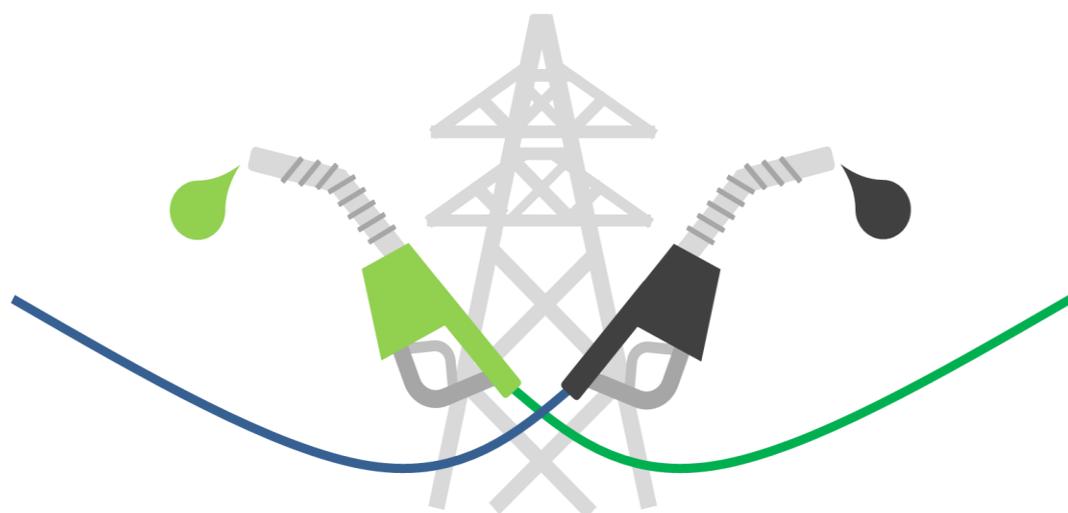




Empresa de Pesquisa Energética

NOTA TÉCNICA



Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2020

JULHO DE 2021

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Coordenação Geral

Heloisa Borges Bastos Esteves

Coordenação Executiva

Angela Oliveira da Costa

Coordenação Técnica

Angela Oliveira da Costa

Rafael Barros Araujo

Equipe Técnica

Angela Oliveira da Costa

Dan Abensur Gandelman

Euler João Geraldo da Silva

Juliana Rangel do Nascimento

Leônidas Bially Olegario dos Santos

Marina Damião Besteti Ribeiro

Paula Isabel da Costa Barbosa

Rachel Martins Henriques

Rafael Barros Araujo

Assistente Administrativo

Sergio Augusto Melo de Castro

Estagiário

Igor Manzolillo Horta Fernandes Francisco

Imagens da Capa

1. Desenvolvido por Racool_studio em Freepik.
2. Divulgação livre. Obtido em Pixabay.
3. Desenvolvido por master1305 em Freepik.
4. Divulgação livre. Obtido em Pixabay.
5. Arquivo JornalCana

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Ministro de Estado

Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior

Secretária-Executiva

Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Paulo Cesar Magalhães Domingues

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

José Mauro Ferreira Coelho

<http://www.mme.gov.br>



Presidente

Thiago Vasconcelos Barral Ferreira

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Erik Eduardo Rego

Diretora de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretora de Gestão Corporativa

Angela Regina Livino de Carvalho

<http://www.epe.gov.br>

■ Identificação do Documento e Revisões



Área de estudo

Diretoria de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (DPG)

Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis (SDB)

Estudo

Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis

Revisão	Data de emissão	Descrição
r0	02/07/2021	Publicação original

Agradecimentos

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP

Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA

Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES

Centro de Tecnologia Canavieira - CTC

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA

Ministério de Minas e Energia – MME

União da Indústria de Cana-de-açúcar – UNICA

Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas – Fipe

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA / ESALQ / USP

A equipe de biocombustíveis agradece ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), especialmente aos integrantes da Coordenação de Fomento a Energias Renováveis, Viviane Silveira Anjos, Semar Antonio Bonavigo, Haroldo César Bezerra de Oliveira e Cristina Andrea Veloso, ao Coordenador-Geral de Extrativismo e Fomento a Energias Renováveis, Marco Aurélio Pavarino, assim como ao Doutorando da Unicamp (Universidade Estadual de Campinas), Pedro Gilberto Cavalcante Filho, por compartilharem seu conhecimento para a elaboração do artigo desta edição.

Apresentação

A Empresa de Pesquisa Energética apresenta a sua décima segunda edição da Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, com foco no ano de 2020. Com periodicidade anual, a publicação consolida os fatos mais relevantes referentes aos biocombustíveis, que ocorreram no ano anterior à sua divulgação. É lançada no segundo trimestre, após o fechamento da safra sucroenergética e a consolidação das estatísticas dos mais importantes órgãos da área.

Os principais temas abordados são: a oferta e demanda de etanol e sua infraestrutura de produção e transporte, o mercado de ciclo Otto, a participação da bioeletricidade na matriz nacional e nos leilões de energia, o mercado de biodiesel, o mercado internacional de biocombustíveis, as expectativas para os novos biocombustíveis, as emissões de gases de efeito estufa evitadas pela utilização dessas fontes renováveis de energia e o acompanhamento da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). Percebidos a partir do segundo trimestre de 2020, os impactos da Covid-19 são mencionados ao longo deste documento.

Nessa edição, além da avaliação dos principais acontecimentos ocorridos em 2020, o documento apresenta um artigo que analisa o potencial de contribuição do setor de biocombustíveis para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para a Agenda 2030 da ONU, por meio da análise da produção de biodiesel e sua inter-relação com a agricultura familiar, no âmbito do PNPB. Tais ODS possuem sinergias entre si e a política energética brasileira busca auxiliar o país a alcançar as metas da Agenda 2030.

■ Sumário

Agradecimentos	2
Apresentação	3
1. Oferta de etanol	4
1.1. Área, Produtividade Agrícola e Rendimento da Cana	4
1.2. Processamento da cana-de-açúcar	9
1.3. Produção de etanol	10
1.4. Produção de açúcar	13
1.5. Mix de produção	14
2. Demanda do ciclo Otto	15
2.1. Licenciamento e frota de veículos leves	15
2.2. Demanda de combustíveis da frota ciclo Otto	16
3. Análise econômica	18
3.1. Preços de combustíveis do ciclo Otto	18
3.2. ICMS nos combustíveis do ciclo Otto.....	21
4. Capacidade de produção e infraestrutura de etanol	23
4.1. Capacidade produtiva	23
4.2. Tancagem	24
4.3. Dutos	25
4.4. Portos	26
5. Bioeletricidade	26
5.1. Exportação e comercialização de energia	27
5.2. Bioeletricidade de outras biomassas	30
6. Biodiesel	31
6.1. Evolução do marco regulatório do biodiesel	31
6.2. Leilões e preços de biodiesel	33
6.3. Capacidade instalada e produção regional.....	35
6.4. Matéria-prima para o biodiesel	37
6.5. Coprodutos do biodiesel	39
6.6. Metanol.....	40
7. Mercado internacional de biocombustíveis	41
8. Outros biocombustíveis	44
9. Emissões de gases de efeito estufa	48
10. RenovaBio	49
10.1. Certificações.....	49
10.2. Metas compulsórias de redução de emissões de GEE.....	51
10.3. Emissão e Comercialização do CBIO	52
10.4. Preço do CBIO	53
10.5. Outras ações	54
11. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, a Agricultura Familiar e as interfaces com a Agenda 2030	55
11.1. Introdução.....	55
11.2. Agricultura Familiar e o Selo Biocombustível Social	56
11.3. Indicadores Socioeconômicos do PNPB.....	58
11.3.1. Renda por família participante do PNPB	60

11.3.2. Impactos socioeconômicos da produção de biodiesel pela agricultura familiar através da metodologia da MIP	63
11.4. Panorama Agricultura Familiar e a Agenda 2030	64
11.5. Considerações Finais	65
Referências bibliográficas	66

■ Lista de gráficos

Gráfico 1 - Área colhida e de plantio de cana do setor sucroenergético (Brasil)	5
Gráfico 2 - Participação da cana planta na área total colhida e produtividade (Brasil)	6
Gráfico 3 - Idade média do canavial (Brasil e regiões).....	6
Gráfico 4 - Valor captado de financiamentos públicos para o cultivo da cana	7
Gráfico 5 - Colheita e Plantio mecanizados x Rendimento da cana	9
Gráfico 6 - Histórico anual do processamento de cana	10
Gráfico 7 - Produção brasileira de etanol	10
Gráfico 8 - Produção brasileira de etanol de milho	11
Gráfico 9 - Evolução mensal do estoque físico de etanol	12
Gráfico 10 - Produção e exportação brasileira de açúcar	13
Gráfico 11- Exportação brasileira de açúcar e câmbio	13
Gráfico 12 - Preços internacionais do açúcar VHP e refinado	14
Gráfico 13 - Mix de produção (açúcar x etanol)	15
Gráfico 14 - Licenciamentos de veículos leves	15
Gráfico 15 - Demanda do ciclo Otto e participação dos diferentes combustíveis	17
Gráfico 16 - Demanda anual de etanol hidratado e gasolina C	17
Gráfico 17 - Produção, demanda e importação líquida de gasolina A	18
Gráfico 18 - Preços de etanol hidratado	19
Gráfico 19 - Relação de preços entre o hidratado e a gasolina C (PE/PG)	20
Gráfico 20 – PE, PG e Relação PE/PG mensal em 2020	21
Gráfico 21 - Diferenciação Tributária - ICMS (gasolina x etanol) 2020.....	22
Gráfico 22 - Fluxo de usinas de cana no Brasil.....	23
Gráfico 23 - Evolução da capacidade instalada de produção de etanol no Brasil	24
Gráfico 24 - Capacidade brasileira de tancagem de etanol por região em 2020	25
Gráfico 25 - Participação da biomassa de cana na geração elétrica	27
Gráfico 26 - Autoconsumo e energia exportada pelas usinas de biomassa de cana	28
Gráfico 27 - Histórico de energia exportada para o SIN e cana processada	29
Gráfico 28 - Geração térmica a biomassa de cana versus PLD	30
Gráfico 29 - Participação das demais biomassas X cana-de-açúcar	31
Gráfico 30 - Preços médios - biodiesel e diesel sem ICMS	33
Gráfico 31 - Volume de biodiesel nos Leilões – Ofertado X Arrematado	34
Gráfico 32 - Capacidade Nominal Autorizada e Consumo de Biodiesel em 2020	36
Gráfico 33 - Produção regional de Biodiesel em 2020	36
Gráfico 34 - Oferta de diesel A e produção de biodiesel	37
Gráfico 35 - Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel em 2020	37
Gráfico 36 - Mercado de óleo de soja.....	39
Gráfico 37 - Exportação de glicerina bruta e glicerol.....	40
Gráfico 38 - Importação de metanol para biodiesel.....	41
Gráfico 39 - Exportações e importações brasileiras de etanol – 2009 a 2020	41
Gráfico 40 - Exportações e importações mensais de etanol – 2019 a 2020.....	42
Gráfico 41 - Emissões Evitadas com Biocombustíveis em 2020 – Brasil	49
Gráfico 42 – Evolução das certificações aprovadas (acumulado)	50
Gráfico 43 - Certificações por rota de produção e percentual do volume elegível por rota	50
Gráfico 44 - Nota de Eficiência Energético-Ambiental das unidades certificadas.....	51
Gráfico 45 - Metas compulsórias de redução de emissões de GEE.....	52
Gráfico 46 - Emissão X Comercialização (acumulado).....	53
Gráfico 47 - Quantidades negociadas e preços médios de CBIO.....	54

Gráfico 48 - Número de famílias fornecedoras de matéria-prima nos arranjos do SBS	58
Gráfico 49 - Número de cooperativas fornecedoras de matéria-prima nos arranjos do SBS	60
Gráfico 50 - Investimento com ATER e fomento (doações) pelos produtores de biodiesel	61
Gráfico 51 - Renda por família	61
Gráfico 52 - Valor e volume de matéria-prima adquirida da agricultura familiar nos arranjos do SBS	62

■ Lista de tabelas

Tabela 1 - Preços médios anuais de etanol hidratado, gasolina C e relativo (PE/PG).....	20
Tabela 2 - Complexo soja	38
Tabela 3 - Volumes originais e finais da RFS (bilhões de litros).....	43
Tabela 4 - Rotas tecnológicas aprovadas para a produção de Querosene de Aviação Alternativo	47
Tabela 5 - Impactos nos indicadores socioeconômicos com o biodiesel	63

■ Lista de figuras

Figura 1 - Alíquota de ICMS do etanol e relação PE/PG por estado em 2020.....	22
Figura 2 - Sistema integrado de logística para o etanol	25
Figura 3 - Evolução do marco legal do biodiesel	32

1. Oferta de etanol

Em 2020, a produção brasileira de etanol foi de 32,6 bilhões de litros, um decréscimo de 9,5% em relação a 2019. A produção de açúcar apresentou um aumento de 39%, alcançando 41,5 milhões de toneladas e suas exportações cresceram 13,9 milhões de toneladas (acrécimo de 71,7%), dois recordes históricos. O setor sucroenergético processou 663 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 1,3% superior ao ano anterior (MAPA, 2021).

A pandemia de Covid-19 impactou o consumo de combustíveis, incluindo o etanol hidratado, sendo um dos principais fatores para que houvesse uma maior destinação do *mix* para a produção de açúcar, na safra 2020/21. O aumento nas cotações da *commodity* no mercado internacional, desde o início de 2020, também contribuiu para essa tendência, bem como a alta cotação do dólar americano, conforme será apresentado na seção 3.1.

A produção nacional de etanol de milho quase duplicou, alcançando 2,4 bilhões de litros em 2020, um aumento de 82%.

Para a safra 2021/22, espera-se uma redução na moagem de cana, devido ao *déficit* hídrico em algumas regiões, à redução da área, pela concorrência com alguns cultivos, como soja e milho, que têm tido boa rentabilidade, e às condições climáticas. Com isso, a região Centro-Sul deve ter um dos menores níveis de moagem dos últimos anos. A pandemia de Covid-19 e as medidas de distanciamento continuam impactando o consumo de etanol. Espera-se que a produção novamente seja mais direcionada para o açúcar, com seu *mix* no patamar de 46%. A produção do biocombustível a partir do milho mantém a sua tendência de crescimento (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b).

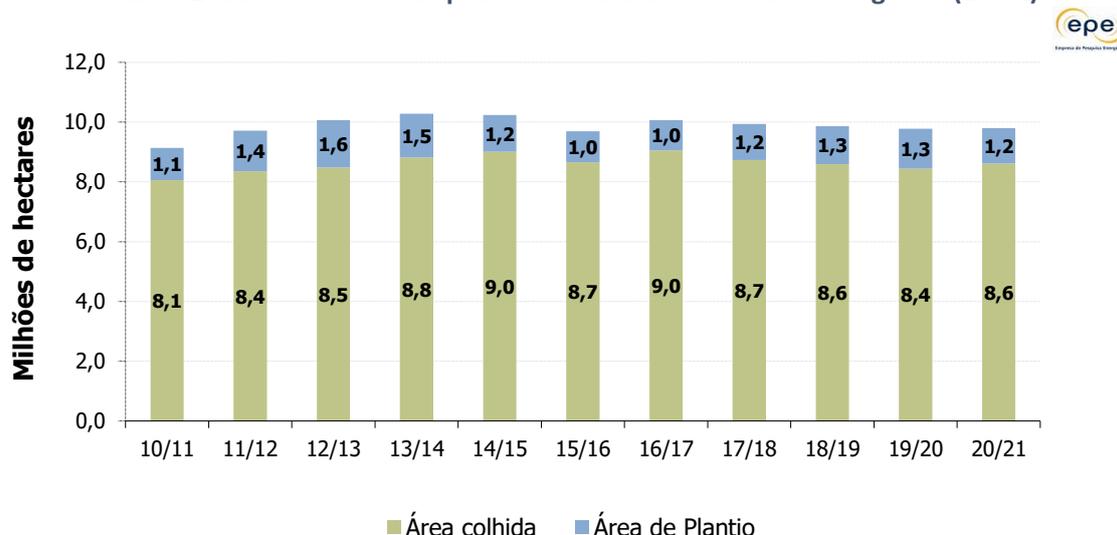
1.1. Área, Produtividade Agrícola e Rendimento da Cana

Área

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, a área total colhida pelo setor sucroenergético, na safra 2020/21, foi de 8,6 milhões de hectares, acréscimo de 2,1%, com relação à anterior. Nesse período, a região Sudeste teve o maior aumento, no valor de 3,4% (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b). Desde a safra 2015/16, a área de cana colhida tem oscilado em torno de 8,7 milhões de hectares (Gráfico 1). Os principais motivos compreendem a devolução de áreas arrendadas (e plantio de outras culturas), a existência de poucos projetos *greenfields* e a paralisação de unidades produtoras existentes.

A área de plantio foi de 1,2 milhão de hectares, redução de 11,6% em relação à safra anterior. Com exceção da região Nordeste, todas as demais apresentaram queda da área plantada, destacando-se a Centro-Oeste, com uma diminuição de 23,8% em relação ao período anterior, dada a preferência pelo cultivo de grãos (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b).

Gráfico 1 - Área colhida e de plantio de cana do setor sucroenergético (Brasil)



Fonte: EPE a partir de (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b)

Para a safra 2021/22, a CONAB estima que a área deve diminuir para 8,4 milhões de hectares, com destaque para São Paulo, que deverá apresentar uma redução de 3,0% (CONAB, 2021b).

Produtividade Agrícola

A produtividade média do setor sucroenergético brasileiro na safra 2020/21 foi de 76,0 tc/ha, queda de 0,2% com relação à anterior (76,1 tc/ha). A região Centro-Sul, que representou 92% da produção total, teve uma redução no indicador de 0,1%. Já na região Norte-Nordeste, a queda foi de 2,3%. As condições climáticas, em geral favoráveis no período, bem como os investimentos em tecnificação e melhorias no manejo, contribuem para esse patamar de produtividade (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b).

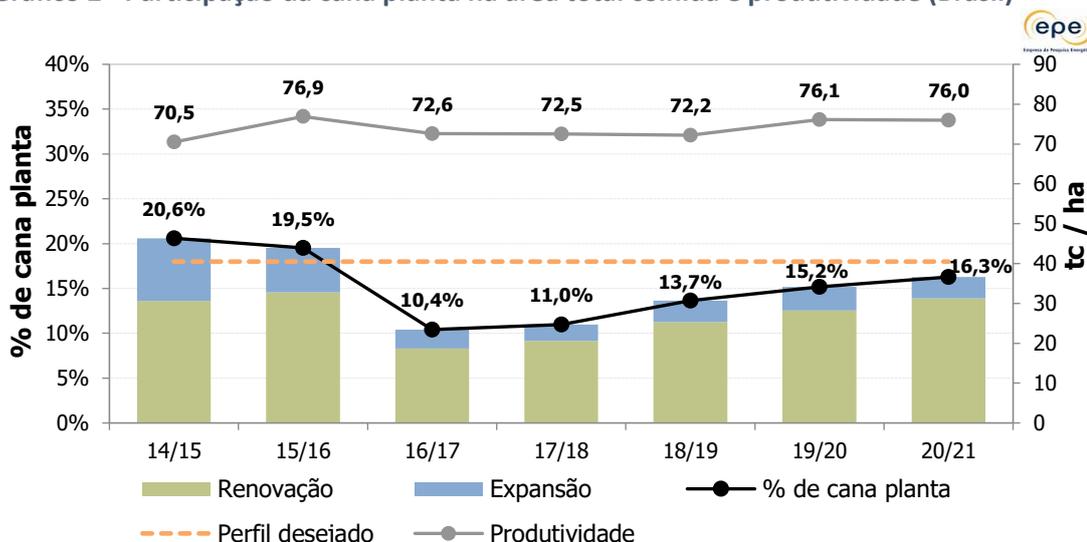
A avaliação do desempenho da produção sucroenergética requer também verificar como está distribuída a área de cultivo da cana, que é diferenciada em: área reformada, em reforma, de expansão e de cana soca¹. A participação da cana planta² (cana planta/cana total) considerada ideal é de 18%, percentual relativo a uma renovação do canavial após cinco safras (UNICA, 2017).

O Gráfico 2 apresenta a evolução da participação da cana planta no total de cana colhida no Brasil, excluindo a área de cana em reforma (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b).

¹ Área reformada é aquela recuperada no ano da safra anterior e que está disponível para colheita. Área em reforma é aquela que não será colhida, pois se encontra em período de recuperação para o replantio da cana ou outros usos. Área de expansão é a classe de lavouras de cana que, pela primeira vez, está disponível para colheita. Área de cana soca é aquela que já passou por mais de um corte.

² Área de cana planta equivale ao somatório das áreas reformada e de expansão.

Gráfico 2 - Participação da cana planta na área total colhida e produtividade (Brasil)

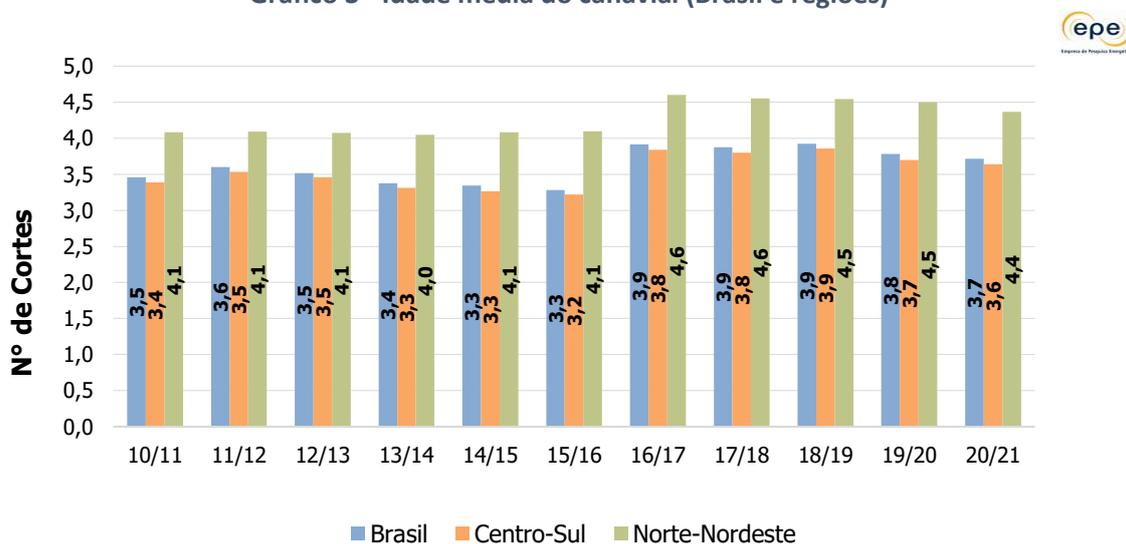


Fonte: EPE a partir de (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b) e (UNICA, 2017)

A participação de cana planta na cana total tem se elevado desde a safra 2017/18, alcançando 16% na safra 2020/21, aumento de 7,3% em relação à anterior. Ressalta-se, porém, que ainda permanece aquém do ideal (18%).

A manutenção do valor da produtividade agrícola foi acompanhada por uma redução de 1,8% na idade média³ do canavial brasileiro, como pode ser observado no Gráfico 3. Note-se que a idade média do canavial no Brasil vinha apresentando uma queda gradual da safra 2011/12 até a 2015/16, quando alcançou 3,3, sendo que saltou para 3,9 cortes na safra 2016/2017. Evidencia-se também a acentuada diferença entre as regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul.

Gráfico 3 - Idade média do canavial (Brasil e regiões)



Fonte: EPE a partir de (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b)

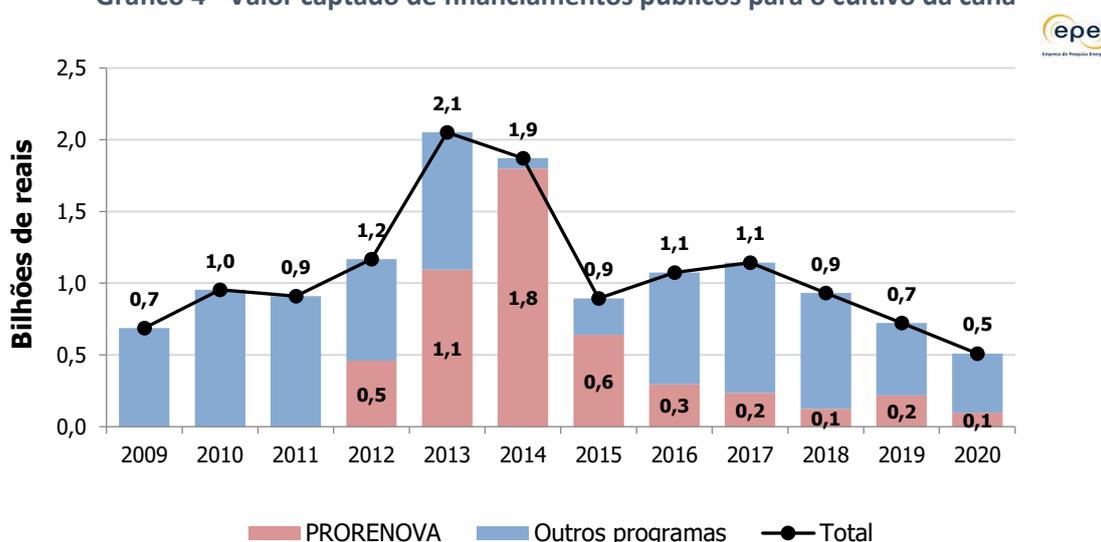
Para a safra 2021/22, a produtividade estimada pela CONAB é de 74,6 tc/ha, queda de 1,8% em relação à anterior (CONAB, 2021b).

³ Quanto maior for o estágio médio de corte (idade do canavial), menor será a área com cana mais nova e, consequentemente, menor a produtividade média, visto que essa decresce a cada corte.

Registra-se que as melhorias na idade média do canavial a partir de 2012 convergem com a introdução do PRORENOVA (Programa de Apoio à Renovação e Implantação de Novos Canaviais) do BNDES⁴. O financiamento está limitado a 80% do valor do projeto. Manteve-se a utilização exclusiva para o plantio de variedades protegidas ou de clones potenciais de cana-de-açúcar (cana planta) (BNDES, 2021a).

O Gráfico 4 apresenta o valor total captado de financiamentos públicos para o cultivo da cana, em bilhões de reais. A partir de 2012, este montante corresponde ao PRORENOVA somado aos valores de outros programas em que haja aquisição de máquinas e implementos agrícolas.

Gráfico 4 - Valor captado de financiamentos públicos para o cultivo da cana



Fonte: EPE a partir de (BNDES, 2021b)

Conforme mostra o Gráfico 4, os desembolsos totais do BNDES na área agrícola para o cultivo da cana em 2020 foram de 0,5 bilhão de reais, o menor de todo o período apresentado (BNDES, 2021b). Nesse ano, o PRORENOVA registrou uma diminuição de 55%, quando comparado a 2019.

Quanto aos investimentos totais para o segmento sucroenergético, houve nova redução, alcançando o valor de R\$1,4 bilhão, em 2020, 25% inferior ao do ano anterior. Note-se que o investimento no setor teve seu ápice histórico em 2010, com a cifra de R\$ 7,4 bilhões.

Em 2020, ocorreu o lançamento do BNDES RenovaBio, uma linha de apoio voltada para melhorias da eficiência energético-ambiental e da certificação da produção de empresas produtoras de biocombustíveis. As empresas que alcançarem as metas de redução de emissão de CO₂ estipuladas pelo programa terão redução na taxa de juros. A dotação orçamentária do programa é de R\$ 1 bilhão, sendo que os pedidos deverão ser protocolados até o fim de 2022.

Em ação importante para investimentos no setor de biocombustíveis, o Ministério de Minas e Energia (MME) aprovou a emissão de debêntures incentivadas, através da Portaria nº 252, de 17 de junho de 2019 (MME, 2019b). Com esse instrumento, as empresas podem captar recursos em mercado de capitais para investir em renovação de canaviais e também em suas instalações industriais. Até 2020, 11 empresas tiveram as emissões de títulos autorizadas pelo MME (MME, 2021).

⁴ Além do PRORENOVA, há no BNDES outros programas que podem ser utilizados pelo setor sucroenergético: o PAISS (Plano Conjunto de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico); o BNDES Finem; Fundo Clima; e Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono) (BNDES, 2021c).

Rendimento da Cana (ATR⁵/tc)

O rendimento da cana-de-açúcar na safra 2020/21 foi de 144,1 kg ATR/tc, crescimento de 3,4% em relação à anterior (139,3 kg ATR/tc), quinto aumento consecutivo, o melhor registro desde a safra 2011/2012. O Sudeste apresentou um crescimento de 5,5%, alcançando 146,4 kg ATR/tc, o Norte de 6,0% (135,4 kg ATR/tc) e o Centro-Oeste de 1,3% (142,3 kg ATR/tc). Nas outras regiões, houve uma redução do rendimento. As condições climáticas, idade das lavouras, impurezas minerais e vegetais e a defasagem entre a implantação da mecanização do plantio e da colheita da cana são os principais fatores que influenciam esse indicador (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b).

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar foi implantada no país, principalmente, para atingir as metas impostas pelas leis e acordos ambientais de redução das queimadas (ALSP, 2002) (IEA-SP, 2014). Entretanto, observa-se que houve um descompasso entre a mecanização da colheita e a do plantio, além de outras operações ligadas ao seu cultivo. Dessa forma, ocorreu um aumento da quantidade de impurezas minerais e vegetais que é conduzida para dentro da unidade industrial, junto com a cana, degradando a sua qualidade.

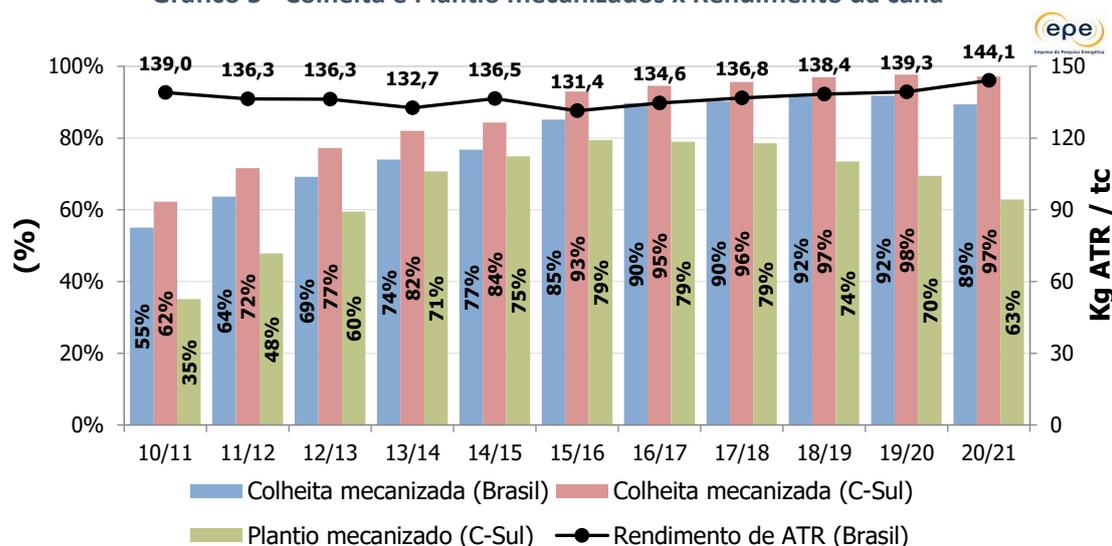
Conforme indicado no Gráfico 5, na safra 2020/21, a mecanização da colheita no Brasil teve uma redução de 92% para 89%. No Centro-Sul, a colheita mecanizada reduziu de 98% para 97% (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b), enquanto a mecanização do plantio caiu bem mais, de 70% para 63%, mantendo a tendência observada nos dois períodos anteriores (CTC, 2021). A combinação desses movimentos levou à ampliação da defasagem nessa região produtora, que aumentou de 28% para 34%. Registra-se, ainda, que a mecanização da colheita na região Nordeste oscila em torno de 19%, desde a safra 2018/19, e que na região Norte este indicador atingiu 100% já em 2016/17 (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b).

