



**Atlas dos
biocombustíveis
líquidos
2022 - 2023**

Atlas dos biocombustíveis líquidos

2022-2023

Autores: Agustín Torroba
Ricardo Orozco

São José, Costa Rica

2023



Instituto Interamericano de Cooperación para a Agricultura (IICA), 2023



Atlas dos biocombustíveis líquidos 2022-2023
por IICA, encontra-se publicado sob
Licença Creative Commons Atribuição-Compartilha
igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO)
(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)
Criado a partir da obra em www.iica.int

O Instituto incentiva o uso correto deste documento. Solicita-se que seja devidamente citado quando pertinente.

Esta publicação também está disponível em formato eletrônico (PDF) no website institucional em <http://www.iica.int>.

Coordenação editorial: Agustín Torroba

Tradução: Henrique de Lima

Diagramação: Santiago Bastidas

Design da capa: Santiago Bastidas

Atlas dos biocombustíveis líquidos 2022-2023/Agustin Torroba; e Ricardo Orozco- São José, C.R.: IICA, 2023.

15 p; 21 x 16 cm.

ISBN: 978-92-9273-093-2

1. Biocarburante 2. Biodiesel 3. Aviação agrícola
4. Bioetanol 5. Biocombustíveis 6. Combustíveis sustentáveis de aviação 7. Óleos vegetais hidrotratados I. IICA

II. TÍTULO

As ideias, as formas de expressão e os posicionamentos deste documento são próprios do autor (ou autores), de modo que não necessariamente representam a opinião do IICA nem juízo algum de sua parte sobre as situações ou condições propostas.

São José, Costa Rica

2023

Sumário

1. Introdução	6
2. Produção	9
3. Consumo	13
4. Mandatos de biocombustíveis.....	17
5. Comércio exterior	21
6. Matérias primas	24
Anexo I. Produção de biocombustíveis (em milhares de m ³).	26
Anexo II. Consumo de biocombustíveis (em milhares de m ³).	26
Anexo III. Mandatos de biodiesel e bioetanol por país, volume por volume (salvo esclarecimentos) em 2022.....	27

Índice de figuras

Figura 1. Evolução da produção e do consumo de biocombustíveis líquidos (em milhares de m ³). 6	6
Figura 2. Evolução da produção de combustíveis sustentáveis de aviação (em milhares de m ³). 7	7
Figura 3. Variação interanual percentual, tendência e produção total (em milhares de m ³) de biocombustíveis líquidos no mundo..... 9	9
Figura 4. Distribuição percentual da produção de biocombustíveis líquidos no mundo em 2022. 9	9
Figura 5. Variação interanual percentual, tendência e produção total (em milhares de m ³) de biodiesel (FAME e HVO) no mundo. 10	10
Figura 6. Distribuição percentual da produção de biodiesel no mundo em 2022..... 10	10
Figura 7. Variação interanual percentual, tendência e produção total (em milhares de m ³) de bioetanol no mundo. 11	11
Figura 8. Distribuição percentual da produção de bioetanol no mundo em 2022. 11	11
Figura 9. Variação interanual percentual, tendência e consumo total (em milhares de m ³) de biocombustíveis líquidos no mundo..... 13	13
Figura 10. Distribuição percentual do consumo de biocombustíveis líquidos no mundo em 2022. 13	13
Figura 11. Variação interanual percentual, tendência e consumo total (em milhares de m ³) de biodiesel (FAME e HVO) no mundo. 14	14
Figura 12. Distribuição percentual do consumo de biodiesel no mundo em 2022. 14	14
Figura 13. Variação interanual percentual, tendência e consumo total (em milhares de m ³) de bioetanol no mundo. 15	15
Figura 14. Distribuição percentual do consumo de bioetanol no mundo em 2022..... 15	15
Figura 15. Mandatos diretos e indiretos de uso de bioetanol na gasolina em 2022. 18	18
Figura 16. Mandatos diretos e indiretos de uso de biodiesel no diesel fóssil em 2022. 19	19
Figura 17. Participação do mercado nas exportações mundiais de biodiesel em 2022. 21	21
Figura 18. Participação do mercado nas importações mundiais de biodiesel em 2022. 21	21
Figura 19. Participação do mercado nas exportações mundiais de bioetanol em 2022. 22	22
Figura 20. Participação do mercado nas importações mundiais de bioetanol em 2022..... 22	22
Figura 21. Produção de bioetanol por tipo de matéria-prima utilizada em 2022. 24	24
Figura 22. Percentagem da produção mundial de milho e cana-de-açúcar destinada à elaboração de bioetanol..... 24	24
Figura 23. Produção de biodiesel por tipo de matéria-prima utilizada em 2022..... 25	25
Figura 24. Percentagem da produção mundial de óleo de palma, soja e colza destinado à produção de biodiesel. 25	25

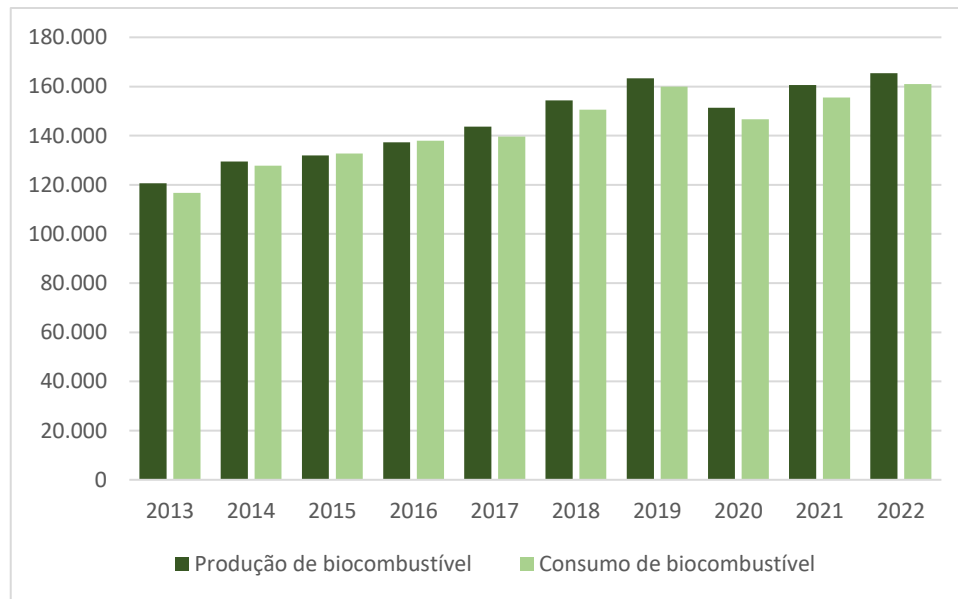


INTRODUÇÃO

1. Introdução

Em 2022 a produção e o consumo de biocombustíveis líquidos mostraram um aumento de 3% em relação a 2021. Na última década, os índices de crescimento do consumo e da produção de biocombustíveis foram de 37% e 38%, respectivamente.

Figura 1. Evolução da produção e do consumo de biocombustíveis líquidos (em milhares de m³).



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; OIA, 2023; e USDA, 2023a.

Os tradicionais mandatos de misturas de biocombustíveis continuam promovendo a sua produção e consumo no mundo. Neste sentido, a Índia se destaca, cujo consumo de bioetanol foi aumentando ano a ano.

Além das tradicionais políticas de mandatos de uso de biocombustíveis, estão sendo estabelecidos novos esquemas de regulamentação, entre eles, os padrões de combustível de baixo carbono (LCFS), mecanismos direcionados a descarbonizar o setor do transporte mediante incentivos, com uma visão agnóstica sob o ponto de vista tecnológico. Um de seus precursores foi a Califórnia, entre outros estados dos EUA e o Canadá.

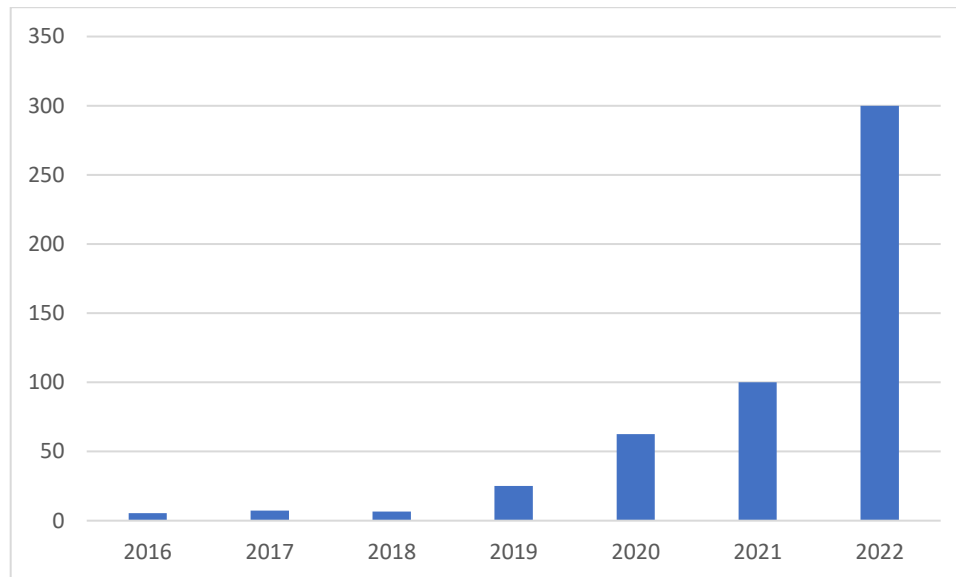
Entre os diversos tipos de biocombustíveis líquidos se destaca o bioetanol, que constitui o de maior produção (65% do total), com um uso crescente do milho como matéria-prima nos últimos 15 anos, além da cana-de-açúcar, proveniente de uma importante tradição produtiva, promovida especialmente pelo Brasil ao longo de várias décadas.

Nos últimos 20 anos, a produção e o consumo de biodiesel, um biocombustível gerado pela transesterificação, principalmente de óleo de palma, soja e colza com um álcool, mostra uma taxa de crescimento superior à do bioetanol, embora parta de uma base muito menor. Essa produção é conhecida como FAME, do inglês *fatty acid methyl ester* (éster metílico de ácido graxo). A esse processo produtivo tem se somado a produção de biodiesel a partir do óleo vegetal hidrotratado,

comumente conhecido como HVO (*hydrotreated vegetable oil*). Na última década, a produção de HVO aumentou 445%, para substituir o diesel, e já representa 24% do biodiesel total produzido.

Além disso, começaram a surgir biocombustíveis líquidos para a navegação, ainda em estado muito incipiente, bem como para a aviação. Em 2007, o *biojet* mostrou seus primeiros consumos regulares (van Dyk e Saddler, 2021); apresentando, em 2022, um crescimento de produção de 200% em relação a 2021. Além disso, diversos Estados começaram a aplicar políticas públicas para promover o uso de combustíveis sustentáveis de aviação¹.

