

Biocombustíveis: Biodiesel e Etanol

Maria de Fatima Vidal

Engenheira Agrônoma. Mestre em Economia Rural. ETENE/BNB
fatimavidal@bnb.gov.br

Resumo: O Brasil possui papel de destaque no cenário mundial de produção e uso de biocombustíveis, em especial com relação ao etanol produzido a partir de cana-de-açúcar e ao biodiesel de óleos vegetais. Os principais mercados para os biocombustíveis no mundo são a União Europeia, os Estados Unidos e o próprio Brasil, que é um dos países no mundo que mais se utiliza de fontes renováveis na matriz energética do setor de transportes. A implementação da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), deverá aumentar a produção de biocombustíveis no País em padrões sustentáveis e contribuir para o cumprimento das metas de redução de emissões dos gases de efeito estufa. A área de atuação do BNB¹ possui baixa participação na produção nacional de biocombustíveis, entretanto existe um importante potencial de crescimento do setor de biodiesel nas regiões produtoras de grãos. Quanto ao etanol, sua competitividade depende do preço da gasolina, portanto, as expectativas são de crescimento da produção na próxima safra, pois o conflito entre a Rússia e a Ucrânia deve manter o preço do petróleo em alta. Os riscos e incertezas para o setor de biocombustíveis no mundo são relacionados ao preço do petróleo e das matérias-primas, às mudanças nos normativos obrigatórios, às políticas fiscais e ao avanço da tecnologia de veículos elétricos.

Palavras-chave: biocombustíveis, políticas, produção, mercado

1 Produção e Uso de Biocombustíveis nos Principais Mercados Mundiais

Em 2020, a Pandemia resultou numa queda de 8,5% no consumo mundial de combustíveis para transportes, a demanda por biocombustíveis caiu proporcionalmente, 8,7% (OCDE/FAO, 2021). Em 2021, o relaxamento das medidas de isolamento social levou a uma retomada do consumo de com-

¹ Nordeste, parte do território de Minas Gerais (Microrregiões: Janaúria, Janaúba, Salinas, Pirapora, Montes Claros, Grão Mogol, Bocaiuva, Capelinha, Araçuaí, Pedra Azul, Almenara, Teófilo Otoni, Nanuque, Guanhães e Governador Valadares) e parte do Espírito Santo (Microrregiões: Barra de São Francisco, Nova Venécia, Colatina, Montanha, São Mateus e Linhares).

ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE - ETENE

Expediente: Banco do Nordeste: Luiz Alberto Esteves (Economista-Chefe). Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE: Tibério R. R. Bernardo (Gerente de Ambiente). Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais: Luciano F. Ximenes (Gerente Executivo), Maria Simone de Castro Pereira Brainer, Maria de Fátima Vidal, Jackson Dantas Coêlho, Kamilla Ribas Soares, Fernando L. E. Viana, Francisco Diniz Bezerra, Luciana Mota Tomé, Biágio de Oliveira Mendes Júnior. Célula de Gestão de Informações Econômicas: Bruno Gabai (Gerente Executivo), José Wandemberg Rodrigues Almeida, Gustavo Bezerra Carvalho (Projeto Gráfico), Hermano José Pinho (Revisão Vernacular), Naate Maia Muniz e Vicente Anibal da Silva Neto (Bolsistas de Nível Superior).

O Caderno Setorial ETENE é uma publicação mensal que reúne análises de setores que perfazem a economia nordestina. O Caderno ainda traz temas transversais na sessão "Economia Regional". Sob uma redação eclética, esta publicação se adequa à rede bancária, pesquisadores de áreas afins, estudantes, e demais segmentos do setor produtivo.

Contato: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE. Av. Dr. Silas Munguba 5.700, Bl A2 Térreo, Passaré, 60.743-902, Fortaleza-CE. <http://www.bnb.gov.br/etene>. E-mail: etene@bnb.gov.br

Aviso Legal: O BNB/ETENE não se responsabiliza por quaisquer atos/decisões tomadas com base nas informações disponibilizadas por suas publicações e produções. Desse modo, todas as consequências ou responsabilidades pelo uso de quaisquer dados ou análises desta publicação são assumidas exclusivamente pelo usuário, eximindo o BNB de todas as ações decorrentes do uso deste material. O acesso a essas informações implica a total aceitação deste termo de responsabilidade. É permitida a reprodução das matérias, desde que seja citada a fonte. SAC 0800 728 3030; Ouvidoria 0800 033 3030; bancodonordeste.gov.br

bustíveis, entretanto em 2022 é provável que os elevados preço do petróleo juntamente com o agravamento da crise econômica causada pelo conflito entre a Rússia e a Ucrânia provoque nova queda na demanda mundial por combustíveis.

Em 2021, o etanol e o biodiesel representaram em torno de 80% do comércio mundial de biocombustíveis (IEA, 2021), contudo, a tendência é de que este percentual seja reduzido, pois as perspectivas são de crescimento da demanda por diesel renovável² e biocombustível para aviação e estagnação do mercado para biodiesel³ e etanol.

A demanda mundial por biocombustíveis está correlacionada à adoção de políticas públicas como misturas obrigatórias, sistema de tributação diferenciada e subsídios. Apesar da crescente preocupação com o uso dos combustíveis fósseis sobre o clima, principalmente no setor de transportes, o mundo continua fortemente dependente dessa fonte de energia.

Como resultado, um percentual crescente da produção mundial de cana-de-açúcar e milho passou a ser utilizado para produção de etanol e um grande volume de óleo vegetal tem sido destinado à produção de biodiesel. De acordo com dados da (OCDE/FAO, 2021), atualmente, em torno de 60% do etanol produzido no mundo é fabricado a partir do milho e 25% de cana-de-açúcar. O biodiesel tem como principal fonte de matéria-prima os óleos vegetais: de colza (20%), de soja (25%) e de palma (30%), o óleo de cozinha residual representa 20%.

Segundo Costa et al. (2017), a principal regra de comercialização de biocombustíveis no mundo é o mandato⁴. Os mecanismos de flexibilidade, como mercados de certificados, spot, futuros e opções com biocombustíveis, ainda são pouco utilizados.

Na União Europeia (UE) a política para biocombustíveis é delineada através de diretivas⁵. A última Diretiva de Energias Renováveis (Diretiva (UE) 2018/2001) ou RED II do Parlamento Europeu, determina que até 2030, os Estados-Membros, coletivamente, deverão garantir uma cota mínima de uso de 32% de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final de energia da UE. Além disso, a quota de energia renovável no consumo de energia no setor dos transportes deve ser de, pelo menos, 14% até 2030. Nessa quota mínima, a contribuição dos biocombustíveis avançados e do biogás⁶ deve ser, pelo menos: de 0,2% em 2022, de 1,0% em 2025 e de 3,5% até 2030. Entretanto, este cenário não representa necessariamente uma oportunidade para o Brasil. Na UE, os produtores de biocombustíveis beneficiam-se de elevado apoio financeiro. Além disso, foram impostos muitos critérios de sustentabilidade na produção. Vale salientar ainda o efeito do conflito entre a Rússia e a Ucrânia na segurança alimentar global que reacendeu o debate sobre alimento versus combustível, sobretudo na Europa; nesse contexto, o Parlamento Europeu pretende restringir o óleo de soja como matéria-prima para produção de biodiesel.