A redução da participação do plantio mecanizado nas lavouras de cana, observada desde a safra 2018/19, objetiva recuperar a produtividade e diminuir os custos (devido ao alto consumo de mudas e falhas no plantio com a utilização das máquinas), além do aumento do uso da técnica de meiosi⁶ (UDOP, 2019).

⁵ Açúcares Totais Recuperáveis.

⁶ Meiosi – Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente.

Gráfico 5 - Colheita e Plantio mecanizados x Rendimento da cana



Nota: Os dados de colheita (Brasil e Centro-Sul) foram extraídos da CONAB (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b), enquanto os de mecanização do plantio foram obtidos de usinas associadas ao CTC (CTC, 2021), que representam apenas uma parcela do setor sucroenergético, não incluindo fornecedores.

Fonte: (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b), (CTC, 2021) e (UNICA, 2013a) (UNICA, 2013b) (UNICA, 2014a) (UNICA, 2017)

O principal componente que interfere no rendimento é a quantidade de impurezas totais (minerais e vegetais) presentes na cana colhida, decorrente principalmente da introdução inadequada da mecanização nos processos agrícolas. Na safra 2020/21, esse teor caiu para 8,4% (queda de 7,4% e o menor valor desde 2009), concomitantemente ao de impurezas vegetais, que reduziu para 7,5% (no período anterior foi de 8,1%). Como comparativo, o teor de impurezas totais no ano de 2008 foi de 6,7% (CTC, 2021) (UNICA, 2013a).

Nesse sentido, o manejo varietal⁷ e o agrônomo mostram-se essenciais ao melhor desempenho da produção em termos de produtividade e rendimento, os quais devem ser conjugados à equalização da mecanização da cultura. Algumas ações importantes nesse sentido são: a adequação do espaçamento entre as linhas do canavial; o dimensionamento do talhão, de forma a evitar o pisoteio durante as manobras das colhedoras; o agrupamento de variedades e altura das leiras, para realizar o corte o mais próximo ao solo⁸; e o plantio de variedades mais adequadas para cada tipo de solo e colheita.

A Conab (CONAB, 2021a) estima que o rendimento da safra 2021/22 será de 138,9 kg ATR/tc, redução de 3,6% quando comprado ao período anterior.

1.2. Processamento da cana-de-açúcar

O total de cana processada atingiu 663 milhões de toneladas em 2020, 1,3% superior a 2019, conforme apresenta o Gráfico 6 (MAPA, 2021). Cabe registrar que o incremento da produtividade e da área colhida, contribuíram para esse resultado.

⁷ Para a colheita mecanizada, quanto mais ereta a cana permanecer, menor a quantidade de impurezas vegetais e minerais que serão levadas para dentro da unidade industrial, dada a regulação da altura de corte das ponteiros na colhedora.

⁸ A cana tem maior teor de sacarose na parte mais próxima ao solo.

Gráfico 6 - Histórico anual do processamento de cana



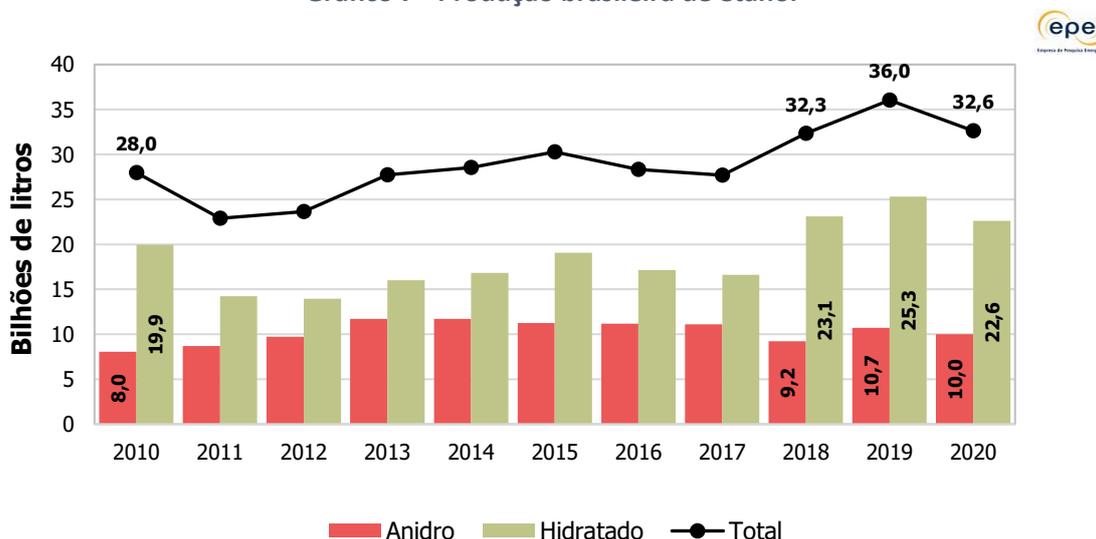
Fonte: EPE a partir de (MAPA, 2021)

Pela ótica de ano safra, a cana processada em 2020/21 (654,5 Mtc) foi 1,8% superior ao observado no período 2019/20, segundo a Conab (CONAB, 2021b).

1.3. Produção de etanol

Em 2020, foram produzidos 32,6 bilhões de litros de etanol, divididos em 22,6 bilhões de hidratado (queda de 10,6%) e 10,0 bilhões de anidro (redução de 6,8%). Assim, o volume total de etanol produzido foi 9,5% inferior a 2019, ligeiramente superior a 2018, conforme ilustra o Gráfico 7 (MAPA, 2021).

Gráfico 7 - Produção brasileira de etanol



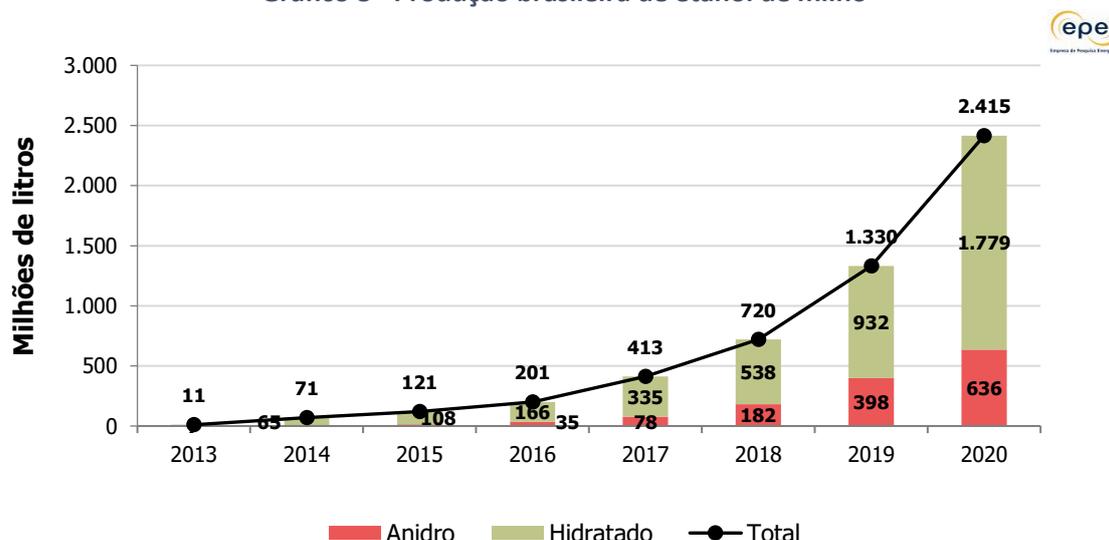
Fonte: EPE a partir de (MAPA, 2021)

A redução na produção de etanol em 2020 se deveu aos seguintes fatores:

- Pandemia de Covid-19 que levou a uma redução no consumo de combustíveis, devido às medidas de distanciamento social;
- Aumento nas cotações internacionais de açúcar.

Particularmente, o etanol proveniente do milho tem apresentado um elevado crescimento nos últimos anos (mais de 10 vezes desde 2016). A sua produção se concentra nos estados de Mato Grosso e Goiás e atingiu 2,4 bilhões de litros em 2020 (vide Gráfico 8), 82% superior a 2019.

Gráfico 8 - Produção brasileira de etanol de milho



Fonte: EPE a partir de (UNICA, 2021)

Sob a ótica de ano safra, o valor registrado em 2020/21 foi de 2,7 bilhões de litros (UNICA, 2021), sendo que as estimativas para a safra 2021/22 indicam que a produção de etanol a partir do cereal será de 3,5 bilhões de litros, um crescimento de 15,8%, reafirmando seu potencial dentro do *portfólio* de opções para o setor de biocombustíveis e para a matriz energética brasileira (CONAB, 2021b).

A produção de etanol para outros usos totalizou 1,2 bilhão de litros para o hidratado e 0,2 bilhão de litros para o anidro, um aumento de 34% e 10%, respectivamente. O crescimento expressivo para o hidratado deve-se ao uso como anti-séptico, uma das medidas empregadas na prevenção da pandemia de Covid-19.

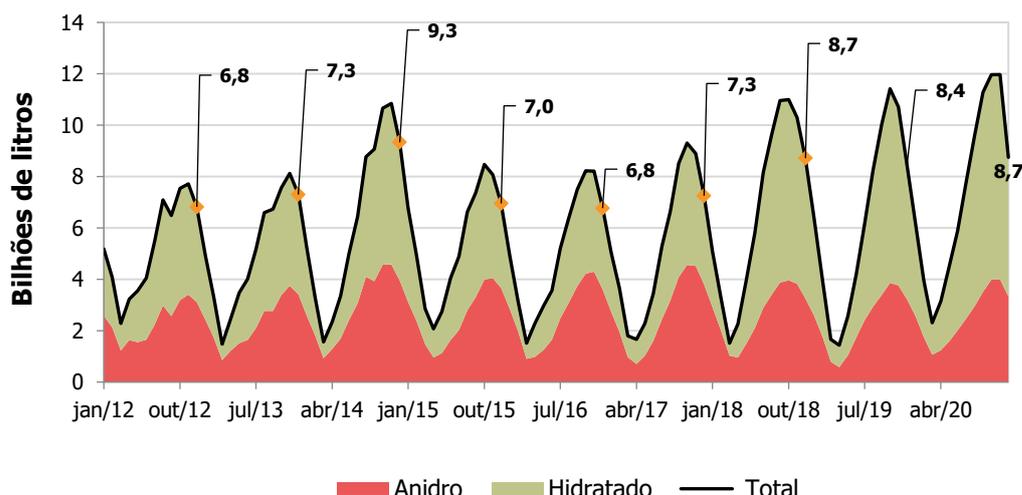
Estoque de etanol

O Gráfico 9 apresenta o histórico da variação de estoque físico⁹ mensal de etanol declarado ao MAPA. Pode-se observar que o estoque de passagem¹⁰, em 31 de dezembro de 2020, foi de 8,7 bilhões de litros de etanol. Destes, 3,3 bilhões foram de etanol anidro, o que correspondeu a um acréscimo de 3,4% em relação a dezembro de 2019. O etanol hidratado também teve um acréscimo de 4,0% nos estoques. Em 2020, o volume total de etanol carburante consumido reduziu 15%, o que será analisado no Item 2.2 deste estudo (MAPA, 2021).

⁹ Estoque Físico corresponde ao volume real armazenado nos tanques da unidade produtora, inclusive o volume já vendido e não retirado.

¹⁰ Estoque de Passagem corresponde ao armazenado nos tanques da unidade produtora no fim do ano civil.

Gráfico 9 - Evolução mensal do estoque físico de etanol



Fonte: EPE a partir de (MAPA, 2021)

As regras vigentes relativas ao estoque obrigatório de etanol anidro são estabelecidas pela Resolução ANP nº 719, de 22 de fevereiro de 2018 (ANP, 2018b). De acordo com a mesma, o estoque mínimo obrigatório de anidro para o etanol produzido pelas usinas é de 25% e de 4%, respectivamente em 31 de janeiro e em 31 de março de cada ano, em relação ao total comercializado no ano civil anterior. Para as distribuidoras, é de 10 dias de comercialização, estando a ANP autorizada a determinar a extensão para 15 dias, caso haja necessidade para fins de abastecimento durante a entressafra.

O estoque disponível de etanol anidro observado em 31 de março de 2021 foi de 934 mil litros (MAPA, 2021), volume que atende ao estipulado pela ANP.

Regulamentação do mercado

Em 2020, a ANP apresentou a Minuta de Resolução SEI/ANP 0795285, para alterar as regras de comercialização do etanol hidratado combustível, criando a figura do distribuidor de etanol vinculado¹¹, através da qual foi possibilitada a venda do produto entre fornecedor e revendedor varejista, sem a necessidade de alteração tributária (ANP, 2020f). Esse documento, juntamente com a Nota Técnica nº 2/2020/SDL-CREG/SDL/ANP-RJ (ANP, 2020e), foram disponibilizados para a consulta pública, que ocorreu em 24 de novembro (ANP, 2020f). A resolução ainda não foi publicada. Até a publicação do presente documento, o projeto de Lei que trata da venda direta, suprimindo o artigo 6º da Resolução ANP nº 43/2009 (ANP, 2009), foi aprovado pela Comissão de Constituição e Justiça (CCJ) da Câmara dos Deputados¹², aguardando a votação do plenário. Em 2019, a EPE elaborou estudo sobre a venda direta de etanol hidratado (EPE, 2019d), com considerações sobre a proposta de flexibilização do modelo de comercialização deste biocombustível no Brasil.

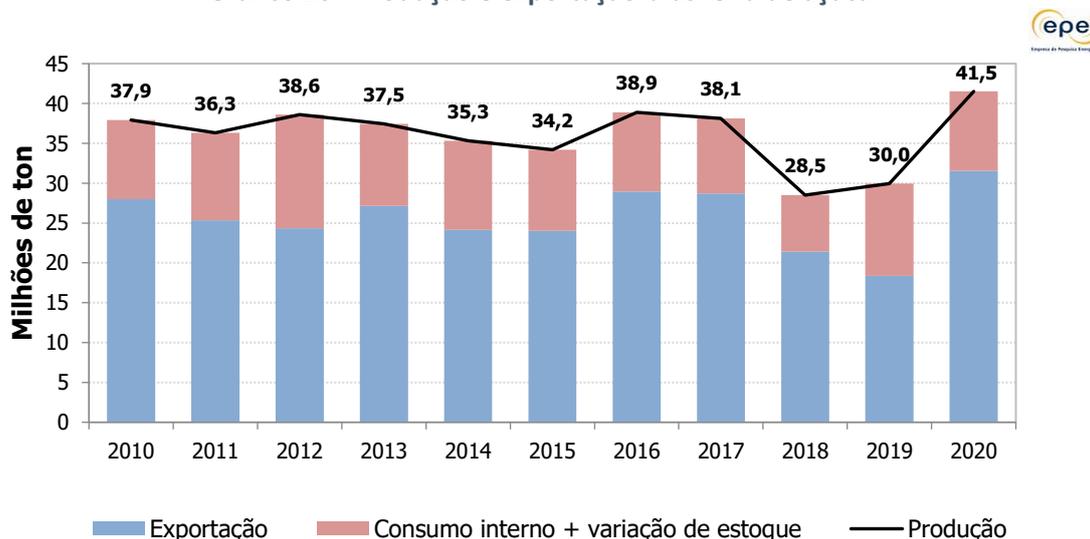
¹¹ O distribuidor vinculado possui uma menor quantidade de requisitos de autorização que os exigidos na atividade de distribuição, uma vez que parte desses, já são atendidos pelo produtor de etanol, ao qual está associado.

¹² A PDC nº 978/2018 susta a regulamentação, entretanto não pode propor um novo modelo tributário (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2018).

1.4. Produção de açúcar

Em 2020, a produção brasileira de açúcar alcançou 41,5 milhões de toneladas (38,6% superior a 2019), recorde histórico, conforme pode ser observado no Gráfico 10. A exportação exibiu um aumento de 13,9 milhões de toneladas (acréscimo de 71,7%), enquanto que a componente “consumo interno + variação de estoques” apresentou uma redução de 1,6 milhão. Em 2020, as exportações de açúcar foram de 31,6 milhões de toneladas, constituindo o maior valor histórico (MAPA, 2021).

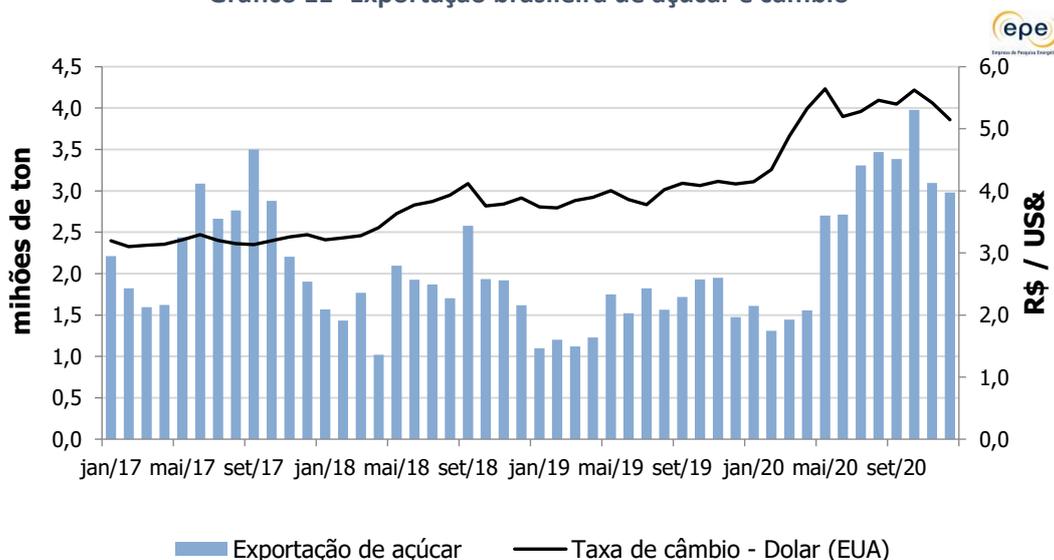
Gráfico 10 - Produção e exportação brasileira de açúcar



Fonte: EPE a partir de (MAPA, 2021)

O Gráfico 11 mostra o comportamento das exportações mensais brasileiras de açúcar, que apresentaram valores recordes, ocorrendo o valor máximo exportado no mês de outubro, de 4 milhões de toneladas. Isto é decorrência de sua cotação no mercado internacional e da queda na demanda interna de etanol hidratado, destacando-se, ainda, a desvalorização do real frente ao dólar. A cotação do dólar americano cresceu fortemente a partir de fevereiro, impulsionando as exportações em 2020.

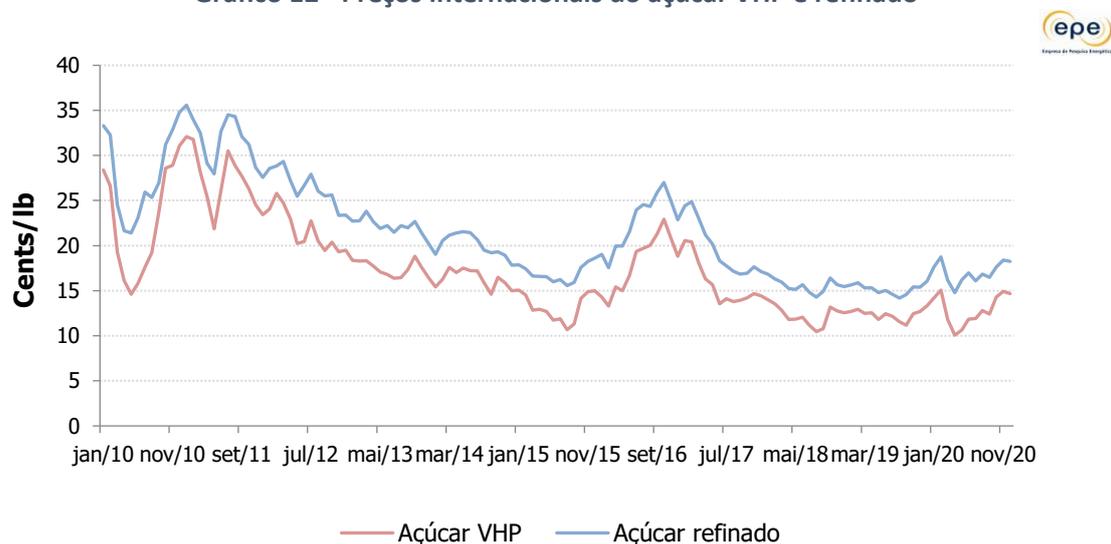
Gráfico 11- Exportação brasileira de açúcar e câmbio



Fonte: EPE a partir de (MAPA, 2021), (MDIC, 2020) e (BC, 2021)

No que concerne aos preços médios do açúcar VHP (NYCSCE/ICE) e cristal (LIFFE), houve um aumento, respectivamente de 4% e 12%, em relação ao ano de 2019, como observado no Gráfico 12. Entre janeiro e dezembro de 2020, as cotações do VHP e cristal aumentaram 3% e 4%, respectivamente. Tal comportamento é consequência da queda nos estoques mundiais.

Gráfico 12 - Preços internacionais do açúcar VHP e refinado



Nota: Açúcar VHP: Bolsa de Nova Iorque (NYCSCE/ICE) – Contrato 11; Açúcar Refinado: e Bolsa de Londres (LIFFE/ICE) – Contrato 5.

Fonte: EPE a partir de (USDA, 2021)

A safra mundial 2019/20 apresentou um balanço (oferta/demanda) negativo, na ordem de 2,8 milhões de toneladas, com a relação estoque/consumo em 46,3%. Para a safra 2020/21, a expectativa é de que ocorra um *déficit* de 1,5 milhão de toneladas e uma relação de 45%. As perspectivas para a próxima safra (2021/22) são de um *superávit* médio de 2,7 milhões de toneladas, dependendo de como se comportará a produção de importantes *players*, como Brasil, Índia e Tailândia (DATAGRO, 2021).

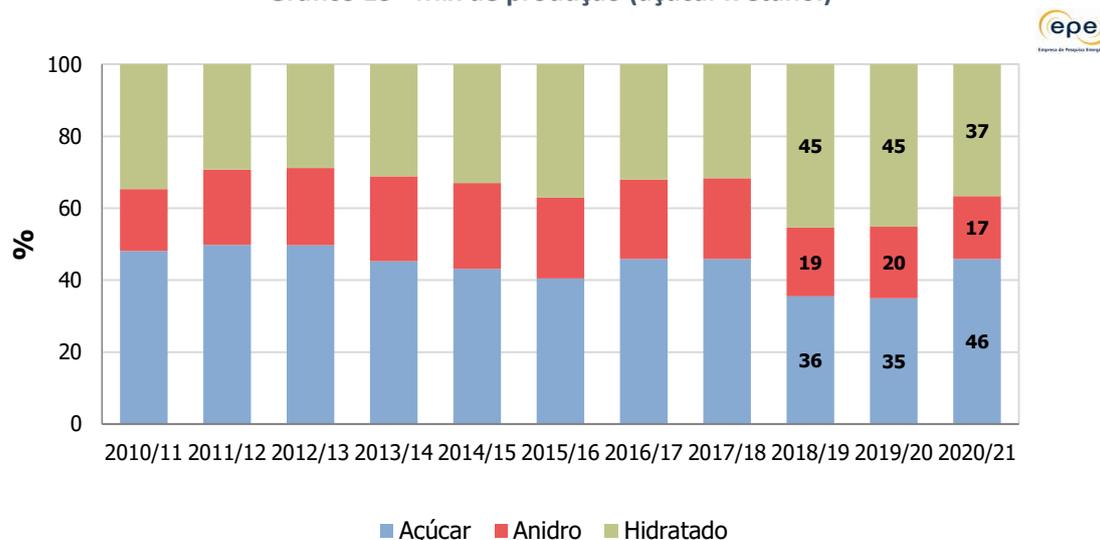
Diversos fatores podem influenciar o mercado mundial de açúcar, como os estoques globais, o mercado de petróleo e a taxa de câmbio. Outros fatores também podem contribuir. Por exemplo, a Organização Mundial da Saúde recomendou, em 2015, que o consumo de açúcar livre seja inferior a 10% do consumo diário de energia, de forma a reduzir o sobrepeso e a obesidade (WHO, 2015). Alguns países, como México, Chile, França, Noruega, Irlanda e Reino Unido possuem iniciativas nesse sentido, o que poderá reduzir a demanda por este produto. Desde 2018, o Ministério da Saúde tem um acordo com associações de setor de alimentos para reduzir 144 mil toneladas de açúcar em bolos, misturas para bolos, produtos lácteos, achocolatados, bebidas açucaradas e biscoitos recheados (MS, 2018).

1.5. Mix de produção

Em 2020, o percentual de ATR destinado à produção do etanol foi de 54%, onze pontos percentuais inferior ao observado no período anterior, conforme mostra o Gráfico 13 (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b). Com o *déficit* no balanço mundial de açúcar e o aumento de sua atratividade, houve uma maior destinação para a sua produção, evoluindo de 36% para 46%. Note-se que as usinas brasileiras têm destinado a maior parte do ATR para o etanol em todo o período analisado. Na safra

2021/22, essa distribuição para a *commodity* deverá se apresentar com um leve aumento para o açúcar, mas ainda abaixo de 50%.

Gráfico 13 - Mix de produção (açúcar x etanol)



Fonte: EPE a partir de (CONAB, 2021a) (CONAB, 2021b)

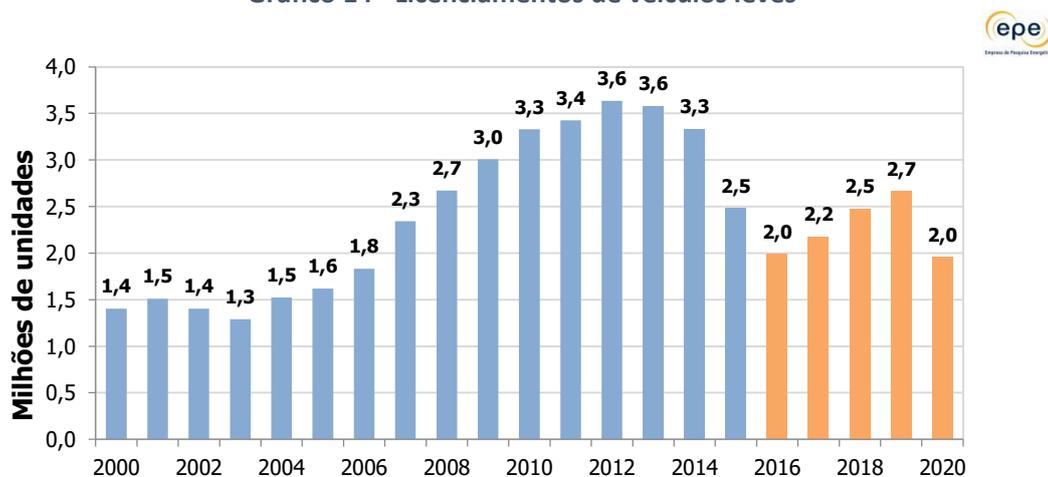
Em 2020, a remuneração do ATR no estado de São Paulo foi de R\$0,73/kg ATR (CONSECANA, 2021), valor 15,7% superior ao observado em 2019.

2. Demanda do ciclo Otto

2.1. Licenciamento e frota de veículos leves

Em 2020, foram licenciados 2,0 milhões de veículos leves novos no Brasil, 27% a menos que em 2019 (ANFAVEA, 2021). O impacto da pandemia da Covid-19 ocasionou queda significativa das vendas nos primeiros meses de distanciamento social. Após três anos de aumentos consecutivos, o licenciamento anual desceu ao patamar do registrado em 2016, menor valor observado desde 2006, conforme mostra o Gráfico 14.

Gráfico 14 - Licenciamentos de veículos leves



Fonte: EPE a partir de (ANFAVEA, 2021)

Do total de licenciamentos de veículos leves, na segmentação por porte, 82,7% foram automóveis e 17,3% comerciais leves. Na separação por combustível, a categoria *flex fuel* apresentou a maior participação no licenciamento total, com 85,2%, seguida pelos veículos movidos a diesel com 10,8%, a gasolina com 3,0%, e 1,0% de veículos híbridos (19.745 unidades). Note-se que, apesar da reduzida participação, o total de híbridos licenciados em 2020 foi 67% superior ao registrado no ano de 2019, de 11.858 unidades. No que tange à motorização, pelo décimo primeiro ano consecutivo, foram licenciados majoritariamente automóveis com motores entre 1.0 e 2.0, respondendo a 50,4% do total (ANFAVEA, 2021).

A comercialização de veículos usados¹³ registrada em 2020 foi 12,1% inferior em relação a 2019, alcançando 12,8 milhões de unidades, e representou 86,2% das vendas totais de veículos (novos + usados). Houve decréscimo de 13,7% nas vendas de usados seminovos (0 a 3 anos), de 2019 para 2020, as quais atingiram 1,9 milhão de unidades, mantendo o ritmo de contração observado nos últimos seis anos. Neste mesmo sentido, ocorreu decréscimo de 11,8% nas vendas de usados mais antigos¹⁴, chegando a 10,9 milhões de unidades (FENAUTO, 2021).

Quanto às motocicletas, em 2020 foram licenciadas 0,9 milhão de novas unidades, 14% a menos do que no ano anterior, conforme dados da ABRACICLO (ABRACICLO, 2021). Esta foi a primeira queda após dois aumentos sucessivos, atingindo o mesmo patamar observado em 2016.

Como resultado do licenciamento observado em 2020, estima-se que a frota brasileira de veículos leves ciclo Otto tenha permanecido no mesmo patamar, totalizando 38 milhões de unidades, com a tecnologia *flex fuel* representando 80% do total.