Figura 2. Evolução da produção de combustíveis sustentáveis de aviação (em milhares de m³).



Nota: Os dados sobre 2021 representam uma estimativa.

Fonte: Elaborado com base em IATA (2023) e Torroba (2023).

Atualmente, o uso dos biocombustíveis líquidos continua a se consolidar, graças a uma transição mais limpa por um paradigma de mobilidade baseado na combustão interna. Enquanto novos paradigmas de mobilidade (eletromobilidade, propulsão por hidrogênio etc.) começam a desenvolver, cujo tempo de massificação é considerável, os biocombustíveis constituem uma alternativa ambientalmente mais sustentável do que os combustíveis fósseis e de disponibilidade imediata, que não precisa de grandes mudanças técnicas nos veículos.

Neste documento são fornecidas informações estatísticas sobre as principais variáveis (consumo, produção, comércio exterior e uso de matérias-primas) e o estado atual das políticas públicas com respeito aos mandatos em termos de biocombustíveis líquidos.

¹ Na indústria da aviação se emprega “combustíveis sustentáveis de aviação” como termo genérico para se referir a um conjunto de combustíveis, dentre os quais o *biojet*, ou biocombustível de aviação, é o único que se produz atualmente.



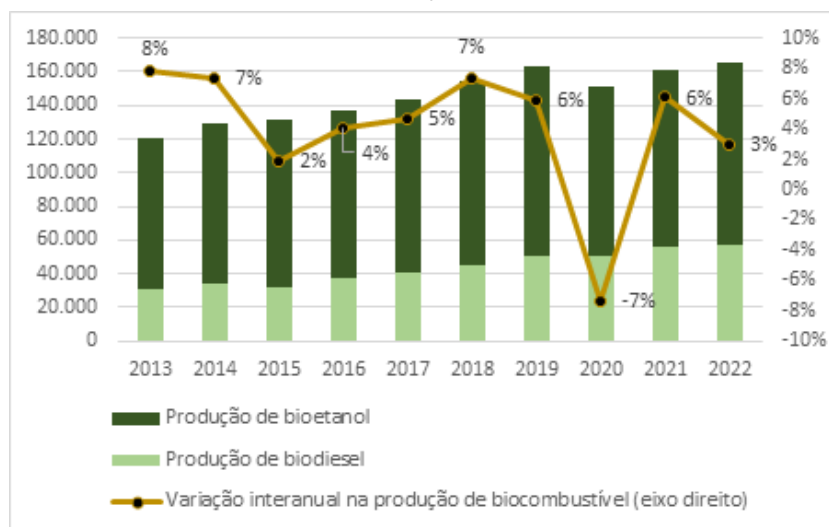
2

PRODUÇÃO

2. Produção

Na última década (2013-2022), a produção mundial de biocombustíveis líquidos mostrou um crescimento acumulado de 37%. Nesse mesmo período, a taxa de variação interanual oscilou entre -7% e 8%, com uma clara tendência de alta, com exceção de 2020, quando essa caiu para 151.377.000 m³, devido aos efeitos da crise sanitária global. Em 2022, após experimentar uma recuperação de 6% em 2021, em relação à conjuntura anterior, os volumes internacionais de produção mostraram um crescimento interanual de 3%, situando-se em torno de 165.300.000 m³.

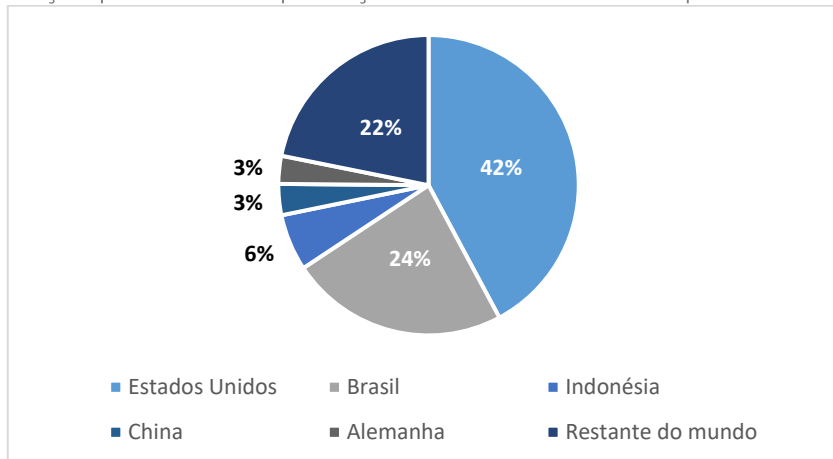
Figura 3. Variação interanual percentual, tendência e produção total (em milhares de m³) de biocombustíveis líquidos no mundo.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; OIA, 2023; e USDA, 2023a.

Os cinco principais produtores de biocombustíveis líquidos são: Estados Unidos (42%), Brasil (24%), Indonésia (6%), China (3%) e Alemanha (3%). Os outros 22% da produção são distribuídos entre os demais países do mundo, com uma participação destacada da França, Índia, Tailândia, Argentina, Países Baixos, Espanha e Canadá.

Figura 4. Distribuição percentual da produção de biocombustíveis líquidos no mundo em 2022.

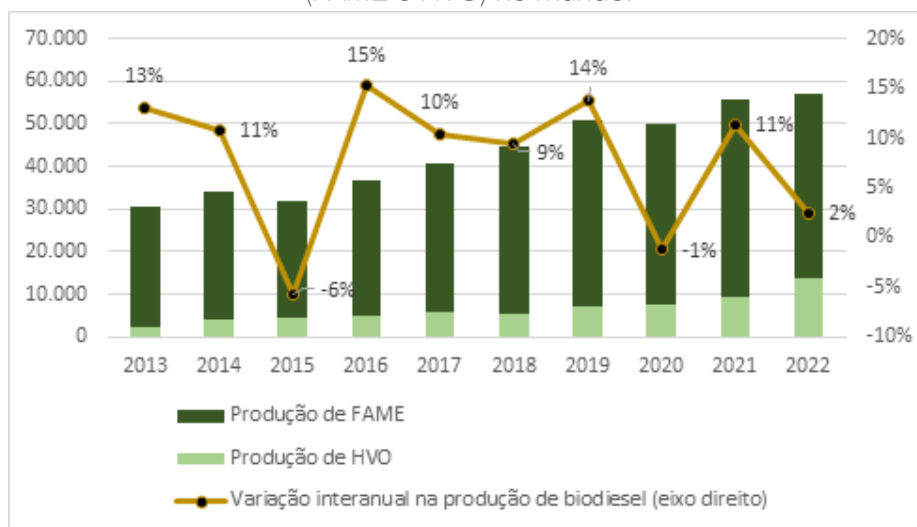


Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; OIA, 2023; e USDA, 2023a.

Na última década (2013-2023), a produção mundial de biodiesel mostrou um crescimento acumulado de 87%. A taxa de variação interanual se situou entre -6% e 15%, com uma clara tendência de alta, que em 2021 alcançou 55.784.000 m³. Em 2022, a produção mostrou um aumento interanual de 2%, que superou pela primeira vez os 57.000.000 m³.

Nos últimos 10 anos a produção de HVO mostrou um aumento de cerca de 445%. A variação interanual do último ano foi de 44,5%, alcançando quase 13.620.000 m³. No caso do FAME, na última década o aumento foi de 55%, com uma produção em 2022 que diminuiu de 46.359.000 m³ para 43.537.000 m³.

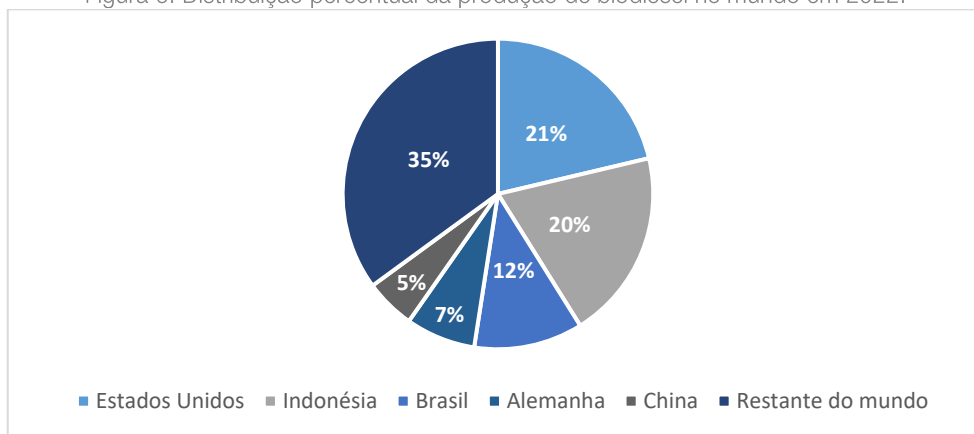
Figura 5. Variação interanual percentual, tendência e produção total (em milhares de m³) de biodiesel (FAME e HVO) no mundo.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; e USDA, 2023a.

Os cinco principais produtores de biodiesel no mundo são: Estados Unidos (21%), Indonésia (20%), Brasil (12%), Alemanha (7%) e China (5%). Os outros 35% da produção são distribuídos entre o restante de países do mundo, com uma participação destacada dos Países Baixos, Argentina, França, Espanha, China, Tailândia e Singapura.

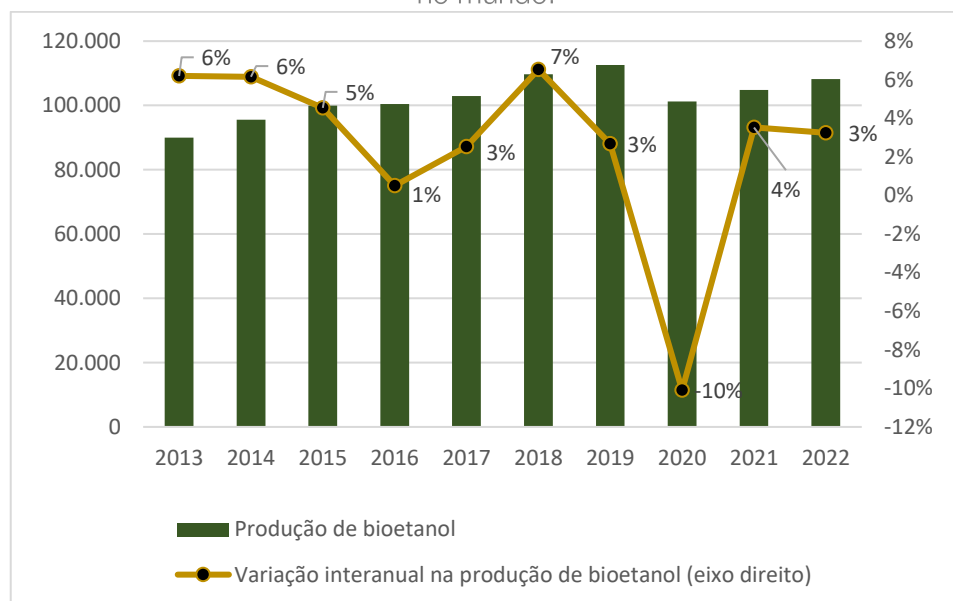
Figura 6. Distribuição percentual da produção de biodiesel no mundo em 2022.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; e USDA, 2023a.