A União Europeia responde por aproximadamente 32% da produção mundial de biodiesel, tendo como principais matérias-primas óleos vegetais (soja, colza, palma) e óleo de cozinha residual. O Bloco possui menor representatividade na produção global de etanol, em torno de 5%, e utiliza como principais matérias-primas a beterraba, o milho e o trigo (OCDE/FAO, 2021). Os maiores produtores de biocombustíveis na UE são a França, a Alemanha, a Espanha e a Holanda (IEA, 2020).

2 Ou diesel verde é formado por uma mistura de hidrocarbonetos com composição química semelhante à do combustível fóssil. Pode ser produzido a partir dos seguintes processos: Hidrotratamento de óleo vegetal e animal; Fischer-Tropsch a partir de fontes renováveis; Processos Fermentativos; e Oligomerização de álcoois (EPE, 2020).

3 Combustível composto de alquil ésteres de ácidos carboxílicos de cadeia longa, produzido a partir da transesterificação e ou/esterificação de matérias graxas, de gorduras de origem vegetal ou animal (Resolução ANP nº 14/2012).

4 Normativos de obrigatoriedade de mistura.

5 “Uma diretiva é um ato legislativo que fixa um objetivo geral que todos os países da EU devem alcançar. Contudo, cabe a cada país elaborar a sua própria legislação para dar cumprimento a esse objetivo” (EUROPA.EU, 2021).

6 Produzidos a partir de palha, estrume animal e lamas de depuração, efluentes da produção de óleo de palma e cachos de frutos de palma vazios, breu de talol, glicerina não refinada, bagaço, bagaços de uvas e borras de vinho, cascas de frutos secos, peles, carolos limpos dos grãos de milho, biomassa de resíduos provenientes da silvicultura e de indústrias conexas, outros materiais celulósicos não alimentares, outros materiais lignocelulósicos, exceto toras para serrar e madeira para folhear).

Em 2021, com a flexibilização das medidas de isolamento social para o controle da Pandemia da Covid-19, o consumo de combustíveis na Europa voltou a crescer; para o biodiesel, o crescimento foi de 3,0% em relação a 2020 e para o etanol 5,5%; assim, os mandatos para etanol na França, Holanda, Bélgica e Polônia foram aumentados e houve introdução do E10 no Reino Unido e Suécia; esse percentual está disponível também em outros 14 países⁷ da UE.

Mesmo com o aumento dos percentuais de mistura, as expectativas são de estagnação da produção e consumo de etanol e biodiesel na UE em 2022 devido principalmente ao aumento dos custos com matéria-prima e dificuldade de produção agrícola em decorrência da seca que afeta grande parte da Europa. A guerra na Ucrânia está aumentando os custos de aquisição de grãos (trigo e milho); assim, deve aumentar o uso de beterraba para produção de etanol, pois os grãos estão sendo, prioritariamente, destinados para a alimentação humana e para ração animal. Em 2022, a UE concedeu aos Estados-Membros alguma flexibilidade para reduzir a proporção de mistura para os biocombustíveis com o objetivo de liberar áreas para produção de alimentos em detrimento da produção de matéria-prima para biocombustíveis. Portanto, a competitividade dos biocombustíveis frente aos combustíveis fósseis pode cair, a depender do comportamento do preço do petróleo.

De acordo com o USDA (2022a), o consumo de biocombustíveis na UE também não deve aumentar nos próximos anos, pois a tendência é de crescimento do uso de veículos elétricos com consequente redução no consumo da gasolina.

Nos Estados Unidos, a política energética é baseada no Programa Padrão de Combustíveis Renováveis (Renewable Fuel Standard - RFS) que foi estabelecido pela Lei de Política Energética em 2005. O RFS estabelece metas específicas de adição de biocombustíveis celulósicos, diesel de biomassa e biocombustível avançado em volumes crescentes até 2022 (CRS, 2020). O atual mandato para biocombustíveis no País estabelece a necessidade de 20,77 bilhões de galões (78,61 bilhões de litros) para atender ao RFS, sendo 5,77 bilhões de galões (21,84 bilhões de litros) de biocombustíveis avançados (EPA, 2022).

O biodiesel pode ser usado em diferentes concentrações nos EUA sendo as mais comuns B5 (até 5% biodiesel) e B20 (6% a 20% de biodiesel) (USDOE, 2021). Os EUA respondem por aproximadamente 18% da produção mundial de biodiesel, as principais matérias-primas são óleo de soja e de cozinha residual.

Os EUA são os maiores produtores mundiais de etanol; em 2021, o País produziu 56,7 bilhões de litros, o que representou 48% da produção mundial. Após o período mais crítico da Pandemia, a demanda por combustíveis voltou a se recuperar com consequente crescimento de 7,6% na produção de etanol em relação à 2020. Para os próximos anos, a produção de etanol deverá crescer de forma mais lenta devido à maior eficiência dos veículos que reduz a demanda por gasolina e, portanto, por etanol para compor a mistura.

Na Califórnia, existe ainda o Programa Padrão de Combustível de Baixo Carbono (LCFS⁸), que entrou em vigor em 2011. O LCFS foi desenvolvido com o objetivo de promover uma redução de 10% na intensidade do carbono de todos os combustíveis usados na Califórnia. Para cumprir com o LCFS, as refinarias de petróleo, os importadores e os distribuidores de combustíveis são obrigados a produzir combustíveis com baixo teor de carbono, ou comprar créditos. Grande parte do volume do etanol do Brasil enviado aos Estados Unidos se deve ao LCFS; em 2021, a Califórnia recebeu 99% do etanol combustível importado pelos EUA (RFA, 2021).

O Canadá é o sexto maior produtor mundial de etanol; em julho de 2022, o Governo publicou o Regulamento de Combustíveis Limpos (CRF) que substituiu os Regulamentos Federais de Combustíveis Re-

7 Bélgica, Bulgária, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Hungria, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Holanda, Romênia e Eslováquia.

8 O LCFS (Padrão de Combustível de Baixa Emissão de Carbono) foi desenvolvido com o objetivo de promover uma redução de 10% na intensidade do carbono de todos os combustíveis usados na Califórnia até 2020. Para cumprir com o LCFS, as refinarias de petróleo, os importadores e os distribuidores de combustíveis são obrigados a produzir combustíveis com baixo teor de carbono, ou comprar créditos. O mecanismo usado para regular o LCFS é a chamada intensidade de carbono, que é uma estimativa das emissões de gases de efeito estufa no ciclo de vida completo de um combustível. Os combustíveis que possuem uma intensidade de carbono menor do que o padrão anual ganham créditos, enquanto os que possuem uma intensidade de carbono maior ficam com déficit (EIA, 2018).

nováveis (RFR). O novo Regulamento tem como objetivo reduzir as emissões de gases de efeito estufa, principalmente no setor de transporte. O padrão de Quebec (segundo maior mercado de gasolina do Canadá e maior mercado de diesel) exige 10% e 3% de mistura de combustíveis renováveis, respectivamente, na gasolina e no diesel em janeiro de 2023; o regulamento prevê ainda aumentos gradativos a partir de então, devendo chegar a 15% de combustível renovável na gasolina e 10% no diesel em 2030. Ontário, deverá aumentar a mistura de 10% para 15% de combustível renovável na gasolina até 2030 (USDA, 2022b).