2.2. Demanda de combustíveis da frota ciclo Otto

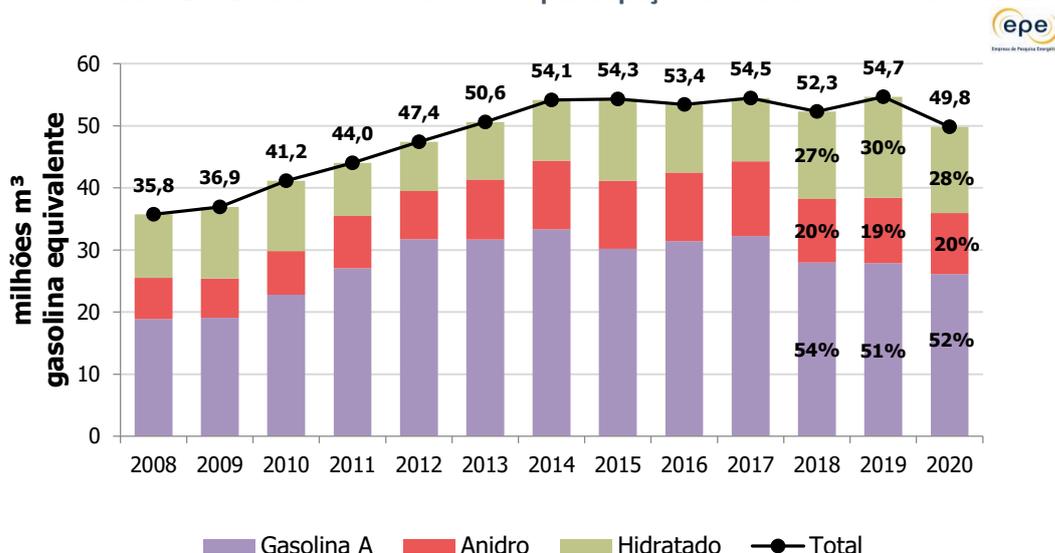
A demanda total de energia dos veículos leves do ciclo Otto, em 2020, foi de 49,8 bilhões de litros de gasolina equivalente, uma queda de 9,2% sobre o ano anterior. Tal retração reflete os impactos da pandemia de Covid-19 no mercado brasileiro de combustíveis. Dentre os fatores que contribuíram para a redução da demanda de gasolina C e etanol hidratado, combustíveis relacionados diretamente ao transporte de passageiros, podem ser citadas as medidas de isolamento social, a disseminação do trabalho remoto e a crescente atividade do comércio digital e das entregas domiciliares.

Na distribuição por combustíveis, a gasolina A subiu de 50,9% para 52,7%, e o etanol hidratado caiu de 29,8% para 27,9% conforme mostra o Gráfico 15. Esse movimento justifica-se, sobretudo, pelo aumento da atratividade do açúcar no mercado internacional e variação do preço *spot* do Brent que, dentre outros fatores, resultaram em um aumento da relação PE/PG. Já a participação do etanol anidro foi de 19,3% para 19,6%, mantendo o mesmo patamar dos últimos dois anos. Este movimento fez com que o etanol total carburante reduzisse sua participação de 49,1% em 2019 para 47,5% em 2020, impactando na renovabilidade da matriz de ciclo Otto (EPE, 2021a). Os motivos para esse comportamento serão aprofundados na próxima seção deste documento.

¹³ Inclui motos e comerciais pesados usados.

¹⁴ Veículos usados com idades superiores a 3 anos. Inclui motos e comerciais pesados.

Gráfico 15 - Demanda do ciclo Otto e participação dos diferentes combustíveis

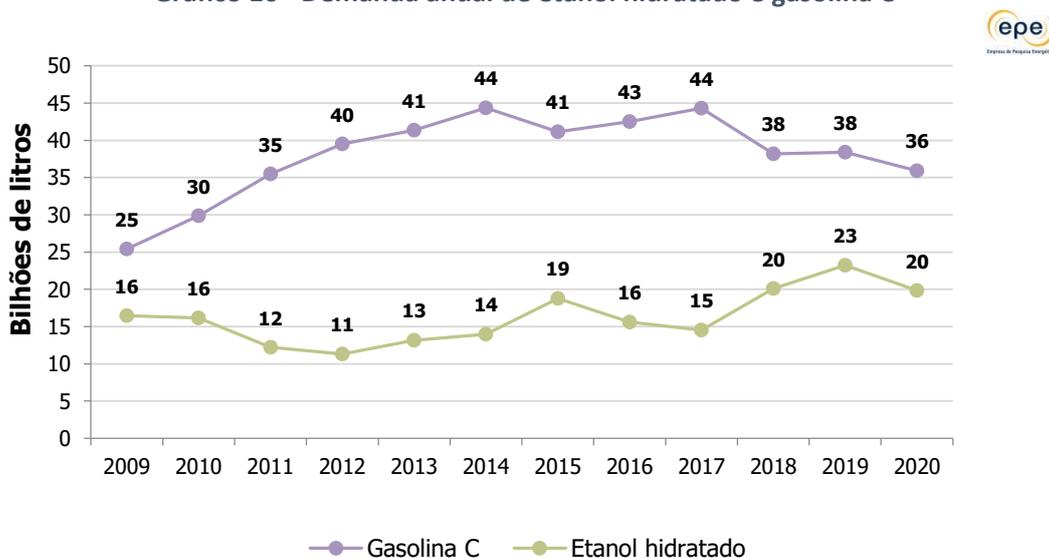


Nota: Os dados de demanda excluem a parcela relativa ao GNV.

Fonte: EPE a partir de (EPE, 2021a)

A demanda do etanol hidratado em 2020 totalizou 19,8 bilhões de litros, representando uma queda de 14,7% em relação ao ano anterior e o consumo de gasolina C perfaz 35,9 bilhões de litros, 6,5% inferior ao observado em 2019 (EPE, 2021a), como ilustra o Gráfico 16.

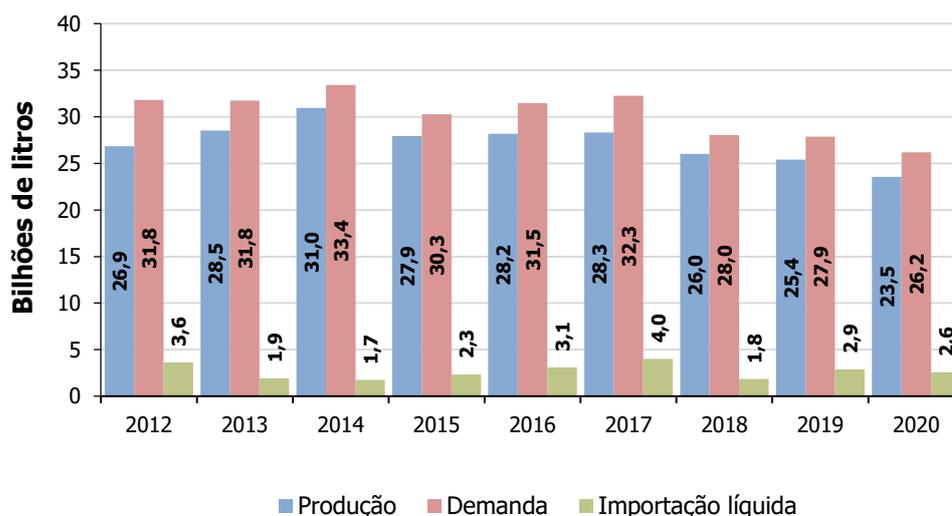
Gráfico 16 - Demanda anual de etanol hidratado e gasolina C



Fonte: EPE a partir de (EPE, 2021a)

O Gráfico 17 apresenta a evolução da demanda, produção e importação líquida de gasolina A, para o período 2012-2020.

Gráfico 17 - Produção, demanda e importação líquida de gasolina A



Fonte: EPE a partir de (EPE, 2021a)

Em 2020, enquanto os volumes da demanda nacional de gasolina A reduziram em 6,1% em relação ao ano anterior, registrando 26,2 bilhões de litros, a sua produção apresentou uma queda de 7,3%, atingindo 23,5 bilhões de litros. O saldo comercial de gasolina A foi de 2,6 bilhões de litros de importação líquida, uma redução de 9% em relação ao valor do ano anterior (EPE, 2021a). A carga de petróleo processada nas refinarias foi ligeiramente reduzida, 1,5% em relação aos valores de 2019 (ANP, 2021g). Enquanto a demanda do diesel fóssil aumentou 2,4%, sua produção pelo parque de refino nacional subiu 3,0% (mais detalhes no item 6).

3. Análise econômica

3.1. Preços de combustíveis do ciclo Otto

O ano de 2020 foi marcado pela pandemia da Covid-19, que ocasionou a diminuição dos deslocamentos e atividades econômicas, afetando diretamente a demanda do setor de transporte, conforme indicado no item 2.2. No cenário nacional, os preços de derivados sofreram pressões de baixa, observando-se uma queda no preço médio da gasolina C de 10,7% (ANP, 2021b). Os preços do etanol hidratado apresentaram uma redução de 6,4%, em valores constantes de dezembro de 2020, como será detalhado adiante.

Conforme descrito no Item 1, o perfil de produção das usinas tornou-se mais açucareiro, como resultante da queda do consumo do etanol e do aumento da cotação do açúcar no mercado internacional. Em relação à gasolina, o preço na refinaria passou por diversos reajustes, em função da política de paridade de preços internacionais da Petrobras.

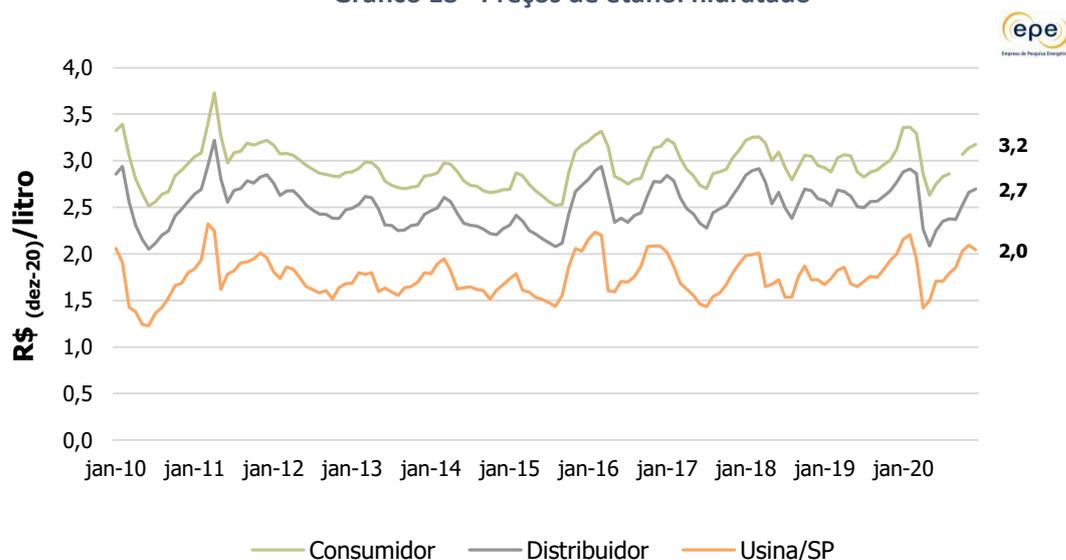
Dessa forma, para uma demanda de combustíveis¹⁵ do ciclo Otto 9,2% inferior à observada no ano anterior, o consumo de etanol hidratado apresentou uma redução de 15,1%, enquanto o consumo da gasolina C recuou 6,7% (EPE, 2021a).

¹⁵ O PIS/COFINS incidente sobre a importação e a comercialização do etanol é de R\$241,81/m³ e, para a gasolina, de R\$ 792,5/m³ desde julho de 2017 (BRASIL, 2017a) (BRASIL, 2017b).

Conforme é praxe, o Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz) divulga, a cada mês, os Preços de Referência dos Combustíveis, estabelecendo o Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final (PMPF), que serve como parâmetro para a cobrança do ICMS (CONFAZ/MF, 2020).

O Gráfico 18 apresenta um comparativo dos preços médios¹⁶ de etanol hidratado para o consumidor (Brasil), no distribuidor (Brasil) e nas usinas (São Paulo)¹⁷.

Gráfico 18 - Preços de etanol hidratado



Nota: Preços deflacionados pelo IPCA, em valores constantes de dezembro de 2020.

Fonte: EPE a partir de (ANP, 2021b) e (CEPEA/ESALQ, 2020).

A diferença entre os preços máximo e mínimo do etanol hidratado ao consumidor ao longo de 2020 foi de R\$ 0,73/litro (27,8%, entre janeiro e maio), valor consideravelmente maior do que os observados nos dois últimos anos: em 2019, de R\$ 0,30/litro (10,5%, entre dezembro e julho), e em 2018, de R\$ 0,46/litro (16,6%, entre março e agosto), em valores constantes de dezembro de 2020.

Apesar da pandemia da Covid-19 e seus impactos na mobilidade e na economia em 2020, o preço do etanol apresentou um comportamento similar ao dos anos anteriores. Como costuma ocorrer, devido às oscilações relativas aos ciclos de plantio e colheita da cana-de-açúcar e evolução de estoques de etanol, o preço do etanol elevou-se durante a entressafra, no início de 2020, reduziu-se com o início da safra e, posteriormente, voltou a aumentar quando esta se encaminhava para o fim. Ao cotejar com os mesmos meses de 2019, a diferença máxima de valores chegou a R\$ 0,54 por litro (o equivalente a redução de 17,7%) em maio/2020. Destaca-se que a margem média anual na revenda de etanol hidratado de janeiro a dezembro de 2020¹⁸, de R\$ 0,50/litro, ficou cerca de 40,0% acima da observada em 2019 (R\$ 0,36/litro). Por outro lado, as margens na distribuição atingiram R\$ 0,69/litro, um decréscimo de 13,3%.

Os preços médios anuais do etanol hidratado e da gasolina C, para o consumidor, são mostrados na Tabela 1, bem como o preço médio relativo (PE/PG) e suas respectivas variações.

¹⁶ Os preços médios ponderados pela produção brasileira das unidades da federação estão em valores constantes, deflacionados pelo IPCA de dezembro de 2020.

¹⁷ Entre 23 de agosto e 08 de setembro de 2020, a pesquisa semanal de preços da ANP ficou temporariamente sem atualizações, devido ao processo de contratação de nova empresa responsável pela coleta de dados (ANP, 2021b).

¹⁸ idem.

Tabela 1 - Preços médios anuais de etanol hidratado, gasolina C e relativo (PE/PG)

Ano	Hidratado (R\$dez20/l)	Var. (% a.a.)	Gasolina C (R\$dez20/l)	Var. (% a.a.)	PE/PG	Var. (% a.a.)
2010	2,87	9,6	4,49	1,3	0,64	8,2
2011	3,20	11,7	4,47	-0,5	0,72	12,2
2012	2,97	-7,2	4,24	-5,1	0,70	-2,2
2013	2,86	-3,8	4,19	-1,3	0,68	-2,5
2014	2,82	-1,3	4,10	-2,1	0,69	0,8
2015	2,79	-1,2	4,17	1,9	0,67	-3,1
2016	3,07	10,0	4,30	2,9	0,71	6,9
2017	3,01	-1,9	4,26	-0,9	0,71	-1,0
2018	3,17	5,3	4,79	12,5	0,66	-6,4
2019	3,04	-4,1	4,38	-4,5	0,66	0,4
2020	2,97	-6,4	4,28	-10,7	0,69	4,8

Nota: Os preços foram deflacionados pelo IPCA, em relação a dezembro de 2020.

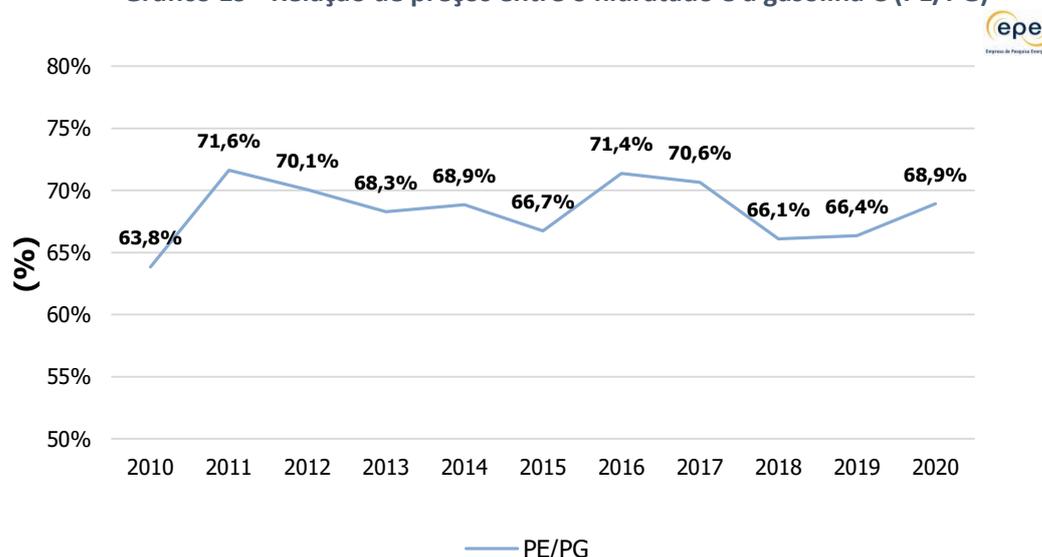
Fonte: EPE a partir de (ANP, 2021b) (BC, 2021).

Em 2020, o comportamento do preço do etanol hidratado, ao longo dos meses, acompanhou o observado para a gasolina C, conforme anos anteriores.

O valor médio do etanol hidratado na bomba foi de R\$ 3,03/litro em 2020, uma redução de 6,4% comparado com o ano anterior, enquanto que a gasolina C caiu 10,7%, correspondendo a R\$ 4,28/litro. O preço do biocombustível caiu, de modo similar, porém em menor intensidade que o da gasolina C, resultando na elevação de 2,5 p.p. no preço relativo médio (PE/PG) de 2020, que alcançou 68,9%, valor ainda assim considerado favorável ao consumo do etanol.

O Gráfico 19 ilustra a variação do preço médio anual relativo (PE/PG) desde 2010.

Gráfico 19 - Relação de preços entre o hidratado e a gasolina C (PE/PG)

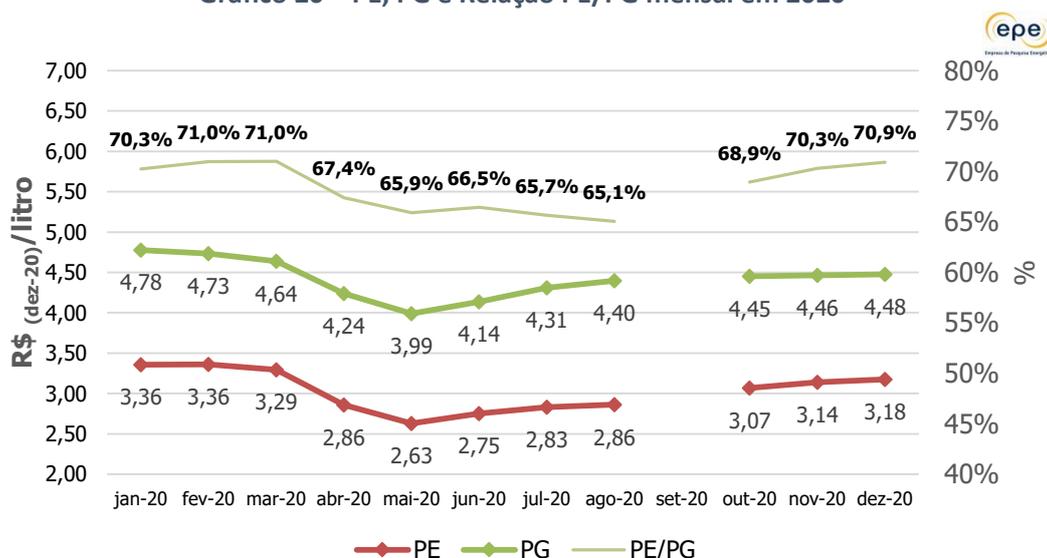


Fonte: EPE a partir de (ANP, 2021b)

Em 2020, o início da safra coincidiu com os primeiros reflexos da pandemia da Covid-19 no Brasil, quando se iniciaram as medidas de distanciamento social e restrição à mobilidade pessoal, o que ocasionou a redução dos preços da gasolina C e do etanol hidratado em abril e maio. A partir da retomada de algumas atividades, os preços se elevaram gradativamente e terminaram o ano abaixo dos patamares iniciais, com o hidratado em R\$ 3,18 / litro e a gasolina C em R\$ 4,48 / litro. Na média do ano, portanto, houve uma redução de 6,4% no preço do etanol hidratado e de 10,7% no preço da gasolina C, em valores constantes, conforme Tabela 1.

Os preços do etanol e da gasolina e a relação PE/PG mensal, ao longo de 2020, estão ilustrados no Gráfico 20. Em janeiro, a relação PE/PG era de 70,3%, aumentou ligeiramente em fevereiro e março para 71,0%, nos dois meses, em função da entressafra de cana e das variações do preço do petróleo. Com o início da safra, alcança o menor patamar de 65,1% em agosto. A partir de então, exibiu uma trajetória de crescimento até dezembro, quando atingiu o valor de 70,9%. Dessa forma, durante sete meses do ano, o etanol hidratado mostrou-se competitivo. Observe-se que São Paulo, Minas Gerais, Goiás, e Mato Grosso, representando, respectivamente, 53%, 14%, 8% e 5% da produção total de etanol no país, apresentaram em 2020 uma relação PE/PG média favorável ao consumo do biocombustível.

Gráfico 20 – PE, PG e Relação PE/PG mensal em 2020

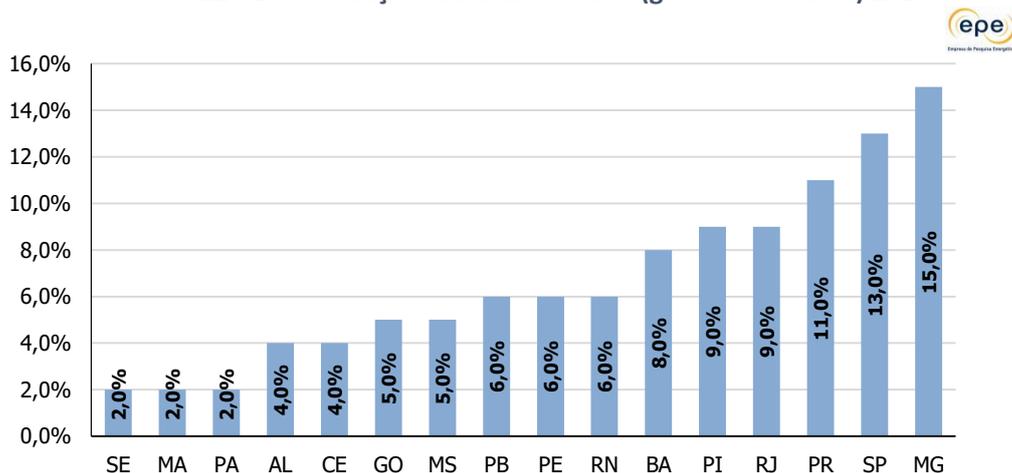


Fonte: EPE a partir de (ANP, 2021b).

3.2. ICMS nos combustíveis do ciclo Otto

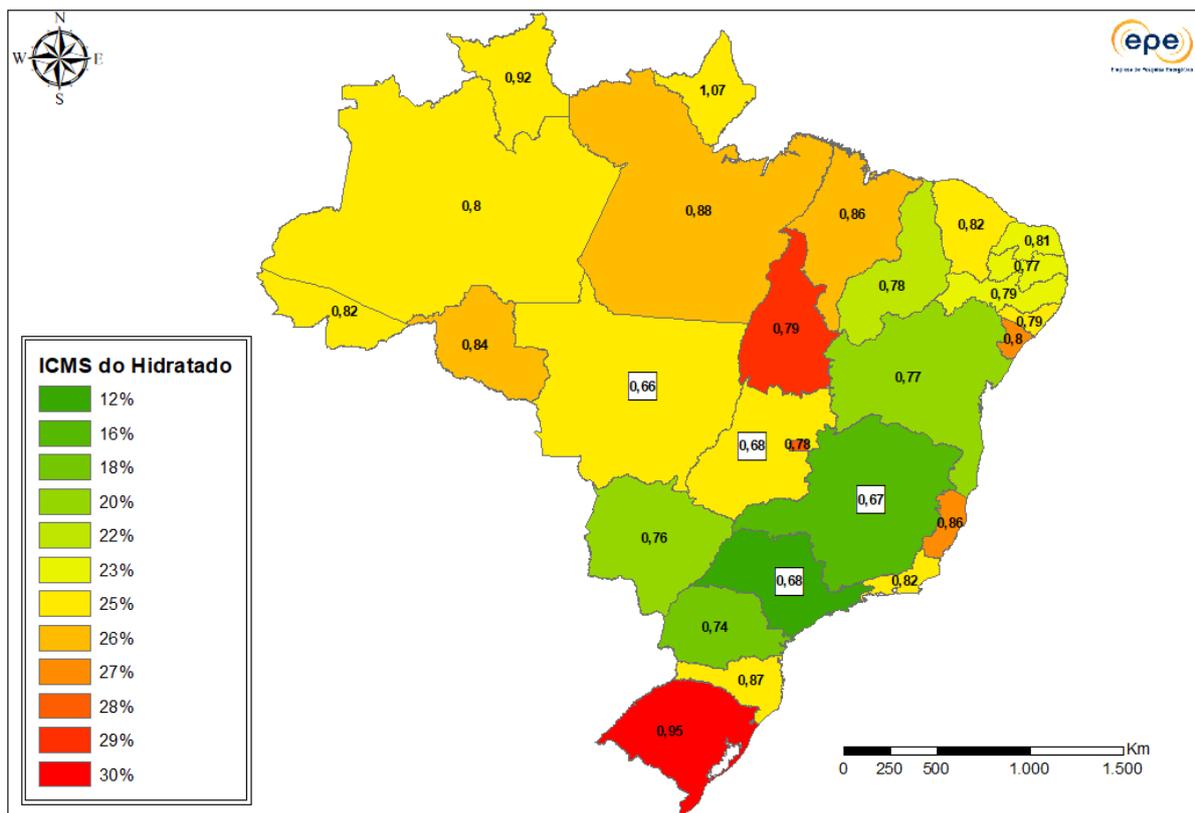
Em 2020, apenas o estado de Mato Grosso do Sul alterou a alíquota de ICMS sobre o etanol, reduzindo-a de 25% para 20%, em fevereiro, o que contribuiu para aumentar o consumo estadual do biocombustível em 40,9% no estado (GOVERNO DO MS, 2020). Com isso, Mato Grosso do Sul se juntou aos outros 15 que já praticavam diferenciação nas alíquotas de ICMS do etanol e da gasolina, como forma de fomento ao mercado do biocombustível, conforme ilustra o Gráfico 21. Minas Gerais e São Paulo mantiveram a maior diferença entre os tributos, 15% e 13%, respectivamente.

Gráfico 21 - Diferenciação Tributária - ICMS (gasolina x etanol) 2020



Fonte: (CONFAZ/MF, 2020) e (FECOMBUSTIVEIS, 2021)

A Figura 1 ilustra a relação entre a taxa de ICMS e a competitividade do etanol hidratado nos estados brasileiros em 2020.



Fonte: EPE a partir de (ANP, 2021b), (CONFAZ/MF, 2020) e (FECOMBUSTIVEIS, 2021)

Figura 1 - Alíquota de ICMS do etanol e relação PE/PG por estado em 2020

Em 2020, a relação média PE/PG para o Brasil foi de 68,9%. O estado de Mato Grosso apresentou uma razão média anual de 66%, a menor do país. Em São Paulo, maior produtor e consumidor¹⁹, a relação média foi de 67,9% (a alíquota de ICMS para o etanol foi a menor em âmbito nacional, 12%). Em Minas Gerais, que possui a segunda menor alíquota (16%), o valor de PE/PG anual foi de 67,4%. Os estados menos competitivos foram Amapá e Rio Grande do Sul, onde o preço do etanol atingiu, em média, 107% e 95% do preço da gasolina C, respectivamente. No Amapá, o preço do derivado fóssil se manteve abaixo daquele registrado pelo hidratado em diversos meses do ano.

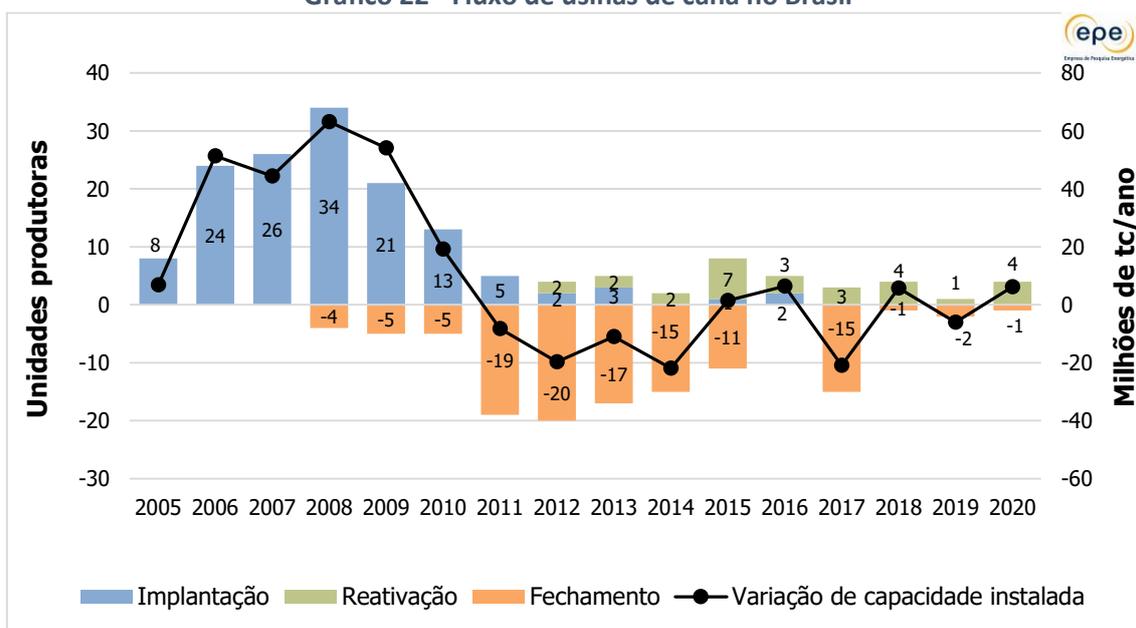
4. Capacidade de produção e infraestrutura de etanol

4.1. Capacidade produtiva

Em 2020, ocorreram quatro reativações e uma paralisação de unidade produtora a partir da cana-de-açúcar²⁰, com capacidade de moagem de 7,7 milhões de toneladas e 1,5 milhão de toneladas, respectivamente. Neste ano, não houve implantação de nenhuma nova unidade. Desta forma, o saldo anual equivale a um aumento de capacidade de processamento de 6,2 milhões de toneladas.

O Gráfico 22 mostra o fluxo de implantação, reativação e fechamento de unidades entre 2005 e 2020. Verifica-se que o número de novas implantações caiu significativamente desde 2011. Estima-se que a capacidade nominal de moagem de cana tenha aumentado 169 milhões de toneladas ao longo do período, considerando as unidades implantadas, desativadas e reativadas.