Na última década (2013-2022), a produção mundial de bioetanol mostrou um crescimento acumulado de 20%. A taxa de variação interanual oscilou entre -10% e 7%, com uma clara tendência crescente na produção, com exceção de 2020, quando essa caiu para 101.249.000 m³, a raiz da crise sanitária global. Após se recuperar novamente, em 2021, a produção de bioetanol mostrou um aumento interanual de 3% em relação ao ano anterior, situando-se acima de 108.200.000 m³.

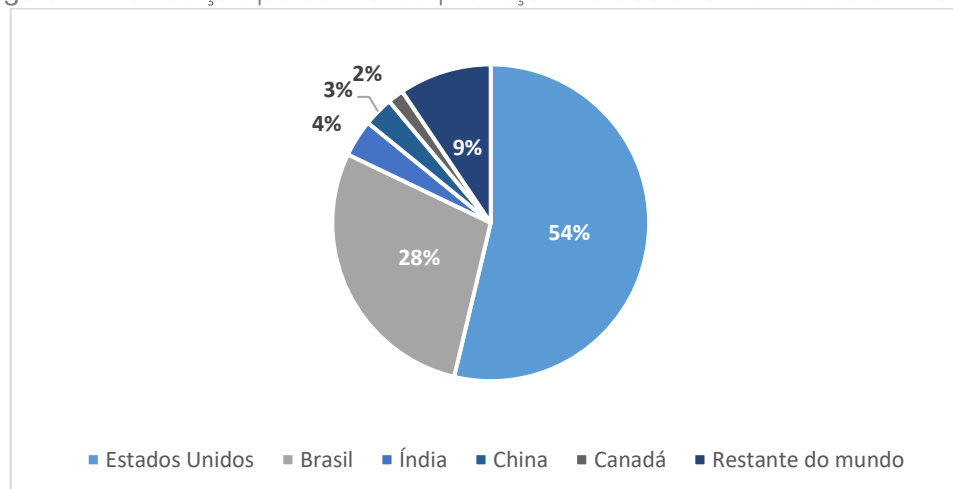
Figura 7. Variação interanual percentual, tendência e produção total (em milhares de m³) de bioetanol no mundo.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; OIA, 2023; e USDA, 2023a.

Os cinco principais produtores de bioetanol são: Estados Unidos (54%), Brasil (28%), Índia (4%), China (3%) e Canadá (2%). Os outros 9% da produção são distribuídos entre os demais países do mundo, com uma participação destacada da Tailândia, Argentina, Alemanha e França.

Figura 8. Distribuição percentual da produção de bioetanol no mundo em 2022.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; OIA, 2023; e USDA, 2023a.

NATURAL 95

bio
DIESEL

Bezolovnatý automobilový benzín
Super BA - 95
Vyrobení vyhovuje ČSN EN 228

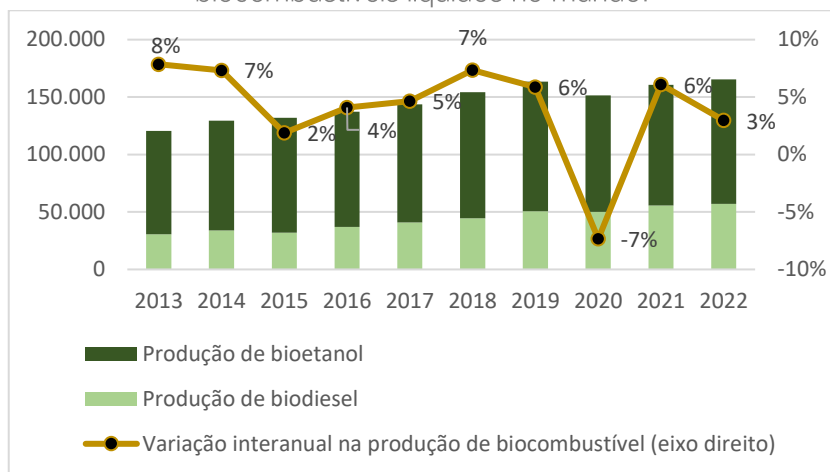
CONSUMO

3

3. Consumo

Na última década (2013-2022), o consumo mundial de biocombustíveis líquidos teve um crescimento acumulado de 38%, com uma taxa de variação interanual que oscilou entre -8% e 9%. Após uma queda em 2020, como resultado da crise sanitária global, os volumes de biocombustíveis consumidos cresceram novamente em 2021 e 2022. Nesse último ano, o crescimento interanual situou-se em 4%, sendo o consumo internacional de biocombustíveis de pouco mais de 161.000.000 m³.

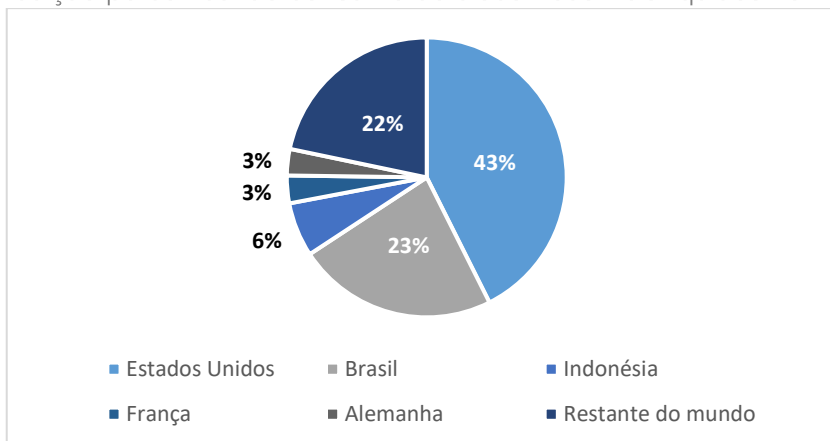
Figura 9. Variação interanual percentual, tendência e consumo total (em milhares de m³) de biocombustíveis líquidos no mundo.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; OIA, 2023; e USDA, 2023a.

O consumo de biocombustíveis líquidos se concentra significativamente em dois países: Estados Unidos (43% do total) e Brasil (23% do total). Seguidos pela Indonésia (6%), França (3%) e Alemanha (3%). Os outros 22% são distribuídos entre os demais países do mundo, com uma participação importante do Canadá, Índia, Tailândia, China, Reino Unido, Espanha, Argentina e Suécia.

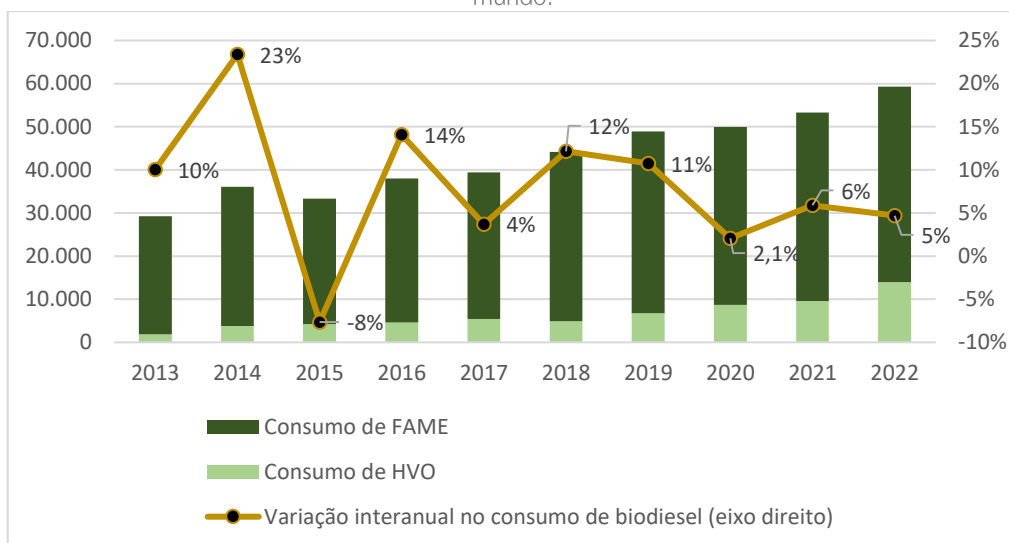
Figura 10. Distribuição percentual do consumo de biocombustíveis líquidos no mundo em 2022.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; OIA, 2023; e USDA, 2023a.

Além disso, na última década (2013-2022), o consumo mundial de biodiesel mostrou um crescimento acumulado de 89%, com uma taxa de variação interanual que oscilou entre -8% e 23%, que, em 2022, superou 55.367.000 m³. Quanto ao consumo de HVO, nos últimos 10 anos ele aumentou 646%, enquanto, em 2022, apresentou um crescimento de 46,2%.

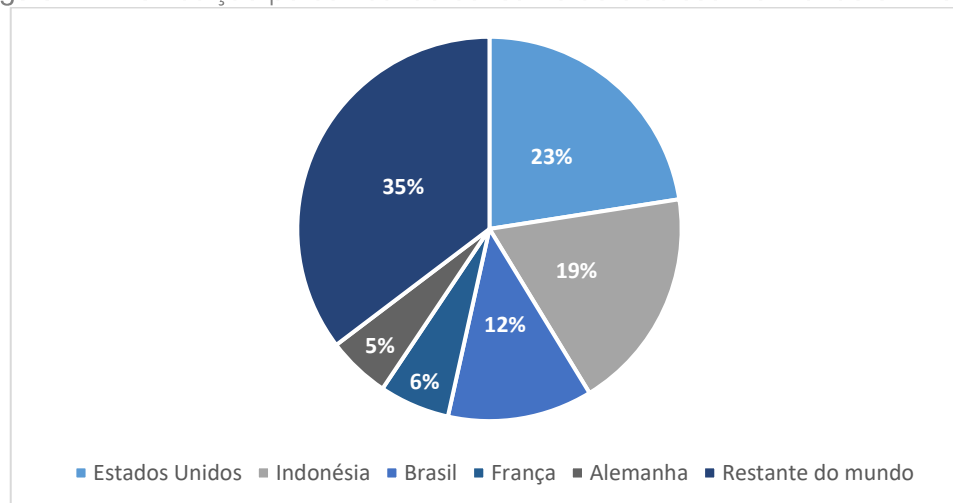
Figura 11. Variação interanual percentual, tendência e consumo total (em milhares de m³) de biodiesel (FAME e HVO) no mundo.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022.

O consumo de biodiesel apresenta uma participação relativamente menos concentrada, em comparação com o do bioetanol: Estados Unidos, Indonésia, Brasil, França e Alemanha consomem 23%, 19%, 12%, 6% e 5% do total mundial, respectivamente. Os outros 35% são distribuídos entre os demais países do mundo, com uma participação importante da Espanha, Suécia, Tailândia, Reino Unido e Itália.