A expectativa é de que o novo regulamento aumente a demanda por etanol no Canadá, o maior consumo deverá ser suprido pelos EUA que são isentos de imposto de importação. Em 2021, as compras externas de etanol do Canadá cresceram 8% em parte causados pela retomada da demanda, à medida que as restrições de isolamento social foram sendo relaxadas. Para 2022, está previsto um novo incremento de quase 20% das importações canadenses de etanol (USDA, 2022b).

Na Argentina, oitavo maior produtor mundial de etanol e quinto de biodiesel, o percentual de mistura obrigatória de etanol na gasolina é de 12%; em setembro de 2022, diante da escassez e elevados preços do diesel, causados, entre outros fatores, pela guerra na Ucrânia, o Governo argentino elevou o percentual da mistura do biodiesel, de 5% para 7,5% e ao mesmo tempo aprovou um decreto aumentando temporariamente a mistura de biodiesel para 12,5% (USDA, 2022c). O País exporta mais da metade da sua produção de biocombustíveis, sendo o principal exportador mundial e o maior fornecedor de biodiesel para a Europa (OCDE/FAO, 2021).

A produção de biocombustíveis na Argentina sofreu os impactos da Pandemia em 2020, porém, após a fase mais crítica da crise sanitária, a demanda por combustíveis voltou a se recuperar; assim, em 2021 a produção de etanol no País foi 24,6% superior à obtida no ano anterior e para 2022, as expectativas são de que ocorra novo incremento de 7,1%. A produção de biodiesel também cresceu nesse período, 49% em 2021 e deverá aumentar mais 7% em 2022, mostrando uma forte recuperação após a Pandemia (USDA, 2022c).

A Ásia deverá ultrapassar a Europa na produção de biocombustíveis em pouco tempo, políticas internas fortes, demanda crescente por combustíveis e foco na exportação devem impulsionar a produção. Metas de mistura para biodiesel na Indonésia, Malásia e Índia e as políticas para impulsionar a produção de etanol são os principais fatores apontados como responsáveis por esse crescimento (EIA, 2021).

A China é, isoladamente, o terceiro maior produtor de etanol no mundo, com uma produção de 3,2 bilhões de litros de etanol de cana em 2021 (RFA, 2021), cujo destino é exclusivamente interno. Diante da redução dos estoques nacionais de milho que elevou a cotação do grão, o Governo chinês suspendeu o plano de implementação da mistura de 10% de etanol na gasolina a partir de 2020. Em 2021, a produção do biocombustível no País foi reduzida em 2,3%. Para 2022, as expectativas são de que essa tendência seja revertida, pois o aumento do preço da gasolina e a redução da cotação do milho no mercado interno devem impulsionar a produção, espera-se um crescimento de 12%; mesmo assim, a mistura obrigatória deve se manter em 2% com baixo crescimento da demanda por etanol que é atrelada ao consumo de gasolina. Para atender à demanda doméstica, a China poderá ter que importar etanol em 2022 (USDA, 2022d).

Com relação ao biodiesel, as perspectivas são de que a produção continue sendo baseada principalmente em óleo de cozinha residual que possui um potencial de crescimento limitado; apesar disso, a capacidade de produção de biodiesel da China se expandiu rapidamente para atender à demanda da Europa por biocombustíveis à base de resíduos; em 2021, a produção chinesa de biodiesel cresceu 26% e para 2022 espera-se aumento de mais 32,4% (OCDE/FAO, 2022).

A Indonésia começou a adotar políticas de biocombustíveis em 2006 e expandiu agressivamente seu programa de mistura a partir de 2015. Os principais objetivos de suas políticas são: impulsionar as atividades econômicas por meio da aquisição de biocombustíveis, reduzir sua dependência dos combustíveis fósseis importados e diminuir as emissões dos gases de efeito estufa. O País é o terceiro maior produtor mundial de biodiesel, tendo como principal matéria-prima o óleo de palma,

sendo também o País com maior percentual de mistura do biodiesel no diesel, (30%), com pretensão de atingir 46% de biocombustíveis na sua matriz energética até 2050. A produção de biodiesel na Indonésia é subsidiada, as expectativas são de que a produção de biodiesel em 2022 tenha um crescimento de quase 8% (USDA, 2022e).

A produção e o consumo de etanol na Indonésia permanecem praticamente inexistentes devido à limitação de matéria-prima, baixa demanda por gasolina com mistura e falta de apoio governamental. Entretanto, como os preços globais do etanol estão mais baixos do que os da gasolina, tem surgido interesse por importação de etanol ou de gasolina já com adição do biocombustível (USDA, 2022e).

Na Tailândia, o consumo de biodiesel e etanol em 2021 foi inferior às metas estabelecidas em decorrência da limitação de oferta de matéria-prima (melaço, mandioca e óleo de palma) e da terceira onda da Covid que retardou a recuperação econômica. O percentual do etanol na gasolina no País é de 10%; há perspectiva de que a mistura aumente para 20%; as limitações de matéria-prima e de capacidade de investimento devem manter a oferta interna limitada (OCDE/FAO, 2021). No longo prazo, a demanda por gasolina e etanol deve continuar caindo na Tailândia devido ao aumento da disponibilidade de veículos elétricos cuja produção e uso estão sendo incentivados no País. Além disso, há perspectivas de que o Governo reduza paulatinamente o subsídio dado ao setor de biocombustíveis.

Em 2021, os elevados preços do óleo de palma e do petróleo levaram o Governo a reduzir a mistura obrigatória B10 de biodiesel no diesel, o que deve contribuir para uma queda de 20% na produção em 2022; a partir de 2024, a taxa de mistura será de 7% (USDA, 2022f).

Na Índia, quinto maior produtor mundial de etanol, a política nacional sobre biocombustíveis entrou em vigor em maio de 2018. No início de 2021, com o objetivo de reduzir as importações de petróleo e diminuir a poluição, a Índia antecipou sua meta de mistura E20 de 2030 para 2025; se essa meta for atingida, a Índia se tornará um dos maiores mercados mundiais para etanol (EIA, 2021).

Em 2022, a mistura de etanol na gasolina na Índia deve chegar a 9,3%; a principal matéria-prima usada é o melaço e a capacidade total instalada do País é de 8,26 bilhões de litros; para atender à necessidade requerida em 2025 será necessário um adicional de 6,74 bilhões de litros; nesse sentido, o Governo indiano está ampliando a capacidade de produção do biocombustível à base de grãos e de cana-de-açúcar. Entretanto, há insegurança com relação à disponibilidade de matéria-prima, existe restrição de compatibilidade na frota de veículos, e há necessidade de expandir a infraestrutura de transporte e redes ferroviárias; portanto, o País deverá continuar como grande importador de etanol. Em 2021, a Índia importou aproximadamente 648 milhões de litros e seu principal fornecedor são os Estados Unidos. O mercado de biodiesel na Índia é limitado devido aos altos preços das matérias-primas; a maioria dos fabricantes indianos de biodiesel é suscetível à volatilidade dos preços globais dos óleos vegetais e o controle das exportações adotados por países como a Indonésia afetam o mercado de óleo de palma (USDA, 2022g).