Gráfico 22 - Fluxo de usinas de cana no Brasil



Fonte: EPE a partir de (MAPA, 2021) e (UNICA, 2014a)(UNICA, 2014b)

O número de unidades sucroenergéticas em operação em dezembro de 2020 era 361, correspondendo a uma capacidade de moagem efetiva de cerca de 745 milhões de toneladas²¹

¹⁹ São Paulo representou 46,2% da produção nacional do etanol (anidro e hidratado) e 40,2% do consumo brasileiro de hidratado em 2020 (MAPA, 2021).

²⁰ Na contabilidade atual não são consideradas as unidades produtoras de etanol não derivados de cana e aquelas que paralisaram e retornaram no mesmo ano civil.

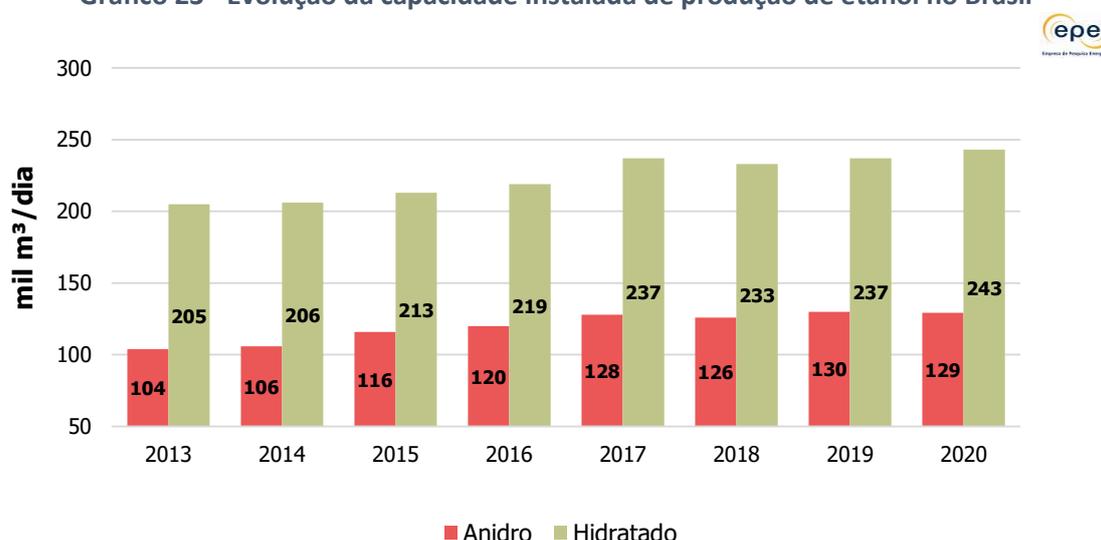
²¹ O cálculo considera as unidades que paralisaram as operações até 31 de dezembro de 2020, assim como as ampliações de capacidade de moagem realizadas no mesmo ano. Também utiliza-se um fator de capacidade médio de 90%. O número de usinas em operação é baseado em dados do MAPA e informações mapeadas pela área.

(MAPA, 2021). Portanto, adotando a moagem realizada no ano de 2020, que foi de aproximadamente 663 milhões de toneladas, a taxa de ocupação da indústria sucroenergética foi de 90% da capacidade efetiva.

Em 2020, foram implantadas três unidades *full* de etanol de milho, totalizando 17 usinas operacionais (sendo 8 *full* e 9 *flex*). No fim do ano, a capacidade total de processamento de milho foi de 14,0 milhões de toneladas por ano e a de produção de etanol de cerca de 3,5 bilhões de litros/ano.

Segundo a ANP, em dezembro de 2020, 363 unidades estavam aptas a comercializar etanol anidro e hidratado²², cujas capacidades de produção eram de 129 mil m³/dia e 243 mil m³/dia, respectivamente. Adicionalmente a essas unidades, havia dezessete solicitações²³ para construção de novas usinas, que adicionarão uma capacidade de 2.820 m³/dia de anidro e 4.066 m³/dia de hidratado (ANP, 2021a). O Gráfico 23 apresenta a evolução da capacidade instalada de produção de etanol no Brasil desde 2013, onde se pode observar um incremento de 38 mil m³/dia para o hidratado e 25 mil m³/dia para o anidro.

Gráfico 23 - Evolução da capacidade instalada de produção de etanol no Brasil



Fonte: EPE a partir de (ANP, 2021a)

O MAPA realiza o controle das unidades do setor sucroenergético que estão em operação, inclusive as usinas dedicadas à produção de açúcar. Já a ANP controla as unidades que estão aptas a comercializarem o etanol anidro e hidratado, mesmo que não estejam em operação em uma determinada data. As divergências entre os relatórios das duas entidades devem-se aos diferentes objetivos almejados.

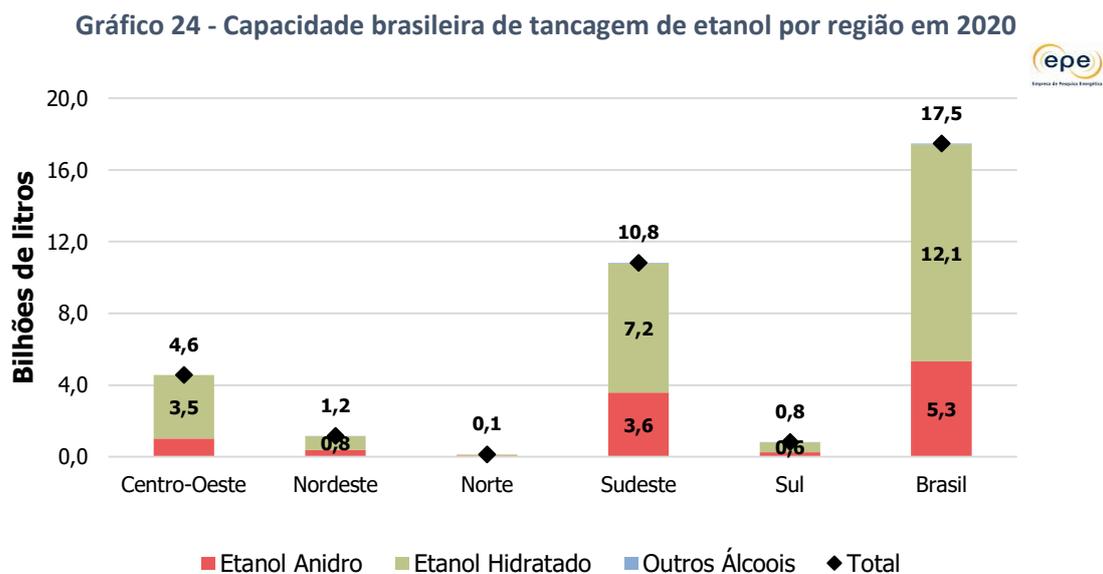
4.2. Tancagem

Em 2020, o Brasil registrou uma capacidade de tancagem de 17,5 bilhões de litros, sendo 12,1 bilhões para o hidratado, 5,3 bilhões para o anidro e 60 milhões para outros álcoois. Dentre as regiões, destaca-se a Sudeste com 10,8 bilhões de litros (62%), o que mostra conformidade com os

²² O relatório não caracteriza se a unidade está operando ou se está parada e não constam as unidades produtoras exclusivamente de açúcar.

²³ Essas autorizações de construção datam de abril de 2021 e contemplam unidades de etanol de cana, milho, soja (uma) e cereais (uma). Além dessas, uma usina consta com obras paralisadas (1.000 m³/dia de hidratado) e outra com alteração da capacidade de produção.

maiores volumes consumidos pela mesma. O Gráfico 24 apresenta a capacidade brasileira de tancagem por tipo de etanol e por região em 2020.



Fonte: EPE a partir de (ANP, 2021a)

4.3. Dutos

A maior parte da distribuição de etanol no Brasil é feita pelo modo rodoviário. A Figura 2 apresenta o sistema integrado de logística para o etanol da Logum, que consiste de um projeto de polidutos próprios e a utilização de existentes, cuja extensão é de 1.054 km, com capacidade anual máxima de transporte de até 6 bilhões de litros de etanol (LOGUM, 2021).



Fonte: (LOGUM, 2021)

Figura 2 - Sistema integrado de logística para o etanol

Os trechos dos dutos que se encontram em operação são:

- i. Próprios: Ribeirão Preto (SP) – Paulínia (capacidade operacional de 2,8 bilhões de litros/ano) e Uberaba (MG) – Ribeirão Preto (SP) (capacidade operacional de 1,8 bilhão de litros/ano);
- ii. Subcontratados: Paulínia (SP) – Barueri (SP); Paulínia (SP) – Rio de Janeiro (RJ) e Guararema (SP) – Guarulhos (SP).

A capacidade de armazenamento dos tanques (volume útil) nos terminais operacionais do sistema é de 617 milhões de litros. Em 2020, o volume de etanol movimentado foi de 2,1 milhões de litros, 16% a menos do que no ano anterior (LOGUM, 2021).

A Logum anunciou que retomou a análise de investimentos em torno de um bilhão de reais para a ampliação do etanolduto até São Paulo. O projeto, que fora anunciado em 2019, prevê a construção de dutos para transporte de Uberaba até a capital paulista, com possibilidade de extensão até o litoral (NOVACANA, 2021e). Outro projeto, que conecta o Terminal Terrestre de Guararema às bases da BR Distribuidora, da Raízen, da Ipiranga e, futuramente, da Torrão em São José dos Campos (SP), recebeu aval do MME, que o enquadra no programa de incentivos fiscais do REIDI²⁴. Os investimentos do projeto com bens e serviços foram estimados em R\$ 115 milhões, incluindo incidência de PIS/Cofins. Com o enquadramento no Reidi, entretanto, a Logum recebe isenção para o imposto federal e o valor total cai 4,7%, para R\$ 109,57 milhões (NOVACANA, 2021f).

4.4. Portos

A via marítima foi o principal modo de comércio internacional de etanol em 2020, com uma exportação de 2,7 bilhões de litros e importações da ordem um bilhão de litros. O Porto de Santos – SP representou 86,3% dos volumes exportados, seguido pelo de Paranaguá – PR, com 9,1%, e Suape – PE, 3,5% (ME, 2021b). O Porto de São Luís – MA (37,2%) continuou sendo a principal porta de entrada do etanol importado seguido pelos Portos de Suape – PE (28,4%) e Santos – SP (17,4%) (ME, 2021b).

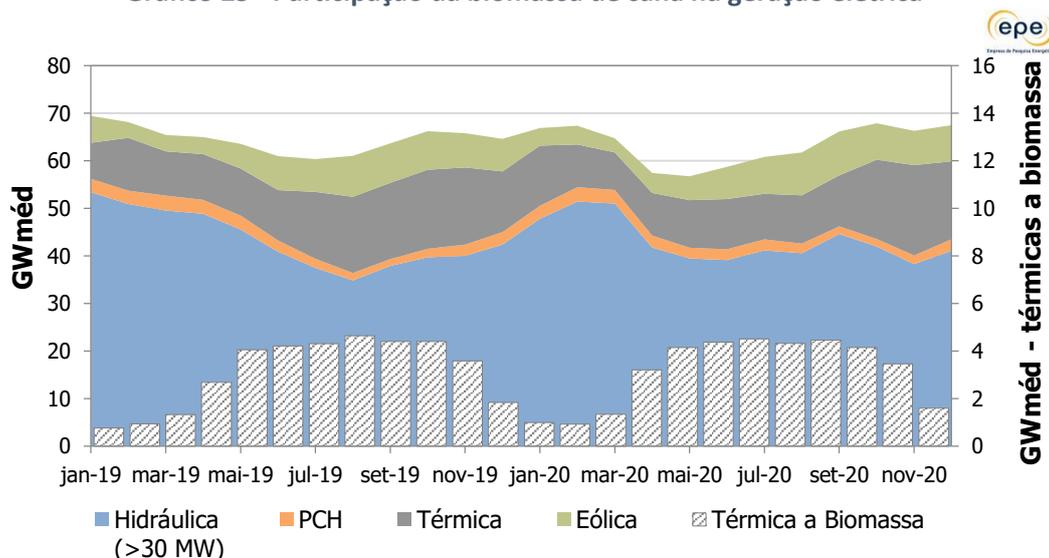
5. Bioeletricidade

A participação da geração térmica a biomassa tem se tornado cada vez mais significativa no panorama nacional. Entre janeiro e dezembro de 2020, verificou-se um leve incremento do montante ofertado em comparação ao mesmo período de 2019 (crescimento de 0,8%). O bagaço de cana continua sendo o combustível mais utilizado, com 82%, enquanto a parcela de outras biomassas na exportação de energia para o Sistema Interligado Nacional (SIN) tem se mantido estável, conforme será descrito no item 5.2.

Em 2020, a participação da energia exportada da cana-de-açúcar na matriz elétrica nacional foi de 3,5%, mantendo o mesmo patamar do ano anterior. As usinas sucroenergéticas injetaram no SIN 2,6 GW_{méd}, 0,8% superior ao verificado em 2019. O Gráfico 25 apresenta a participação sazonal da biomassa de cana na geração elétrica em 2019/2020. Nota-se a complementariedade com a fonte hídrica, uma vez que o aumento da geração da bioeletricidade ocorre durante a safra, período concomitante ao da estiagem (CCEE, 2021b).

²⁴ O Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI) beneficia empresas com projetos para implantação de obras de infraestrutura nos setores de transportes, portos e energia. Em portaria de 24 de outubro de 2019, o MME passou a incluir os projetos de dutovias para o transporte de combustíveis (MME, 2019a).

Gráfico 25 - Participação da biomassa de cana na geração elétrica



Fonte: EPE a partir de (CCEE, 2021b)

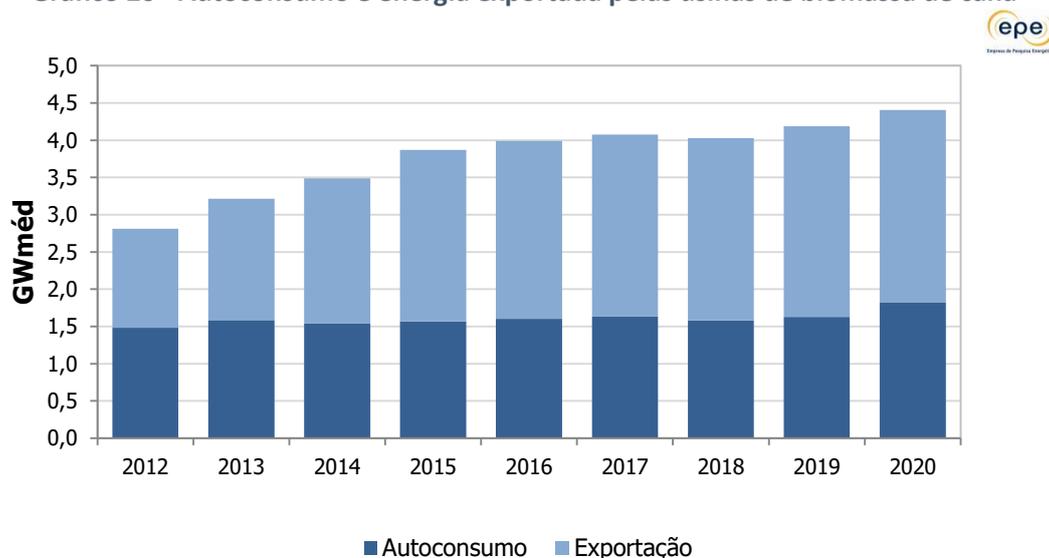
5.1. Exportação e comercialização de energia

Além da autossuficiência energética, as usinas de biomassa de cana se caracterizam pela oferta de energia ao SIN²⁵.

De acordo com o Gráfico 26, foi observado no período 2013-2020 um crescimento na geração de energia elétrica com esta fonte, motivado pelo aumento da exportação de eletricidade, tendo a parcela relativa ao autoconsumo se mantido no mesmo patamar. Note-se que, nos últimos anos, estes valores têm permanecido estáveis.

²⁵ As usinas do setor sucroenergético comercializam energia elétrica nos Ambientes de Contratação Regulada (ACR) e Livre (ACL). No ACR, estão concentradas as operações de compra e venda de energia, por meio de licitações em que ocorrem os leilões de energia nova, de reserva (LER) e os de fontes alternativas (LFA). O modelo dos leilões foi estruturado de forma a assegurar maior transparência e competição na comercialização de energia. No ACL, atuam os agentes de geração, de comercialização, de importação, de exportação e os consumidores livres, em contratos bilaterais de compra e venda de energia livremente negociados, não sendo permitida às distribuidoras a aquisição de energia neste mercado. Além disso, há o Programa de Incentivo a Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado em 2004 (CCEE, 2021b) (ELETROBRÁS, 2018).

Gráfico 26 - Autoconsumo e energia exportada pelas usinas de biomassa de cana



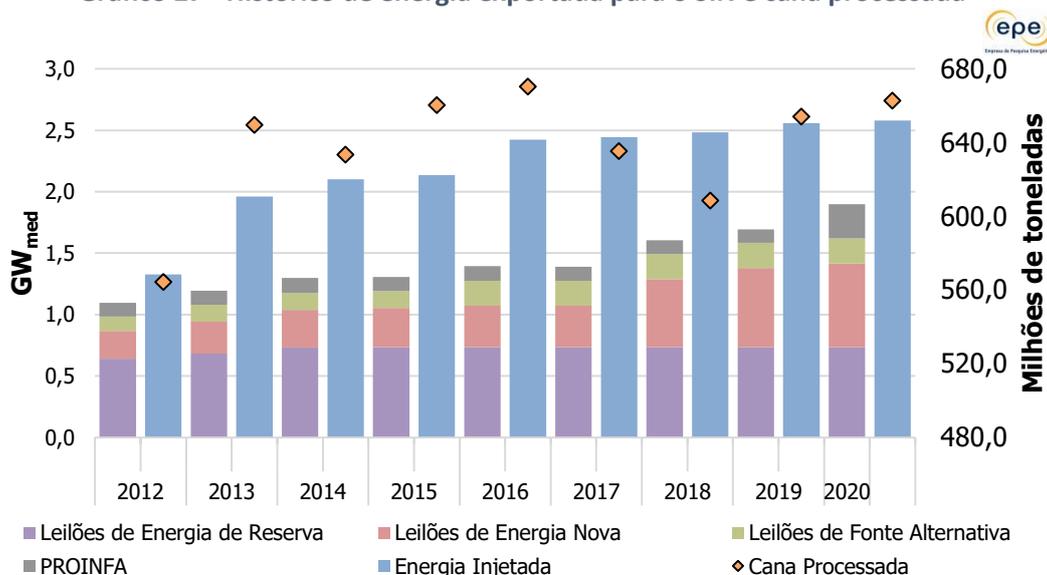
Fonte: EPE a partir de (CCEE, 2021b) e (EPE, 2021a)

Dentre as 361 usinas a biomassa de cana-de-açúcar em operação em 2020, 230 comercializaram eletricidade, oito usinas a mais do que no ano anterior. Das que exportam energia para o SIN, parte atua exclusivamente no ACL (60%) ou no ACR (17%) e o restante (23%) vende em ambos os ambientes de contratação. Nos últimos anos, tem sido observada uma maior preferência pela comercialização da energia das usinas no ACL. O crescimento pouco significativo da demanda elétrica faz com que os leilões disponibilizem uma quantidade pequena de energia que pode ser atendida por este produto. Assim, a crescente efficientização das unidades propicia uma maior oferta de energia, que busca no ambiente livre melhores condições para sua comercialização.

Com a finalidade de aumentar a competitividade das fontes derivadas da biomassa e estimular o crescimento da bioeletricidade na matriz elétrica brasileira, o governo federal promoveu a criação de mecanismos regulatórios e políticas de incentivo, como os leilões específicos. Em 2008, foi realizado o primeiro leilão de energia de reserva (LER 2008), voltado exclusivamente à biomassa. Nesta ocasião, foram contratados mais de 590 MW méd, máximo valor registrado, com início de operação programado para os anos de 2009 e 2012.

Em 2020, as usinas sucroenergéticas possuíam contratos da ordem de 1,6 GW méd. Não houve acréscimo de energia da biomassa nos certames ocorridos nesse ano (CCEE, 2021b). O Gráfico 27 destaca o montante exportado para o SIN (ACR e ACL) dessas unidades, o total contratado por modalidade via leilões de energia e a cana processada nos últimos anos. Observa-se que, em 2020, houve aumento de 1,3% da quantidade de cana processada e de 0,8% da injeção no SIN.

Gráfico 27 - Histórico de energia exportada para o SIN e cana processada



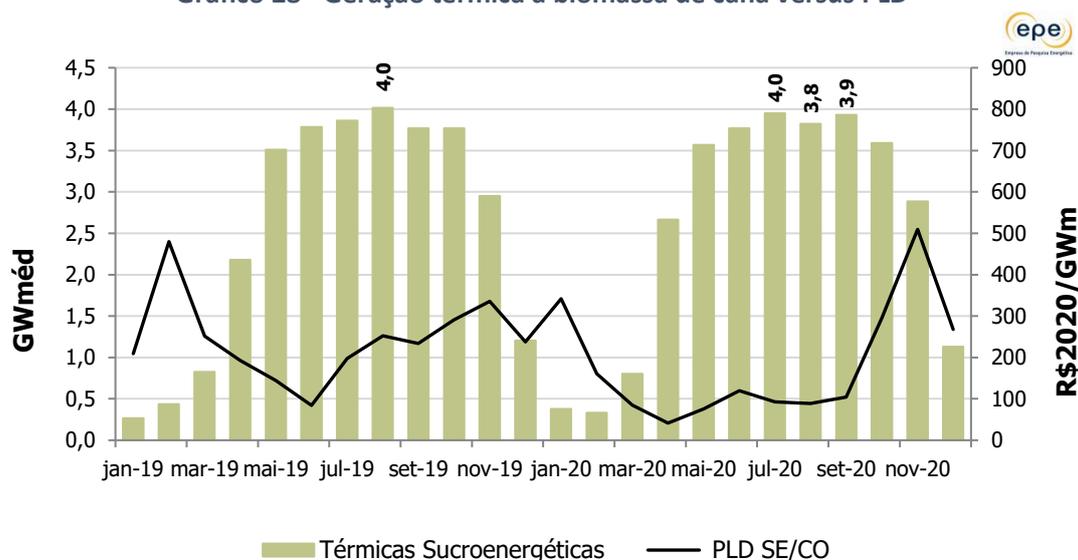
Fonte: EPE a partir de (CCEE, 2021b) e (MAPA, 2021)

Em 2020, as térmicas continuaram participando de maneira significativa no atendimento da carga (CCEE, 2021b), principalmente pelo baixo índice de energia armazenada nos reservatórios hídricos no último trimestre, um dos piores registros hidrológicos observados nos últimos 90 anos. O Gráfico 28 ilustra a injeção mensal de energia no SIN pelas térmicas a biomassa de cana *versus* o preço do PLD (Preço de Liquidação das Diferenças²⁶), em valores contantes de 2020. Pode-se observar que, tal como em 2019, no ano de 2020 o PLD se descolou do movimento da safra. Destaca-se que, embora neste período seja observada a menor contribuição das hidrelétricas, o que aumenta a demanda da energia térmica, não foi verificada elevação de valores de PLD. Entretanto, apesar de preços menores de PLD em 2020, a geração termelétrica a biomassa foi similar à geração de 2019, o que pode sinalizar um compromisso de entrega de energia entre os geradores e os consumidores (tanto do ACR quando do ACL). Os valores estipulados pela CCEE para o PLD no ano de 2020 foram de R\$559,7/MWh como limite superior (aumento de 8,9%) e R\$39,7/MWh para o valor inferior (redução de 6,3%)²⁷ (CCEE, 2021a).

²⁶ Atualizado semanalmente, este parâmetro tem por objetivo encontrar a solução ótima de equilíbrio entre o benefício presente do uso da água e o benefício futuro de seu armazenamento, medido em termos da economia esperada pelo uso dos combustíveis nas usinas termelétricas.

²⁷ Os valores limítrofes para o PLD definidos para o ano de 2021 foram de R\$583,88/MWh e R\$49,77/MWh, um aumento de 4,3% e de 25,4%, respectivamente, em relação ao ano anterior.

Gráfico 28 - Geração térmica a biomassa de cana versus PLD



Nota: O PLD é calculado para os submercados N, NE, S, SE/CO. Neste gráfico, o valor utilizado para comparação do submercado é o referente a SE/CO.

Fonte: EPE a partir de (CCEE, 2021b)

As unidades têm seguido um movimento de efficientização, visto que houve uma elevação na exportação de energia elétrica por tonelada de cana processada ao longo dos últimos anos. Contribuíram para esta trajetória os incentivos federais, a exemplo das linhas de financiamento do BNDES. Os montantes financiados por este banco para incentivar a bioeletricidade têm variado bastante nos últimos anos. Saíram de R\$94 milhões, em 2018, para R\$143 milhões em 2019 e alcançaram R\$66 milhões em 2020, queda de 54% em relação ao ano anterior (BNDES, 2021b).

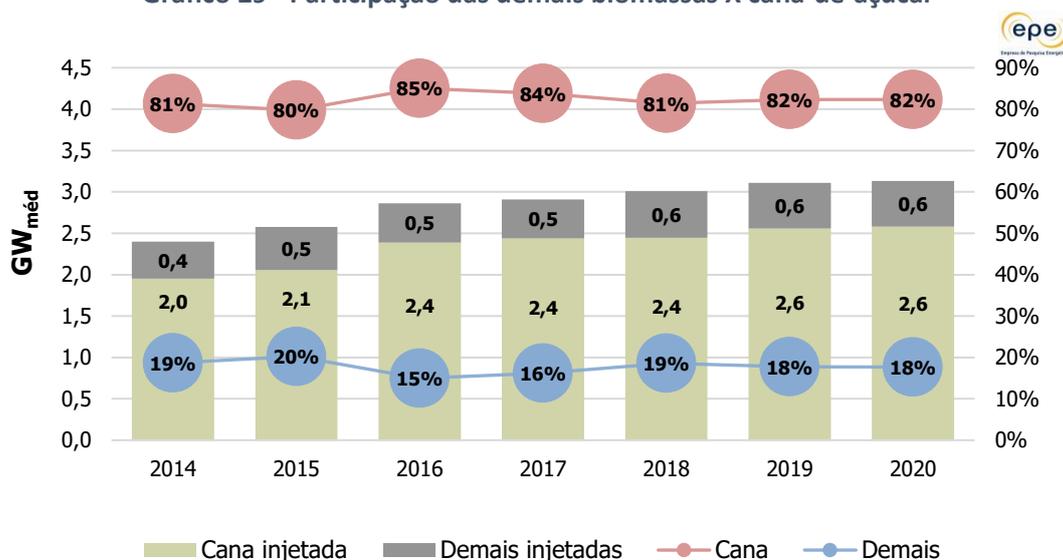
5.2. Bioeletricidade de outras biomassas

No último quinquênio, houve um aumento da exportação de energia elétrica proveniente da biomassa. Em 2020, além dos já mencionados subprodutos da cana-de-açúcar, foram injetados 554 MW médios gerados em empreendimentos que utilizam como combustível insumos provenientes de matéria orgânica animal ou vegetal, o que correspondeu à manutenção dos valores observados nos três anos anteriores, com um pequeno aumento de 0,7%, comparativamente ao ano anterior.

A geração através destas outras biomassas (exclusive cana) representou 0,8% da matriz elétrica em 2020. Destacam-se o licor negro (63%), em grande parte impulsionado pelo crescimento de produção do setor de celulose nos cinco últimos anos, o biogás (21%) e os resíduos florestais (10%). Com menor participação, contribuem o capim elefante, carvão vegetal, casca de arroz, gás de auto forno e lenha.

A participação dessas fontes na composição total da energia exportada pelas biomassas no SIN se mantém em torno de 18% nos últimos anos. Embora sua contribuição tenha permanecido no mesmo patamar, foram adicionados cerca de 100 MW médios nos últimos 5 anos, conforme ilustra o Gráfico 29.

Gráfico 29 - Participação das demais biomassas X cana-de-açúcar



Fonte: EPE a partir de (CCEE, 2021b)

Diferentemente da cana-de-açúcar, que tem uma sazonalidade bem definida, e conseqüentemente uma variação elevada da energia exportada para o *grid*, a geração proveniente das demais biomassas pode-se dizer mais controlável e determinística, devido, principalmente, à possibilidade de estocagem do combustível. Note-se que este é um atributo importante para o setor elétrico, contribuindo para o aumento da segurança energética e confiabilidade sistêmica, em um momento de grandes desafios e mudanças estruturais que vêm ocorrendo no parque gerador.

6. Biodiesel

Em 2020, foram consumidos 6,4 bilhões de litros de biodiesel no Brasil, o que representa um aumento de cerca de 10% em relação a 2019. O percentual de adição obrigatória do biodiesel à mistura com o diesel fóssil foi elevado de 11 para 12% em março de 2020, conforme previsto na Resolução CNPE nº16/2018 (CNPE, 2018b).

Desde o início do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) em 2005, já foram produzidos, até dezembro de 2020, mais de 47 bilhões de litros deste biocombustível. Comparativamente, o Brasil continua entre os três maiores produtores e consumidores de biodiesel no ranking internacional, após Indonésia e EUA²⁸ (USDA, 2019a). O setor nacional de biodiesel registrou um total de 49 usinas produtoras em dezembro de 2020, mantendo a concentração nas regiões Centro-Oeste e Sul do país (ANP, 2021c).

6.1. Evolução do marco regulatório do biodiesel

Desde que foi instituído o uso obrigatório do biodiesel na mistura com o diesel fóssil, através da Lei nº 11.097/2005 (BRASIL, 2005), observou-se uma rápida evolução para a adição do biocombustível em maiores teores. O valor inicial foi fixado em 2% em volume, em 2008, alcançando 5% já em 2010, quando o previsto originalmente ocorreria somente em 2013. Nos anos subsequentes, houve a elevação gradual dos percentuais mínimos obrigatórios no diesel B, chegando a 12% em março de 2020.

²⁸ Em 2020, Indonésia, EUA e Brasil responderam por 17%, 14,4% e 13,7% da produção mundial, respectivamente.

A Lei nº 13.263/2016 autorizou o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) a elevar o percentual de biodiesel na mistura até o patamar de 15%, desde que obedecidas as condicionantes de aprovação de testes nos motores para esse teor (BRASIL, 2016). Nesse contexto, a Resolução CNPE nº 16/2018 propôs um cronograma de aumento do percentual de biodiesel na mistura com o diesel de 1% ao ano, atingindo 15%, em 2023 (CNPE, 2018b).

A Resolução CNPE de dezembro de 2018 estabeleceu a previsão de aumento do percentual de biodiesel na mistura de diesel B. Testes de misturas BX em motores foram realizados pelas montadoras automotivas, de acordo com a Resolução ANP nº 758/2018 (ANP, 2018a). Em relatório que avaliou a utilização de misturas com biodiesel B15, observou-se que um aumento do teor de biocombustível reduz a eficiência do sistema de tratamento de gases dos motores Euro 6, que serão adotados na fase do Proconve P8 (MME, 2019c). Esta será a tecnologia de redução de poluentes no escapamento que poderá ser utilizada no Brasil a partir de 2022/23, quando se prevê a entrada em vigor desta fase para veículos pesados. A Resolução ANP nº 758/2018 busca aumentar a vida útil do óleo diesel B (com biodiesel) em todas as suas etapas de comercialização, e com isso tornar mais segura a implantação das misturas subsequentes (ANP, 2018a).