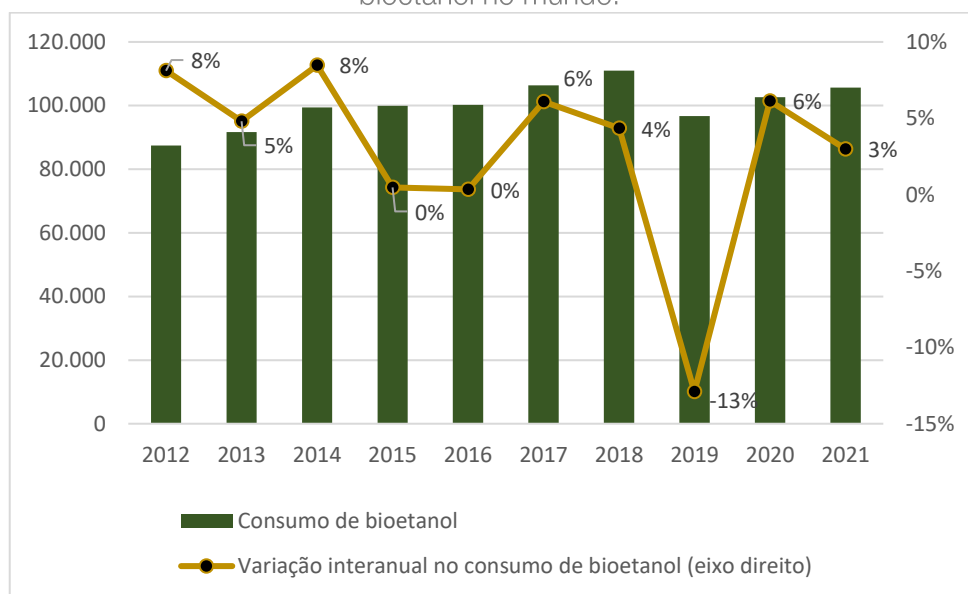
Figura 12. Distribuição percentual do consumo de biodiesel no mundo em 2022.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022.

Nos últimos dez anos (2012-2022), o consumo mundial de bioetanol mostrou um crescimento acumulado de 21%, com uma taxa de variação interanual entre -13% e 8%. Em 2022, a variação interanual em relação a 2021 foi de 3% e se aproximou de 105.642.000 m³.

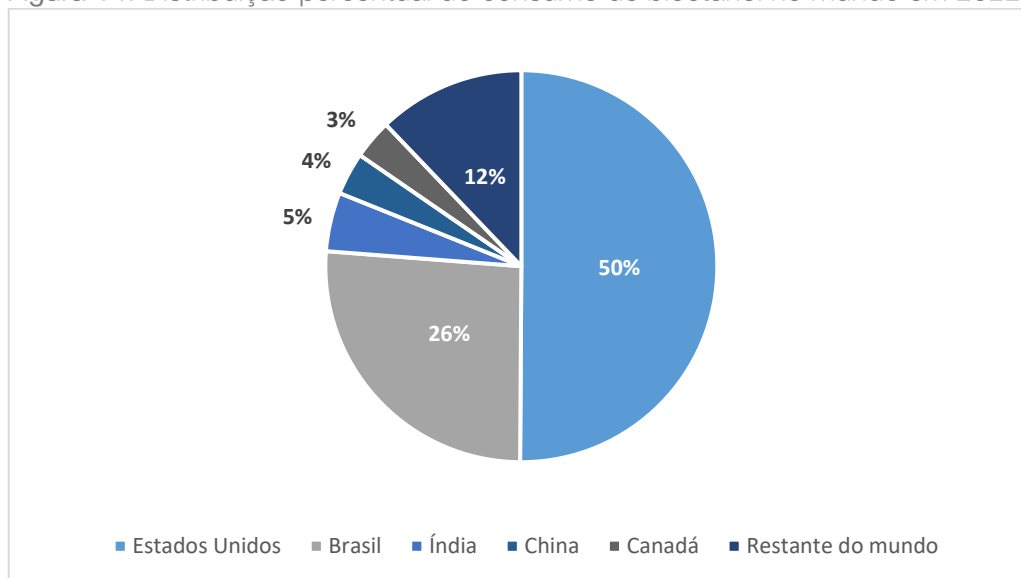
Figura 13. Variação interanual percentual, tendência e consumo total (em milhares de m³) de bioetanol no mundo.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; OIA, 2023; e USDA, 2023a.

O consumo de bioetanol se concentra principalmente nos Estados Unidos, com 50% do total; e no Brasil, com 26%. Seguidos pela Índia (5%), China (4%) e Canadá (3%). Os outros 12% são distribuídos entre os demais países do mundo, com uma participação destacada da Tailândia, Alemanha, França, Reino Unido, Japão e Argentina.

Figura 14. Distribuição percentual do consumo de bioetanol no mundo em 2022.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; OIA, 2023; e USDA, 2023a.



4

**MANDATOS DE
BIOCOMBUSTÍVEIS**

4. Mandatos de biocombustíveis

De acordo com Torroba (2021), a obrigação de misturar biocombustíveis com combustíveis fósseis é cumprida por meio de diferentes mecanismos. O mais divulgado é o “mandato de mistura obrigatória” de bioetanol com gasolinas e de biodiesel com diesel fóssil. Essas misturas costumam ser expressas em unidades volumétricas (misturas volume/volume) ou como unidades energéticas (misturas de energia/energia).

A obrigatoriedade de usar biocombustíveis também é estabelecida mediante “mandatos gerais” de mistura de biocombustíveis com combustíveis fósseis. Essas obrigações são cumpridas de forma agregada, independentemente do tipo de biocombustível utilizado.

Um mecanismo adicional consiste em fixar metas de redução de gases de efeito estufa (GEE) e, de forma associada, promover o uso de biocombustíveis para cumpri-las. Os LCFS se incluem nesse tipo de mecanismos, em cuja aplicação, conforme já mencionado, destaca-se o estado da Califórnia.

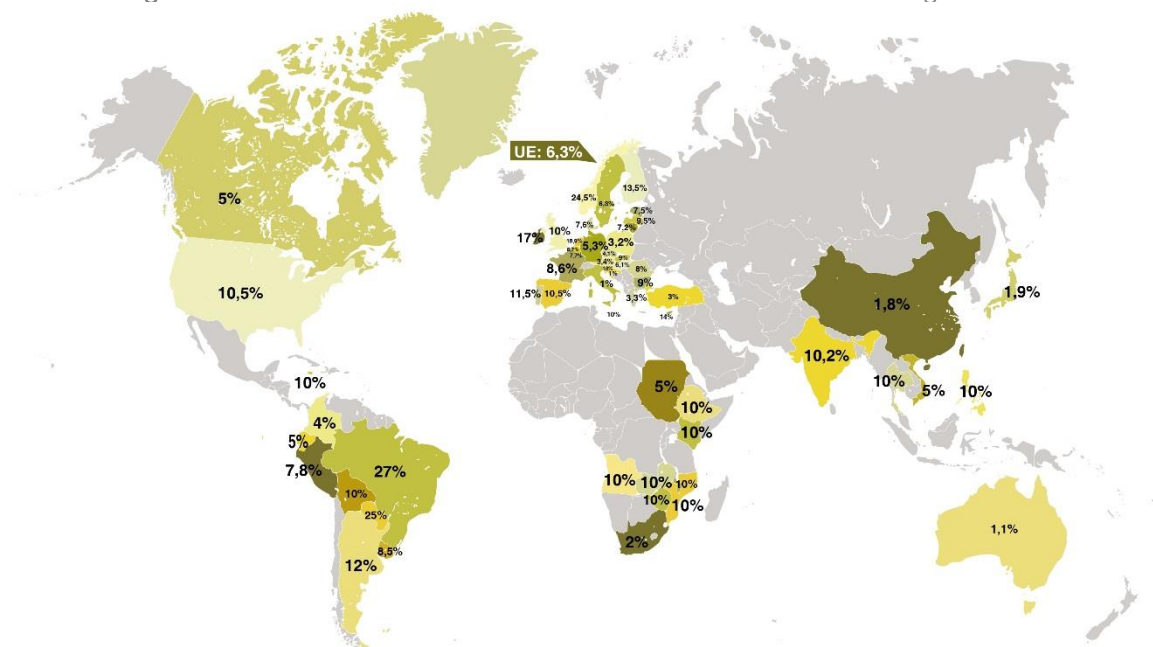
Foram contabilizados 58 países com obrigações de uso de bioetanol² estabelecidas por meio desses três mecanismos. O Brasil se destaca nos “mandatos de mistura obrigatória”, com a aplicação de 27% de bioetanol em gasolinas. O segundo lugar é ocupado pelo Paraguai, com um mandato obrigatório de 25%³. No terceiro lugar, encontra-se a Argentina, com uma mistura de 12%, seguida por uma longa lista de países com um mandato obrigatório de 10%, que é o mais utilizado no mundo. Um caso interessante a destacar é o da Índia, país que recentemente começou a misturar bioetanol e, em 2022, alcançou uma mistura média de 10,4% e tem como meta ampliá-la para 20% em 2025.

Fora dos “mandatos de mistura obrigatória” de bioetanol se destacam a Noruega (24,5%), os Países Baixos (18,9%) e a Finlândia (13,5%) com “mandatos gerais”, que na prática nem sempre são cumpridos, uma vez que são de aplicação agregada para todo o transporte terrestre.

² São excluídos da contagem países com níveis de 0%, que não utilizam o bioetanol ou países que, apesar de ter mandatos, os descumprem. Incluem-se países onde, em 2021, foram suspensos temporariamente os mandatos por causa da conjuntura sanitária e geopolítica, mas que, de qualquer forma, utilizaram o bioetanol.

³ No Paraguai se aplicam as seguintes especificações de qualidade nas naftas (gasolinas) e suas misturas com bioetanol:

- a) Nafta RON 85, RON 90 e RON 95: de 24% a 27% de álcool anidro (em conformidade com a Resolução n.º 385/2018).
- b) Nafta RON 97: 10% de álcool anidro (segundo a Resolução n.º 770/2017).
- c) Nafta E85: 85% de álcool anidro (de acordo com o Decreto n.º 4652/15).
- d) Álcool carburante: 100% de álcool hidratado.

Figura 15. Mandatos diretos e indiretos de uso de bioetanol na gasolina⁴ em 2022.

Nota: Mandatos obrigatórios e gerais e uso médio de biocombustíveis em países com metas de redução de GEE. Nos países com mandatos subnacionais, toma-se como referência a mistura (v/v) com gasolina efetiva no plano nacional. São excluídas as misturas voluntárias ou os níveis de mandatos que partem de 0% e, na prática, não apresentam consumo de biocombustível. A esse respeito, consulte as informações detalhadas apresentadas no Anexo III.