Em 2022, a taxa média de mistura de biodiesel ficou em apenas 0,07%, entretanto a meta é de 5% de mistura até 2030; para cumprir seu mandato, a Índia precisa investir em novas plantas e criar infraestrutura para a cadeia de abastecimento de óleo de cozinha usado (USDA, 2022g).

Brasil e Índia estabeleceram em 2022 um Centro de Excelência em Etanol, uma iniciativa de intercâmbio técnico com o objetivo de melhorar a eficiência da produção de etanol a partir de cana-de-açúcar/melaço e elevação da mistura de etanol na gasolina no País asiático. O acordo de cooperação energética entre os dois países prevê ainda o desenvolvimento de tecnologias, contemplando veículos “flex fuel”, biodiesel, etanol de segunda geração, combustível sustentável de aviação, além do desenvolvimento de políticas de incentivo de biogás e biometano (USDA, 2022g).

Quadro 1 – Principais produtores mundiais de biocombustíveis (participação %) e principais matérias-primas

Biocombustível	Países	Produção mundial (%)	Principais matérias-primas
Etanol	Estados Unidos	48,2	Milho
	Brasil	26,7	Cana-de-açúcar
	China	8,3	Milho, mandioca
	União Europeia	4,8	Beterraba açucareira, trigo, milho
	Índia	2,3	Melaço
	Canadá	1,6	Milho, trigo
	Tailândia	1,4	Melaço, mandioca, cana-de-açúcar
	Argentina	1,0	Melaço, cana-de-açúcar, milho
	Colômbia	0,4	Cana-de-açúcar
	Paraguai	0,4	Cana-de-açúcar, milho
	Indonésia	0,1	Melaço
Biodiesel	União Europeia	32,3	Óleo de soja, de cozinha residual, de colza e de palma
	Estados Unidos	18,1	Óleo de soja e de cozinha residual
	Indonésia	15,0	Óleo de palma
	Brasil	12,2	Óleo de soja
	Argentina	5,0	Óleo de soja
	Tailândia	3,8	Óleo de palma
	China	2,3	Óleo de cozinha residual
	Colômbia	1,3	Óleo de palma
	Canadá	0,7	Óleo de cozinha residual, de colza e de soja
	Índia	0,5	Óleo de cozinha residual

Fonte: OCDE/FAO (2021).

2 Histórico das Políticas Nacionais para Biocombustíveis

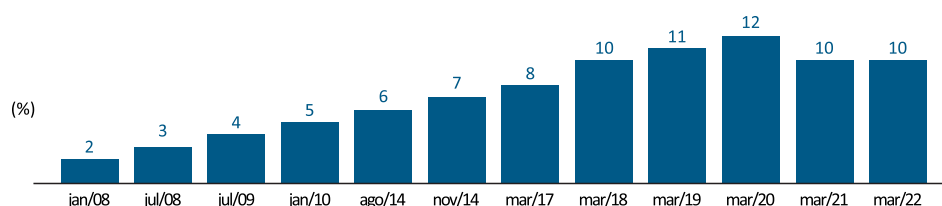
O Brasil é pioneiro no mundo na utilização do etanol em larga escala como combustível. Há algumas décadas, a mistura de etanol à gasolina no Brasil é superior a 20%. As políticas energéticas no Brasil começaram a ser implementadas a partir do início da década de 1970, tendo sido primordiais para inserção do álcool e do biodiesel na matriz energética do País.

De acordo com a OCDE/FAO (2021), o Brasil é atualmente o único País do mundo em que o uso de biocombustíveis supera 10% da demanda de energia para transportes. De acordo com a EPE (2022a), em 2021, o uso de energias renováveis nos transportes no Brasil representou 23% da matriz energética do setor; nesse ano, a demanda por biodiesel cresceu 6,5% em relação a 2020, impulsionado pelo maior consumo de combustíveis fósseis, aliado a entrada em vigor do B13 no primeiro trimestre.

Em 2005, o biodiesel foi introduzido na matriz energética brasileira, através da Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005 que fixou para todo o território nacional o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao diesel vendido ao consumidor final e estabeleceu o modo de utilização e o regime tributário por região de plantio, por oleaginosa e por categoria de produtor (agronegócio e agricultura familiar).

De acordo com a Resolução nº16 de 29 de outubro de 2018, do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), a mistura obrigatória deverá chegar a 15% em 2023, assim, a partir de março de 2021, o diesel deveria ter passado a ter adição de 13% de biodiesel. Entretanto, o percentual da mistura foi reduzido para 10% por meio da Resolução nº4 de 9 de abril de 2021 do CNPE. A justificativa oficial foi de que o elevado preço da soja aumentou o custo do biodiesel, entretanto, a participação do biocombustível na formação do preço final do diesel é relativamente baixa, dessa forma, a medida praticamente não tem efeito de redução do preço do diesel. Na vigência do 81º Leilão de Biodiesel (setembro), a mistura foi incrementada para 12% (Resolução nº 11, de 2 de junho de 2021), porém em novembro o CNPE decidiu reduzir novamente a mistura para 10%.

Gráfico 1 – Evolução da mistura do biodiesel ao diesel (B100)



Fonte: CNPE (2018) e CNPE (2021b).

2.1 Política nacional de biocombustíveis (RenovaBio)

Instituída pela Lei 13.576, de 26 de dezembro de 2017, a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), tem como objetivo estimular o aumento da produção de biocombustíveis no País em padrões sustentáveis e contribuir para o cumprimento das metas de redução de emissões com as quais o Brasil se comprometeu no Acordo de Paris. O reconhecimento da capacidade dos biocombustíveis de contribuir para que as metas de descarbonização sejam atingidas é um dos principais fundamentos propostos pelo RenovaBio para viabilizar a retomada dos investimentos privados no setor de biocombustíveis no Brasil.

As principais metas domésticas relacionadas aos biocombustíveis a serem alcançadas até 2030 foram: redução de 43% das emissões de gases de efeito estufa, participação de 45% de energias renováveis e de 18% da bioenergia na matriz energética (BRASIL, 2017).

A Lei cria o CBIO (Crédito de Descarbonização), um ativo financeiro, negociado em bolsa, emitido pelos produtores e importadores de biocombustível a partir da comercialização. Os distribuidores de combustíveis serão obrigados a adquirir os CBIOs para cumprir sua meta de descarbonização que é estipulada anualmente pelo Governo. Os principais instrumentos do RenovaBio, são:

- Metas nacionais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa na matriz de combustíveis;
- Créditos de descarbonização (CBIO);
- Certificação individual de eficiência energética e ambiental;
- Adições compulsórias de biocombustíveis aos combustíveis fósseis;
- Incentivos fiscais, financeiros e creditícios.

Essa Política pode ser um instrumento importante para equilibrar a competitividade entre os combustíveis fósseis e renováveis, pois o valor do CBIO é determinado, entre outras variáveis, pelo preço do petróleo. Assim, em momentos de baixa cotação do petróleo, os preços do CBIO deverão apresentar maiores valores, de forma a garantir a competitividade dos biocombustíveis e estimular a sua produção, mesmo em cenários de preços deprimidos do combustível fóssil.

