e as exportações continuaram representando boa parte deste total.

O rápido desenvolvimento da indústria argentina de biodiesel é explicado por fatores tem origem interna e externa. De ordem interna está a situação energética que padecia de um crescente problema de abastecimento gerado por uma matriz energética altamente dependente de hidrocarbonetos, que foi afetada pela subida dos preços do petróleo e se transformou em um problema econômico de evasão de divisas, contaminando a balança comercial. No contexto internacional, está o surgimento de novas demandas por combustíveis limpos e a necessidade dos países crescerem sem aumentar a emissão dos gases do efeito estufa, visando o cumprimento de acordos climáticos internacionais².

¹<https://www.biodieselbr.com/revista/007/exterior-3-segundo-norma>

²<https://valor.globo.com/mundo/noticia/2018/12/01/argentina-tem-forte-compromisso-com-acordo-de-paris-diz-macri.ghtml>

Figura 5.2: Evolução da produção de biodiesel na Argentina e divisão entre mercado interno e exportação nos primeiros anos após a Lei 26.093



Fonte: Relatório: *Indicadores GBEP de sustentabilidad de la bioenergia en Argentina*

A indústria nacional de biodiesel é composta por um grupo heterogêneo de empresas agrupadas em três categorias. Existem as “Grandes Integradas” que combinam moagem, produção de óleo e fabricação de biodiesel, além de possuir plantas produtivas próprias com localização estratégica, acesso a capital de giro, produção em larga escala, redes logísticas e acesso a matérias-primas. Outro ponto importante é que essas empresas não são apenas de capital nacional, mas também de multinacionais. Da mesma forma, verifica-se um grau crescente de integração vertical, com empresas que participam de todos os elos da cadeia da soja. Um segundo grupo é formado pelas “Grandes empresas não integradas”, estas não são associadas a empresas petrolíferas e, portanto, não possuem matéria-prima própria, contando com acordos para o fornecimento de óleo de soja. Por fim, existem as Pequenas e Médias empresas (PME), que se dedicam principalmente a abastecer o mercado interno seguindo o preço fixado pela autoridade de fiscalização. São aquelas que possuem, de acordo com a lei, capacidade de produção de até 50 mil toneladas por ano, e portanto receberam incentivos federais para o seu desenvolvimento. Não possuem matéria-prima própria e, dada a dimensão de sua produção, têm pouco ou nenhum acesso aos mercados internacionais. Essas empresas foram criadas através dos incentivos fiscais previstos na Lei 26.093 e têm como destino de produção um mercado interno garantido, uma vez que *Las Mezcladoras*, empresas responsáveis pela junção do biodiesel ao diesel tradicional, são obrigadas a adquirir biodiesel primeiro delas (NAGEL, 2020).

Algumas razões ajudam a entender porque a Argentina despontou como um *player* relevante na produção do biodiesel. Primeiro, o país possui vantagem comparativa no desenvolvimento agroindustrial com um setor eficiente que incorpora tecnologia e mudanças organizacionais na produção. Em segundo lugar, a diversidade dos agentes envolvidos neste mercado fez com que grupos empresariais internacionais vissem a possibilidade de aumentar seus negócios, bem como aumentar a integração vertical de suas empresas cujas estratégias estão organizadas em escala global. No outro extremo, encontra-se um número significativo de pequenas empresas intimamente ligadas aos territórios em que

estão inseridas. Terceiro, a Argentina mostra um forte interesse institucional no desenvolvimento do biodiesel demonstrado em um conjunto de políticas públicas enquadradas em um sistema de promoção e uso de biocombustíveis que visa promover e modificar as relações que surgem entre os diversos atores envolvidos na cadeia de produção. Quarto, o biodiesel é um subproduto da soja, produto de alto valor agregado na cadeia agroindustrial, promovendo o desenvolvimento do complexo de soja argentino que gera empregos, ao integrar-se aos mercados mundiais, permitindo a diversificação das exportações argentinas e a geração de moeda estrangeira para o país (WASSNER; CIANI, 2019).

O relatório do USDA para a Argentina em 2021 (USDA, 2021a) mostra como nos últimos anos houve uma série de mudanças na composição mínima e nos incentivos federais à produção do biodiesel (mais detalhes na próxima seção). Internacionalmente, a Argentina continua sendo um dos principais produtores de biodiesel do mundo, tendo atingido um pico de 3,5 milhões de toneladas em 2017. Apesar da pandemia ter provocado uma série de problemas também neste setor, no dado mais recente de 2021, a produção alcançou 1,89 milhão de toneladas, valor quase 50% maior que em 2020³ (USDA, 2021a). O setor, no entanto, ainda segue extremamente dependente das exportações para sobreviver.