A evolução dos teores de adição obrigatória de biodiesel ao diesel fóssil está detalhada na Figura 3.

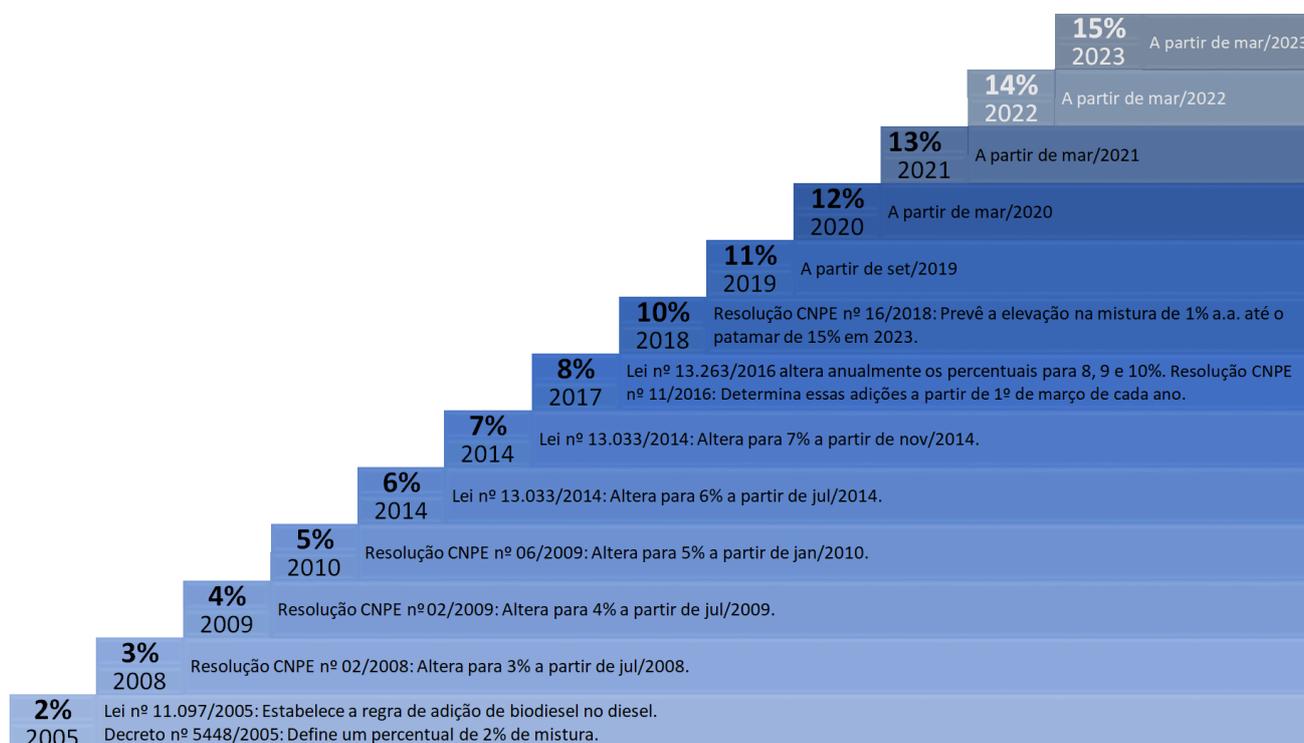


Figura 3 - Evolução do marco legal do biodiesel

Fonte: (EPE, 2020a)

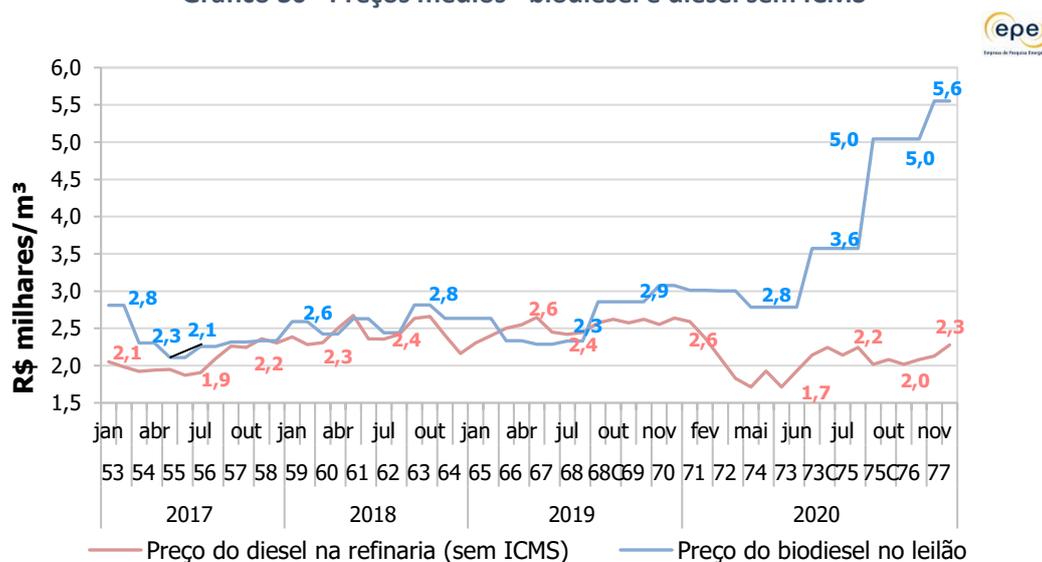
A Lei nº 11.097/2005 (BRASIL, 2005) apresenta uma definição ampla para o biodiesel, como sendo qualquer combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores do ciclo Diesel. Atualmente, encontra-se em vigor a Resolução ANP nº 45/2014 (ANP, 2014), que define o biocombustível como sendo composto por uma mistura de ésteres de ácidos graxos. Com o amadurecimento de novas tecnologias, mostrou-se necessário que a regulamentação permitisse incorporar tais avanços, possibilitando o uso de outros combustíveis renováveis oriundos da biomassa, em motores de ciclo Diesel, que podem ser adicionados ao diesel fóssil para compor a mistura do diesel B.

6.2. Leilões e preços de biodiesel

Desde 2007 a comercialização do biodiesel é feita por meio de leilões públicos organizados pela ANP, observando as diretrizes gerais estabelecidas pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e pelo Ministério de Minas e Energia (MME). Os leilões visam à aquisição de biodiesel pelas refinarias e importadores de óleo diesel para atendimento ao percentual mínimo obrigatório de adição do biocombustível ao óleo diesel e para fins de uso voluntário, cujo volume deve ser entregue pelas unidades produtoras de biodiesel.

A ANP realizou seis leilões de janeiro a dezembro de 2020 para a compra de biodiesel pelas distribuidoras de combustível (totalizando 76 desde o início do programa). O último certame de 2020 (nº 76) teve as entregas previstas para o início do ano de 2021. Tal como demonstra o Gráfico 30, houve um aumento substancial de preços do biodiesel a partir do leilão 73. Dentre os fatores que justificam esse movimento, estão a elevação de preço das *commodities*, como a soja e seus derivados, além da desvalorização do real frente à moeda americana. Destaca-se ainda que o preço do diesel na refinaria, em 2020, apresentou queda quando comparado à média de 2019, refletindo os impactos do balanço de oferta e demanda do petróleo. Estes fatores causaram uma maior discrepância entre os preços de diesel e biodiesel (com a diferença sendo a maior dos últimos anos), sendo que no leilão 77 o preço médio de comercialização de biodiesel, superou em mais de 2 vezes o preço do diesel na refinaria, sem ICMS (Gráfico 30) (ANP, 2021d).

Gráfico 30 - Preços médios - biodiesel e diesel sem ICMS



Nota 1: Os preços do diesel e biodiesel são apresentados em valores correntes.

Fonte: EPE a partir de (ANP, 2021d)

Como medida preventiva para a garantia do abastecimento do mercado interno, a ANP realizou três reduções temporárias de percentual mandatório na mistura biodiesel/diesel, ao longo de 2020. A primeira ocorreu no mês de junho, por apenas 5 dias, levando o percentual de 12% para 10%. A segunda, em agosto de 2020, visando o abastecimento dos meses de setembro e outubro (leilão 75), também limitando a adição de biodiesel na mistura em 10%. Já a terceira, em novembro e dezembro, fixando o percentual em 11% (leilão 76). Estas ações também foram necessárias no ano de 2021 (leilões 79 e 80), onde o percentual de mistura foi reduzido para 10% (ANP, 2020a) (ANP, 2020g).

Outras ações complementares à redução do percentual mandatório foram tomadas no âmbito federal para garantir a segurança do abastecimento. De acordo com a Resolução GECEX nº 101

(ME/Camex), a alíquota do imposto de importação de soja, farelo e óleo proveniente do grão foi reduzida a zero (ME, 2021a). Somada a isto, em novembro, foi aprovada a Resolução CNPE nº: 9/2020 que autorizava o uso de matéria-prima importada para a produção de biodiesel no Brasil (como exemplo o óleo de soja), mediante permissão da ANP. A medida foi aprovada em momento de elevação de preços e exportações da soja, que restringia a oferta para as indústrias de biodiesel (CNPE, 2020b).

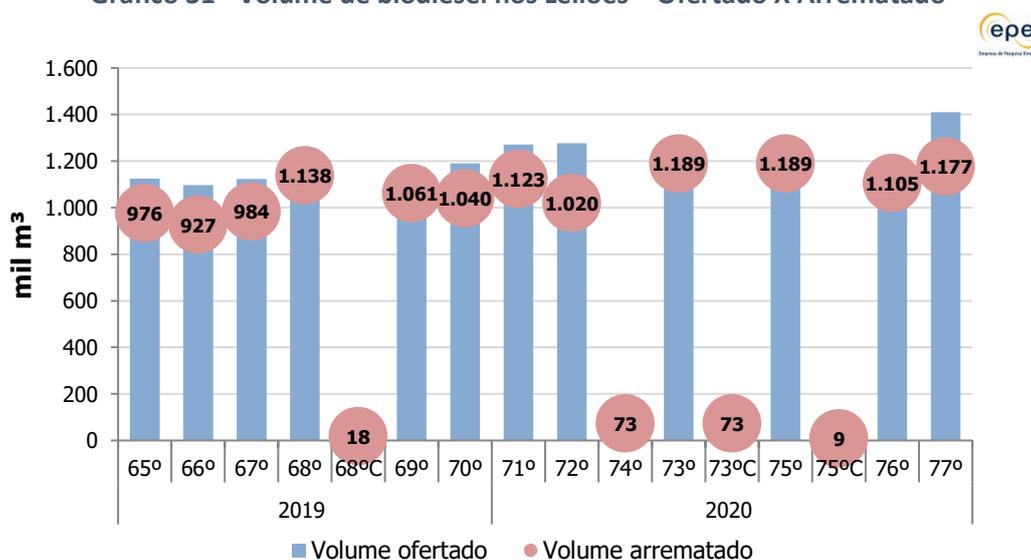
De acordo com o Gráfico 31, é possível observar um incremento de 12% no volume ofertado de biodiesel nos leilões em relação ao ano de 2019, enquanto que o volume arrematado foi 13,3% maior, em decorrência do aumento do percentual obrigatório para B12 para o mesmo período.

No leilão 71 ocorreu a compra de 1,12 bilhão de litros pelas distribuidoras (8% superior ao L70), o que coincide com a elevação do percentual para B12. O leilão 72 ocorreu no período em que a pandemia já estava estabelecida, com o volume ofertado no mesmo patamar que o L71, mas com quantidade arrematada de 1,02 bilhão de litros, queda de 9,2%. A expectativa de queda no consumo de diesel foi menor que a realmente ocorrida, fazendo com que o volume de biodiesel arrematado fosse inferior ao demandado.

Havia grande incerteza quanto à demanda mensal de diesel necessária a partir do segundo trimestre de 2020, o que acarretou na realização de três leilões complementares²⁹ para atendimento à demanda do mercado.

No leilão 73, as distribuidoras arremataram um volume da ordem de 1,2 bilhão de litro, o maior já registrado nos leilões. Já no L75, pela primeira vez na história, todo o biodiesel ofertado foi arrematado.

Gráfico 31 - Volume de biodiesel nos Leilões – Ofertado X Arrematado



Nota 1: Embora o leilão 70 tenha sido realizado em dez/2019, como a disponibilidade de combustível ocorreu no ano de 2020, os volumes ofertados e arrematados foram contabilizados neste último ano.

Fonte: EPE a partir de (ANP, 2021d)

²⁹ Leilão 74: Realizado em abril de 2020, visando o abastecimento do mercado no intervalo de 16 a 21 de junho de 2020, com um mandatário de 12% do biodiesel, que se deu efetivamente como sendo um complementar do L72. Leilão 75C: Foram arrematados 9 mil m³ de biodiesel e foi marcado pela redução do percentual (12% para 11%) e sua paralisação, seguida de retomada por ações judiciais.

A Resolução CNPE nº 3, publicada em outubro de 2015 (CNPE, 2015), definiu as diretrizes para autorizar a comercialização e o uso voluntário de biodiesel, em quantidade superior ao percentual de sua adição obrigatória ao óleo diesel³⁰. A ANP estabeleceu as regras para o biodiesel autorizativo, com o objetivo de aproveitar e estimular as condições que podem torná-lo competitivo frente ao óleo diesel, principalmente em regiões distantes de refinarias de petróleo e com abundância de capacidade produtiva.

O biodiesel autorizativo é comercializado através dos leilões³¹ regulares, em uma etapa posterior à do volume mandatório. Projetos específicos que usem misturas distintas daquelas previstas na legislação são isentos de submeterem-se aos leilões, podendo haver a compra do biodiesel direto dos produtores, mas necessitam de autorização da ANP.

No ano de 2020, embora tenham sido ofertados pouco mais de 86 mil m³ de biodiesel autorizativo, apenas 800 m³ foram arrematados, correspondente a 0,9 % do total. O preço elevado do biodiesel foi um fator que contribuiu para a baixa comercialização nesse tipo de certame (ANP, 2021d).

A sistemática de comercialização do biodiesel no mercado nacional irá se alterar nos próximos anos. Há um Termo de Compromisso de Cessação de Prática (TCC) celebrado entre a Petrobras e o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) para projetos de desinvestimentos em oito refinarias. A empresa, que é responsável pela operacionalização da ferramenta de realização de leilões e intermediária de compra e venda de todo o biodiesel comercializado, comunicou que não exercerá mais essas operações. Esse assunto foi discutido dentro da iniciativa Abastece Brasil, subcomitê novo cenário downstream, no GT – Comercialização de biodiesel (MME, 2019d). Ficou estabelecido, através de Resolução CNPE no. 14, de dezembro de 2020, após a apresentação de relatório deste GT, que a partir de janeiro de 2022 não haverá mais leilões de biodiesel, sendo que a comercialização se dará diretamente entre produtores e distribuidores (CNPE, 2020c). Neste sentido, a Nota Técnica Conjunta nº 10/2021/ANP (ANP, 2021) propõe novo modelo de comercialização de biodiesel para atendimento da mistura obrigatória ao diesel B, de forma a atender o disposto na Resolução CNPE nº 14/2020.

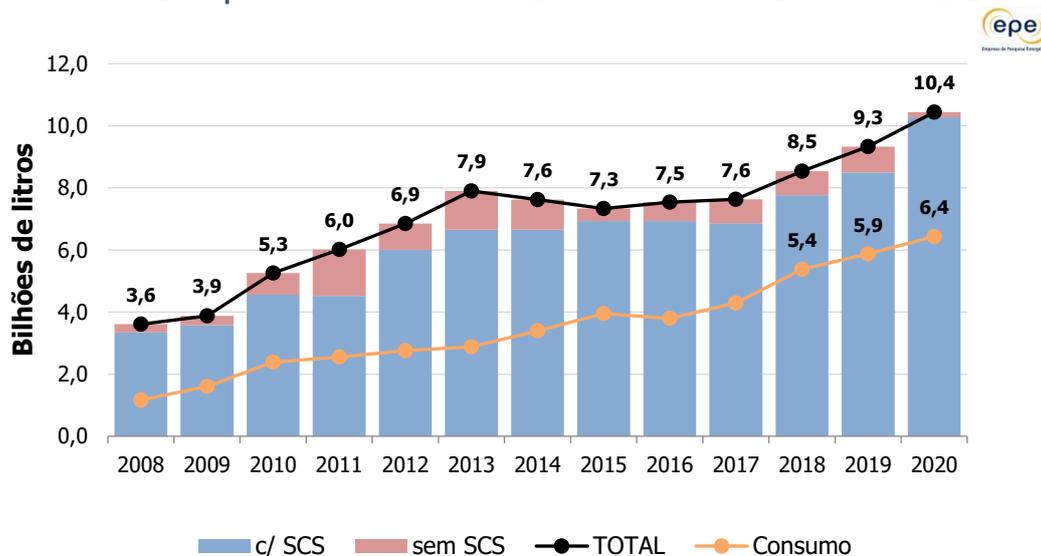
6.3. Capacidade instalada e produção regional

Segundo dados da ANP, em dezembro de 2020, a capacidade instalada correspondeu a 10,4 bilhões de litros, dividida entre as 49 usinas produtoras autorizadas. O Gráfico 32 apresenta a capacidade autorizada anual, com distinção para as usinas que possuem o Selo Biocombustível Social (SBS), assim como o consumo anual, demonstrando o efeito de sobrecapacidade desde 2008 (ANP, 2021c). Observa-se que a produção deste biocombustível, em 2020, correspondeu a 62% da capacidade instalada no país, o que demonstra que há potencial para o seu crescimento (ANP, 2021c).

³⁰ Os percentuais máximos, em volume, de adição de biodiesel ao óleo diesel são: 20% em frotas cativas ou consumidores rodoviários atendidos por ponto de abastecimento; 30% no transporte ferroviário; 30% no uso agrícola e industrial; e 100% no uso experimental, específico ou em demais aplicações (CNPE, 2015).

³¹ Os leilões são realizados em etapas distintas. Na primeira, as usinas produtoras fazem suas ofertas considerando exclusivamente os volumes ofertados e não vendidos durante o leilão regular. Em etapa posterior, as distribuidoras fazem as aquisições para os clientes que tenham interesse em utilizar biodiesel em teores acima dos 12% já estabelecido. A portaria estabelece que o resultado consolidado do leilão deve discriminar os volumes de biodiesel e os preços para os dois mercados separadamente, o regular de mistura obrigatória e o de uso voluntário.

Gráfico 32 - Capacidade Nominal Autorizada e Consumo de Biodiesel em 2020

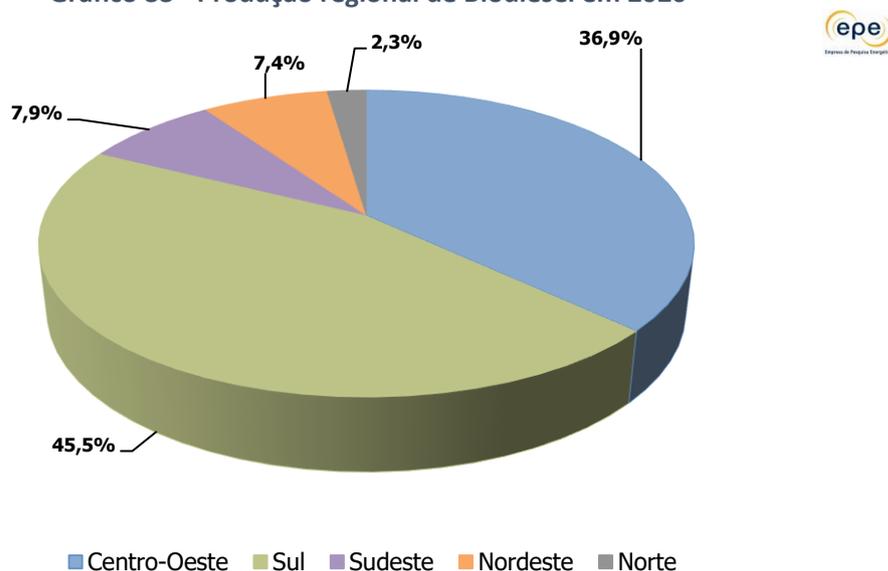


Nota: O Selo Biocombustível Social (SBS) é uma distinção conferida às empresas produtoras de biodiesel que utilizam, em sua cadeia produtiva, produtos oriundos da agricultura familiar. O objetivo é a garantia de renda e estímulo à inclusão social das famílias produtoras. As empresas produtoras de biodiesel e detentoras do SBS são beneficiadas com o acesso a melhores condições de financiamento junto às instituições financeiras.

Fonte: EPE a partir de (EPE, 2021a) e (ANP, 2021c).

No quadro nacional, a produção de biodiesel nas regiões Sul e Centro-Oeste, sempre se destacou em função da abundante disponibilidade das principais matérias-primas (soja e sebo), embora o maior volume de vendas/consumo se concentre na Região Sudeste. O Gráfico 33 apresenta a produção regionalizada de biodiesel em 2020, com maior concentração da produção nas regiões Sul (45,5%) e Centro-Oeste (36,9%) do país.

Gráfico 33 - Produção regional de Biodiesel em 2020

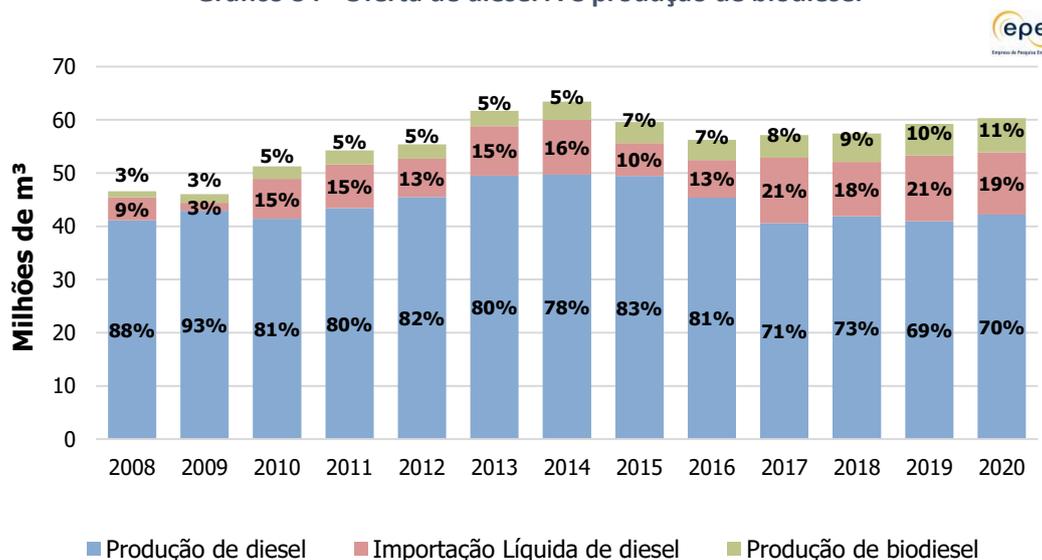


Fonte: EPE a partir de (ANP, 2021c)

O aumento da participação do biodiesel no ciclo Diesel atenuou as necessidades de importação de diesel fóssil, sendo o aumento do percentual mandatário, mais uma vez, o principal motivo para esse crescimento na produção e consumo do biocombustível. Em relação a 2019, a produção de diesel A pelo parque nacional de refino teve um aumento de 3,2 %, enquanto a sua importação caiu

3,3%. O Gráfico 34 mostra a evolução da produção e importação de diesel A e a oferta de biodiesel. Verifica-se que a produção do biocombustível superou em 8,6 % a do ano anterior, e o consumo de diesel B cresceu apenas 1,7% no mesmo período.

Gráfico 34 - Oferta de diesel A e produção de biodiesel



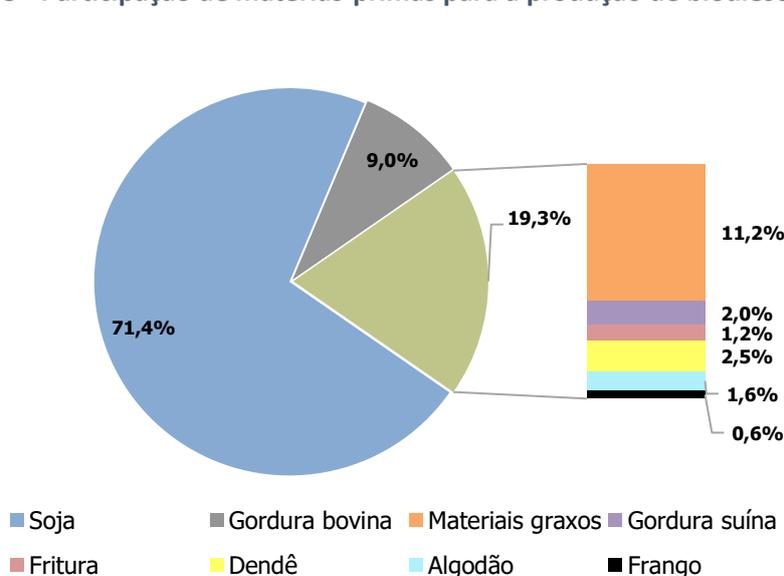
Fonte: EPE, a partir de (EPE, 2021a).

6.4. Matéria-prima para o biodiesel

De todo o biodiesel consumido em 2020, 4,6 bilhões de litros foram produzidos a partir do óleo de soja, o que equivale a um crescimento de 14,5%, comparado a 2019 (ANP, 2021c).

Conforme pode ser visto pelo Gráfico 35, o óleo de soja figurou como o insumo mais importante para a produção de biodiesel no ano 2020 (71,4%), seguido diretamente pelo sebo bovino, como segunda matéria prima isolada, com 9% do total, e insumos variados representando 19,3%, dentre esses destacando-se os materiais graxos (11,2%), dentro desses destacando-se os materiais graxos (11,2%).

Gráfico 35 - Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel em 2020



Fonte: EPE a partir de (ANP, 2021c)

Dada a trajetória apresentada ao longo dos últimos anos, a tendência é que a soja permaneça por um longo período em destaque entre os insumos usados na produção do biodiesel, embora já se observe outras matérias-primas emergindo neste mercado. Tal como ocorreu com o sebo bovino, acredita-se que a variedade de materiais graxos, entre outros óleos, como o dendê e os óleos residuais, também possa ter destaque no médio prazo. Em face da necessidade de atendimento aos aumentos previstos de mandatórios, verifica-se a necessidade de diversificação do *mix* de insumos (ANP, 2021c) (EPE, 2020b).

A safra recorde de soja em grãos no Brasil foi de 128,0 milhões de toneladas (120,8 milhões em 2019), representando um acréscimo de 6% comparado ao ano anterior. Já a produção de óleo de soja foi de 9,6 milhões de toneladas, expressando um aumento de 9,1%. O processamento doméstico cresceu 7,6% em comparação a 2019 (ABIOVE, 2021).

A capacidade de processamento de soja é de 63,3 milhões de toneladas anuais, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2021). Pelo fato da legislação em vigor privilegiar a exportação do grão, essa indústria opera com ociosidade. A Tabela 2 resume a situação do complexo da soja nos anos 2019 e 2020.

Tabela 2 - Complexo soja³²

Milhões de toneladas	2019	2020	Δ % (2019-2020)
Produção de soja	120,8	128,0	6,0%
Capacidade Instalada de processamento de soja	63,3	63,3	0,0%
Exportação de soja em grão	74,1	83,0	12,0%
Soja processada	43,5	46,8	7,6%
Farelo de soja produzido	33,5	36,0	7,6%
Óleo de soja produzido	8,8	9,6	9,1%
Exportação de óleo de soja	1,0	1,1	10,0%
Consumo de óleo alimentício e outros	7,9	8,5	7,6%
Consumo de óleo de soja para biodiesel	3,7	4,2	13,5%

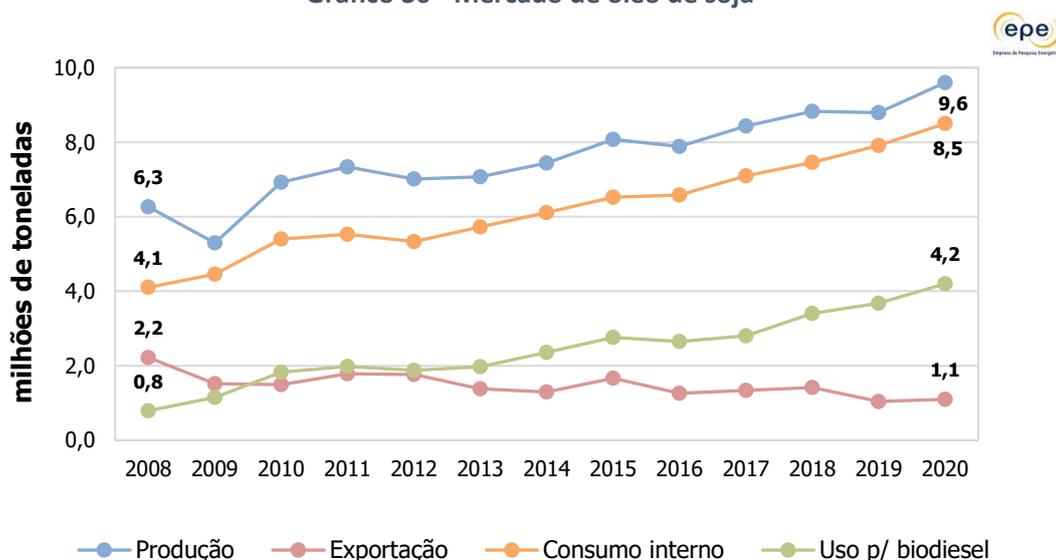
Nota: A densidade considerada para o óleo de soja foi 0,92 kg/l.

Fonte: (ABIOVE, 2021) (ANP, 2021c)

O Gráfico 36 ilustra o comportamento do mercado de óleo de soja brasileiro desde 2008.

³² Os valores referentes ao consumo interno de soja semente e outros fins não foram considerados.

Gráfico 36 - Mercado de óleo de soja



Nota 1: O consumo interno compreende o óleo para biodiesel, alimentício e outros usos.

Fonte: EPE a partir de (ABIOVE, 2021)

Segundo a ABIOVE (2020), a produção de óleo de soja entre 2008 e 2020 aumentou 53%. Esta taxa de crescimento é muito inferior à do volume que é destinado à obtenção do biodiesel, que, em valores absolutos, saiu de 0,8 milhão para 4,2 milhões de toneladas, aumento de 431% neste mesmo período. Observa-se que essa tendência de alta é acompanhada do uso desse óleo para o biodiesel, com a elevação dos percentuais mandatórios. As exportações de óleo de soja apresentaram queda de 50% nesse período (ABIOVE, 2021).