Em 2022, foram emitidos 30,8 milhões de CBIOs e 24,4 milhões foram aposentados, ou seja, foram retirados de circulação pelas distribuidoras referentes as suas metas compulsórias de redução das emissões de gases causadores do efeito estufa; cada crédito equivale a uma tonelada de emissões de CO₂ evitadas (ANP, 2022).

2.2. Programa Combustível do Futuro

Instituído pela Resolução nº7 de 20 de abril de 2021, do Ministério de Minas e Energia, o Programa Combustível do Futuro possui como principal objetivo aumentar o uso de combustíveis sustentáveis e de baixo carbono no País e assim, promover a descarbonização da matriz energética do transporte nacional e estimular o desenvolvimento tecnológico e inovação.

A Resolução criou o Comitê Técnico Combustível do Futuro que deverá, entre outras ações, promover a integração de políticas relacionadas ao tema, propor medidas para a melhoria de qualidade dos combustíveis e propor estudos para ampliação do uso de combustíveis sustentáveis e de baixa intensi-

dade de carbono, a exemplo de: avaliação das tecnologias da célula a combustível; condições técnicas e econômicas para produção, em larga escala, de etanol de segunda geração; utilização de combustíveis sustentáveis e de baixa intensidade de carbono para transporte marítimo e introdução de querosene de aviação sustentável (QAV) na matriz energética de aviação (BRASIL, 2021).

3 Produção Brasileira de Biodiesel

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de biodiesel (OCDE, 2021); de acordo com dados da ANP (2022), a capacidade total de produção no Brasil em 2021 foi de 12,2 milhões de m³. Porém, existe no País uma elevada capacidade ociosa em todas as regiões (**Tabela 1**). A produção de biodiesel no Brasil é limitada pelo percentual de mistura obrigatória; a forma de diminuir a capacidade ociosa do setor é elevar a mistura para o percentual previsto na Resolução nº16 de 29 de outubro de 2018, do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) que é de 15% para 2023.

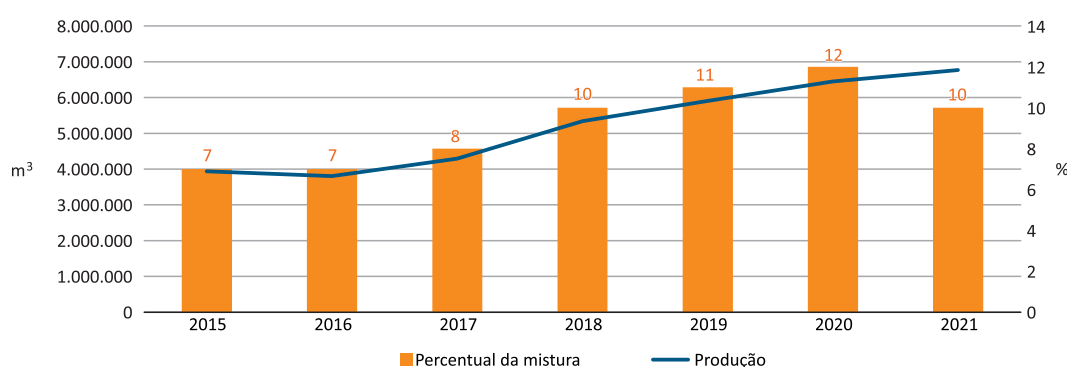
Tabela 1 – Capacidade normal e produção de biodiesel (B100) no Brasil por região (Mil/m³/ano) 2021

Região	Capacidade	Produção	%
Norte	320,4	144,4	45,1
Nordeste	1.240,4	452,8	36,5
Sudeste	1.094,2	425,3	38,9
Centro-Oeste	4.742,6	2.561,1	54,0
Sul	4.818,6	3.182,2	66,0
Brasil	12.216,2	6.765,8	55,4

Fonte: Anuário estatístico da ANP (2022).

Mesmo com a redução do percentual da mistura obrigatória de 12% para 10% a partir de 2021, a produção de biodiesel no Brasil teve um crescimento de quase 60% entre 2017 e 2021 (**Gráfico 2**). O produto é comercializado através de leilões em quantidade suficiente para compor a mistura imposta pela legislação.

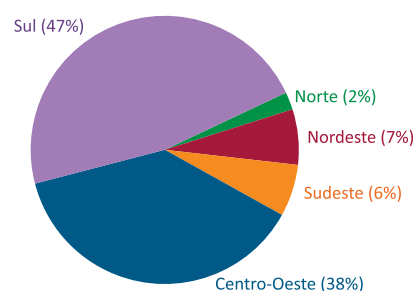
Gráfico 2 – Produção brasileira de biodiesel (m³)



Fonte: Anuário estatístico da ANP (2022).

Apesar dos esforços que foram realizados para o desenvolvimento do setor no Nordeste, a produção de biodiesel no Brasil está concentrada no Sul e Centro-Oeste (**Gráfico 3**), o que está relacionado à ampla participação da soja como matéria-prima (72,1%) na produção do biodiesel (**Tabela 2**). Essa concentração evidencia a baixa participação dos produtores familiares no fornecimento de matéria-prima para produção de biodiesel no Brasil. A agroindústria da soja no País é composta por empresas nacionais e multinacionais que atuam em vários segmentos do negócio, desde a produção até a comercialização. Muitas dessas empresas são grandes produtoras de biodiesel.

Gráfico 3 – Participação percentual das regiões brasileiras na produção nacional de biodiesel em 2021



Fonte: Anuário estatístico da ANP (2022).

O Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Paraná e Goiás são os maiores produtores nacionais de biodiesel; juntos, responderam em 2021 por 79,3% da produção do País. Chama a atenção o elevado crescimento (51,3%) da produção de biodiesel no Paraná em relação a 2020, enquanto o Rio Grande do Sul e Goiás cresceram 3,6% e 4,5%, respectivamente, e os demais estados produtores apresentaram queda na produção; contribuíram para esta redução: a escalada do preço do óleo de soja, principal matéria-prima para biodiesel no Brasil e a diminuição da mistura de biodiesel no diesel para 10%.

Tabela 2 – Matéria-prima utilizada na produção de biodiesel (B100) no Brasil (m³)

Matérias-primas	2017	2018	2019	2020	2021	Var (%)	Part (%)
Óleo de soja	2.964.246	3.743.316	4.087.804	4.677.523	4.907.873	4,9	72,1
Outros óleos vegetais (1)	54.371	128.858	350.193	297.144	280.711	-5,5	4,1
Gordura animal (2)	715.273	862.505	831.632	737.834	714.242	-3,2	10,5
Outros (3)	487.381	612.076	766.178	829.832	903.499	8,9	13,3
TOTAL	4.221.271	5.346.755	6.035.806	6.542.333	6.806.324	4,0	100,0

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

A Bahia e o Piauí são os únicos estados do Nordeste que continuam produzindo biodiesel, tendo respondido em 2021 por pequena parcela da produção nacional, 6,1% e 0,6 %, respectivamente.