5.2 Descrição dos mecanismos e incentivos governamentais

Como mencionado anteriormente, o desenvolvimento da indústria de biodiesel da Argentina contou com a colaboração do Estado através de leis e incentivos fiscais que promoveram a competitividade dessa nova atividade. O processo de desenvolvimento do setor no país pode ser enquadrado dentro da política industrial, uma vez que foi promovido pelo Estado por meio de diferentes medidas e regulamentações que incluem incentivos diferenciados de acordo com o tipo de empresa, como será visto detalhadamente mais adiante (NAYLOR; HIGGINS, 2017; NAGEL, 2020).

Nesse contexto, foi criada a Comissão Nacional de Biocombustíveis para criar a estrutura regulatória e de incentivo para a expansão dos biocombustíveis, com o objetivo de utilizar matérias-primas agrícolas domésticas para a promoção de uma economia de energia sustentável. A lei se concentrou mais no biodiesel do que no etanol, dado o mercado de óleos vegetais altamente desenvolvido da Argentina e a vantagem competitiva do Brasil em etanol à base de açúcar. Assim como no Brasil, a intenção inicial da lei era incentivar pequenos e médios agricultores para o fornecimento de uma variedade de matérias-primas, mas a grande e eficiente indústria da soja rapidamente assumiu um papel principal no fornecimento de óleo vegetal para a indústria nacional de biodiesel (WASSNER; CIANI, 2019).

Ainda nesta comparação entre os países vizinhos, a principal diferença no desenvolvimento de biodiesel entre Argentina e Brasil é que a indústria argentina tem girado em torno de oportunidades de exportação, enquanto a produção de biodiesel do Brasil tem sido consumida internamente. Entre 2008 e 2014, 70% da produção de biodiesel da Argentina foi exportada. Dois fatores facilitaram

³<https://www.biodieselbr.com/noticias/inter/argentina/producao-de-biodiesel-da-argentina-tem-recuperacao-em-2022-150222>

essa orientação para a exportação. Primeiro, o imposto de exportação do país sobre o biodiesel foi estabelecido substancialmente abaixo do imposto para outros derivados da soja (NAYLOR; HIGGINS, 2017).

O segundo fator que influenciou a orientação de exportação de biodiesel da Argentina foi a introdução de políticas comerciais para combustíveis renováveis na União Europeia (UE) e nos EUA. A UE, um grande consumidor de combustíveis para veículos à base de diesel, introduziu metas vinculantes de energia renovável, e os EUA introduziram mandatos e incentivos fiscais para o uso de biodiesel em meados da década de 2000. A Argentina aproveitou a oportunidade para se tornar um fornecedor competitivo de biodiesel nesses mercados, não apenas um fornecedor de matérias-primas para biodiesel. Depois que a UE impôs direitos antidumping e compensatórios sobre as importações de biodiesel dos EUA em 2009, a Argentina direcionou suas exportações de biodiesel diretamente para o mercado da UE, a custos significativamente abaixo dos custos de produção em países membros como Espanha e Portugal. Em 2013, a UE impôs direitos antidumping diretamente à Argentina. A essa altura, a Argentina também havia se tornado um exportador competitivo para o norte da África, onde os governos usavam biodiesel em misturas discricionárias porque era competitivo com os preços do diesel. Dessa forma, fica claro como mesmo em contextos internacionais diferentes, o foco da produção de biodiesel na Argentina sempre foi o escoamento da produção para o mercado externo.

Os produtores de biocombustíveis abrangidos por este regime especial são obrigados a comercializar no mercado local toda a sua produção destinada à mistura com combustíveis fósseis, a partir da entrada em vigor do “corte obrigatório”. As empresas encarregadas de misturar biodiesel com combustível fóssil são autorizadas a comprar biodiesel de um sujeito não promovido (por exemplo, empresas petrolíferas exportadoras) apenas quando esgotada a produção disponível dos sujeitos nacionais. Em outras palavras, eles têm a obrigação específica de adquirir, em primeiro lugar e até o esgotamento da oferta, o biodiesel produzido pelas indústrias incentivadas pela lei. Dessa forma, pode-se argumentar a criação de um regime de ‘compra nacional’, que praticamente proíbe a importação, não aplicável no caso de a produção local ser insuficiente para suprir a demanda interna.

Ao longo dos anos o percentual mínimo de biodiesel presente no diesel foi variando de acordo com as condições nacionais e internacionais. Em 2014, por exemplo, esse percentual foi elevado para 10%, com o argumento de continuar a aumentar a participação do biocombustíveis na matriz energética nacional e promover sua diversificação. Em 2021, o número voltou para 5%, mas em 2022 em virtude da escassez de combustíveis houve um aumento para 7,5%, que pode chegar até expressivos 12,5%. Esse cenário de incerteza, fruto das constantes crises políticas e econômicas no país dificultam a previsibilidade no setor e impedem um maior desenvolvimento da indústria no país (USDA, 2021a).