Fonte: Elaborado com base em Torroba, 2021; OIA, 2023; The Digest's biofuels mandates around the world, 2023; e USDA, 2023a e 2023b.

Além disso, em 2022, foram contabilizados 48 países com obrigação de uso de biodiesel⁵ por meio dos três mecanismos descritos anteriormente.

Entre os países com mecanismos de “mandatos de mistura obrigatória” se destaca a Indonésia, com uma mistura de 35% (em 2022), que o Governo planeja ampliar para 40%. O segundo lugar é ocupado pelo Brasil⁶, com um mandato obrigatório de 12% e, o terceiro, por dois países com mandatos obrigatórios de 10%: Colômbia e Malásia.

Com “misturas gerais” de biodiesel, destacam-se a Noruega (24,5%), os Países Baixos (18,9%) e a Finlândia (13,5%). Outro caso relevante é o da Suécia, que propõe metas significativas de redução de GEE, alcançando uma penetração do biodiesel (com uma alta percentagem de HVO) de 29,79%.

⁴ Para obter mais informações, consulte o Anexo III.

⁵ São excluídos os níveis de 0% e que não utilizam biodiesel.

⁶ No caso do Brasil, o mandato de 12% se tornou efetivo a partir de janeiro de 2021; e, depois de algumas modificações ao longo do ano, foi implementado novamente em setembro.



5

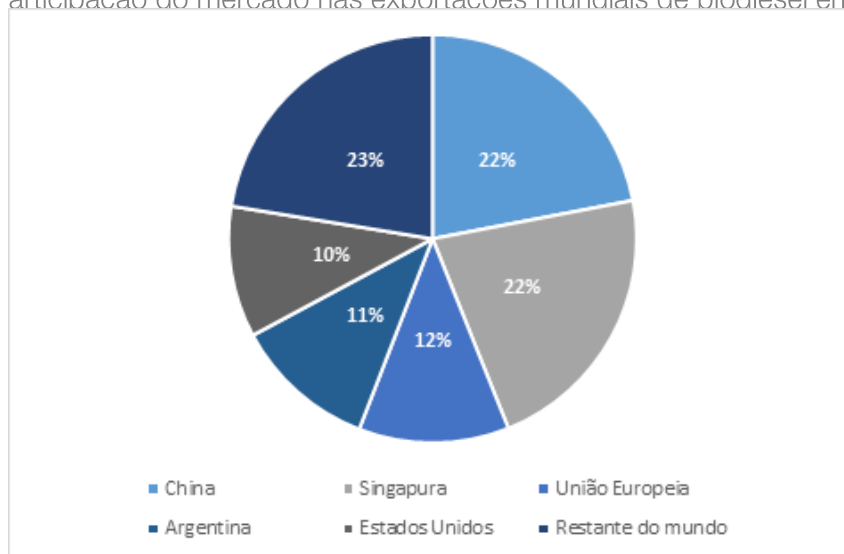
**COMÉRCIO
EXTERIOR**

5. Comércio exterior

O comércio exterior de biodiesel representa 19,75% do consumo mundial, com um volume que supera 10.900.000 m³.

Em relação às exportações de biodiesel, a China concentra a maior percentagem (22%), seguida por Singapura (22%), UE (12%), Argentina (11%) e Estados Unidos (10%). Os outros 23% estão concentrados em outros países do mundo, com uma participação destacada da Indonésia, do Reino Unido e da Malásia.

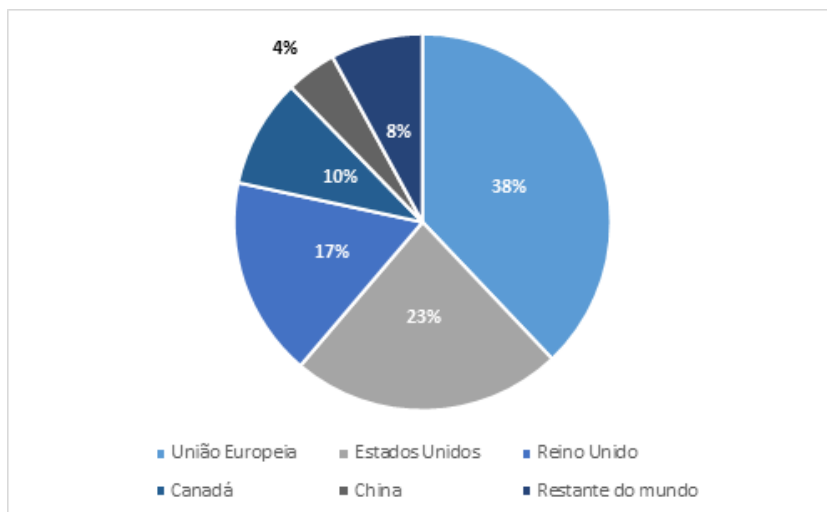
Figura 17. Participação do mercado nas exportações mundiais de biodiesel em 2022.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; e USDA, 2023a.

Com relação às importações de biodiesel, a UE se destaca como importadora líquida (38%), seguida pelos Estados Unidos (23%), Reino Unido (17%), Canadá (10%) e China (4%). Os outros 8% são distribuídos entre os demais países do mundo, com uma importante participação da Noruega e da Suíça.

Figura 18. Participação do mercado nas importações mundiais de biodiesel em 2022.

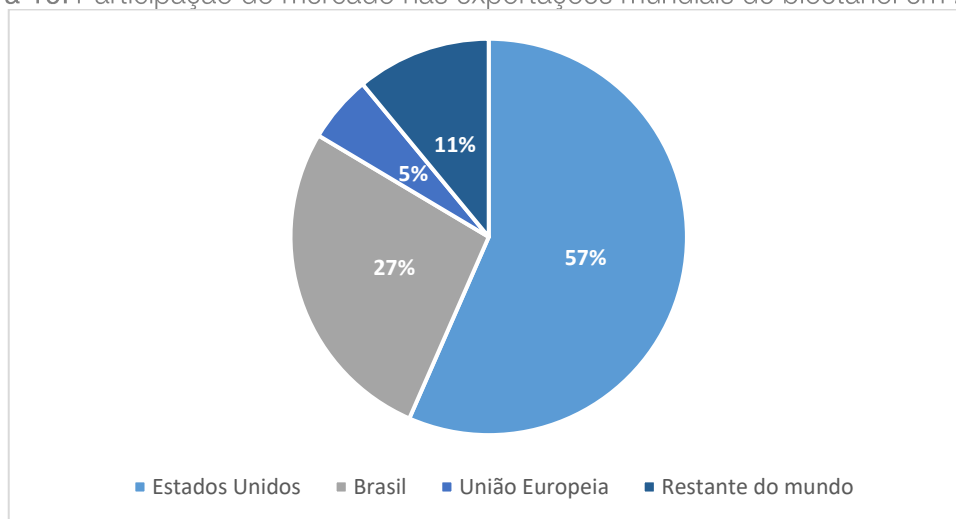


Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; e USDA, 2023a.

O comércio exterior de bioetanol representa 8,08% do consumo mundial, com um volume que supera 8.540.000 m³.

Quanto às exportações, os Estados Unidos respondem por 57% delas, seguidos pelo Brasil (27%) e a UE (5%). Os outros 11% são distribuídos entre os demais países do mundo, dentre os quais se destacam: Índia, Paraguai e Peru.

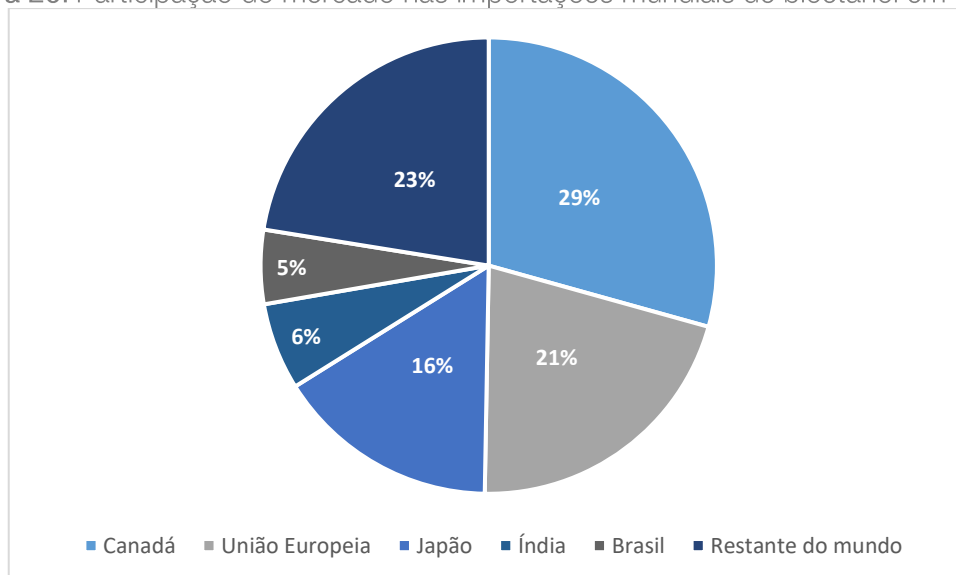
Figura 19. Participação do mercado nas exportações mundiais de bioetanol em 2022.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; OIA, 2023; e USDA, 2023a.

No que diz respeito às importações de bioetanol, o Canadá e a UE são os atores que concentram a maior cota de mercado, com 29% e 21%, respectivamente, seguidos por: Japão (16%), Índia (6%) e Brasil (5%). Os outros 23% dessas importações se concentram nos demais países do mundo.

Figura 20. Participação do mercado nas importações mundiais de bioetanol em 2022.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; OIA, 2023; e USDA, 2023a.



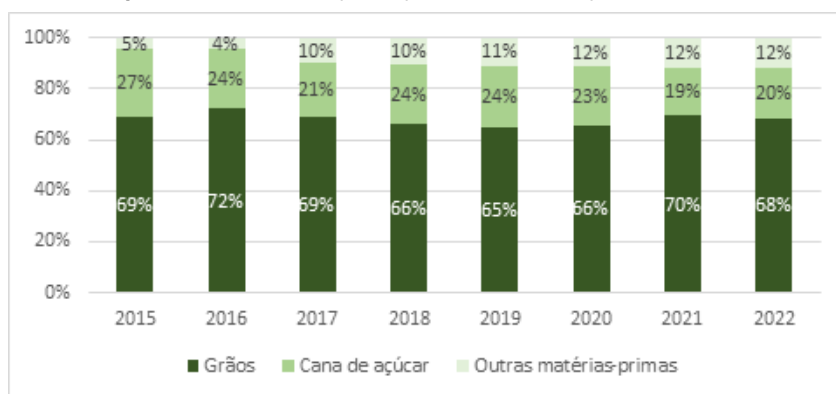
**MATÉRIAS
PRIMAS**

6

6. Matérias-primas

Em 2022, os grãos e a cana-de-açúcar foram as matérias-primas mais utilizadas na produção final de bioetanol, com uma participação de 68% e 20%, respectivamente. No caso dos grãos, são empregadas 176.200.000 t, sendo o milho o mais utilizado. Nos Estados Unidos, China, Canadá, Argentina e várias nações da UE essa matéria-prima é usada de forma massiva; e, no Brasil, onde se emprega tradicionalmente a cana-de-açúcar, a utilização do milho está começando a tomar impulso. Com relação à cana-de-açúcar, mais de 304.000.000 t desse cultivo foram destinadas⁸ à elaboração de bioetanol, principalmente no Brasil, Colômbia, Paraguai, Argentina e Índia. Os 12% restantes são produzidos a base de outras matérias-primas, entre elas, a beterraba sacarina e o melaço de cana.