Na área de atuação do BNB, existem três unidades produtoras de biodiesel na Bahia, uma no Ceará, uma no Piauí e outra no Norte de Minas Gerais, as quais possuem capacidade de ofertar 3.991 m³ de biodiesel por dia (**Tabela 3**), o que representa 11,8% da capacidade instalada no Brasil; entretanto, entre 2017 e 2021 não houve produção na unidade do Ceará. A unidade do Piauí, que foi fundada pela Brasil Ecodiesel em 2005, estava paralisada desde 2009 e só voltou a funcionar recentemente depois que foi adquirida pela Empresa Unibras. A unidade possui capacidade de produção de até 250 m³ de biodiesel/dia. O principal atrativo para o investimento no Estado foi a disponibilidade da soja. Entre 2019 e 2021, houve expansão da capacidade de produção na Bahia e no Norte de Minas Gerais.

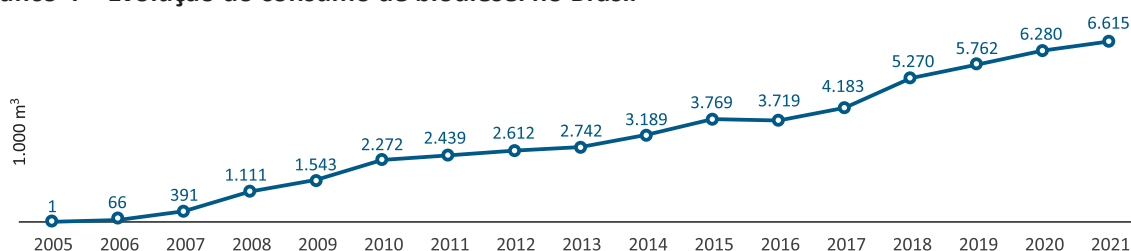
Tabela 3 – Unidades de produção de biodiesel na área de atuação do BNB e capacidade de produção (2021)

UF	Usina	Município	Capacidade de produção (M³/dia)
Bahia	Oleoplan Nordeste	Iraquara	1.300,0
	Petrobrás Biocombustíveis	Candeias	845,5
	Binatural	Simões Filho	1.000,0
Ceará	Agropaulo	Jaguaruana	50,0
Piauí	Unibras - J. Aparecido	Floriano	250,0
Minas Gerais	Petrobrás Biocombustíveis	Montes Claros	545,5
Total			3.991,0

Fonte: ANP/SPC, conforme a Resolução ANP nº 30/2013, in Anuário estatístico ANP (2022).

O consumo de biodiesel no Brasil está atrelado à política de adição desse biocombustível ao diesel fóssil, tendo aumentado 5,3% em 2021 em relação a 2020, resultado do aumento do percentual de mistura mandatória de biodiesel no diesel para 13% no primeiro trimestre de 2021 (EPE, 2022a). De acordo com o EPE (2022c), em 2021, o uso de biodiesel e etanol no Brasil evitou a emissão de aproximadamente 67 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Gráfico 4 – Evolução do consumo de biodiesel no Brasil



Fonte: EPE, (2022a) – Relatório Síntese.

4 Produção de Etanol

Desde 2015, o percentual de mistura obrigatória do etanol na gasolina no Brasil é de 27%; além desse mercado, o País se destaca no mundo pela tecnologia dos carros flex que podem utilizar qualquer percentual de gasolina e etanol hidratado. Por ser considerado uma fonte de energia limpa e renovável, o etanol possui uma grande importância para a sustentabilidade ambiental. Entretanto, a tendência mundial é de crescimento do mercado de carros elétricos e enfraquecimento do apoio ao setor de biocombustíveis.

Vale salientar, que o uso do etanol por meio da tecnologia dos veículos híbridos, que combinam motores elétricos com motor a combustão, representa uma possibilidade de transição menos abrupta da tecnologia dos veículos convencionais para os carros elétricos; esse cenário é particularmente promissor para o Brasil que já possui conhecimento consolidado em engenharia de produção de carros flex e produção de etanol em grande escala (JORNAL DA CANA, 2022).

O setor produtivo de etanol no Brasil está em expansão; segundo a ANP, em 2021, havia vinte e duas solicitações para construção de novas unidades de produção com capacidade de adicionar 4.330 m³/dia de anidro e 6.269 m³/dia de hidratado no mercado. Também existe intensão de ampliação da capacidade de produção em 51 unidades existentes (ANP, 2022a).

A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima usada no Brasil para a produção de etanol; entretanto, nas últimas safras, tem ocorrido crescimento da utilização de milho para a fabricação do biocombustível, notadamente no Centro-Oeste, impulsionado por períodos de baixos preços do milho na Região, pois o grão pode ser estocado para produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar. Em 2021, existiam 20 unidades de etanol de milho no País, sendo 9 full e 11 flex⁹.

Na safra 2021/22, foram produzidos 29,8 bilhões de litros de etanol no Brasil; para a próxima safra, é esperada uma pequena recuperação na produção nacional (1,2%), dado que o crescimento na produção do Centro-Oeste foi contrabalanceado pela queda no Sudeste que foi afetado por condições climáticas adversas. A maior redução deverá ocorrer no hidratado que perdeu competitividade frente à gasolina (Tabela 4).

Tabela 4 – Produção brasileira de etanol de cana e de milho (em milhões de litros)

Região/Estados	Total			Anidro			Hidratado		
	2021/22	2022/23	Var (%)	2020/21	2021/22	Var (%)	2020/21	2021/22	Var (%)
NORTE	262,8	268,6	2,2	132,5	125,4	-5,3	130,4	143,2	9,8
NORDESTE	1.877,2	2.073,1	10,4	894,1	977,9	9,4	983,1	1.095,2	11,4
Maranhão	163,8	175,6	7,2	154,1	162,2	5,2	9,7	13,4	37,8
Piauí	44,1	42,2	-4,3	26,7	30,0	12,6	17,5	12,2	-30,0
Rio Grande do Norte	85,5	107,6	25,9	27,3	27,1	-0,7	58,2	80,5	38,4
Paraíba	354,6	421,3	18,8	214,8	232,4	8,2	139,8	188,9	35,2
Pernambuco	372,0	393,3	5,7	132,8	132,5	-0,2	239,3	260,8	9,0
Alagoas	445,9	451,6	1,3	198,3	239,8	20,9	247,6	211,8	-14,5
Sergipe	99,1	121,4	22,5	19,1	20,5	7,0	79,9	100,9	26,3
Bahia	312,1	360,0	15,4	121,0	133,4	10,3	191,1	226,6	18,6
CENTRO-OESTE	11.596,9	12.959,8	11,8	3.066,8	3.603,2	17,5	8.530,2	9.356,6	9,7
SUDESTE	14.961,1	13.872,8	-7,3	6.540,5	6.371,4	-2,6	8.420,7	7.501,3	-10,9
SUL	1.177,6	1.178,5	0,1	554,9	623,0	12,3	622,7	555,5	-10,8
BRASIL	29.875,7	30.352,7	1,6	11.188,7	11.700,9	4,6	18.687,0	18.651,8	-0,2

Fonte: Conab (2022).