Em relação às exportações argentinas de biodiesel, pode-se dizer que estiveram sujeitas aos impactos das políticas comerciais aplicadas por países como Estados Unidos e União Europeia, bem como pelo governo nacional. Ao longo dos anos, o setor sofreu constantes mudanças nas regras do jogo em relação às tarifas de exportação. Inicialmente, foram aplicadas alíquotas diferenciais aos produtos

da cadeia do petróleo, a fim de estimular a industrialização e agregar valor na origem aos produtos derivados da soja. Entretanto, com a instabilidade e especulação dos preços internacionais da soja, foi implementada uma fórmula de cálculo móvel de retenções que tende a eliminar tal comportamento especulativo⁴, proporcionando previsibilidade. Com a mudança na gestão do governo nacional em 2015, o cálculo das retenções móveis foi eliminado para passar para um sistema de tarifas fixas que são determinadas ao critério do Poder Executivo Nacional com base nas instabilidades macroeconômicas e necessidades de arrecadação do Estado, afetando a previsibilidade das exportações do setor (NAGEL, 2020).

Como mencionado acima, foram muitas mudanças na legislação sobre a exportação do biodiesel argentino. Inicialmente, foi proposta uma alíquota de 5% (com reembolso de 2,5%), o que foi muito esperançoso para a instalação de grandes plantas industriais, garantindo uma rápida recuperação do investimento. No entanto, passados alguns anos, em 2008 foi aumentado para 20%, através da Resolução nº 126/08 do antigo Ministério da Economia e Produção. A justificativa para esse aumento foi a necessidade de comparar as tarifas de exportação do biodiesel com as dos demais subprodutos do complexo oleaginoso. Em 2012, houve novo aumento da alíquota dessa vez para 32%. Poucos meses depois, por meio do Decreto nº 1.719/2012, e com o objetivo de amenizar mudanças bruscas nos preços internacionais, foi estabelecido um sistema de cálculo das taxas móveis de exportação de biodiesel, resultante da aplicação de uma equação que envolvia entre suas variáveis, principalmente, custos de produção e preços de referência. O referido cálculo, que teve periodicidade quinzenal, posteriormente mensal, foi realizado pela Unidade Executiva de Acompanhamento Interdisciplinar (UEIM), que foi criado pela Resolução Conjunta nº 438 e integrado pelos antigos Ministérios do Planejamento, Indústria e Economia, e que também foi responsável por estabelecer, com a mesma frequência, os preços do biodiesel no mercado interno. Este novo sistema de tarifas móveis para exportação de biodiesel perdurou até 2017 inclusive, estabelecendo tarifas que variavam de um máximo de 29,73% a um mínimo de 0% (WASSNER; CIANI, 2019).

5.3 Adaptação para a transição energética e tecnológica

Para enfrentar o desafio imposto pelas mudanças climáticas globais, uma das ações mais urgentes é a diminuição e consequente eliminação da utilização dos combustíveis fósseis. Segundo estudo de Keesler, Almassio e Blanco (2020), uma redistribuição dos cerca de 17 bilhões de dólares por ano de subsídios destinados aos combustíveis fósseis para fontes renováveis seria capaz de zerar as emissões de carbono até 2050 no país. O estudo se baseou nos recursos investidos na produção de petróleo e gás e na geração de energia por termelétricas entre 2017 e 2021 e projetou dois cenários nos quais todo o fornecimento de energia seria feito por fontes limpas⁵.

Atualmente, a Argentina produz por ano 15 gigawatts (GW) a partir de fontes de energia renováveis. No entanto, para atingir as metas estipuladas no acordo de Paris será necessária uma

⁴<https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/precios-de-biocombustibles/calculo-de-precios-de-biodiesel>

⁵<https://periodistasporelplaneta.com/blog/cual-es-el-costo-real-de-la-transicion-energetica/>

expansão exponencial para 240 GW. Segundo o relatório da Climate Transparency de 2021 ⁶, entre 2010 e 2019 os subsídios para os combustíveis fósseis atingiram um pico na Argentina em 2015 e depois diminuíram continuamente, chegando ao mínimo histórico de 5,3 bilhões de dólares em 2019. Neste período, a maioria dos subsídios foi para apoiar a produção e o consumo de petróleo, seguido por gás natural e energia gerada por combustíveis fósseis.