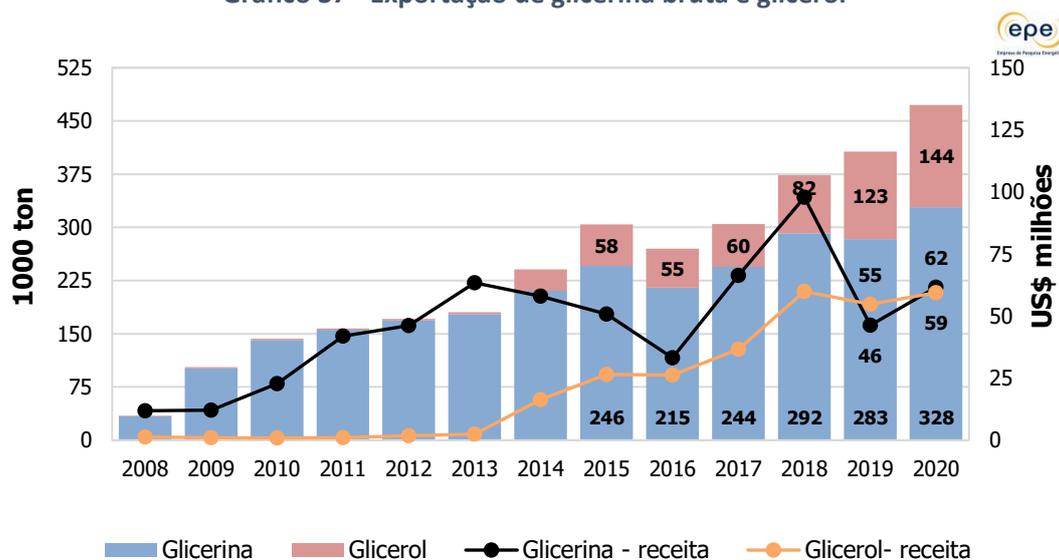
6.5. Coprodutos do biodiesel

A glicerina bruta é um coproduto da cadeia do biodiesel, que corresponde a aproximadamente 10% em massa do biocombustível produzido. Em 2020, estima-se que tenham sido produzidas 640 mil toneladas. Já a sua exportação total foi de 328 mil toneladas, 15,9% superior ao ano anterior, conforme mostra o Gráfico 37. Já a receita obtida com a exportação de glicerina bruta foi de 61,6 milhões de dólares, 33% maior do que foi obtido em 2019, devido ao crescimento da demanda no mercado, o que provocou aumento no preço internacional deste produto.

O glicerol é uma classificação para a glicerina refinada, que tem melhores preços no mercado internacional que a glicerina bruta. O número de usinas que estão instalando equipamentos para sua purificação, visando melhores receitas, tem aumentado continuamente. A exportação de glicerol vem crescendo desde 2013, sendo que em 2020 totalizou 144 mil toneladas, aumento de 17% em relação ao ano anterior. A receita somou 59,4 milhões de dólares, 8,6% superior a 2019 (ME, 2021b).

A China continua como o maior destino das exportações, sendo 79% da glicerina bruta e 66% do glicerol (ME, 2021b).

Gráfico 37 - Exportação de glicerina bruta e glicerol



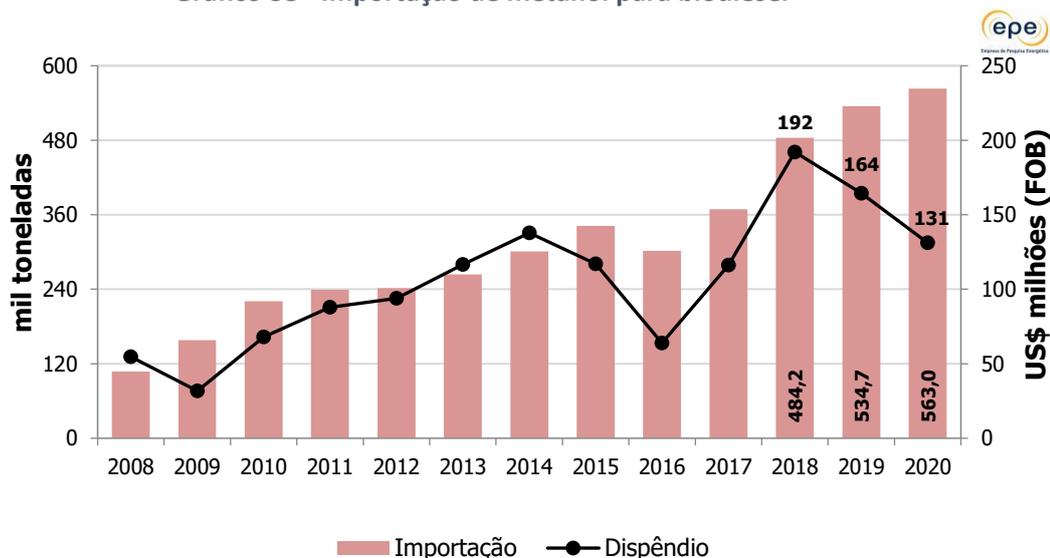
Fonte: (ME, 2021b).

6.6. Metanol

O metanol é um insumo fundamental para a obtenção do biodiesel produzido pelo processo de esterificação/transesterificação. Os EUA concentram a produção mundial devido aos baixos preços do gás natural, que é a matéria-prima básica para a sua produção. O Brasil importou 563 mil toneladas deste insumo em 2020 para a produção de biodiesel, sendo a maior parte oriunda do Chile, Trinidad e Tobago, Venezuela e Estados Unidos. O Gráfico 38 mostra a quantidade de metanol importado exclusivamente para a produção de biodiesel e o dispêndio resultante. O total em 2020 foi 7,4% maior que em 2019 e o desembolso totalizou 131 milhões de dólares (20% menor que 2019) (ANP, 2021c) (ME, 2021b). O aumento nas importações deste insumo está diretamente relacionado ao incremento nos volumes produzidos de biodiesel, diante da elevação do percentual mandatório em 2020.

O metanol é uma *commodity* e, portanto, tem seu preço de venda determinado pela interação entre oferta e demanda no mercado mundial. A redução ocorrida no custo de produção se traduziu em preços mais baixos nesse mercado, diminuindo os dispêndios para importação. Este fator pode se configurar uma barreira para o desenvolvimento de uma futura produção nacional (EPE, 2020b).

Gráfico 38 - Importação de metanol para biodiesel



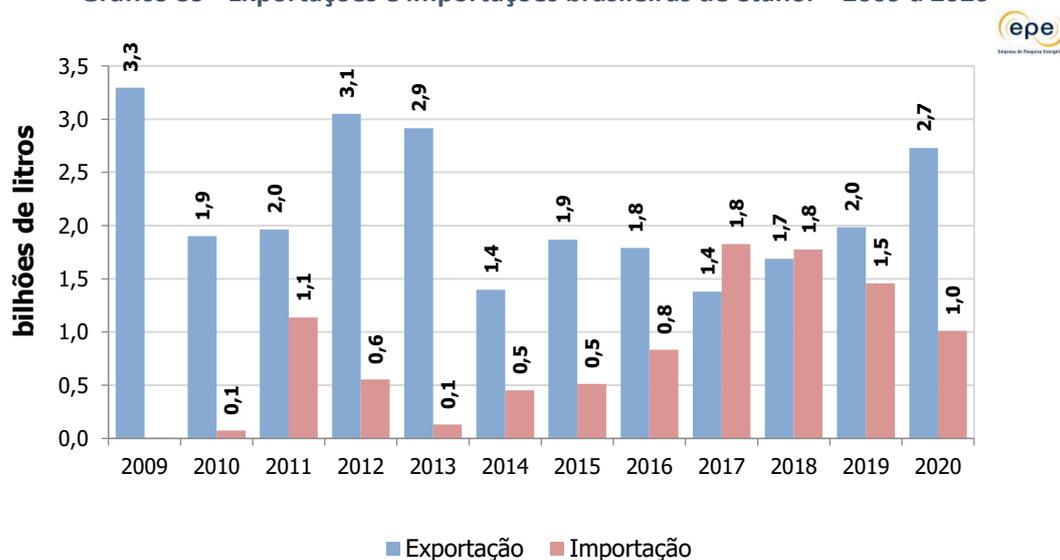
Fonte: EPE a partir do (ANP, 2021c) e (ME, 2021b).

7. Mercado internacional de biocombustíveis

Como mencionado anteriormente, os reflexos da pandemia de Covid 19 afetaram o mercado de energia mundial, inclusive na produção e consumo global de biocombustíveis. Houve redução na produção mundial de etanol combustível de 115 bilhões em 2019 para 105 bilhões de litros em 2020 (8% inferior). Ainda assim, os dois principais atores de mercado, Brasil e Estados Unidos, continuaram com alta participação, com 84% da produção e comercialização (REN21, 2021).

Em 2020, o Brasil apresentou uma alta nos volumes exportados, atingindo 2,7 bilhões de litros, 0,7 bilhão superior a 2019 (Gráfico 39) (ME, 2021b), mesmo com a redução da oferta total de etanol. Parte deste aumento nas exportações brasileiras pode ser creditada à retração do mercado estadunidense, o qual apresentou queda nos volumes de produção e exportação líquida em 2020 (a ser visto adiante). Adicionalmente, houve uma maior procura pelo etanol como anti-séptico em diversos países.

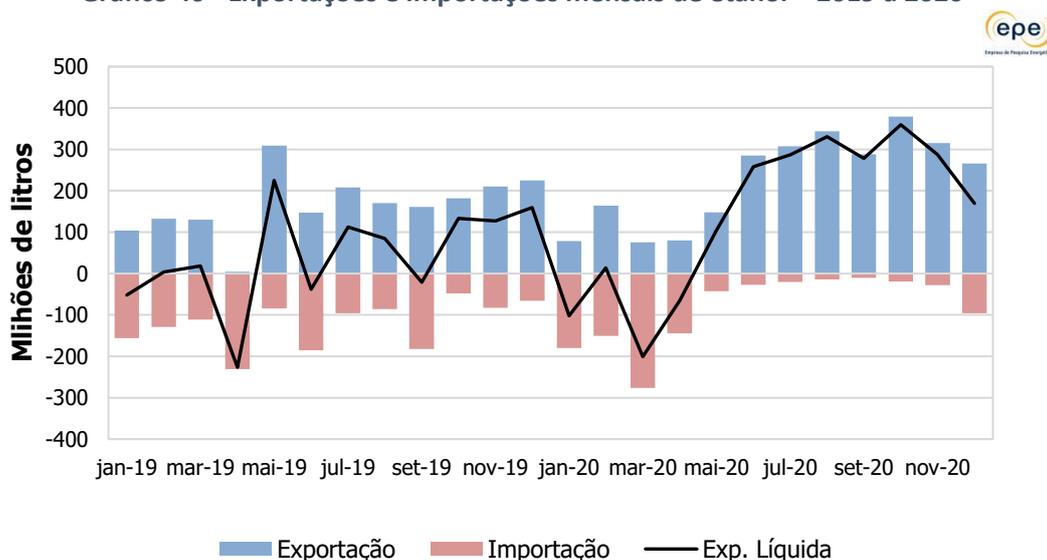
Gráfico 39 - Exportações e importações brasileiras de etanol – 2009 a 2020



Fonte: EPE a partir de (ME, 2021b)

De janeiro de 2017 até o período atual, as importações brasileiras de etanol têm apresentado volumes expressivos, mas com exportação líquida nos meses de safra intensa³³ (Gráfico 40). Em 2020, os volumes importados caíram para 1,0 bilhão de litros (ME, 2021b).

Gráfico 40 - Exportações e importações mensais de etanol – 2019 a 2020



Fonte: EPE a partir de (ME, 2021b)

Em relação ao biodiesel, o comércio mundial manteve-se concentrado entre a Europa, Argentina e Estados Unidos, sem participação relevante do Brasil nos volumes transacionados³⁴. A produção mundial de biodiesel manteve-se estagnada de 46,8 bilhões de litros em 2019 para 46,5 bilhões em 2020 (REN21, 2021).

Estados Unidos

Em 2020, os Estados Unidos produziram 53 bilhões de litros de etanol combustível (diminuição de 12% em relação a 2019), 48 bilhões destinados ao mercado interno (13% menor que no ano anterior) (EIA, 2021a). Sua demanda, vinculada à de gasolina pela mistura E10, tem se mantido estável, em torno dos 50 bilhões de litros (EIA, 2021b). A saída para os volumes excedentes de etanol tem sido o mercado externo, no qual o país se tornou o maior exportador mundial, desde 2014.

A pressão das medidas restritivas ao avanço da Covid-19 fez diminuir os volumes produzidos e consumidos de biocombustível, com consequências na arrecadação dos setores de energia. Isto reavivou uma discussão antiga entre os setores de produção de etanol de milho e de petróleo. Os primeiros querem manter as metas da RFS ou expandi-las, como forma de proteção frente à menor receita, enquanto o segundo grupo clama pela redução dos volumes obrigatórios, por motivos análogos (REUTERS, 2020b).

³³ Em 29 de agosto de 2017, fora publicada a Resolução CAMEX nº 72, para restringir as importações crescentes de etanol, com validade até o fim de agosto de 2019. Esta medida liberou da alíquota de importação um volume total de 1,2 bilhão de litros importados no período de vigência, com uma cota trimestral de 150 milhões de litros (ME, 2017). Na data de término desta Resolução, foi publicada a Portaria nº 547, estendendo a cota para mais 12 meses, a partir da data de publicação e alterando os volumes para 750 milhões de litros ao todo, distribuídos em 187,5 milhões de litros trimestrais (ME, 2019).

³⁴ Em 2020, o Brasil exportou 3,3 toneladas de biodiesel, o valor mais alto dos últimos cinco anos, ainda assim irrelevante comparado ao comércio mundial (ME, 2021b).

Em 2020, as exportações líquidas alcançaram 4,5 bilhões de litros, sendo 25% dos volumes destinados ao Canadá, 15% para Brasil e 15% para Índia. Já, os volumes importados vieram exclusivamente do Brasil, em cerca de um bilhão de litros (EIA, 2021b) (RFA, 2021).

Os Estados Unidos utilizam o biodiesel em qualquer percentual de adição, sendo mais comum a mistura B20 (USDOE, 2021). Em 2020, foram produzidos 6,8 bilhões de litros do biocombustível e consumidos 7,1 bilhões, com a diferença suprida pela importação de 0,2 bilhão de litros e utilização de estoque (EIA, 2021a). Até 2017, as importações americanas de biodiesel eram altas, chegando ao patamar de 2,3 bilhões de litros em 2016, em grande parte provenientes de Argentina e Indonésia (80% ou 1,8 bilhão de litros). Porém, após medidas *antidumping* aplicadas aos dois países a partir deste ano (USITC, 2018), os volumes voltaram a cair em 2018, chegando a 0,6 bilhão de litros em 2019 (EIA, 2021a).

A EPA (*Environment Protection Agency*) tem diminuído os volumes obrigatórios de biocombustíveis lignocelulósicos em relação aos valores originais das metas da RFS ano a ano. No entanto, em 2020, a Agência não estabeleceu mudanças na meta, passado o prazo final de 30 de novembro daquele ano (AGRINEWS, 2020). Até então, permanecem as metas anteriormente estabelecidas em 19 de dezembro de 2019, conforme Tabela 3 (EPA, 2019).

Tabela 3 - Volumes originais e finais da RFS (bilhões de litros)

Combustíveis	Originais*		Finais		Previsto
	2019	2020	2019	2020	2021
Biocombustíveis celulósicos	32,2	39,8	1,6	2,2	Sem alter.
Diesel de biomassa	3,8	3,8	8,0	9,2	9,2
Biocombustíveis avançados	49,2	56,8	18,6	19,3	Sem alter.
Combustíveis renováveis	106,0	113,6	75,4	76,1	Sem alter.

* Volumes originais, conforme a Lei Energy Independence and Security Act de 2007.

Fonte: (EPA, 2019), (EUA, 2007)

União Europeia

A União Europeia mantém os planos de ação de mitigações de GEE e segurança energética estabelecidos em 2007, com metas para os anos de 2020, 2030 e 2050. Para 2020, o chamado “Triplo 20” visava: 20% de redução nas emissões de GEE, comparado a 1990, 20% de participação de fontes renováveis no consumo energético, 10% de participação de renováveis no consumo automotivo³⁵ e 20% de aumento na eficiência energética, comparados a 1990. Para 2030, as metas serão aumentadas para 40%, 32%, 14% e 32,5%, respectivamente (EC, 2018).

Terminado o prazo do Triplo 20, a União Europeia agora computa os valores relativos às metas, alcançados em 2020. Segundo a Agência Europeia do Ambiente - AEA, o bloco pode ter conseguido atender às metas de mitigação de GEE e de participação de renováveis no consumo final. Em 2019, as emissões de GEE contabilizaram uma queda de 24% em relação aos níveis de 1990, enquanto a participação de renováveis no consumo final chegou a 19,4% (EEA, 2020). O impacto da pandemia de Covid-19 pode ter um efeito de reforço no atendimento destas metas, na medida em que houve uma diminuição do consumo de fontes primárias devido às restrições de circulação.

³⁵ Em favorecimento aos biocombustíveis de segunda geração, o bloco limitou a participação dos biocombustíveis tradicionais (etanol de cana e milho e biodiesel de oleaginosas) a um máximo de 7% na demanda energética até 2020, eliminando sua participação na demanda final até 2030 (BIOMASS MAGAZINE, 2018).

Para 2020, os números relativos à geração elétrica indicam que houve maior participação de fontes renováveis, contabilizando 38% contra 37% das fontes fósseis tradicionais e 25% da nuclear (REUTERS, 2021).

Em relação à meta de eficiência energética, a União Europeia está longe de alcançá-la. Pela meta, o bloco deveria atender a uma redução de 20% nos consumos primário e final de energia, em relação aos níveis projetados para 2020 no cenário-base, traçado pela Comissão Europeia em 2007 (EC, 2018). Segundo relatório da AEA, em 2018, os consumos primário e final de energia no bloco estão respectivamente 2,4% e 2,1% acima dos valores projetados (EEA, 2020).

Ásia

China é o terceiro maior produtor de etanol no mundo, com uma produção de 4,0 bilhões de litros de etanol em 2020 (REN21, 2021), cujo destino é exclusivamente interno. Atualmente, o país tem um programa de mistura E10 em 10 províncias e tinha planos de estendê-lo para todo o país ao final de 2020. No entanto, essa ação foi suspensa sem previsão de extensão de prazo, em virtude das limitações de aumento de capacidade de produção de etanol e baixos estoques, frente ao aumento no consumo de gasolina dos últimos anos (USDA, 2020a).

Em 2020, a Indonésia manteve-se como o maior produtor de biodiesel no mundo, com 8,0 bilhões de litros, produzidos a partir de óleo de palma (REN21, 2021). O consumo desse biocombustível no país é impulsionado pelo mandato de mistura B20 e apoiado por fundos do imposto sobre exportações de óleo de palma bruto – CPO. É usado principalmente para o setor de transporte rodoviário, com pequena fração empregada na geração de eletricidade (USDA, 2019a).

A Coreia do Sul é um dos principais destinos do etanol exportado do Brasil (954 milhões de litros), representando 35% do total (ME, 2021b). O país usa o etanol exclusivamente na indústria e no setor alimentício, porém o governo estuda o seu uso como combustível, em virtude dos benefícios ambientais, de qualidade do ar nas grandes cidades e de segurança energética (USDA, 2019b).

A Índia é o quarto maior produtor de etanol do mundo, com uma produção de 1,8 bilhão de litros em 2020 (RFA, 2021), oriundo principalmente da conversão de melado. O Programa de Mistura de Etanol, lançado em 2003, permite a aquisição e conversão do subproduto da indústria açucareira em biocombustível, o qual é usado em uma mistura não mandatária de 5 a 10% em todo o território (USDA, 2020b). O programa também estabelecia um aumento na mistura para 20% até 2030, mas, ao final de 2020, fora anunciado o plano de adiantar o E20 para 2025 (TIMES OF INDIA, 2021).

Anteriormente, em dezembro de 2019, a Índia assinou um Memorando de Entendimento com o Brasil para atualizar suas instalações de produção de etanol e cooperar no desenvolvimento da tecnologia necessária para a mistura de etanol. O acordo permite assistência técnica com o objetivo de criar um sistema duplo sucroalcooleiro, que daria flexibilidade, buscando retornos mais elevados, ao alternar a moagem de cana entre açúcar e etanol (USDA, 2020b).

8. Outros biocombustíveis

Assim como ocorreu com os biocombustíveis tradicionais, a pandemia de Covid-19 atrasou o desenvolvimento do mercado de biocombustíveis avançados, reduzindo investimentos em projetos e usinas no mundo. Somam-se outros fatores anteriores à pandemia, como a situação econômica dos países desenvolvidos e a conjuntura de preços do petróleo. Ainda assim, governos têm apontado estes combustíveis renováveis como importantes para a recuperação econômica pós-pandemia.

No caso brasileiro, o Programa Combustível do Futuro foi instituído por meio da Resolução CNPE nº 7, de 20 de abril de 2021, tem por objetivo aumentar a participação de combustíveis

sustentáveis e de baixa intensidade de carbono, integrando diversas políticas públicas, como o RenovaBio, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, o Programa Nacional de Etiquetagem Veicular e o Rota 2030. O uso do bioquerosene de aviação e de alternativas sustentáveis no setor marítimo também serão contemplados. Medidas para a captura de carbono na produção de biocombustíveis e hidrogênio azul também serão propostas por esse programa (CASA CIVIL, 2021) (CNPE, 2021a).

Atualmente, no Brasil existem as plantas comerciais Bioflex-I da GranBio, em São Miguel dos Campos (AL), com capacidade nominal de 60 milhões de litros/ano, e a da Raízen, em Piracicaba (SP), de 42 milhões de litros/ano. Também há o projeto experimental no Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), com capacidade de 3 milhões de litros (GRANBIO, 2020) (RAÍZEN, 2018). As unidades comerciais enfrentaram desafios técnicos, tendo realizado ajustes em seus processos, mas ainda funcionam abaixo da capacidade nominal. A Bioflex-I encontra-se em operação desde setembro de 2014. De acordo com a (GRANBIO, 2020), o etanol 2G está consolidado, sendo que a planta tem quebrado recordes diários de produção em diversas ocasiões. No entanto, a companhia ainda não teria conseguido gerar retorno satisfatório com o etanol 2G e, frequentemente, optou por paralisar a produção do biocombustível em benefício da geração de energia elétrica com a mesma matéria-prima. Com relação à Raízen, esta superou os principais desafios, tendo produzido 20 milhões de litros em 2019 (RAÍZEN, 2021). Em junho de 2021, a empresa anunciou que irá investir em uma nova usina de E2G, cuja capacidade de produção será de 82 milhões de litros por ano. O investimento, localizado na cidade de Guariba (SP), possui contrato de longo prazo para a comercialização de 91% da produção com um *player* global de energia. A previsão é que as atividades comecem em 2023 (COSAN, 2021). Observa-se que, no exterior, os projetos de E2G não têm conseguido alcançar a produção comercial e muitas plantas pararam suas operações, sem previsão de retomada.

Com relação ao biogás, sua produção tem sido cada dia mais significativa no cenário energético nacional. A capacidade instalada em geração distribuída continuou seu movimento ascendente de 2019 para 2020, quando alcançou 42 MW, tendo como principais insumos os resíduos agroindustriais, animais e urbanos (ANEEL, 2020b). A participação do biogás na oferta interna de energia ainda é tímida (0,1%), porém vem apresentando crescimento acelerado, de 27% a.a. no último quinquênio (EPE, 2021a). Acrescenta-se que grande parte do potencial deste biocombustível encontra-se no setor sucroenergético. Registra-se que entrou em operação comercial em fevereiro de 2021 a usina sucroenergética Bonfim (Raízen), vencedora do leilão A-5/2016, com capacidade instalada de 21 MW (ANEEL, 2021)

Dentre os novos biocombustíveis, merecem destaque o HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*, ou óleo vegetal hidrotratado), o bioquerosene de aviação (BioQAV), o biogás e o hidrogênio verde.

O diesel verde é um combustível renovável formado por uma mistura de hidrocarbonetos com composição química análoga à do combustível fóssil (*drop in*³⁶), podendo ser produzido a partir de diferentes rotas, como o hidrotratamento de óleo vegetal e animal, também através da síntese de Fischer-Tropsch proveniente de fontes renováveis, bem como a partir de processos fermentativos; e oligomerização de álcoois.

O HVO é o combustível originado a partir da hidrogenação de óleos (ex.: residual, de soja, de palma e gordura animal), resultando em uma mistura de hidrocarbonetos livre de enxofre e compostos aromáticos e com número de cetano elevado. Apresenta maior estabilidade de armazenamento, melhores propriedades de fluxo a frio e pode ser usado em motores a diesel sem os limites ou modificações de mistura exigidos pelo éster de ácidos graxos. Além do diesel verde,

³⁶ Os biocombustíveis *drop-in* são hidrocarbonetos, funcionalmente equivalentes aos de origem petroquímica e totalmente compatíveis com a infraestrutura de petróleo existente (EPE, 2020a).

concomitantemente à produção do HVO, podem também ser produzidos: combustível para aviação, bionafta e biopropano ((EC, 2018) *apud* (EPE, 2020a)).

Atualmente, o HVO representa o terceiro maior biocombustível produzido no mundo, embora com volumes ainda modestos. De 2019 a 2020, a produção de HVO cresceu 12%, de 6,5 bilhões de litros para 7,5 bilhões, enquanto que a produção de biodiesel de base éster (FAME ou *fatty acids and methyl esters*) aumentou menos de 1%, chegando a 46,8 bilhões de litros em 2020, frente aos 46,6 bilhões de 2019 (REN21, 2021). Foi observado uma queda significativa de sua demanda em 2020, assim como para o biodiesel FAME e etanol, ambas associadas à pandemia de Covid-19. Registra-se que o HVO apresenta elevados consumos energéticos em algumas rotas tecnológicas, o que requer atenção quanto aos impactos nos custos de produção, formação de preço e penetração no mercado brasileiro de combustíveis.

A EPE elaborou uma Nota Técnica, em que são apresentadas características, oportunidades e barreiras da inserção do diesel verde na matriz energética brasileira (EPE, 2020a).

A ANP, por meio da Consulta Pública nº 3 de 2020, apresentou uma proposta para a especificação e obrigações quanto ao controle de qualidade do diesel verde, a qual resultou na Resolução ANP nº 842 de 2021³⁷ (ANP, 2021j). Com isso, a regulamentação dos biocombustíveis do ciclo Diesel, passa a incorporar os avanços tecnológicos atuais e permite o uso de outros biocombustíveis além do biodiesel FAME. Até o momento, não há previsão da implantação de unidades comerciais no Brasil (EPE, 2020a).

Em 9 de dezembro de 2020, foi instituído por meio da Resolução CNPE nº 13, um Grupo de Trabalho para avaliar a inserção de biocombustíveis para uso no ciclo Diesel na Política Energética Nacional (EPE, 2020a), que tem por objetivo abordar as formas de inserção do diesel verde na matriz de combustíveis.

Para o BioQAV, a Organização da Aviação Civil Internacional das Nações Unidas (*International Civil Aviation Organization – ICAO/UN*) estabeleceu um acordo de redução de emissão com as empresas aéreas, denominado CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*), no qual define um crescimento neutro de carbono na indústria da aviação, a partir de 2021 (ICAO, 2018).

Além de instrumentos de compensação de emissões e de promoção de eficiência energética, o CORSIA prevê a utilização de combustíveis alternativos de aviação que sejam *drop-in*, em particular aqueles com processos certificados na ASTM Internacional (*American Society for Testing and Materials International*), conforme Tabela 4. As matérias-primas empregadas são definidas conforme as tecnologias passem pelo processo de aprovação do subcomitê “*Aviation Fuels*” da ASTM Internacional (ASTM, 2018).

³⁷ De acordo com o Art. 2º da RANP842/21, as rotas e matérias-primas regulamentadas são: I) hidrotratamento de óleo vegetal (*in natura* ou residual), óleo de algas, óleo de microalgas, gordura animal e ácidos graxos de biomassa, bem como de hidrocarbonetos bioderivados pelas microalgas *Botryococcus braunii*; II) gás de síntese proveniente de biomassa, via processo Fischer-Tropsch; III) fermentação de carboidratos presentes em biomassa; IV) oligomerização de álcool etílico (etanol) ou isobutílico (isobutanol); e V) hidrotermólise catalítica de óleo vegetal (*in natura* ou residual), óleo de algas, óleo de microalgas, gordura animal e ácidos graxos de biomassa.

Tabela 4 - Rotas tecnológicas aprovadas para a produção de Querosene de Aviação Alternativo

Nome da Rota	Matéria –Prima	Principal produto	Mistura máxima	Empresas produtoras
HEFA-SPK	gorduras, óleos e graxas	Iso- e N-parafinas	50%;	UOP, Neste e Syntroleum
FT-SPK	resíduos agrícolas e florestais, madeira, e resíduos sólidos	Iso- e N-parafinas	50%;	SASOL, Shell e Syntroleum,
FT-SPK/A	resíduos agrícolas e florestais, madeira, e resíduos sólidos	Iso- , N-parafinas e aromáticos	50%;	SASOL, Shell e Syntroleum,
ATJ-SPK	matérias-primas renováveis (cana-de-açúcar, milho ou resíduos florestais)	Iso- e N-parafinas	50%	GEVO, Cobalt e Lanzatech
SIP	açúcares	Parafinas	10%	Amyris

Fonte: (ASTM, 2015) (ASTM, 2018)

Observados os processos tecnológicos certificados pela ASTM Internacional, as seguintes matérias-primas disponíveis no Brasil podem ser utilizadas de forma mais promissora (em ordem alfabética): babaçu, cana-de-açúcar, macaúba, palma, recursos florestais (eucalipto) e soja.

Existem desafios industriais e econômicos para que o BioQAV possa ser competitivo em relação ao querosene de aviação de origem fóssil, no Brasil e no mundo.

Embora não estejam previstos projetos para uma produção significativa de BioQAV, há um estudo para instalação de uma planta piloto no Ceará, com implantação de uma rede de energia elétrica renovável (eólica ou solar), para produzir hidrogênio e bioquerosene de aviação, com as especificações superiores às exigidas pela regulação mundial. Dentre seus diferenciais, destaca-se que será uma planta móvel, podendo ser transportada para aeroportos com dificuldade de abastecimento, como os regionais. Foi estabelecida uma importante articulação entre governos (alemão e brasileiro), academia e iniciativa privada, para o desenvolvimento de uma tecnologia disruptiva e de impacto neutro para o meio ambiente e para a sociedade (GOVERNO DO CEARÁ, 2020).