Figura 21. Produção de bioetanol por tipo de matéria-prima utilizada em 2022.

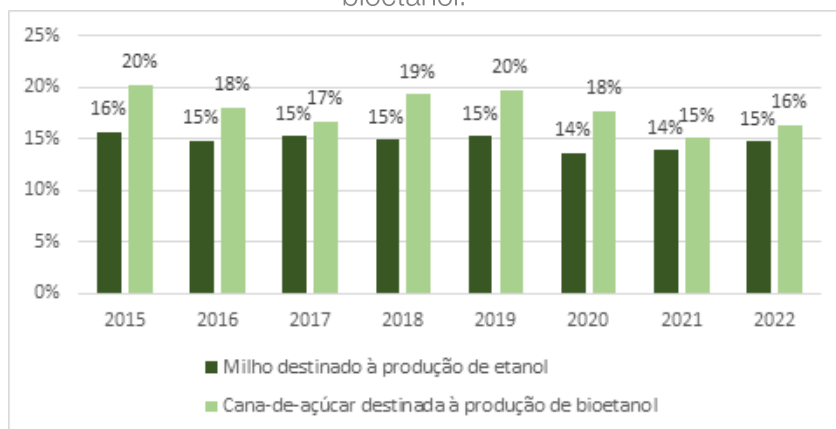


Nota: O melaço é incluído entre as outras matérias-primas empregadas na produção de bioetanol.

Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; e OIA, 2023.

No período 2021-2022, 15% da colheita de milho⁹ e 16% da de cana-de-açúcar processada foram usados na produção de bioetanol.

Figura 22. Percentagem da produção mundial de milho e cana-de-açúcar destinada à elaboração de bioetanol.



Nota: Atribui-se ao milho a totalidade da participação na produção de bioetanol, sem excluir a dos subprodutos.

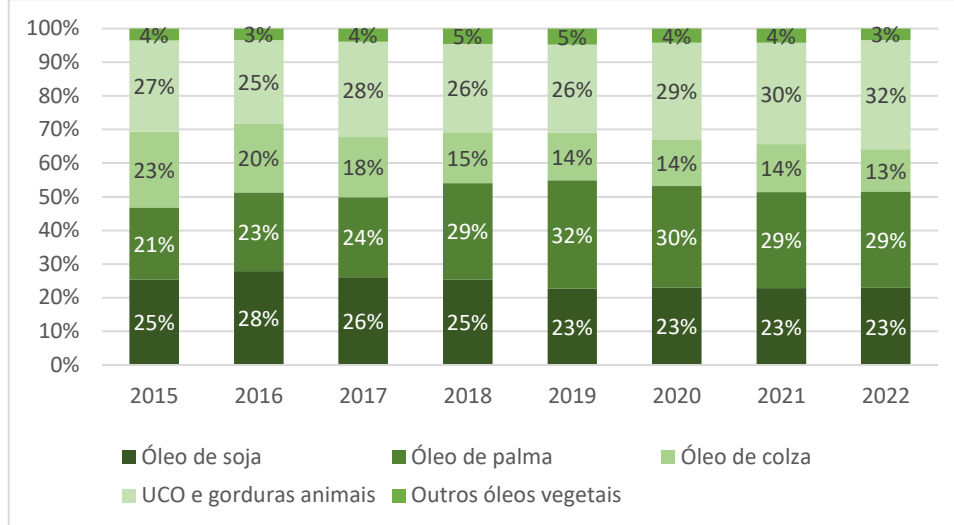
Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; AMIS, 2023; e USDA, 2023c.

⁸ Essa produção compreende apenas o processo de obtenção por suco direto; portanto, o melaço não é incluído entre as matérias-primas.

⁹ De cada 1.000 kg de milho processados para produzir bioetanol, obtêm-se aproximadamente as seguintes quantidades de coprodutos: a) 900 kg de burlanda úmida ou 320 kg de burlanda seca, conhecida internacionalmente como DDGS/WDGS8 (*distiller's dried/wet grains with solubles*, grãos de destilaria secos/úmidos com solúveis); b) 0,3 t de vinhaça (incluindo água); e c) 300 kg de CO₂. Essa é a razão pela qual grande parte do milho destinado à produção de bioetanol dá origem a uma multiplicidade de produtos alimentícios. Em termos volumétricos, o bioetanol é gerado com menos da metade do milho produzido.

Em 2022, as matérias-primas mais utilizadas na produção de biodiesel foram os óleos vegetais, entre os quais se destacam o de palma (29%), o de soja (23%) e o de colza (13%). Além disso, os óleos usados e as gorduras animais já representam 32% das matérias-primas mais utilizadas.

Figura 23. Produção de biodiesel por tipo de matéria-prima utilizada em 2022.

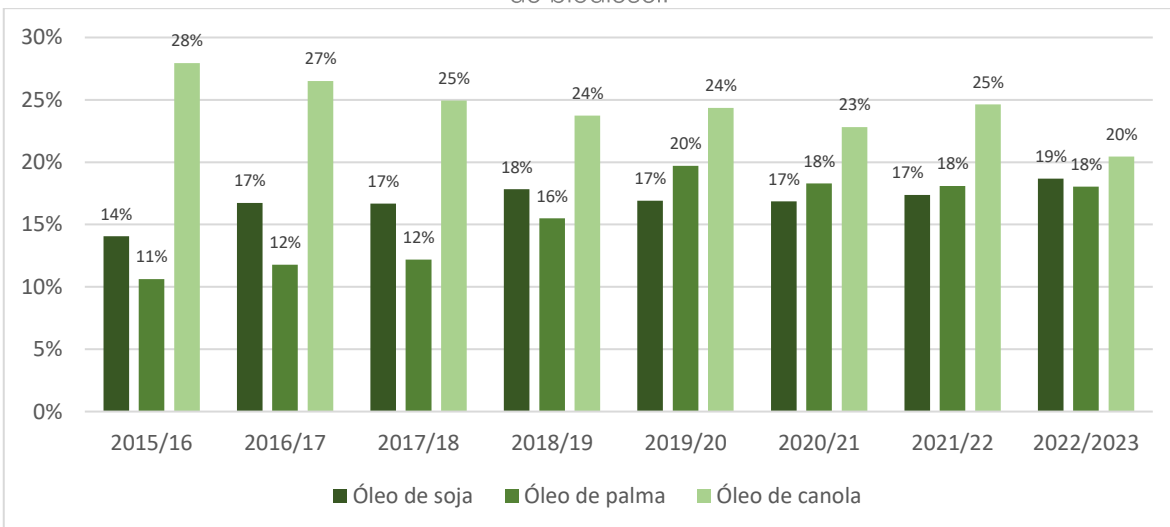


Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022.

Os países que produzem biodiesel principalmente a partir de óleo de soja são: Estados Unidos, Argentina, Brasil e os da UE. O óleo de canola, como insumo para a sua elaboração, é muito difundido na UE; enquanto o de palma é muito utilizado na Colômbia, na UE, na Indonésia e no restante do sudeste asiático.

Em 2022, 20% da produção mundial de óleo de canola, bem como 19% de óleo de soja e 18% de óleo de palma se destinaram à produção de biodiesel.

Figura 24. Percentagem da produção mundial de óleo de palma, soja e colza destinado à produção de biodiesel.



Fonte: Elaborado com base em Torroba e Orozco, 2022; e USDA, 2023c.

Anexo I. Produção de biocombustíveis (em milhares de m³).

Ano	Produção de biodiesel	Produção de bioetanol	Produção de biocombustíveis
2013	30.623	90.019	120.641
2014	33.927	95.558	129.485
2015	32.020	99.896	131.916
2016	36.920	100.404	137.324
2017	40.764	102.954	143.718
2018	44.617	109.677	154.294
2019	50.751	112.619	163.370
2020	50.128	101.249	151.377
2021	55.784	104.815	160.599
2022	57.157	108.210	165.367

Anexo II. Consumo de biocombustíveis (em milhares de m³).

Ano	Consumo de biodiesel	Consumo de bioetanol	Consumo de biocombustíveis
2013	29.220	87.482	116.702
2014	36.055	91.687	127.742
2015	33.296	99.450	132.746
2016	37.987	99.922	137.909
2017	39.396	100.262	139.658
2018	44.182	106.363	150.545
2019	48.929	110.981	159.911
2020	49.943	96.662	146.605
2021	52.888	102.585	155.473
2022	55.367	105.642	161.009

Anexo III. Mandatos de biodiesel e bioetanol por país, volume por volume (salvo esclarecimentos) em 2022.

Estado	Mandato de bioetanol	Mandato de biodiesel	Comentário
Alemanha	5,29%	8%	Sua meta é alcançar uma redução nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) de 8%. Estabelecem um limite no uso de combustíveis convencionais de 4,4%, um percentual do uso de biocombustíveis a base de UCO e gordura animal de 1,9% e outro de biocombustíveis avançados de 0,3%. É indicada a mistura efetiva de bioetanol e biodiesel para 2021.
Angola	10%	0%	
Argentina	12%	7,5%	Mediante a nova Lei de Biocombustíveis 27640, aprovada em meados de 2021, estabeleceu-se uma taxa de mistura obrigatória para o bioetanol de 12%, cuja metade (6%) seria fornecida pela indústria de cana-de-açúcar e a outra metade (6%), pela do milho. Se o Governo considerar necessário, a parte derivada do etanol de milho pode ser reduzida até a metade, ou seja, até um mínimo de 3%. No que diz respeito ao biodiesel, fixou-se uma taxa de mistura com o gasóleo de um mínimo de 5%, que pode ser reduzida para 3% quando os preços da matéria-prima aumentarem, por considerar que distorcem os preços dos combustíveis. Em junho de 2022, foi aprovada uma resolução que aumentou o mandato de mistura para 7,5%.
Austrália	1,1%	0,1%	Falta um mandato de mistura nacional; todavia, dois estados dispõem de uma norma para ambos os biocombustíveis. É expressa a taxa de mistura efetiva atual.
<i>Austrália (Nova Gales do Sul)</i>	6%	5%	Aplica-se um conjunto de exceções, de modo que a mistura efetiva é menor. Em 2020, foi de 2,1% para ambos os biocombustíveis.