Ainda segundo este relatório, em 2020, a Argentina gerou 61% da sua eletricidade a partir de combustíveis fósseis. O gás natural e o petróleo foram as principais fontes utilizadas, e, portanto, o país ainda está longe de atingir os padrões ideais para uma geração de energia sustentável. No entanto, a participação das energias renováveis no setor elétrico vem aumentando gradualmente e representou cerca de 10% da matriz energética em 2020. Atualmente, as emissões per capita da Argentina estão próximas da média do G20, de acordo com a Climate Transparency 2021⁷, que também identificou três maneiras pelas quais o país poderia reduzir suas emissões per capita. As duas primeiras envolvem reduzir a utilização dos combustíveis fósseis, tanto a exploração quanto a geração de energia, e incentivar a troca de gás natural por fontes renováveis de energia. A terceira foca em soluções baseadas na natureza e na proteção de ecossistemas, principalmente florestas e áreas úmidas, que podem oferecer oportunidades para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

⁶<https://www.climate-transparency.org/g20-climate-performance/g20report20211531904263713-04b62b8d-e708>

⁷<https://www.climate-transparency.org/g20-climate-performance/g20report20211531904263713-04b62b8d-e708>

6. Indonésia

6.1 Contexto da produção de biodiesel

Dentre os óleos vegetais produzidos e utilizados para a produção de biodiesel, destaca-se o óleo de palma, que apresentou um aumento mundial de produção de cerca de 222% entre os anos 2000 e 2018, chegando a 49 milhões de toneladas em 2018 (IEA, 2020). A Indonésia é um dos principais produtores de óleo de palma do mundo. Em 2019, o país foi responsável por cerca de 57% total da produção mundial, seguido pela Malásia responsável por 27%. No país, o óleo de palma é destinado em sua maioria para a produção de biodiesel.

Entre 2017 e 2019 o governo indonésio estimulou a capacidade produtiva de biodiesel o que colocou o país em destaque no mercado mundial. A produção concentra-se na parte ocidental e central do país. Destacam-se as regiões de Riau (4,5 milhões de litros produzidos) e a região leste de Java (cerca de 2,2 milhões de litros). Em 2018, a produção de biodiesel atingiu 54 milhões de toneladas. A taxa média de utilização das instalações de produção atingiu cerca de 45%. O consumo de biodiesel no mesmo ano atingiu 3,3 milhões de toneladas. O volume restante foi exportado para China e Europa (INSPIRE, 2020).

A produção de óleo de palma no país em 2021/2022 está estimada em 45,5 milhões de toneladas métricas (MMT). Esta estimativa indica um aumento de cerca de 6% em relação a safra anterior 2020/2021. O consumo industrial de óleo de palma deve atingir 9,6 MMT em 2021/22, acima dos 8,8 MMT de 2020/21, impulsionado pelo programa de mandato de biodiesel. O governo está mantendo a taxa de mistura de biodiesel em 30% para 2022, definindo alocações de biodiesel em 10,1 bilhões de litros, acima dos 9,2 bilhões de litros do ano anterior (USDA, 2021b).

O governo indonésio avançou com a política de cotas em resposta aos excedentes de oferta e à pressão de preços associada nos mercados de óleo vegetal. O aumento das cotas de mistura de biocombustíveis fez com que a produção subisse para 7.350 milhões de toneladas. Ao contrário da UE, ao aumentar as exigências de cotas nacionais de mistura (B20/B30), o governo indonésio tem feito uma contribuição ativa, politicamente pretendida para estabilizar os preços ao produtor e cortar gastos em divisas com importações de óleo mineral.

Para atingir as metas de uso de energia renovável do país, em 2006 foi implementada uma política obrigatória de mistura determinando percentuais específicos para a quantidade utilizada de biodiesel e bioetanol sob o óleo combustível fóssil. Tal intervenção do governo foi motivada pela baixa competitividade de preços dos biocombustíveis em relação aos combustíveis fósseis. Essa política foi considerada vantajosa, visto os benefícios econômicos e sociais do processamento de óleo de palma derivada principalmente de extração indígena.

Em 2006, o Regulamento Presidencial nº5 determinou a meta de mistura de 5% para a proporção do uso de etanol e biodiesel no consumo nacional de energia até 2025. Em 2008 o mesmo governo determinou a mistura 1% no serviço de transporte público, 3% para as indústrias e 0,1% para o setor de energia elétrica (SILALAH; SIMATUPANG; SIALLAGAN, 2020). Esses valores foram aumentando em etapas, já que a expectativa era que em 2025 fosse atingido 25% do volume total de diesel (INSPIRE, 2020). Somente em março de 2020, foi decretado o aumentando da porcentagem da mistura para 30%, resultando em um biodiesel B30 (composto por 70% de diesel e 30% de óleo vegetal) (INSPIRE, 2020).

Ainda em 2020, o governo planejou aumentar até meados de 2021 a porcentagem de biomassa no diesel em 10%, o que resulta no B40 (composto por 60% de diesel e 30% de biodiesel e 10% de óleo vegetal hidrogenado - HVO). Essa mudança teve por objetivo reduzir as importações de diesel. Todavia, o cenário causado pela pandemia da COVID-19, queda na demanda por diesel e aumento da diferença nos preços do diesel e biodiesel, fez com que as autoridades governamentais postergassem o novo mandato para meados de 2023-2024 (INSPIRE, 2020).