Por fim, o hidrogênio verde é uma aposta futura que chama cada vez mais atenção dos governos pelo potencial de mitigação de GEE e melhoria da qualidade do ar com o seu uso. Atualmente, 99% do hidrogênio combustível é produzido a partir de fontes não renováveis e menos de 0,1% é produzido por meio da eletrólise da água, de acordo com a Agência Internacional de Energia. No entanto, com o desenvolvimento das tecnologias limpas e o aumento da pressão para redução da poluição ambiental, esse quadro pode vir a mudar nos próximos anos (BBC, 2021). (IEA, 2021)

Internacionalmente, vários projetos de hidrogênio têm sido lançados, em consórcios de empresas de energia. Destaque para o HyDeal Ambition, um consórcio de 30 companhias, que consiste na construção de múltiplos sites de produção de hidrogênio por eletrólise a partir da energia solar, distribuídos ao longo da costa ocidental da Europa, da Península Ibérica ao Sudoeste da França. O projeto terá, ao todo, capacidade de fornecer cerca de quatro milhões de toneladas anualmente de combustível a um preço de €1,5/kg até 2030 (RECHARGE, 2020) (MCPHY, 2021)

No Brasil, foi lançado em 19 de fevereiro de 2021 no Estado do Ceará, o projeto do Hub de Hidrogênio, em parceria do Governo do Estado com a Federação de Indústrias do Ceará (Fiec) e a Universidade Federal do Ceará. O projeto pretende transformar o estado em um grande polo de produção do biocombustível, com vistas tanto para o consumo interno quanto para exportação.

Segundo o Governo do Estado, o hidrogênio gerado ainda poderá ser usado para a produção de BioQAV, numa segunda fase de desenvolvimento (TRENDSCE, 2021). (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2021).

Em março de 2021, foi anunciado o projeto de hidrogênio Base One que se localizará no Porto de Pecém, com investimento na ordem de US\$ 5,4 bilhões. A expectativa é de uma produção de mais de 600 mil toneladas por ano. A fonte de energia utilizada poderá vir de projetos eólicos e solares combinados (ENEGIX, 2021).

No final de abril de 2021, o governo federal estabeleceu as diretrizes para a elaboração do Programa Nacional do Hidrogênio, por meio da Resolução CNPE nº 6, de 20 de abril de 2021, para o desenvolvimento de toda sua cadeia de produção e distribuição e inserção em diversos setores importantes, como transportes, siderurgia e fertilizantes (CNPE, 2021a).

9. Emissões de gases de efeito estufa

O Brasil desempenha papel de destaque internacional no que se refere a discussões e negociações acerca das mudanças climáticas. Foi construído no país todo um arcabouço legal cujo objetivo é fomentar a utilização de fontes renováveis, com destaque aos biocombustíveis. Mais um passo importante para este fim foi dado em dezembro de 2017, com o estabelecimento da Política Nacional de Biocombustíveis – RenovaBio, tema que será abordado no item 10 desse documento (BRASIL, 2017c).

A elevada participação de renováveis na matriz energética nacional proporciona uma significativa redução nas emissões de GEE. Quanto aos biocombustíveis líquidos, as emissões evitadas pelo uso de etanol³⁸ (anidro e hidratado) e biodiesel, em comparação aos equivalentes fósseis (gasolina e diesel), somaram 67,2 MtCO₂ em 2020.

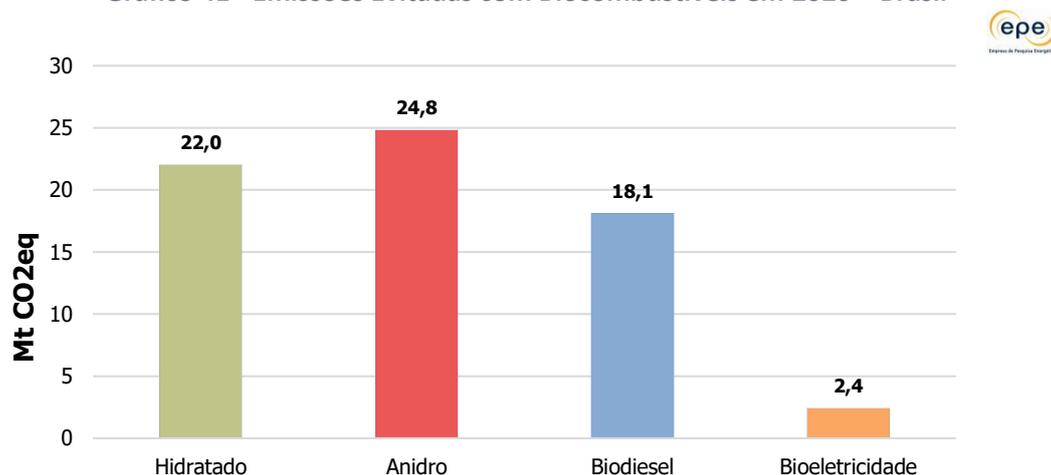
Além dos biocombustíveis líquidos, a bioeletricidade da cana também contribui para a redução das emissões de CO₂. Para estimar as emissões evitadas, foi utilizado o fator de emissão de tCO₂ por MWh gerado, calculado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, 2021). Este indicador tem oscilado nos últimos anos, tanto em virtude da maior participação de térmicas de diversas fontes de combustíveis fósseis na geração de eletricidade nos momentos de escassez hídrica, como na maior contribuição das outras fontes renováveis, como a eólica que apresenta injeção crescente. Em 2020, houve queda da geração térmica fóssil (12%), com retração significativa da participação das térmicas bi-combustível (gás/óleo) (43%) e crescimento das térmicas que utilizam outros combustíveis (62%). Além disso, observou-se manutenção da participação da biomassa (0,8%) e eólica (17%) e hídricas. Essas alterações somadas pouco impactaram neste fator, passando de 0,075 tCO₂/MWh para 0,062 tCO₂/MWh em 2020.

Em relação à energia exportada e ao autoconsumo das unidades sucoenergéticas, os valores de CO₂ evitados são expressivos. Considerando que a quantidade de energia gerada pelas usinas de biomassa de cana permaneceu sem alterações significativas em 2020 e a estabilidade do fator de emissão da matriz, o total de GEE evitada ficou no mesmo patamar. Assim, a quantidade das emissões evitadas em 2020 foi 17% menor que a de 2019 (2,8 MtCO₂), somando 2,4 MtCO₂, sendo 0,9 MtCO₂ advindas do autoconsumo e 1,4 MtCO₂ da energia exportada.

O Gráfico 41 ilustra as emissões evitadas decorrentes do uso de biocombustíveis (etanol anidro e hidratado e biodiesel) e da bioeletricidade da cana.

³⁸ Considera somente as emissões do etanol de cana de primeira geração

Gráfico 41 - Emissões Evitadas com Biocombustíveis em 2020 – Brasil



Fonte: EPE a partir de (EPE; FBDS, 2009), (EPE, 2021a) (IPCC, 2006), (ROSA, OLIVEIRA, COSTA, PIMENTEIRA, & MATTOS, 2003) e (MCTI, 2021)

10. RenovaBio

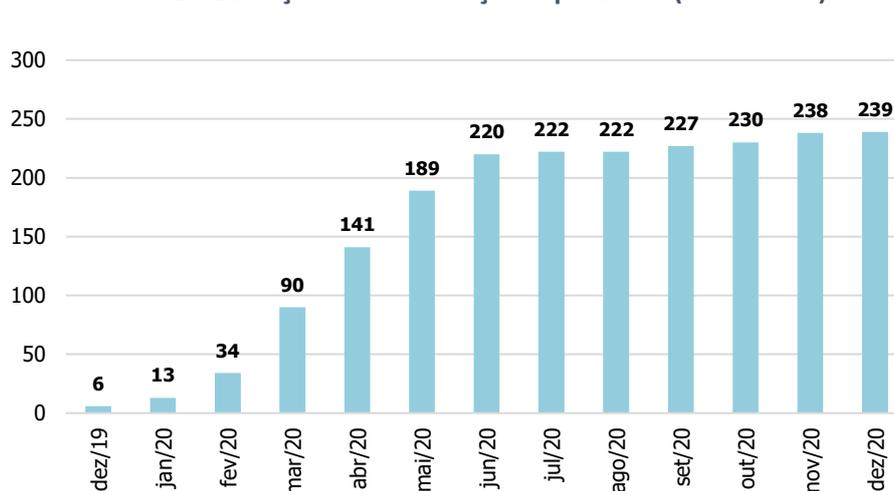
A Política Nacional de Biocombustíveis iniciou sua operacionalização em 2020 com a inserção do CBIO em mercado organizado. Além das dificuldades esperadas por ser o primeiro ano de funcionamento efetivo, a pandemia de Covid-19 trouxe um complicador adicional e relevante. O distanciamento social, como uma das medidas para reduzir a disseminação do vírus, alterou toda a dinâmica usual da sociedade e da economia, com reflexos inclusive no mercado de combustíveis. Desta forma, foi necessária a revisão das metas compulsórias anuais de redução de emissões de GEE para a comercialização de combustíveis.

10.1. Certificações

As certificações das unidades produtoras evoluíram a partir de janeiro³⁹, atingindo um patamar de estabilidade em julho. O ano de 2020 terminou com 239 aprovações e até 31 de maio de 2021 esse número chegou a 289 (ANP, 2021f).

³⁹ Desde janeiro de 2020 não houve nova habilitação de nova firma inspetora, permanecendo um total de 10 empresas até março de 2021 (ANP, 2021f).

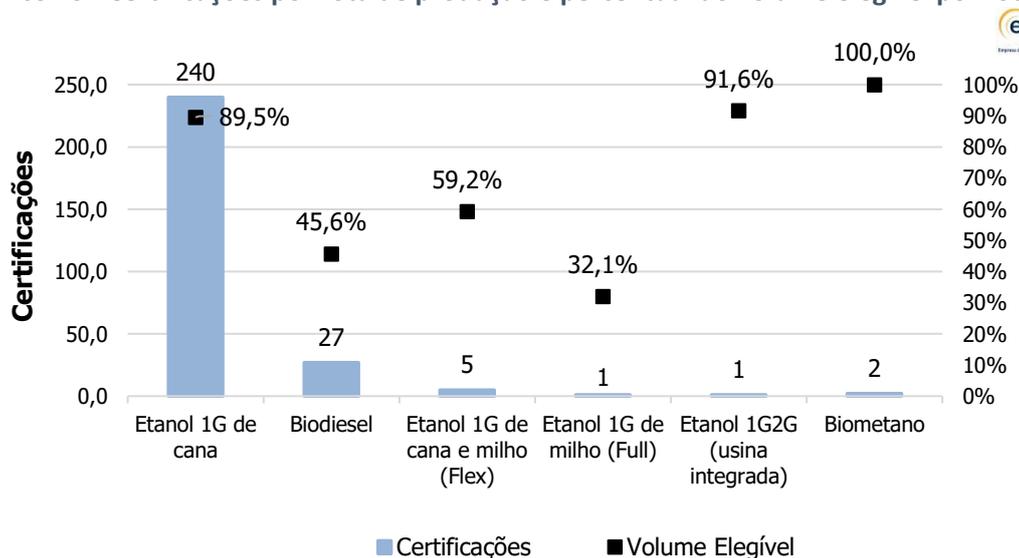
Gráfico 42 – Evolução das certificações aprovadas (acumulado)



Fonte: (ANP, 2021f)

O perfil das unidades certificadas por rota de produção e volume elegível, até 31 de março de 2021, é apresentado no Gráfico 43, no qual se verifica que usinas de etanol de cana de primeira geração representam 87% do total e as de biodiesel, 10%. O volume elegível apresenta grande variação, principalmente pela dificuldade de rastreamento das culturas de soja e milho, devido à grande diversidade de produtores e forma de aquisição destas matérias-primas⁴⁰. As rotas de produção que possuem maiores volumes elegíveis são o etanol de cana de 1ª geração (89,1%), etanol de cana 1ª e 2ª geração em usina integrada, (91,6%) e o biometano (100%). O etanol oriundo de unidades flex (milho e cana) registrou um volume elegível de 59,2% e o de unidade full, de 32,1%. Por fim, os produtores de biodiesel conseguiram certificar 45,6% de sua produção.

Gráfico 43 - Certificações por rota de produção e percentual do volume elegível por rota



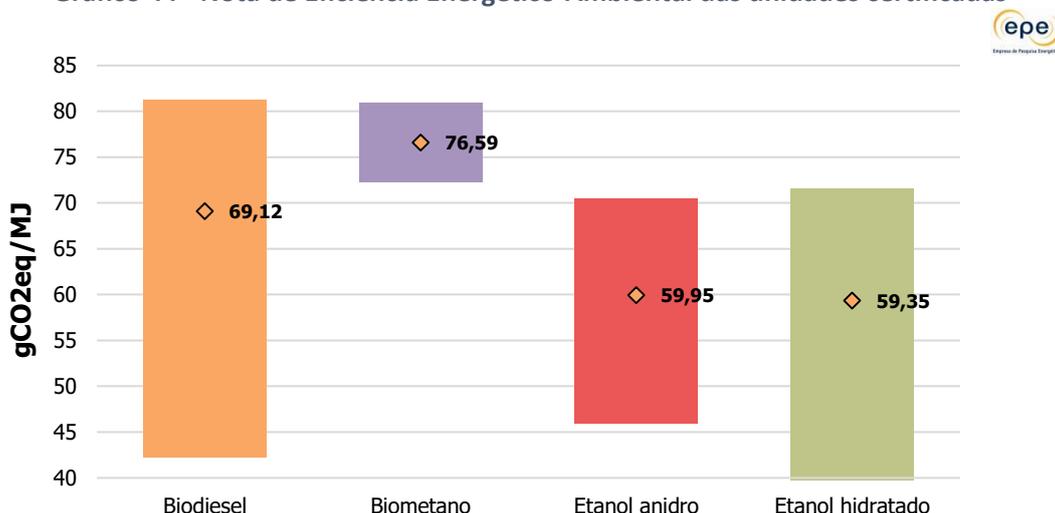
Fonte: (ANP, 2021f)

⁴⁰ A ANP, em conjunto com a Embrapa e o MME, possui iniciativas para melhorar o desempenho das biomassas de grãos (soja e milho) no RenovaBio, através de projeto desenvolvido no âmbito do Brazil Energy Programme - BEP (ANP, 2021i).

Considerando o número de unidades autorizadas a comercializar biocombustíveis pela ANP até 31 de maio de 2021, já foram certificadas 247 usinas de etanol (69% do total), 27 plantas de biodiesel (54% do total) e dois terços das plantas de biometano.

O Gráfico 44 apresenta a média da Nota de Eficiência Energético-Ambiental das unidades certificadas para cada biocombustível, assim como o range entre os valores mínimos e máximos, até 31 de maio de 2021. O biodiesel e o biometano se mantêm com as notas mais elevadas.

Gráfico 44 - Nota de Eficiência Energético-Ambiental das unidades certificadas



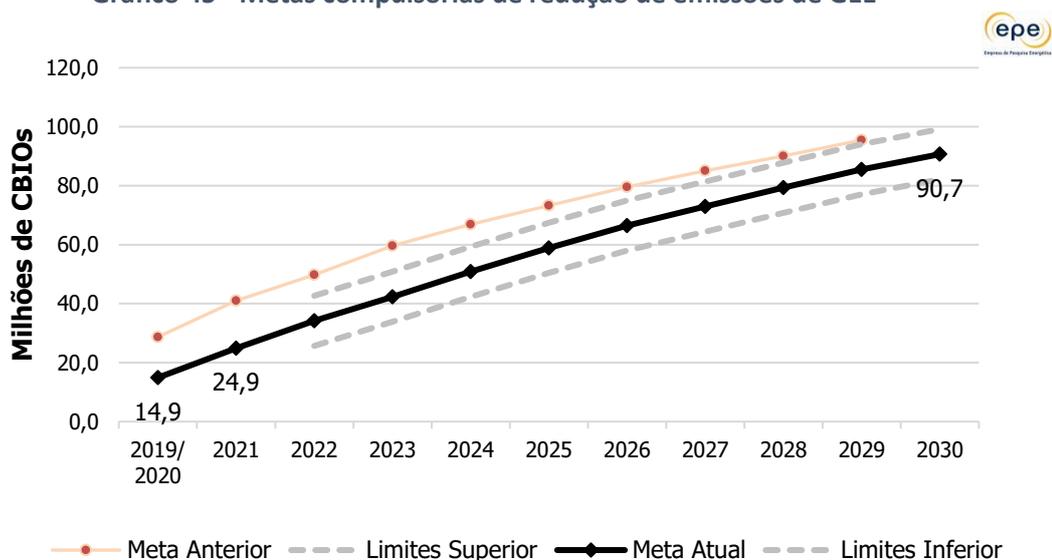
Fonte: EPE a partir de ANP (ANP, 2021f)

10.2. Metas compulsórias de redução de emissões de GEE

Os reflexos da pandemia de Covid-19 na demanda de combustíveis e a evolução do número de certificações tornaram necessária a alteração das metas compulsórias anuais de redução de emissões de GEE para a comercialização de combustíveis, por intermédio da Resolução CNPE nº 8, de setembro de 2020⁴¹, conforme mencionado. As metas anuais de descarbonização podem ser observadas no Gráfico 45.

⁴¹ Adicionalmente, também foi definido que cabe à ANP estabelecer o procedimento para redução das metas dos distribuidores de combustíveis, quando ocorrer a aposentadoria de CBIO por agentes não obrigados (Resolução ANP nº 843, de 21 de maio de 2021 (ANP, 2021h).

Gráfico 45 - Metas compulsórias de redução de emissões de GEE



Fonte: (CNPE, 2019) (CNPE, 2020a).

Em 29 de março de 2021, a ANP publicou as metas individuais compulsórias de redução de emissões de GEE para o ano de 2021⁴² (ANP, 2021f), aplicáveis aos distribuidores que comercializaram combustíveis fósseis no ano de 2020. As três principais empresas do setor de distribuição, Petrobras, Ipiranga e Raizen são responsáveis por 63% do total.

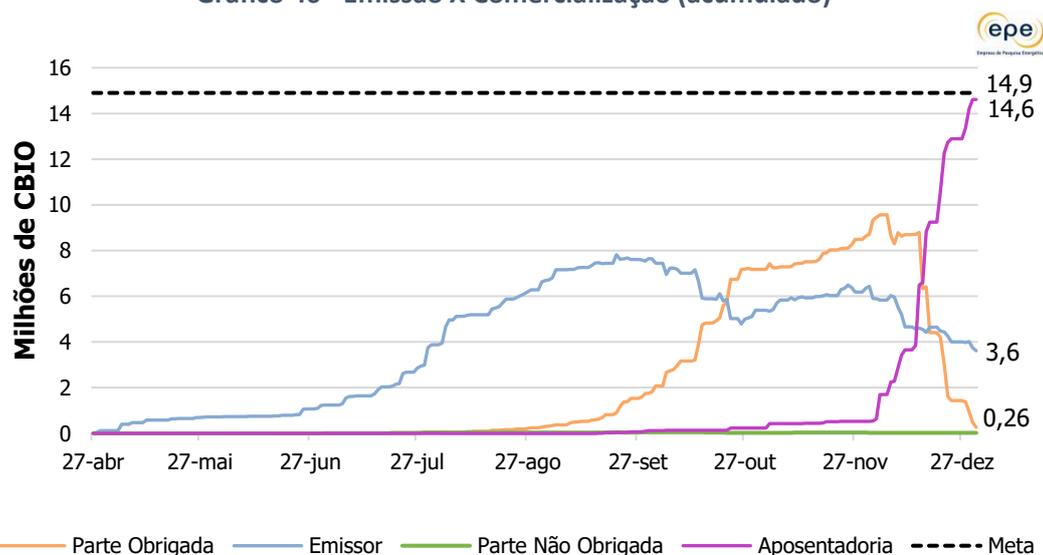
10.3. Emissão e Comercialização do CBIO

Os créditos de descarbonização começaram a ser emitidos⁴³ e colocados à disposição na B3 (Brasil Bolsa Balcão) no final de abril de 2020, com as primeiras negociações ocorrendo em junho, por partes não obrigadas, e, em julho, pelas partes obrigadas. O Gráfico 46 apresenta o estoque de CBIO ao longo do ano, destacando-se o crescimento do número de créditos aposentados a partir do início de dezembro.

⁴² De acordo com a Resolução ANP nº 791/2019, as distribuidoras que não comprovaram o cumprimento integral de suas metas, referentes ao exercício de 2019 e 2020, tiveram acréscimo proporcional nas respectivas metas de 2021 (ANP, 2019a).

⁴³ Em 2020, o valor pago pelo emissor primário ao Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro), para a emissão de 1 CBIO foi de R\$ 15,57 por NFe analisada. Em 18 de dezembro, a ANP divulgou o novo valor de R\$ 5,15 para o período entre 01 de janeiro e 31 de dezembro de 2021 (ANP, 2021f).

Gráfico 46 - Emissão X Comercialização (acumulado)



Fonte: EPE com base em B3 (B3, 2021)

Apesar de terem sido emitidos 18,2 milhões de CBIO em 2020, volume 22% superior à meta (14,9 milhões), as distribuidoras de combustíveis aposentaram 14,6 milhões de créditos, o que representa um atendimento de 97,6% ao estabelecido. Dentre as 141 distribuidoras, trinta e cinco empresas de pequeno e médio porte não cumpriram suas metas individuais e foram notificadas pela agência (ANP, 2021f).

Para 2021, a meta é de 24,9 milhões de CBIOs, sendo que o saldo remanescente de 2020 na B3 foi 3,6 milhões, com emissores, e outros 300 mil com as distribuidoras, o que representa 15,7% da meta proposta para 2021. Registra-se que em 31 de maio de 2021, o estoque de CBIO era de 15,5 milhões (62% da meta do ano), sendo 7,8 milhões em posse dos emissores, 7,68 milhões adquiridos pelos distribuidores e 35 mil adquirido por partes não obrigadas. Registra-se ainda que 711 mil CBIOs foram aposentados até essa mesma data.

10.4. Preço do CBIO

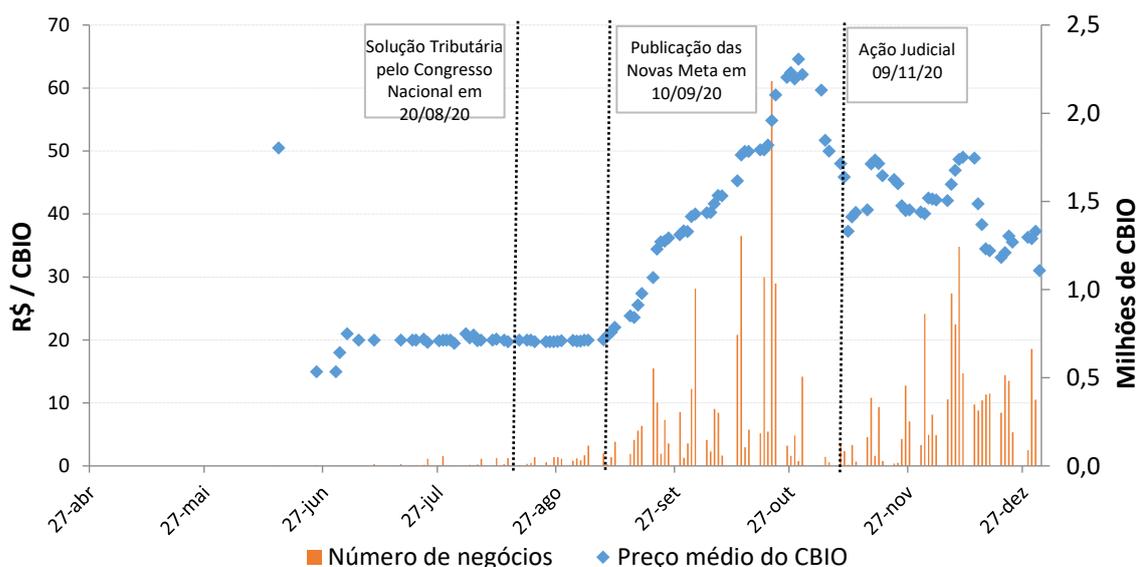
O mercado de CBIO foi marcado por fases distintas. As atividades na B3 se iniciaram após a conversão da Medida Provisória nº 897, de 1º de outubro de 2019 (conhecida como MP do Agro), na Lei nº 13.986, de 7 de abril de 2020, que tratava da tributação do crédito de descarbonização. No entanto, o artigo que tratava sobre a tributação do CBIO foi vetado pelo Presidente da República, com a justificativa de se tratar de renúncia de receita sem o cancelamento equivalente de outra despesa obrigatória, e sem estimativa do impacto orçamentário e financeiro. Tal veto foi derrubado pelo Congresso Nacional em 12 de agosto de 2020, sob a alegação de que “não preexistia qualquer estimativa de receita tributária passível de arrecadação sobre esta hipótese de ‘títulos verdes’”. Assim, esse período registrou um baixo número de negociações e preços (BRASIL, 2020b).

A segunda fase foi marcada pela definição das metas compulsórias de descarbonização, entre 2022 e 2030, e a revisão excepcional para os anos de 2020 e 2021, em função da pandemia. Como desdobramentos, o número de negociações e os preços de CBIO se elevaram gradativamente.

Na terceira fase, uma associação de distribuidores de combustíveis impetrou um mandado de segurança, com o objetivo de reduzir ainda mais as metas de descarbonização, o que derrubou as negociações na B3. A alegação foi que o tempo disponível para adquirir os CBIO foi de apenas três meses, o que poderia impactar os preços dos combustíveis (BRASILCOM apud EPBR, 2020). Tal processo foi julgado improcedente, pois as empresas da associação já tinham conhecimento das metas previstas para o ano de 2020, além de pontuar que uma redução para um grupo específico criaria uma “concorrência desleal” no mercado (AGU, 2020).

Em resumo, o preço médio ponderado foi de R\$ 43 / CBIO, sendo o maior valor observado no fim de outubro, de cerca de R\$ 65 / CBIO. O Gráfico 47 apresenta a evolução das quantidades de créditos de descarbonização negociadas e os respectivos preços médios.

Gráfico 47 - Quantidades negociadas e preços médios de CBIO



Fonte: (B3, 2021)

Desta forma, estima-se que os produtores de biocombustíveis tenham recebido uma receita de R\$ 650 milhões proveniente dos 14,9 milhões de CBIO comercializados (aposentados e os que estão em posse das partes obrigadas e não obrigadas).

Registra-se que, de janeiro a junho de 2021, os preços de comercialização do crédito na B3 têm se mostrado mais estáveis, em um patamar de R\$ 30,00.

10.5. Outras ações

A tributação do CBIO foi tratada na Lei nº 13.986/2020, entretanto esta não versou sobre a especificidade para o Imposto de Renda (IR) sobre o ganho de capital do investidor residente ou não residente. Outra questão que persiste diante das bases legais é a possibilidade de dedução das despesas com a compra do crédito de descarbonização na base de cálculo do IR e CSLL (Contribuição Social sobre Lucro Líquido), visto que se trata de uma obrigação oriunda da Política Nacional de Biocombustíveis. Estas questões deverão ser tratadas pelo MME ao longo de 2021.

Em paralelo, o MME articula para criar um derivativo do CBIO, no qual o preço vai ser fixado no mercado futuro e quando o papel estiver disponível, o distribuidor pode decidir comprá-lo ou não. O produtor poderá ter um financiamento de longo prazo para a geração do CBIO e o agente obrigado poderá se proteger de variações nas cotações desse ativo (BIODIESELBR, 2021).

Nesse contexto, o mercado encontrou outra forma de comercializar o C BIO, além de negociar na B3, através da operação de *barter* (troca) de insumos agrícolas. No modelo proposto, o produtor de biocombustíveis vai transferir o direito sobre parte dos C BIO, que vier a gerar, para a empresa fornecedora de insumos, que por sua vez poderá comercializar os créditos em mercado organizado (NOVACANA, 2021d).

O RenovaBio enfrentou inúmeros desafios em seu primeiro ano de funcionamento, que trouxeram diversos aprendizados para os agentes da cadeia de combustíveis. Em sua plena operação, essa política pública é vista como um instrumento adequado para garantir a sustentabilidade e a previsibilidade da matriz de transportes no Brasil.

11. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, a Agricultura Familiar e as interfaces com a Agenda 2030

11.1. Introdução

A diversidade da matriz energética nacional é um dos atributos que contribuem para a segurança energética do Brasil. Em 2020, a matriz do setor de transporte contou com 26% de biocombustíveis, etanol anidro e hidratado e biodiesel, produzidos nacionalmente. Além de fortalecerem o segmento agroindustrial, trazem desdobramentos positivos para diversos temas de âmbito nacional e internacional (EPE, 2021a).

A inserção de biocombustíveis na matriz brasileira deu-se por meio de políticas públicas, que incluem o estabelecimento de teores de mistura obrigatórios. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) tem como objetivo inicial a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira e foi instituído pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que definiu o arcabouço legal e regulatório, além de outros atos normativos infralegais (BRASIL, 2005).

O PNPB se baseou em três pilares: o social, o ambiental e o econômico. O enfoque ambiental está ligado à redução de poluentes atmosféricos danosos à saúde (EPE, 2021b) e aos gases de efeito estufa (GEE), além da produção de biocombustíveis, contribuir para a renovabilidade da matriz nacional (EPE, 2021b). O enfoque econômico está relacionado à substituição do óleo diesel importado, já que a produção brasileira não é suficiente para atender a sua demanda. O outro pilar refere-se à inclusão social e o desenvolvimento regional, através da geração de emprego e renda. Este programa foi construído de forma a contemplar diferentes matérias-primas, rotas tecnológicas e portes de indústria, fortalecendo as potencialidades regionais (EPE, 2020a). Cabe registrar que diversos estudos realizados, desde a década de 1990, já identificaram a importância da agricultura familiar como fonte de ocupação de mão de obra no meio rural, além do abastecimento alimentar (BUAINAIN, A. M., 2006).

Essa política pública desempenhou um papel de extrema importância no fomento e desenvolvimento da agricultura familiar, ligada à produção de matérias-primas para a obtenção do biodiesel. As ações de assistência técnica e extensão rural desenvolvidas de acordo com a previsão legal contribuíram decisivamente para a capacitação técnica desses agricultores e, conseqüentemente, para dinamização da atividade econômica, com geração de empregos, aumento de renda e melhoria da qualidade de vida, além da produção de biocombustíveis, colaborando para a renovabilidade da matriz nacional. Esses indicadores se relacionam, de diferentes formas, com alguns dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, que tem como uma de suas metas a erradicação da pobreza e promoção de vida digna para todos (ONU, 2021). A inserção da agricultura familiar em um programa energético constituiu um modelo inovador.

Desde meados dos anos 2000, o papel dos biocombustíveis na dinâmica global dos preços e da oferta de alimentos tem sido objeto de considerável discussão e atenção. Por trás deste aparente dilema está a questão do uso e disponibilidade de recursos escassos em alguns países. Esta não é, entretanto, a realidade do Brasil. Esse artigo irá abordar a produção de biodiesel e sua inter-relação com a agricultura familiar, no âmbito do PNPB, bem como a contribuição positiva desta atividade com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para a Agenda 2030.

11.2. Agricultura Familiar e o Selo Biocombustível Social

A Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, considera o agricultor familiar aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo aos seguintes requisitos: a área não pode ser maior que quatro módulos fiscais⁴⁴; deve utilizar predominantemente mão-de-obra familiar; ter um percentual da renda originada do seu empreendimento e dirigir esse estabelecimento com a sua família (BRASIL, 2006).