<i>Austrália (Queensland)</i>	4%	0,5%	Em 2020 as misturas efetivas foram de 1,5% para o bioetanol; e de 0,1% para o biodiesel.
Áustria	3,4%	6,3%	Expressado como percentagem de energia contida, com uma meta de 0,2% de biocombustíveis avançados e uma redução de intensidade de emissões de GEE dos combustíveis de -6%. Estabelecem um limite no uso de combustíveis convencionais de 7%.
Bélgica	5,7%	5,7%	Expressado como percentagem de energia contida, com uma meta geral de 10,5% e uma dupla contabilização de um máximo de 0,95%
Bolívia	10%	0%	Embora no país sejam comercializadas as gasolinas E12 e E8 e não exista nenhum mandato quanto ao etanol, foram implementadas várias medidas para promover a produção e a comercialização do combustível de etanol. Em 2017 o Governo destacou os benefícios de uma política nacional sobre esse produto (uma mistura potencial de 15% com gasolina) em termos de crescimento econômico, uma menor importação de gasolina e uma redução das emissões de GEE.
Brasil	27%	12%	No que diz respeito ao biodiesel, o mandato permanecia em B10 até a recente modificação para B12, em abril de 2023.
Bulgária	9%	6%	Expressado em percentagem volumétrica. Para o biodiesel, estabelece-se que o mandato de 6% seja de 5% de biodiesel de primeira geração e 1% de biodiesel avançado. Ao mesmo tempo, é estabelecido um limite de 7% para biocombustíveis convencionais e um mandato de 0,05% para biocombustíveis avançados.
Canadá	5%	2%	Seis províncias estabelecem mandatos de biocombustíveis, com níveis para o bioetanol de 5% a 10% e para o biodiesel, de 2% a 5%.
<i>Canadá (Alberta)</i>	5%	2%	
<i>Canadá (Colúmbia Britânica)</i>	5%	4%	
<i>Canadá (Manitoba)</i>	10%	5%	

<i>Canadá (Ontário)</i>	10%	4%	
<i>Canadá (Saskatchewan)</i>	7,5%	2%	
<i>Canadá (Quebec)</i>	10%	3%	
China	1,8%	0,2%	Existe um mandato de E10 sobre o papel; não obstante, permanece não oficialmente suspenso devido à conjuntura da pandemia global. Em 2019 sete províncias e cidades haviam implementado por completo a mistura E10, enquanto outras cinco tinham implementado parcialmente a E10 em diversos níveis. Outras três províncias lançaram programas piloto em algumas cidades, mas eles foram sendo reduzidos ou suspensos. No caso do biodiesel, apenas Xangai implementa um programa de B5. Indica-se a taxa de mistura nacional estimada para 2022.
Chipre	14%	14%	Em 2023 foram eliminados os mandatos expressos em percentuais gerais e em energia contida. Mantém-se uma meta de biocombustíveis avançados de 0,2% e uma meta de redução de intensidade dos GEE dos combustíveis de -6%. Indicam-se os percentuais gerais vigentes em 2022.
Colômbia	4%	10%	Em 31 de março de 2021 o Governo colombiano emitiu uma resolução de emergência para diminuir o mandato de mistura de etanol de E10 a E4 a de 1 de abril até junho desse ano. Posteriormente, o mandato de mistura deveria aumentar de forma gradual até E10 no final de 2021; todavia, o Ministério de Minas e Energia tem emitido novas resoluções para diminuir o mandato de mistura de etanol, que não voltou a E10 desde março de 2021. O último mandato vigente foi de E4. O mandato do biodiesel foi estabelecido em 10% a partir de março de 2022.
Coreia do Sul	0%	3%	
Costa Rica	8%	5%	O nível correspondente ao bioetanol é de 0% a 8%, enquanto o do biodiesel é de 0% a 5%. Em 2020, o consumo de ambos os biocombustíveis foi de 0% em combustíveis fósseis. O país está trabalhando para aplicar uma mistura de

			bioetanol em gasolinas de 10%, provisoriamente até 2024.
Croácia	1%	7,49%	Expressado como porcentagem da energia contida. Apresenta um percentual geral para biocombustíveis de 8,81%, uma dupla contabilização para biocombustíveis avançados e a base de resíduos, uma meta para os biocombustíveis avançados de 0,2% e uma redução de intensidade de GEE dos combustíveis de -6%.
Dinamarca	7,6%	7,6%	Em 2023, a Dinamarca eliminou os percentuais gerais definidos em energia contida. Atualmente se estabelece um percentual de combustíveis avançados de 0,2% e os biocombustíveis a base de palma e de soja estão proibidos. A porcentagem da redução de intensidade de GEE dos combustíveis é de -3,4%. Apresentam-se os percentuais gerais anteriores.
Equador	5%	5%	No Equador não existe um mandato específico de etanol. A distribuição e a comercialização da gasolina com etanol se baseia na oferta de etanol anidro produzido nacionalmente. Nesse caso, a mais comercializada é a mistura E5 na gasolina, chamada Ecopais.
Eslováquia	9%	6,9%	São estabelecidas como misturas mínimas para ambos os biocombustíveis expressas em percentuais volumétricos, ao mesmo tempo em que se fixa um percentual geral de 8,6%, expresso em percentuais de energia contida. A porcentagem para biocombustíveis de segunda geração é de 0,5%. Também é feita uma dupla contabilização, em conjunto com um percentual de redução de intensidade de GEE dos combustíveis de -6%.
Eslovênia	10,1%	10,1%	Expressados como porcentagens gerais de energia contida. Realiza-se uma dupla contabilização nos casos de biocombustíveis a partir de dejetos, resíduos, matérias celulósicas não alimentares e matérias lignocelulósicas. O limite para biocombustíveis convencionais é de 7%; e a porcentagem de redução de intensidade

			de GEE é de -6%. Existe uma meta para biocombustíveis avançados de 0,2%.
Espanha	10,5%	10,5%	Trata-se de percentuais gerais. Expressados como porcentagem da energia contida. Efetua-se uma dupla contabilização e se estabelece uma meta para biocombustíveis avançados de 0,3%. O limite para biocombustíveis convencionais é de 3,5%; e a porcentagem de redução de intensidade de GEE é de -6%.
Estados Unidos	10,5%	5,67%	O E10 é a mistura mais utilizada. Também há E15 e E85 em diversos lugares do país. Os estados subnacionais têm diversos níveis de misturas alternativas.
<i>Estados Unidos (Pensilvânia)</i>	10%	2%	
<i>Estados Unidos (Luisiana)</i>	2%	2%	
<i>Estados Unidos (Massachusetts)</i>	0%	15%	O mínimo de 15% de biodiesel será aplicado quando o Escritório de Veículos da Comunidade e outras agências especializadas no tema determinarem que essa meta de mistura é apropriado. As agências podem solicitar isenções em certos casos, por exemplo, se demonstrarem que o combustível alternativo não está a uma distância apropriada, que o seu preço é proibitivo etc.
<i>Estados Unidos (Minnesota)</i>	10%	20%	O mandato do biodiesel varia entre 5% e 20%, de acordo com a estação do ano.
<i>Estados Unidos (Missouri)</i>	10%	0%	
<i>Estados Unidos (Novo México)</i>	0%	5%	
<i>Estados Unidos (Oregon)</i>	10%	5%	
<i>Estados Unidos (Washington)</i>	2%	2%	
Estônia	7,5%	7,5%	São usadas porcentagens gerais de energia contida. Está isento de obrigações de mistura. Utiliza-se gasolina RON 98. A meta para os biocombustíveis avançados é de 0,5%; e o limite para os biocombustíveis convencionais é de 2,5. A porcentagem da redução de intensidade de GEE dos

			combustíveis é de -6%. É realizada uma dupla contabilização.
Etiópia	10%	0%	
Filipinas	10%	2%	
Finlândia	13,5%	13,5 %	São usadas porcentagens gerais de energia contida. A meta para os biocombustíveis avançados é de 2%; e o limite para os biocombustíveis convencionais é de 2,6%.
França	8,6%	8%	São metas expressadas como porcentagem da energia contida. É feita uma dupla contabilização para os biocombustíveis celulósicos e elaborados a partir de dejetos e das matérias-primas enumeradas no Anexo IX da Diretiva 2009/28/EC, exceto o óleo de pinho e o alcatrão de óleo de pinho. A meta dos biocombustíveis avançados em etanol foi de 1,2%, enquanto a do biodiesel foi de 0,4%. A porcentagem da redução de intensidade de GEE dos combustíveis é de -10%. O uso de mistura E85 está muito divulgado no país.
Grécia	3,3%	7%	Expressado como porcentagem de energia constante do caso do bioetanol e em porcentagem volumétrica, no caso do biodiesel. Estabelece-se uma meta de biocombustíveis avançados de 0,2% para o biodiesel.
Guatemala	5%	0%	O Governo aprovou uma norma que fixa uma mistura mínima de bioetanol de 5% a partir de janeiro de 2025.
Hungria	6,1%	8,4%	Expressado como porcentagem da energia contida. Realiza-se uma dupla contabilização para os biocombustíveis elaborados a partir de resíduos, óleo de cozinha usado ou gordura animal. A meta dos biocombustíveis avançados é de 0,2%, enquanto a redução de intensidade de GEE dos combustíveis é de -6%.
Índia	10,2%	0,07%	Dentro do Programa Ethanol Blended Petrol, a Política de Biocombustíveis fixa uma meta de E20 provisória para 2025. Atualmente está em vigor uma meta de etanol de E10. O nível de mistura estimada para 2022 foi de 10,2%. No caso do biodiesel, estabelece-se uma meta de 5% para 2030; não obstante, a

			mistura final estimada em 2022 foi de apenas 0,07%.
Indonésia	0%	35%	No que diz respeito ao biodiesel, em 2022 a percentagem de mistura aumentou para 35%. O país possui mandatos de bioetanol de 5% no transporte da Public Service Obligation (PSO) e de 10% no transporte não pertencente à PSO, mas ainda não foram implementados.
Irlanda	17%	17%	São percentuais gerais, expressos em percentagem volumétrica do total de combustível utilizado. Efetua-se uma dupla contabilização no caso dos biocombustíveis elaborados a partir de óleo vegetal usado e gordura animal. A meta dos biocombustíveis avançados é de 0,3%, enquanto a de redução de intensidade de GEE dos combustíveis é de -6%.
Itália	0,5%	10%	No que diz respeito ao bioetanol, definiu-se um mandato de mistura de 0,5% para 2023; enquanto o biodiesel permanece sob o regime de percentuais gerais expressos em energia contida, que é de 10%. A meta de biocombustíveis avançados é de 3,4%, dos quais 2,3% são de biometano avançado. Realiza-se uma dupla contabilização no caso dos combustíveis avançados. A redução de intensidade de GEE dos combustíveis é de -6%.
Jamaica	10%	0%	
Japão	1,9%	0%	O único compromisso do Japão em matéria de biocombustíveis para o transporte é um mandato <i>de facto</i> de 500.000.000 L de equivalente de petróleo cru 1 (LOE) para o transporte por rodovia, vigente até o ano fiscal de 2022. Para cumprir essa meta, o Japão utiliza o Éter Metil Terciário Butil (ETBE), derivado do bioetanol, que as refinarias de petróleo japonesas misturam com a gasolina. A gasolina misturada com bio-ETBE, distribuída amplamente, é utilizada com uma frequência muito maior do que a gasolina E3. Existem dois métodos para misturar bioetanol com gasolina: a mistura direta e o ETBE. A indústria