6.2 Descrição dos mecanismos e incentivos governamentais

A indústria de biodiesel da Indonésia é composta por cinco setores. O governo que representa o ministério de energia e recursos minerais, a indústria do biodiesel, as empresas petrolíferas que misturam biodiesel ao diesel e distribuem o óleo aos consumidores, a *Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS)* como gestores de fundos e os consumidores (compostos por consumidores internos e exportadores) (SILALAH; SIMATUPANG; SIALLAGAN, 2020).

Na Indonésia, o subsídio é concedido aos varejistas de combustível, com o intuito de reduzir a diferença de preços entre o biodiesel e o diesel convencional (INSPIRE, 2020). Para garantir a sustentabilidade do desenvolvimento das plantações de palmeiras, principal matéria-prima para biodiesel na Indonésia, o governo estabeleceu uma agência de gestão de fundos de óleo de palma que cobra taxas sobre cada tonelada de óleo de palma exportada por meio da Portaria Presidencial nº. 61/2015 (SILALAH; SIMATUPANG; SIALLAGAN, 2020).

Até meados de 2014, o fundo de subsídio era proveniente do orçamento anual do governo e aprovado pelo Parlamento. A partir de 2015, o subsídio ao biodiesel passou a ser financiado pelo fundo de óleo de palma e o valor varia de acordo com a diferença de preço. O fundo de óleo de palma, que veio da taxa de exportação de óleo de palma bruto, é usado para subsídio de biodiesel, programa de replantio de palmeira e pesquisa e desenvolvimento da produção. Em suma, através do fundo de óleo de palma, o governo promove o subsídio para garantir a diferença de preço entre o biodiesel e o diesel, para que as empresas de comercialização de óleo não tenham perdas devido à mistura de biodiesel (INSPIRE, 2020). Dados do Ministério de Energia e Recursos Minerais (ESDM) mostram que o subsídio ao biodiesel permaneceu alto em janeiro de 2022, chegando a 5.671 Rúpias indonésia (US\$ 0,4) por litro, 29% acima da taxa média de subsídio para 2021 (USDA, 2022).

Uma outra intervenção governamental determina que a indústria de biodiesel seja responsável por fornecer o biodiesel puro (B100) para a principal empresa estatal que controla principalmente a venda de óleo combustível na Indonésia (Pertamina). O pagamento seria efetuado com base no índice de preço do óleo diesel. A diferença entre o preço do índice de mercado do biocombustível e o preço do índice do óleo diesel seria financiado pelos fundos do BPDPKS (SILALAH; SIMATUPANG; SIALLAGAN, 2020). O preço base do biodiesel é regulado pelo índice mensal do mercado de biodiesel divulgado pelo Ministério de Energia e Recursos Minerais.

Em janeiro de 2022, a Indonésia promulgou uma política de Obrigação do Mercado Doméstico (DMO) exigindo que os exportadores de produtos de óleo de palma vendessem 20% de seu volume total de exportação no mercado interno, o objetivo era restringir as exportações de óleo de palma para reforçar a oferta doméstica (USDA, 2022).

A agência que administra o fundo, BPDPKS, relatou receita total de impostos de exportação em 2021 em 71 trilhões de Rúpias Indonésias - IDR (US\$ 4,9 bilhões) e distribuiu 52 trilhões de IDR (US\$ 3,6 bilhões) em subsídios ao biodiesel no mesmo período. Espera-se uma queda no volume de exportação do óleo de palma devido à nova política de Obrigação do Mercado Doméstico (DMO) e conseqüentemente uma queda na disponibilidade de fundos. Apesar da queda esperada, supondo que as taxas de exportação cobradas permaneçam altas no primeiro trimestre de 2022, espera-se que o fundo de subsídio pague um total de US\$ 4,04 bilhões em subsídios ao biodiesel no ano corrente (USDA, 2022).

6.3 Adaptação para a transição energética e tecnológica

A Indonésia está comprometida em reduzir em 29% as emissões de gases de efeito estufa, até 2030, de forma independente e até 38% com cooperação e apoio internacional. Em 2014, o governo revitalizou sua Política Nacional de Energia, que estabeleceu uma meta de não apenas atingir uma eletrificação próxima de 100% até 2020 a partir da taxa atual de 96%, mas também alcançar sua participação de energia renovável na matriz energética nacional para 23% até 2025 (MAHMOODY et al., 2021). Apesar de ter uma meta ambiciosa de energia renovável e ter a disposição fontes abundantes de energia renovável, como energia hidrelétrica, geotérmica, biogás e biomassa, energia solar e até oceânica, os projetos de eletrificação do país ainda são impulsionados principalmente por usinas de carvão. A disparidade de acesso e qualidade de energia também são proeminentes, especialmente entre as principais ilhas da Indonésia na parte ocidental versus as ilhas rurais do leste. Algumas das principais ilhas com alto produto interno bruto (PIB), como Java, Bali e Sumatra, são superabastecidas de energia, enquanto as áreas rurais são privadas dessas necessidades básicas (MAHMOODY et al., 2021).