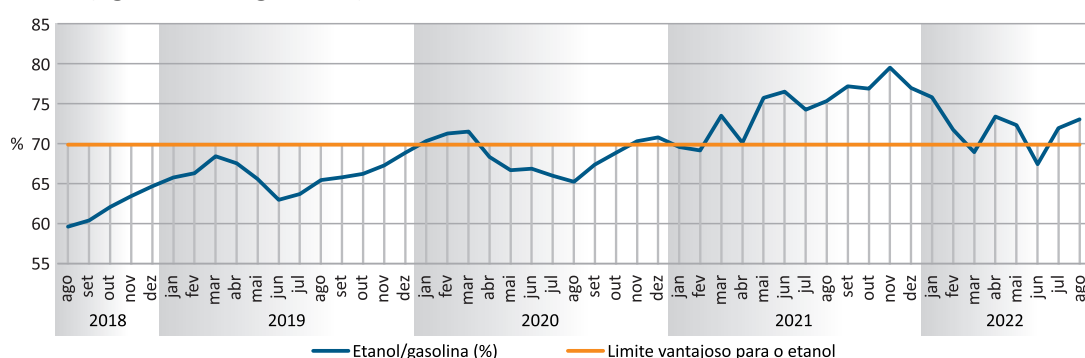
O Nordeste responde por um pequeno percentual da produção nacional de etanol, aproximadamente 6,2%. Alagoas, Pernambuco e Paraíba são tradicionalmente os maiores produtores regionais;

⁹ Unidade full produz etanol a partir de um única matéria-prima, milho ou cana-de-açúcar. Unidade flex, produz etanol de milho na entressafra da cana-de-açúcar.

entretanto, a Bahia tem apresentado um crescimento expressivo, e na safra 2022/23, deverá se tornar o segundo maior produtor regional de etanol hidratado. As boas condições de chuvas em 2022 deverão resultar em aumento da produção de etanol no Nordeste na safra 2022/23, com destaque para o hidratado na Bahia e na Paraíba (**Tabela 4**).

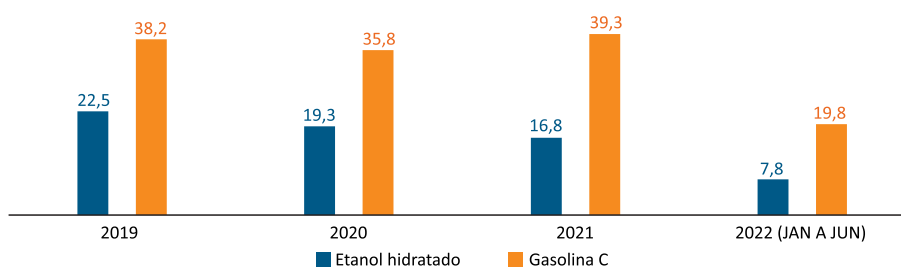
Entre 2020 e 2021, o consumo do etanol hidratado no Brasil recuou 26% em relação a 2019, pois o biocombustível perdeu competitividade frente à gasolina. No início de 2020, a demanda por etanol foi reduzida diante da queda do preço do petróleo e por conta do isolamento social. Como o hidratado é substituto da gasolina, seu preço teve que ser reduzido para continuar competitivo. Em 2021, com o retorno da demanda e redução da oferta de etanol causada pelo maior direcionamento da matéria-prima para a fabricação de açúcar, juntamente com condições climáticas adversas, o preço médio do biocombustível ultrapassou 70% do preço da gasolina (**Gráfico 5**), deixando de ser competitivo em grande parte do País.

Gráfico 5 – Relação (%) entre os preços médios do etanol hidratado e da gasolina comum no Brasil (ago/2018 a ago/2022).



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados da ANP (2022a).

Gráfico 6 – Venda de etanol hidratado e de gasolina C no Brasil pelas distribuidoras



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados ANP (2022b).

A partir do dia 24 de junho de 2022, com o objetivo de reduzir os preços dos combustíveis, a alíquota de PIS/Cofins dos etanóis hidratado e anidro combustíveis e outros fins, foi zerada no Brasil (Lei Complementar nº 194 de 23 de junho de 2022), também foi sancionado o Projeto de Lei que limita a 18% o ICMS sobre o diesel e a gasolina e outros produtos e serviços (CEPEA, 2022). Essa medida, juntamente com a queda no preço do petróleo no segundo semestre de 2022, pode resultar em aumento do consumo de combustíveis no País, entretanto, entre janeiro e agosto de 2022, o preço do hidratado continuou acima de 70% do preço da gasolina (**Gráfico 5**) em todas as regiões; portanto, o consumo de etanol hidratado deve ficar abaixo do volume consumido em 2021.

A produção brasileira de etanol é destinada principalmente ao consumo doméstico, o mercado externo é pouco representativo; em 2021 houve redução tanto das exportações quanto das importações do biocombustível.

O etanol brasileiro tem como principal destino os Estados Unidos que importam o biocombustível para atender o Programa Padrão de Combustível de Baixo Carbono da Califórnia. Em 2021, a taxa das importações brasileiras de etanol em 20% resultou numa queda de 57,1% no volume e de 46,0% no valor das importações brasileiras de etanol (**Tabela 5**). No mesmo ano, as importações pelo Nordeste caíram 54,5% em termos de volume e 42,0% no faturamento. Porém, esse cenário deve se modificar

em 2022, pois no início do ano, o Governo brasileiro decidiu zerar a tarifa de importação de etanol até 31 de dezembro. Assim, o Brasil deverá voltar a ser um dos principais mercados para o etanol de milho dos Estados Unidos; entre janeiro e julho de 2022, o volume de etanol importado dos EUA cresceu 59% e o valor, 120% em relação ao mesmo período de 2021.

Tabela 5– Exportações e importações brasileiras de etanol

Região/UF/URF	Volume (milhões litros)			Valor (milhões US\$)		
	2020	2021	Var (%)	2020	2021	Var (%)
Exportação	2.139	1.562	-27	1.192	1.061	-11
Importação	797	342	-57	416	226	-46

Fonte: Agrostat (2022).

5 Tendências e Perspectivas

- O desenvolvimento do setor de biocombustíveis no mundo tem sido dependente de apoio governamental. O envolvimento do setor privado, em geral, acompanha o engajamento dos Governos. As estratégias mais usadas são: a criação de demanda, a oferta de incentivos aos produtores e de garantias aos investidores;
- A demanda de bioenergia no setor de transporte no mundo se deve, sobretudo, aos normativos de obrigatoriedade de mistura nas principais economias. Portanto, a evolução da produção dos biocombustíveis é muito sensível às possíveis mudanças nas políticas públicas, assim como à demanda por biocombustíveis para transporte, que por sua vez, depende do preço do petróleo cru. Dessa forma, as perspectivas são de que o comércio mundial para biocombustíveis continue limitado;
- A Ásia deverá ultrapassar a Europa e se tornar o terceiro maior centro de demanda regional de biocombustíveis no mundo;
- Brasil e Estados Unidos devem responder pela maior expansão da demanda por biocombustíveis nos próximos anos;
- As expectativas são de crescimento da demanda por diesel renovável e biocombustíveis para aviação na Europa e Estados Unidos e baixo crescimento da demanda por biodiesel e etanol;
- Em meio a um cenário de aumentos sucessivos no preço do petróleo e com a maior exigência do mercado com relação à produção sustentável, os biocombustíveis de segunda geração, que não competem com a alimentação humana, devem apresentar competitividade crescente no longo prazo. Entretanto, não se espera crescimento na produção mundial de biocombustíveis de segunda geração no curto prazo, pois ainda é necessário o desenvolvimento de pesquisas para tornar viável a produção em escala comercial;
- O Brasil continua com papel de destaque no cenário mundial de produção e consumo de biocombustíveis. O País já possui uma base institucional, arcabouço legal, capacidade instalada, corpo científico de excelência em áreas como biocombustíveis e bioquímica e conhecimento técnico que são ferramentas importantes para a superação de boa parte dos desafios para a ampliação da participação dos biocombustíveis na matriz energética do País;
- A Política Nacional de Biocombustíveis em implementação no Brasil, Renovabio, deverá resultar na expansão do uso dos biocombustíveis na matriz energética nacional;
- A indústria de biodiesel no Brasil responde positivamente ao aumento das misturas obrigatórias. A ampliação da capacidade de produção de biocombustíveis no Brasil depende da política governamental sobre o percentual de mistura;
- O mundo vive um período de grande turbulência; aos efeitos negativos causados pela Pandemia, somaram-se o conflito entre a Rússia e a Ucrânia e uma severa seca na Europa e parte da China, o que tem causado crescimento da inflação dos alimentos, da energia e dos combustíveis em geral. Assim, é muito provável que as metas ambientais não sejam atingidas, podendo inclusive ocorrer