			petrolífera do Japão promove o método ETBE. Indica-se a mistura final prognosticada para 2022.
Quênia	10%	0%	Aplica-se um mandato E10 na província de Kisumu.
Letônia	9,5% e 5%	6,5%	A Letônia suspendeu as obrigações de mistura a partir de julho de 2022. Desde então, elas são voluntárias. A redução de intensidade de GEE dos combustíveis é de -6%, enquanto o limite de biocombustíveis convencionais é de 7%. Indicam-se os mandatos de mistura vigentes anteriormente.
Lituânia	7,2%	7,2%	Expressados em energia contida. Existe uma meta de biocombustíveis avançados de 0,4%, um limite de biocombustíveis convencionais de não mais de 1% acima do total de 2020 e um limite de biocombustíveis a base de óleo de cozinha usado e gorduras animais de 1,7%. A redução de intensidade de GEE dos combustíveis é de -6%.
Luxemburgo	7,7%	7,7%	São percentuais gerais, expressos em energia contida. Os percentuais são 7,7%, antes do duplo contagem; e 9,7% depois da dupla contagem. Os biocombustíveis avançados devem ser de pelo menos 50% depois da dupla contagem. O limite de biocombustíveis convencionais é de 5%. A redução de intensidade de GEE dos combustíveis é de -6%.
Malásia	0%	10%	Havia sido planejado ampliar o mandato do biodiesel, a fim de alcançar uma mistura de 20% no primeiro trimestre de 2020; todavia, em consequência da pandemia, esse plano foi atrasado.
Malawi	0%	0%	A aplicação do mandato depende da disponibilidade.
Malta	10%	10%	Até 2023 não se estabeleceu nenhum mandato. A meta para biocombustíveis avançados de 0,2%. São indicados os percentuais gerais definidos previamente.
México	5,8%	0%	Não são obrigatórios.
Moçambique	10%	0%	

Noruega	24,5%	24,5%	Trata-se de percentuais gerais de energia contida, dos quais 9% correspondem a avançados. Os biocombustíveis avançados são contabilizados em dobro do seu volume, criando uma taxa de mistura efetiva de 12,25% a 15,5%.
Nova Zelândia	10%	7%	Não são obrigatórios. No caso do biodiesel, apresenta-se um nível entre 5% e 7%.
Países Baixos	18,9%	18,9%	Trata-se de porcentagens gerais de energia contida. A percentagem de avançados é de 2,4%. O limite para biocombustíveis convencionais é de 1,4% e de 0% para aqueles derivados da palma e da soja, salvo as certificações correspondentes. Efetua-se uma dupla contabilização, com a possibilidade de realizar uma dupla contagem de biocombustíveis a partir de dejetos e resíduos. A redução de intensidade de GEE dos combustíveis é de -6%.
Paraguai	25%	2%	No que diz respeito ao biodiesel, o Paraguai estabeleceu uma meta de aumento gradual anual de 1% a partir de 2020; todavia, essa resolução foi revogada.
Peru	7,8%	5%	
Polônia	3,2%	5,2%	São percentuais de energia contida. Existe um mandato geral de 8,9% e é realizada uma dupla contabilização. A meta de biocombustíveis avançados de 0,1%.
Portugal	11,5%	11,5%	Trata-se de porcentagens gerais de energia contida. A meta acerca dos biocombustíveis avançados de 0,7%. Realiza-se uma dupla contabilização e se estabelece um limite de 7% para os biocombustíveis convencionais.
Reino Unido	10%	7%	O E10 constitui o grau padrão de bioetanol misturado na gasolina e comercializado no âmbito local. Não foi estabelecido nenhum mandato.

República Tcheca	4,1%	6%	A República Tcheca implementa mandatos de mistura voluntários desde 2022. A obrigação de redução de emissões de GEE é de -6%. Efetua-se uma dupla contabilização para os biocombustíveis elaborados a base de óleo de cozinha usado e gorduras animais classificadas nas categorias 1 e 2, em conformidade com o Regulamento (EC) n.º 1069/2009, considerando seu baixo risco quanto à mudança no uso da terra. Além disso, existe uma meta de 0,22% em biocombustíveis avançados derivados de biometano. São indicados os mandatos anteriores.
Romênia	8%	6,5%	Apresenta-se um percentual geral de 10%. Trata-se de porcentagens de energia contida. É realizada uma dupla contabilização.
África do Sul	2%	5%	No caso do bioetanol, estabelece-se um intervalo de 2% a 10%.
Sudão	5%	0%	
Suécia	6,34%	29,79%	A obrigação de redução de emissões de GEE é de pelo menos 7,8% para a gasolina e de 30,5% para o diesel. Indica-se a mistura final de 2021.
Tailândia	10%	10%	Não se estabeleceu nenhuma mistura obrigatória de bioetanol, apenas uma meta de consumo de 2.700.000.000 L para 2037. Utilizam-se três taxas de mistura: E10, E20 e E85. No caso do biodiesel existe um mandato obrigatório, do qual estão excluídos o diesel utilizado na indústria e na agricultura. Embora em 2021 o mandato tenha permanecido em 10%, em outubro ele foi reduzido para 5% por meio de um mandato governamental.
Turquia	3%	0%	Até 2020 esteve em vigor um mandato de 3%, que em 2021 foi suspenso devido aos efeitos da pandemia no consumo.

Ucrânia	7%	0%	A Lei sobre Tipos Alternativos de Combustível de 2000, modificada em 2014, estabelece metas para o setor do transporte (mistura obrigatória de bioetanol de 7% a partir de 2016). Atualmente essas disposições não se aplicam. A Ucrânia começou a utilizar o padrão de combustível Euro 5, em que se prevê a adição de 5% de biocombustível. Essa norma inclui níveis de 0% a 5%. Atualmente esse combustível é vendido quase sem bioaditivos.
União Europeia	6,3%	7,2%	Indica-se a mistura final estimada para 2022.
Uruguai	8,5%	0%	O mandato vigente de biodiesel foi revogado em 2022.
Vietnã	5%	0%	Desde 2015, segundo uma disposição normativa, são comercializadas misturas E5 em sete províncias. Propôs-se uma meta de E10 para 2017, mas ela ainda não foi executada.
Zâmbia	10%	5%	
Zimbábue	10%	0%	Apresenta um nível de 5% a 20%, de acordo com os níveis de produção locais.

Bibliografia de consulta

- AMIS (Agricultural Market Information System, Itália). 2023. Market Database (on-line). Roma. Consultado em 30 de setembro de 2023. Disponível em <https://app.amis-outlook.org/#/market-database/supply-and-demand-overview>.
- DMRE (Departamento de Recursos Minerais e Energia, África do Sul). 2022. Lei n.º 1977: Lei de Produtos de Petróleo (on-line). Consultado em 10 de outubro de 2023. Disponível em https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/202103/44265rg11257gon211.pdf.
- DOE (Departamento de Energia dos Estados Unidos). 2023. Alternative fuels and advanced vehicles (on-line). Washington, D.C. Consultado em 30 de setembro de 2023. Disponível em <https://afdc.energy.gov/fuels>.
- ePURE (European Renewable Ethanol, Bélgica). 2023. Overview of biofuels policies and markets across the EU (on-line). Bruxelas. Consultado em 10 de outubro de 2023. Disponível em <https://www.epure.org/wp-content/uploads/2023/02/230227-DEF-REP-Overview-of-biofuels-policies-and-markets-across-the-EU-February-2023-1.pdf>.
- IATA (Associação Internacional de Transporte Aéreo, Canadá). 2023. IATA: chart of the week (on-line). Montreal. Consultado em 20 de outubro de 2023. Disponível em <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/sustainable-aviation-fuel-output-increases-but-volumes-still-low/>.
- OIA (Organização Internacional do Açúcar, Reino Unido). 2023. Ethanol yearbook 2023 (on-line). Londres. Consultado em 10 de outubro de 2023. Disponível em <https://www.isosugar.org/publication/341/iso-ethanol-yearbook-2023>.
- Sandquist, J. 2022. The status of biofuels in Norway and around the world, 2022 (on-line, blog). SINTEFblog. Consultado em 10 de outubro de 2023. Disponível em <https://blog.sintef.com/sintefenergy/status-of-biofuels-in-norway-and-worldwide-2022/#:~:text=Norway%20ruled%20that%204.5%25%20of,fuels%20must%20be%20advanced%20biofuels>.
- The Digest's biofuels mandates around the world 2023 (on-line). 2023. The Daily Digest. Consultado em 10 de outubro de 2023. Disponível em <https://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2023/01/02/the-daily-digests-biofuels-mandates-around-the-world-2023/>.
- Torroba, A. 2021. Biocombustíveis líquidos: institucionalidade y formulación de políticas públicas (on-line). São José, Costa Rica, IICA. 113 p. Consultado em 10 de outubro de 2023. Disponível em <https://repositorio.iica.int/handle/11324/18566>.
- Torroba, A. 2023. Descarbonizando los cielos: biocombustibles sostenibles de aviación (on-line). São José, Costa Rica, IICA. 115 p. Consultado em 10 de outubro de 2023. Disponível em <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21441>.

- Torroba, A; Orozco, R. 2022. Atlas de los biocombustibles líquidos 2021-2022 (on-line). São José, Costa Rica, IICA. 44 p. Consultado em 10 de outubro de 2023. Disponível em <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21328>.
- USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos). 2023a. Biofuels: data and analysis (on-line). Washington, D.C. Consultado em 10 de outubro de 2023. Disponível em https://www.fas.usda.gov/data/search?reports%5B0%5D=report_commodities%3A5.
- USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos). 2023b. European Union: biofuel mandates in the EU by member state - 2023 (on-line). Berlim, Alemanha. Consultado em 10 de outubro de 2023. Disponível em <https://www.fas.usda.gov/data/european-union-biofuel-mandates-eu-member-state-2023>.
- USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos). 2023c. Oilseeds: world markets and trade (on-line). Washington, D.C. Consultado em 10 de outubro de 2023. Disponível em <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>.
- van Dyk, S; Saddler, J. 2021. Progress in commercialization of biojet/sustainable aviation fuels (SAF): technologies, potential and challenges (on-line). IEA Bioenergy. Consultado em 2 de setembro de 2022. Disponível em <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2021/06/IEA-Bioenergy-Task-39-Progress-in-the-commercialisation-of-biojet-fuels-May-2021-1.pdf>.