Além disso, a falta de transparência e disponibilidade de dados de boa qualidade para garantir um planejamento e monitoramento robustos são desafios ainda maiores a serem superados. Apesar dos desafios, os governos nacionais e subnacionais estão se esforçando para garantir a transição energética. Desde 2014, o *Indonesian Minister of Energy and Mineral Resources* estabeleceu vários regulamentos

e políticas sobre a implementação de energias renováveis, com especial ênfase na tarifa para tornar as energias renováveis mais competitivas em relação ao combustível fóssil. A política empreendida pelo governo da Indonésia no desenvolvimento de usinas de energia renovável é realizada em aspectos comerciais e não comerciais (MAHMOODY et al., 2021).

O Plano Geral de Energia Nacional (*Rencana Umum Energi Nasional / RUEN*) tem metas de utilização anual de usinas de bioenergia, bem como uma meta de 5,5 GW em 2025. Até o momento, o Programa conseguiu desenvolver 1.896,5 MW de energia elétrica a partir de usinas de bioenergia, sendo 210,32 MW on-grid e 1686,18 off-grid. O programa envolve usina de biomassa, usina de biogás, usina de resíduos sólidos urbanos (RSU) e usina à base de óleo de palma bruto (CPO) (MAHMOODY et al., 2021).

A política na indústria inclui o desenvolvimento da indústria verde que implementa economia de energia e tecnologia ecologicamente correta, conforme estipulado no *National Industry Development Master Plan (RIPIN)*. A política de transporte inclui o desenvolvimento do transporte público, como o *Mass Rapid Transit (MRT)*, o *Light Rapid Transit (LRT)* e o *Bus Rapid Transit (BRT)*. Além disso, a utilização de biocombustíveis e o desenvolvimento de carros movidos a eletricidade e gás também fazem parte da política energética no transporte (NASIONAL, 2019).

As famílias nas áreas rurais são orientadas a usar o biogás do esterco de gado para cozinhar. O gás da cidade foi desenvolvido em várias cidades da Indonésia com grande potencial. Programas de conservação e eficiência energética no setor comercial, especialmente na construção e certificação de edifícios verdes, são promovidos conforme estipulado no *National Energy Conservation Master Plan (RIKEN)* (NASIONAL, 2019).

7. Considerações Finais

Esse estudo de *benchmarking* procurou descrever o histórico do mercado de biodiesel, os mecanismos e incentivos governamentais assim como trazer um panorama de como os países estão se adaptando para a transição energética e tecnológica. Os países selecionados, importantes *players* no mercado de biodiesel, foram a Alemanha, Estados Unidos, Argentina e Indonésia. A metodologia adotada foi um estudo de caso descritivo através de uma extensa busca na literatura relevante e análise de documentos oficiais e de organizações privadas.

As políticas de biodiesel são significativamente influenciadas pela produção de energia, necessidades energéticas, disponibilidade de matéria-prima, questões ambientais e estrutura tributária de uma nação, que por sua vez são influenciadas pelas situações políticas domésticas e diplomáticas e pela situação econômica do país. Os dois principais países produtores de biodiesel, Alemanha e Estados Unidos, vêm cortando os subsídios governamentais e isenções fiscais para fabricantes e usuários de biodiesel desde 2008 (outros grandes países produtores como França e Itália, também estão seguindo os mesmos passos). Atualmente, sem essas assistências, o biodiesel não é competitivo o suficiente para aumentar a participação de mercado sobre a gasolina ou o diesel comum (INSPIRE, 2020).

No entanto, o preço do biodiesel vem se tornando mais competitivo devido à ampliação das fontes de matéria-prima e ao avanço da tecnologia de produção. Várias fontes de matéria-prima estão sendo desenvolvidas e utilizadas dependendo das características regionais e atividades econômicas. Óleos vegetais como colza, canola, pinhão-manso, soja e óleo de palma são comprovadamente eficientes. Os óleos usados também vem sendo amplamente utilizados. As algas são outra fonte promissora de matéria-prima para o biodiesel (UFOP, 2022).