um retrocesso no curto prazo, e o aumento dos preços das matérias-primas pode resultar em relaxamento ou atrasos nos mandatos de mistura de biocombustíveis. Por outro lado, os investimentos em energia limpa podem ser intensificados.

6 Referências

AGROSTAT. SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR/MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO. MDIC/MAPA/AGROSTAT. **Base de dados**. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em: 12 de ago. 2022.

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

BRASIL. LEI Nº 13.576, DE 26 DE DEZEMBRO DE 2017. Diário Oficial da União. Seção: 1, Página 4. Publicado em 27 de dez. de 2017. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/DOU/>>. Acesso em 06 de ago. de 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Resolução nº7 de 20 de abril de 2021. Diário Oficial da União. Ed:91, Seção: 1, Página 11. Publicado em 17 de mai. de 2021. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/DOU/>>. Acesso em 06 de ago. de 2021.

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

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

_____ CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. **Resolução nº 11, de 2 de junho de 2021**. Diário Oficial da União. Seção 1. Edição 129 B, p.1, 12 de julho de 2021b.

CEPEA. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Agromensal Etanol**. jun, 2022. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0955752001657136462.pdf>>. Acesso em: 26 de jun. 2022.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica das safras**. Cana-de-açúcar - Agrícola. 18/08/2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acesso em: 13 de set. de 2022.

CRS. CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE. **The renewable fuel standard (RFS): Na Overview. 2020**. Disponível em: <<https://fas.org/sgp/crs/misc/R43325.pdf>>. Acesso em: 09 de ago. de 2020.

COSTA, A. O. da. Et. Al. **RenovaBio: Biocombustíveis 2030 nota técnica: Regras de comercialização**. EPE NT4. Rio de Janeiro, 2017. 19p. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/renovabio>>. Acesso em: 03 de ago. de 2022.

EPA - AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS ESTADOS UNIDOS. **Visão geral do padrão de combustível renovável**. <<https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>>. Acesso em: 04 de jun. 2021.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2022: Ano-base 2021. Relatório Síntese. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. 2022a. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf>. Acesso em: 31 de ago. de 2022a.

_____ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Mapa Interativo dos Mandatos de Teor de Biocombustíveis Líquidos do Setor de Transportes no Mundo. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/>>

publicacoes-dados-abertos/publicacoes/mapa-interativo-dos-mandatos-de-teor-de-biocombustiveis-liquidos-do-setor-de-transportes-no-mundo>. Acesso em: 31 de ago. 2022b.

EUROPA.EU. **Regulamentos, diretivas e outros atos legislativos**. Disponível em: <https://europa.eu/european-union/law/legal-acts_pt#:~:text=Para%20alcan%C3%A7ar%20os%20objetivos%20estabelecidos,outros%20a%20alguns%20deles>. Acesso em: 02 de jun. 2021.

EIA - AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **Today in energy. Renewable diesel is increasingly used to meet California's Low Carbon Fuel Standard**. Nov. 2018. Disponível em: <<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=37472>>. Acesso em: 27 de fev. 2019.

_____. AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Renewables 2020**, IEA, Paris. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/renewables-2020>>. Acesso em: 24 de jun. de 2021.

_____. AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Renewables 2021**, IEA, Paris. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/renewables-2021>>. Acesso em: 05. set. 2022.

JORNAL DA CANA. **Webinar: O papel do etanol no futuro da mobilidade -carros elétricos x célula de combustível**. 23 de set. 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=voRmY1akQGM>>. Acesso em: 07 de jun. 2022.

OECD/FAO. ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. **Perspectivas Agrícolas 20212030**, OECD Publishing, Paris, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1787/47a9fa44-es>>. Acesso em: 06 set. 2022.

PARLAMENTO EUROPEU. **Diretiva (UE) 2018/2001, de 11 de dezembro de 2018**. Jornal Oficial da União Europeia. 21 de dez de 2018.

RFA. RENEWABLE FUELS ASSOCIATION. 2021 U.S. Etanol exports & imports statistical summary. Disponível em: <<https://ethanolrfa.org/library/rfa-publications>>. Acesso em: 06 de set. 2022.

USDOE. DEPARTAMENTO DE ENERGIA DOS ESTADOS UNIDOS. **Alternative Fuels Data Center: Biodiesel Blends**. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/fuels/biodiesel_blends.html>. Acesso em: 12 set. de 2022.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Biofuels Anual. União Europeia**. Attaché Report, GAIN, jul. 2022a. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/search?keyword=biofuel>>. Acesso em: 16 de set. 2022.

_____. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Biofuels Anual. Canadá**. Attaché Report, GAIN, ago. 2022b. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/search?keyword=biofuel>>. Acesso em: 19 de set. 2022.

_____. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Biofuels Anual. Argentina**. Attaché Report, GAIN, ago. 2022c. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/search?keyword=biofuel>>. Acesso em: 20 de set. 2022.

_____. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Biofuels Anual. China**. Attaché Report, GAIN, set. 2022d. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/search?keyword=biofuel>>. Acesso em: 20 de set. 2022.

_____. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Biofuels Anual. Indonésia**. Attaché Report, GAIN, jul. 2022e. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/search?keyword=biofuel>>. Acesso em: 21 de set. 2022.

_____. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Biofuels Anual. Tailândia.** Attaché Report, GAIN, jun. 2022f. Disponível em: <<<https://www.fas.usda.gov/data/search?keyword=biofuel>>. Acesso em: 21 de set. 2022.

_____. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Biofuels Anual. Índia.** Attaché Report, GAIN, jun. 2022g. Disponível em: <<<https://www.fas.usda.gov/data/search?keyword=biofuel>>. Acesso em: 20 de set. 2022.

Todas as edições do caderno setorial disponíveis em:

<https://www.bnb.gov.br/etene/caderno-setorial>

Conheça outras publicações do ETENE

<https://www.bnb.gov.br/etene>