Para os próximos anos, espera-se que o consumo global de biocombustíveis continue a aumentar, principalmente nos países em desenvolvimento, em grande parte impulsionado por metas de mistura mais altas. Nos países desenvolvidos, a expansão dos biocombustíveis será limitada devido à diminuição da demanda total de combustível e à redução dos incentivos políticos. Os preços mundiais dos biocombustíveis estão intimamente ligados à evolução dos preços das matérias-primas, preços do petróleo bruto e custos de distribuição, bem como as políticas de biocombustíveis. Espera-se que os preços internacionais dos biocombustíveis aumentem ao longo do período de previsão em termos nominais, mas permaneçam praticamente inalterados em termos reais (FAO, 2020).

Por fim, abaixo é apresentado uma tabela comparativa com 7 parâmetros relevantes levantados nesse estudo e que dão uma panorama de como se comportam os países analisados em relação à indústria do biodiesel. Os temas comparados foram matéria-prima, mistura com diesel tradicional, políticas fiscais adotadas e ações para a transição energética.

Tabela 7.1: Tabela comparativa entre os países selecionados

Parâmetro Comparativo	Alemanha	Estados Unidos	Argentina	Indonésia
1. Mono-matéria prima?	Não	Não	Não	Sim
2. Principal matéria-prima	Colza	Soja	Soja	Palma
3. Mistura obrigatória?	Sim	Sim	Sim	Sim
4. Percentual de mistura	6%	Variável	7,5% - 12,5%	30%
5. Principais incentivos governamentais adotados na produção do biodiesel	Incentivo em tecnologia para os biocombustíveis avançados e de segunda geração	Isenção tributária, crédito e subsídio	Tarifas	Subsídio direto
6. Etapas da cadeia produtiva que os incentivos são aplicados	Produção	Todas	Produção e Distribuição	Varejistas
7. Foram implementadas medidas recentes em resposta à crise climática e transição para produção sustentável?	Sim	Sim	Não	Sim

Fonte: Elaboração própria.

Referências Bibliográficas

- FAO, O. Agricultural outlook 2020-2029. 2020. Acessado em: 2022-08-24. Citado na página 33.
- FONSECA, M. B. et al. Impacts of the eu biofuel target on agricultural markets and land use: a comparative modelling assessment. *Report no JRC*, v. 58484, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 9.
- IEA. *Energy policy review*. 2020. Acessado em: 2022-06-28. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/60434f12-7891-4469-b3e4-1e82ff898212/Germany_2020_Energy_Policy_Review.pdf>. Citado na página 29.
- IEA, B. Implementation of bioenergy in germany – 2021. Statistical yearbook. World food and agriculture - FAO, 2021. Acessado em: 2022-08-24. Disponível em: <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2021/11/CountryReport2021_Germany_final.pdf>. Citado 5 vezes nas páginas 5, 6, 8, 9 e 12.
- INSPIRE, S. Biodiesel policies and markets: success stories around the world. 2020. Acessado em: 2022-08-24. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/abastece-brasil/subcomites/SGSINSPIREABICOMProjectBiodieselPoliciesandMarketsV2.pdf>>. Citado 8 vezes nas páginas 9, 10, 11, 12, 13, 29, 30 e 33.
- JOO, H.; KUMAR, A. *World biodiesel policies and production*. [S.l.]: CRC Press, 2019. Citado na página 10.
- KEESLER, D.; ALMASSIO, N. D.; BLANCO, G. Análisis comparativo de costos para la transición energética en la argentina. *Universidad Nacional del Centro - Periodistas por el Planeta*, 2020. Citado na página 27.
- MAHMOODY, F. et al. A brief summary of good practices and challenges on renewable energy development. in afghanistan, indonesia, madagascar and nepal. 2021. Acessado em: 2022-08-24. Disponível em: <<https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-brief-summary-sstc-renewable-energy-1.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 32.
- MONCADA, J. et al. Exploring path dependence, policy interactions, and actor behavior in the german biodiesel supply chain. *Applied energy*, Elsevier, v. 195, p. 370–381, 2017. Citado na página 11.
- NAGEL, M. El sector biodiesel en argentina: Una visión integral de su desarrollo. *XIV Jornadas de la investigación de la FCE*, 2020. Citado 5 vezes nas páginas 5, 23, 24, 25 e 27.
- NACIONAL, T. S. J. D. E. Indonesia energy out look 2019. *J. Chem. Inf. Model*, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2019. Citado na página 32.
- NAYLOR, R. L.; HIGGINS, M. M. The political economy of biodiesel in an era of low oil prices. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 77, p. 695–705, 2017. Citado 4 vezes nas páginas 14, 19, 25 e 26.

PINTO, A. C. et al. Biodiesel: an overview. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, SciELO Brasil, v. 16, p. 1313–1330, 2005. Citado na página 8.

PRINZ, N.; WILHARM, T. Biodiesel quality in germany. results of sampling operation of manufacturer and storage operator of agqm. 2013. Acessado em: 2022-08-24. Disponível em: <https://www.agqm-biodiesel.de/application/files/7615/2205/3563/Qualitaetsbericht_2013_eng.pdf>. Citado na página 5.

SILALAH, F. T. R.; SIMATUPANG, T. M.; SIALLAGAN, M. P. Biodiesel produced from palm oil in indonesia: Current status and opportunities. *AIMS Energy*, AIMS Press, v. 8, n. 1, p. 81–101, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.

UFOP. Report on global market supply 2020/2021. 2022. Acessado em: 2022-08-24. Disponível em: <https://www.ufop.de/files/7216/1649/5848/UFOP_SupplyReport_2020-2021__120321.pdf>. Citado 5 vezes nas páginas 6, 8, 9, 33 e 37.

USDA. Biofuels annual in argentina – 2021. 2021. Acessado em: 2022-08-25. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/argentina-biofuels-annual-6>>. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.

USDA. Biofuels annual – indonesia. 2021. Acessado em: 2022-08-24. Citado na página 29.

USDA. Oilseeds and products update – indonesia. 2022. 2022. Acessado em: 2022-08-24. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.

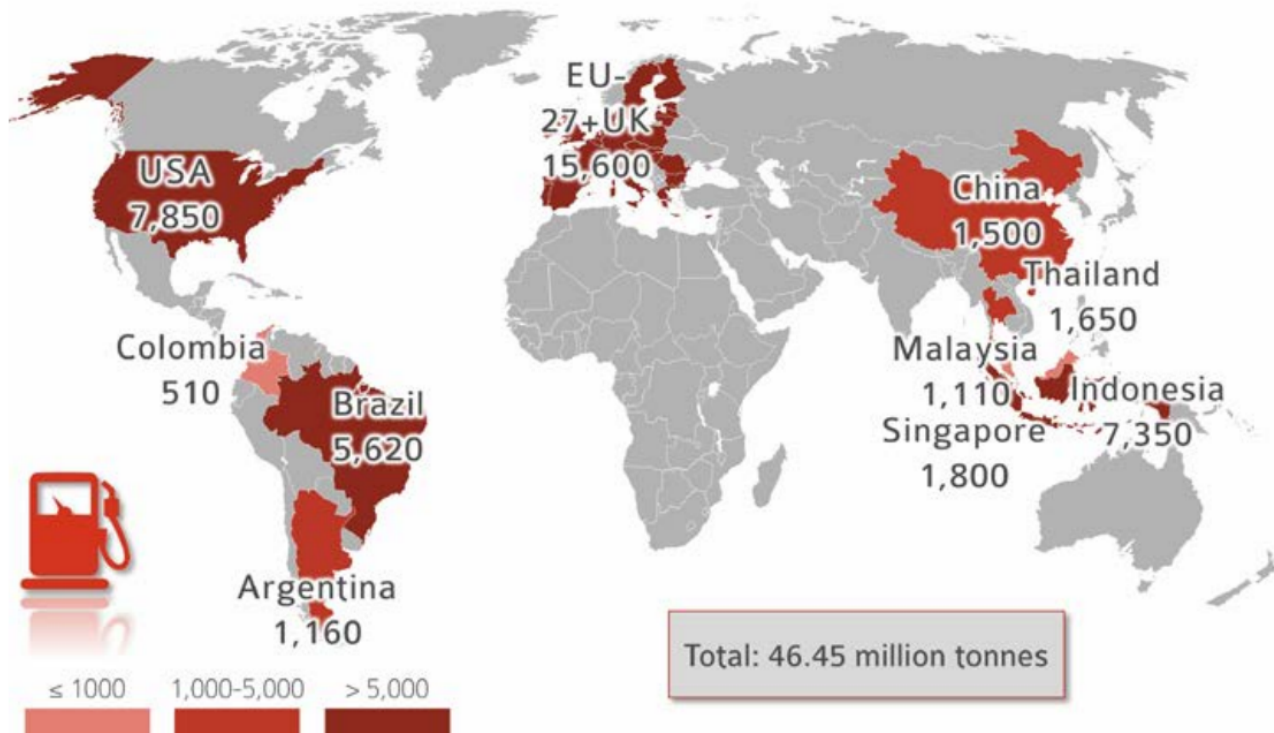
VDB, V. D. D. B. Rekordjahr für klimaschutz durch biokraftstoffe, aber ausblick ungewiss. 2021. Acessado em: 2022-08-24. Citado na página 8.

WASSNER, D.; CIANI, M. 12 años de biodiesel en argentina. reflexiones de una historia agitada. 2019. Citado 4 vezes nas páginas 22, 23, 25 e 27.

YIN, R. K. *Case study research: Design and methods*. California: Thousand Oaks: [s.n.], 2003. Citado na página 7.

Anexo I

Figura 1: Produção mundial de biodiesel em 2020 - 1000 toneladas



Fonte: Extraído de UFOP (2022).

Evidência Express

EVEX **ENAP**