No PNPB, a inclusão da agricultura familiar ocorreu através de um mecanismo denominado Selo Combustível Social (SCS), que definiu as regras na relação entre empresas produtoras de biodiesel e os produtores de matérias-primas, oriundas das diversas regiões do país, principalmente aquelas com menor índice de desenvolvimento social. A partir de 22 de outubro de 2020, pelo Decreto nº 10.527/2020, o SCS passou a denominar-se Selo Biocombustível Social (SBS) (BRASIL, 2020a). Seu monitoramento é feito pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Coordenação de Fomento a Energias Renováveis.

As empresas produtoras do biocombustível devem comprar um percentual mínimo de matéria-prima das famílias e/ou agentes intermediários, firmar contratos de compra antecipados e prestar assistência técnica aos agricultores familiares⁴⁵, recebendo do MAPA o direito de uso do SBS. Isto lhes garante alguns benefícios fiscais, direitos e prioridades nos leilões realizados pela ANP, nos quais a agência determina os volumes a serem comercializados, bem como os preços máximos praticados pelos ofertantes (usinas de biodiesel). As distribuidoras de combustíveis são responsáveis pelas compras nos leilões e efetuam a mistura desse biocombustível com o óleo diesel mineral em suas bases.

Os percentuais mínimos de compra de matéria-prima variam de acordo com a região do país, sendo de 40% para o Sul, 30% para o Sudeste e Nordeste e de 15% para o Centro-Oeste e Norte. Os benefícios fiscais⁴⁶ aumentam conforme a diversificação de matéria-prima e o seu local de origem, sendo maiores quando esse insumo for diferente de soja e milho e/ou proveniente da região Nordeste e Semiárido (MAPA, 2019).

As famílias que participam do PNPB, através da produção de matéria-prima, têm também obrigações legais, sendo necessário que estejam enquadradas no Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) e inscritas no Cadastro Ambiental Rural (CAR). Este fornece uma base de dados referenciados da propriedade rural, facilitando as estratégias de combate ao desmatamento e demais formas de degradação da vegetação nativa, contribuindo para a sustentabilidade do programa.

⁴⁴ O tamanho do módulo fiscal varia de acordo com o município, considerando o tipo de exploração, a renda obtida e o grau de utilização da terra, entre outros (BRASIL, 1979) (MAPA, 2020)

⁴⁵ O termo agentes intermediários refere-se a cooperativas com ou sem DAP (Declaração de Aptidão ao Pronaf) e empresas cerealistas.

⁴⁶ Para maiores informações, consultar o Art. 4º, parágrafo 9, da Portaria nº MAPA 144/2019, Art. 4º, parágrafo 9 (MAPA, 2019).

Essa combinação entre agricultura familiar e produtores de biodiesel foi reforçada desde 2008, quando a adição desse biocombustível na mistura com o diesel fóssil, tornou-se obrigatória. A sistemática de comercialização de biodiesel adotada foi por meio de leilões, nos quais a empresa produtora de biodiesel com SBS tem a garantia de que em uma primeira fase do leilão ofertará 80% de todo o volume a ser comercializado naquele certame. Os outros 20% são destinados a todas as empresas, detentoras ou não do SBS. Como detalhado no Item 6 deste documento, o modelo de comercialização do biodiesel será alterado nos próximos anos, entretanto, prevalecerá todo o mecanismo que rege o SBS.

Além da prioridade de comercialização nos leilões, as empresas que possuem o SBS têm coeficientes diferenciados de tributação nas alíquotas de PIS/PASEP e COFINS⁴⁷ (EPE, 2016b); (MAPA, 2019)).

As políticas específicas da agricultura familiar geralmente incluem três tipos de instrumentos, que são crédito, assistência técnica e suporte organizacional (Howlett, M., & del Rio, P., 2015). O PNPB promoveu o uso desses instrumentos e tem se mostrado uma política pública exitosa, visto o aumento da renda das famílias, como será detalhado adiante, e a rápida evolução dos teores de adição, que se iniciou em 2% em 2008⁴⁸ e chegou a 13% em 2021, com previsão de 15% em 2023 (CNPE, 2018b).

Desde o início do programa, em 2005, até dezembro de 2020, foram produzidos 47 bilhões de litros de biodiesel no país, e como previsto em lei, no mínimo 80% foi proveniente de empresas detentoras do Selo Biocombustível Social. O êxito dessa política pública coloca o Brasil como o terceiro maior produtor e consumidor de biodiesel no mundo (REN21, 2020).

Em geral, as famílias que fornecem matérias-primas para a produção de biodiesel estão envolvidas em outras atividades econômicas no uso da terra, como culturas diversificadas (trigo, canola, leites e derivados) e criação de animais (frangos, suínos, bovinos e ovinos) (MAPA, 2021b). A agricultura familiar é a principal produtora de alimentos no Brasil, sendo que 80% dos estabelecimentos rurais brasileiros são dessa modalidade e 70% de todo pessoal envolvido nas atividades agropecuárias do país estão diretamente ligados a ela (IBGE, 2017). Conforme a Agência Nacional de Assistência Técnica (ANATER, 2020), 70% dos alimentos que chegam à mesa dos brasileiros são provenientes da agricultura familiar. Além disso, os agricultores familiares mantêm parceria com o programa que oferece alimentação escolar e ações de educação alimentar e nutricional a estudantes da educação básica pública, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (BRASIL, 2021), o que contribui para o alcance do ODS da Agenda 2030 que contempla uma educação de qualidade. Isso ressalta a importância de que haja apoio na sua efetivação, crescimento e fortalecimento.

A agricultura familiar constitui uma das políticas da rede de proteção social que pode cooperar no combate à erradicação da fome e da insegurança alimentar no Brasil. Dados da POF 2017-2018 (IBGE, 2020) apontam que este indicador, que apresentava queda a partir de 2004, principalmente após a implementação do programa Fome Zero em 2003, voltou a crescer nos últimos anos. A distribuição regional desta vulnerabilidade não é equilibrada, sendo a região Nordeste a que apresenta maior contingente populacional em condições de insegurança alimentar, abrangendo 1,3 milhão de domicílios com fome em 2018, segundo a POF 2017-2018.

⁴⁷ Para maiores detalhes acerca da tributação de biocombustíveis, sugere-se consultar a Análise de Conjuntura de Biocombustíveis - 2015 (EPE, 2016b).

⁴⁸ Entre 2005 e 2008, o uso do biodiesel era voluntário, no teor de 2%.

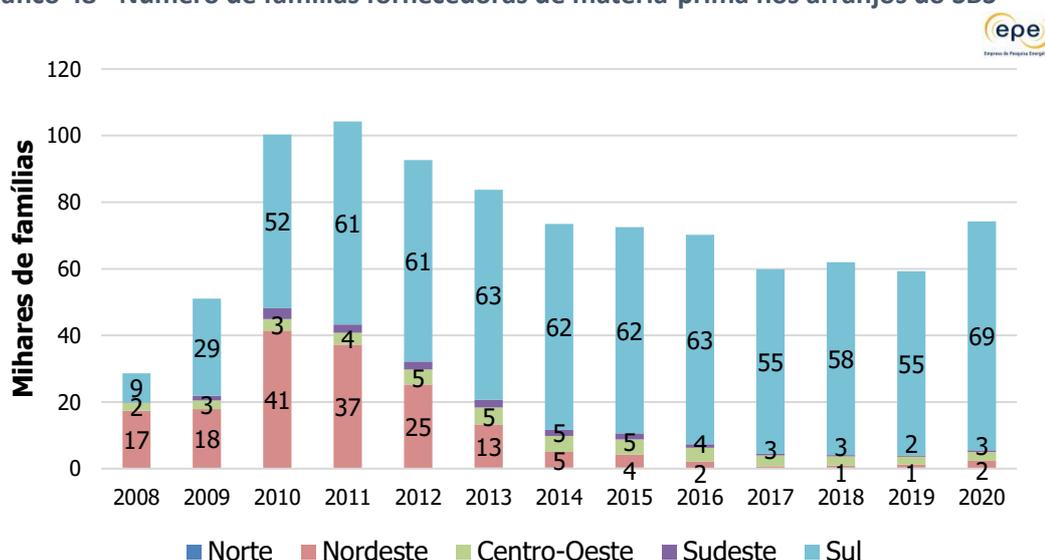
11.3. Indicadores Socioeconômicos do PNPB

Atualmente, em 471 municípios de 14 estados, existem famílias e/ou cooperativas, que vendem sua produção para 42 unidades detentoras do SBS, de um total de 49 usinas aptas à comercialização de biodiesel nos leilões, cadastradas na ANP. Assim, 86% das unidades produtoras e, no mínimo, 80% do biodiesel comercializado estão vinculadas à agricultura familiar⁴⁹ (ANP, 2020c).

De acordo com a IRENA (IRENA, 2021), em 2019, estima-se que existiam 839 mil ocupações no setor de biocombustíveis, estando 264 mil empregadas no setor de biodiesel, cerca de 30% do total. O restante está ligado à produção de etanol.

O número de famílias beneficiadas oscilou, partindo de 28,7 mil em 2008 e atingindo o máximo em 2011, de 104,3 mil. A partir de então, houve uma queda contínua até 2017, ano em que ocorreu uma estabilização, em um valor médio de 60 mil. Em 2020, observou-se um ligeiro aumento, para 74 mil, como mostra o Gráfico 48 (MAPA, 2021b).

Gráfico 48 - Número de famílias fornecedoras de matéria-prima nos arranjos do SBS



Fonte: Elaboração EPE, a partir de (MAPA, 2021b).

No início do programa, várias pequenas empresas foram constituídas para se integrarem ao PNPB. Com o crescimento da demanda do biocombustível, decorrente do aumento do percentual obrigatório e do maior consumo de diesel B, alguns arranjos com empresas de fornecimento de insumos se tornaram inadequados, por questões de escala e logística, visto que sua produção não era compatível com os volumes requeridos nos leilões.

Nota-se que, em 2008, a distribuição regional era majoritária para a região Nordeste (60%) e a região Sul concentrava 32% das 28 mil famílias beneficiadas. Até 2013, as regiões Sul e Nordeste concentravam a maioria das famílias integradas na produção de insumos para o biodiesel, 75% e 16%, respectivamente. A primeira região, desde então, mantém-se em destaque, concentrando 90% do total, enquanto a participação do Nordeste caiu para apenas 2,8% em 2020, com dificuldades relacionadas às culturas de matérias-primas, reduziu consideravelmente sua participação.

⁴⁹ Segundo a ANP, 99,1% do biodiesel comercializado provém de usinas que possuem o SBS até 2020 (ANP, 2021c).

Houve uma reconfiguração nas matérias-primas inicialmente propostas para sustentação do PNPB. A princípio, a mamona, a soja, o dendê, o algodão e o girassol foram as fontes de óleo que figuravam como mais promissoras. Apesar da cesta de cultivos sugerida ter sido variada, a verticalização da cultura da soja aumentou sua competitividade frente às demais, e esta oleaginosa assumiu papel de destaque, com participação de cerca de 70% ao longo de todo programa, e de 71% em 2020. Especificamente para a agricultura familiar, esse valor foi de 97% (MAPA, 2021b). O sebo bovino (oscila entre 12 a 20%), milho, dendê, entre outros, também são insumos produzidos por essas famílias (MAPA, 2021b). Mais recentemente, a macaúba tem despontado como promissora, devido a sua alta produtividade e a sua adaptação aos diversos ecossistemas brasileiros.

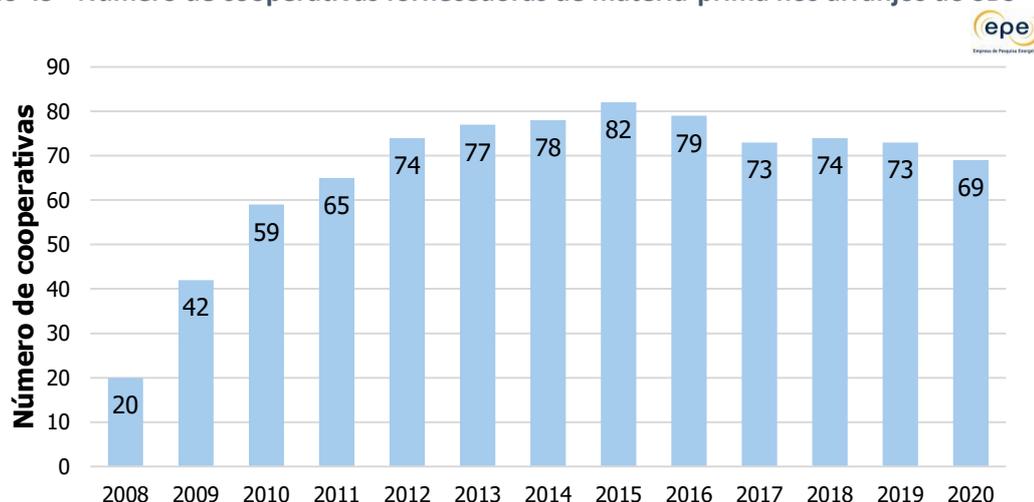
A soja merece um destaque especial, pois é a cultura mais difundida no país, com oferta regular, uma cadeia produtiva consolidada e tecnologicamente madura, sendo cultivada em praticamente todas as regiões brasileiras, e conta com aparato legal para acompanhamento das suas fronteiras de expansão. Hoje o Brasil é o maior produtor mundial de soja, com a maior produtividade global e área plantada (CONAB, 2021c). Ressalta-se que todo o seu desenvolvimento se baseou em pesquisas que objetivaram selecionar variedades com alto teor de proteína e menor teor de óleo⁵⁰.

Esses atributos técnicos sobre a soja são um facilitador para a organização de cooperativas ou para a produção individual, desde que haja um sistema de assistência técnica e extensão rural. Em particular, fazem-se necessários máquinas e equipamentos, bem como sementes adaptadas aos diversos ecossistemas brasileiros. A região Sul, com um modelo de assentamento agrário em pequenas e médias propriedades, favorece o manejo da terra por agricultores familiares. Por outro lado, em zonas muito áridas, não se consegue produzir essa oleaginosa. Estas áreas poderiam ser beneficiadas com outros cultivos, como a já citada macaúba, incentivando tanto a diversificação de insumos para produção de biodiesel como a diversificação regional.

O número de cooperativas afetas ao programa cresceu até 2015 e, com uma leve queda, se estabilizou a partir de 2017 em cerca de 70, conforme o Gráfico 49. Cerca de 75% das famílias vinculadas ao SBS eram cooperativadas em 2020, sendo a maior parte localizada na região Sul do país (MAPA, 2021b).

⁵⁰ Cerca de 80% em peso do grão da soja é proteína, altamente utilizada na produção de ração animal. Os 20% restantes, se constituem do óleo que tem múltiplos usos, tais como: alimentação humana; biodiesel; uso farmacêutico e várias aplicações industriais.

Gráfico 49 - Número de cooperativas fornecedoras de matéria-prima nos arranjos do SBS



Fonte: Elaboração EPE, a partir de (MAPA, 2021b).

A agricultura familiar pode fornecer matérias-primas que não necessariamente serão usadas na produção do biocombustível, mesmo assim essas podem ser contabilizadas no processo de obtenção do SBS pelas empresas. Como exemplo, tem-se o coco oriundo, principalmente, da região Nordeste, e destinado para outros fins, de maior valor agregado, mesmo quando adquirido pelas empresas produtoras de biodiesel (MAPA, 2021b). Esta estratégia permite valorizar as culturas regionais no SBS, fomentando a participação do Nordeste e de outras regiões com menor representatividade.

Além disso, a Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), prestada pelos produtores de biodiesel aos agricultores familiares, pode se estender às outras culturas e atividades do estabelecimento, de forma contínua ao longo do ano (MAPA, 2019).

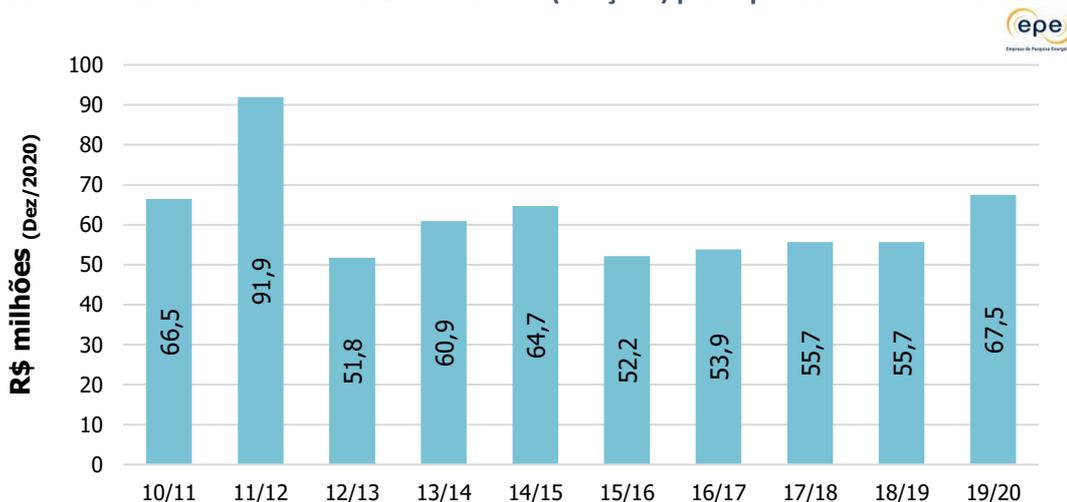
11.3.1. Renda por família participante do PNPB

Os impactos do PNPB na renda das famílias envolvidas refletem os investimentos com ATER (Assistência Técnica e Extensão Rural) e fomento (doações)⁵¹. A assistência técnica aos agricultores contribuiu para o acesso a novas tecnologias, melhores e mais adaptadas variedades de sementes, o que resultou em crescimento de produtividade e aumento de venda de matéria-prima, conforme apresenta o Gráfico 50.

Observa-se que esses valores têm oscilado em todo o período, sendo a média dos últimos 5 anos de R\$ 57 milhões e o valor registrado em 2020 de R\$ 67 milhões. A maior parte das ATER são terceirizadas com as próprias cooperativas (MAPA, 2021b).

⁵¹ As doações incluem sementes, adubos, corretivos do solo, maquinário, entre outros, conforme detalhado no Art. 4º da Portaria MAPA nº 144/2020.

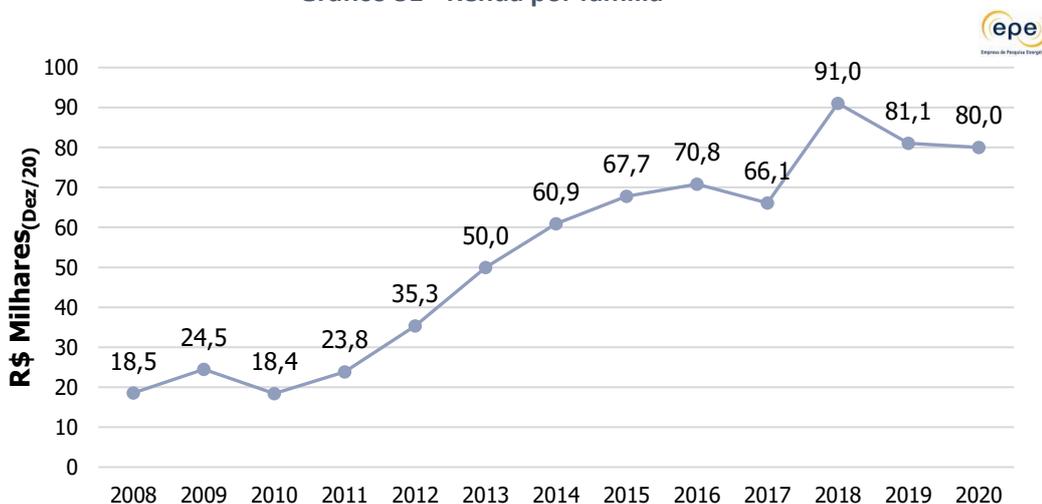
Gráfico 50 - Investimento com ATER e fomento (doações) pelos produtores de biodiesel



Fonte: (MAPA, 2021b)

A renda obtida por família participante do programa apresentou um crescimento vigoroso, indicando o sucesso dessa iniciativa. A geração de emprego e renda descentralizada é um indutor de atividades correlatas nos locais de residência dessas famílias. O Gráfico 4 ilustra esse comportamento. A renda média⁵² anual evoluiu de R\$ 18,5 mil até R\$ R\$ 70,8 mil em 2016, e após uma pequena queda em 2017 se estabilizou em torno R\$ 80 mil (valores constantes dez/2020). Ressalta-se que essa renda se refere somente à obtida com a matéria-prima para a produção de biodiesel, sendo possível que as famílias tenham ainda fontes adicionais a partir de outras atividades.

Gráfico 51 - Renda por família



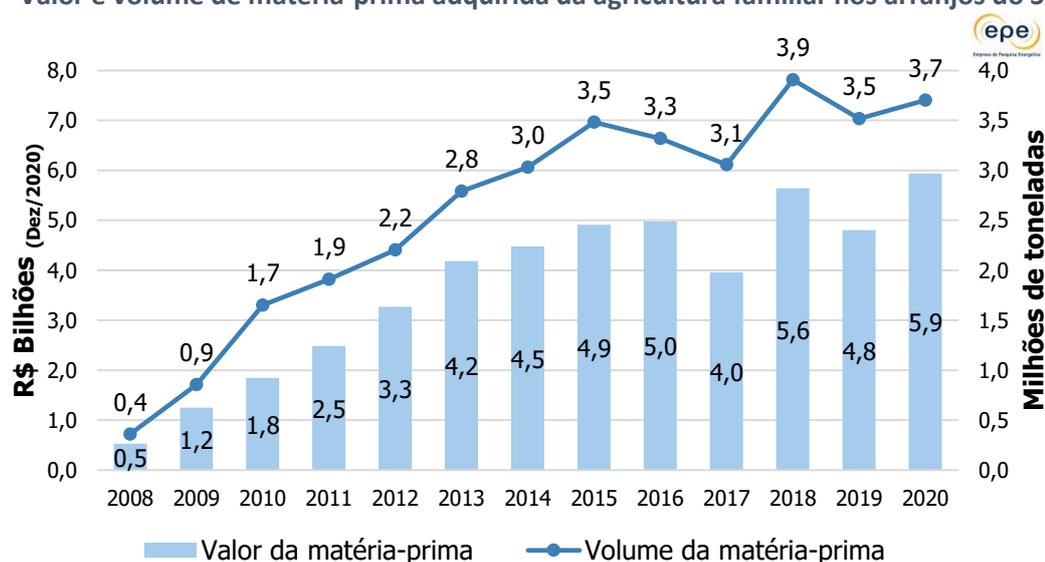
Fonte: Elaboração EPE, com base em dados do (MAPA, 2021b).

⁵² A renda média das famílias no Brasil foi de aproximadamente R\$ 66 mil por ano, em 2020 (IBGE, 2021a), sendo que 2,7% da população brasileira concentra 20% de toda a renda gerada no país, sendo que cerca de 24% da população brasileira vive com menos de R\$ 1.000,00 (IBGE, 2021a).

A quantidade de matéria-prima adquirida para produção de biodiesel da agricultura familiar cresceu até 2015, alcançando 3,5 milhões de toneladas a um valor de R\$ 4,9 bilhões (valores constantes dez/2020). Após esse ano, esses quantitativos oscilaram tanto no montante quanto no valor. No ano de 2017, a queda no total de matéria-prima acompanhou a redução observada no número de famílias (Gráfico 48). Em 2018, quando o teor de biodiesel adicionado ao diesel aumentou para 10% (ante 8%), a quantidade foi de 3,9 milhões de toneladas, no valor de R\$ 5,6 bilhões (valores constantes dez/2020). Nesse ano, com o número de famílias participantes no PNPB estabilizado em torno de 60 mil (Gráfico 48), observou-se a maior renda de todo o período (R\$ 91 mil) (Gráfico 51). Em 2020, embora o total de insumo tenha aumentado 5%, o seu valor cresceu 23%, alcançando o máximo histórico de R\$ 5,9 bilhões. Esse movimento abrupto reflete a alta do valor das *commodities* e a desvalorização cambial.

O Gráfico 52 mostra o volume de matéria-prima adquirida da agricultura familiar, através do SBS, e o seu valor.

Gráfico 52 - Valor e volume de matéria-prima adquirida da agricultura familiar nos arranjos do SBS



Fonte: Elaboração EPE, com base em dados do (MAPA, 2021b).

11.3.2. Impactos socioeconômicos da produção de biodiesel pela agricultura familiar através da metodologia da MIP

Toda atividade produtiva gera impactos socioeconômicos, afetando o PIB (Produto Interno Bruto), o emprego e a renda (MILLER, R. BLAIR, P., 2009). Dentre os diversos métodos da Teoria Econômica, a metodologia da Matriz Insumo Produto (MIP)⁵³ destaca-se como uma das mais potentes e precisas ferramentas analíticas para mensurar os impactos socioeconômicos de “choques” ou “variações na demanda de um determinado produto”⁵⁴ (MILLER, R. BLAIR, P., 2009). Assim, é possível avaliar os efeitos, diretos ou indiretos, do aumento da demanda de biodiesel na cadeia produtiva. Com essa abordagem, diversos estudos vêm analisando os efeitos do PNPB. Cavalcante Filho (2021) mensura os resultados dos choques de demanda de biodiesel, comparando os resultados de agricultura familiar e não-familiar no Brasil. A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos do choque em termos energéticos de um milhão de bep (barris equivalentes de petróleo) na demanda final do biodiesel familiar, biodiesel não-familiar e óleo diesel mineral.

Tabela 5 - Impactos nos indicadores socioeconômicos com o biodiesel

Variável	Biodiesel familiar	Biodiesel não-familiar	Óleo diesel mineral
PIB	353,8	342,49	249,2
VACF - EOB	157,74	184,37	78,17
Ocupações	8.982	6.006	1.652

Nota:

- (a) PIB (Produto Interno Bruto), em R\$ milhões
- (b) VACF - EOB (Valor Adicionado a Custo de Fatores e Excedente Operacional Bruto), é uma estimativa para a remuneração do pessoal ocupado, em R\$ milhões constantes de 2015.
- (c) Ocupações em unidades.

Fonte: (CAVALCANTE FILHO, P. G, 2021)

Conforme a Tabela 5, o choque na produção de biodiesel ocasiona maiores efeitos do que o verificado para o óleo diesel mineral. No PIB, o acréscimo referente ao biodiesel familiar é de R\$ 353 milhões, vis-à-vis ao aumento de R\$ 342 milhões derivado do biodiesel não-familiar e comparado a R\$ 249 milhões resultantes do óleo diesel mineral, 30% inferior ao observado para o biodiesel familiar.

Em relação à geração de renda⁵⁵, o óleo diesel mineral resultou em um valor médio mensal de R\$ 3.944,60 entre os empregos gerados nos diferentes setores da economia brasileira. Já a produção de biodiesel familiar resultou em renda de R\$ 1.463,41 e a rota não-familiar, em valor de R\$ 2.558,08.

Quanto ao efeito nas ocupações, o biodiesel obtido da agricultura familiar e o da não-familiar geram, respectivamente, 5,4 e 3,6 vezes mais empregos do que o observado com o combustível fóssil. Enquanto a produção de biodiesel familiar responde por quase 9 mil ocupações, a não-familiar resulta em 6 mil empregos.

⁵³ A matriz insumo-produto foi criada para resumir todas as inter-relações monetárias de um determinado país ou região, destacando a demanda dos insumos técnicos e a oferta de produtos de todos os setores desse país ou região.

O modelo da matriz insumo-produto, desenvolvido pelo economista russo Wassily Leontief (1945), permite avaliar tanto as inter-relações setoriais quanto seus efeitos sobre diversos indicadores socioeconômicos, tais como: atividade econômica, renda, emprego, valor adicionado, impostos, dentre outros (ver (MILLER, R. BLAIR, P., 2009)). No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) constrói e divulga a Matriz Nacional de Insumo-Produto desde a década de 1970, atualizando e publicando a cada cinco anos. Em 2020, a EPE publicou um estudo sobre os impactos de políticas públicas sobre a oferta de etanol (EPE, 2020b).

⁵⁴ Na metodologia da MIP, assume-se que um choque será dado na demanda de um determinado produto (neste estudo, é o biodiesel), e que esse choque ou adição de demanda irá provocar o acionamento de toda a atividade produtiva, gerando produção, emprego e renda, como resposta a essa demanda.

⁵⁵ O cálculo da geração de renda mensal corresponde à divisão do VACF – EOB pelo total de ocupações geradas, e dividido pelo total de meses do ano. O VACF – EOB contempla as remunerações do pessoal ocupado.

11.4. Panorama Agricultura Familiar e a Agenda 2030

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um conjunto de 17 metas globais a serem atendidas até 2030, estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas, abrangendo diversos aspectos do bem-estar e desenvolvimento saudável e sustentável da sociedade. Estes objetivos foram definidos e acordados em setembro de 2015 na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável da ONU, compondo o cerne da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável⁵⁶. Os 17 ODS se dividem em diversas metas, que abordam vários aspectos dentro do escopo geral de cada um e seu progresso é medido por meio de indicadores específicos associados às suas metas (ONU, 2021). Esses se dividem em: (1) Erradicação da pobreza; (2) Fome zero e agricultura sustentável; (3) Saúde e bem-estar; (4) Educação de qualidade; (5) Igualdade de gênero; (6) Água potável e saneamento; (7) Energia limpa e acessível; (8) Trabalho decente e crescimento econômico; (9) Indústria, inovação e infraestrutura; (10) Redução das desigualdades; (11) Cidades e comunidades sustentáveis; (12) Consumo e produção responsável; (13) Ação contra a mudança global do clima; (14) Vida na água; (15) Vida terrestre; (16) Paz, justiça e instituições eficazes; (17) Parcerias e meios de implementação.

O estudo da FAO *“Which farms feed the world and has farmland become more concentrated”* estima que existem 608 milhões de propriedades rurais no planeta, das quais mais de 90% são consideradas como agricultura familiar (pertencentes a uma família ou indivíduo e operadas primariamente pelo trabalho familiar). Elas ocupam em torno de 70% a 80% da área rural no mundo, produzindo cerca de 80% do alimento consumido. Cerca de 84% dessas propriedades são constituídos de pequenos agricultores (com menos de dois hectares) (LOWDER, S. K., SÁNCHEZ, M. V., BERTINI, R., 2021).

Conforme o Censo Agropecuário de 2017, no Brasil, existiam cerca de 5 milhões de estabelecimentos agrícolas, sendo que 77% destes foram classificados como agricultura familiar, os quais ocupam 80,9 milhões de hectares (23% da área total). A agricultura familiar respondia por mais de 10 milhões de ocupações (67% do total da agropecuária) e por 23% do valor total da produção dos estabelecimentos agropecuários. Destaca-se que essa agricultura familiar é a base da economia de 90% dos municípios com até 20 mil habitantes (68,3% dos municípios do Brasil) (IBGE, 2017).

Os agricultores familiares contribuem expressivamente com a cesta de alimentos dos brasileiros, com vários produtos, com destaque para: arroz, feijão, mandioca, banana, leite e ovos. O aumento da oferta de alimentos poderia ser direcionado para a diminuição da vulnerabilidade alimentar, convergindo com um dos ODS da Agenda 2030 de erradicação da pobreza, o que requer a importante ação do poder público.

Dentre esses agricultores familiares, encontram-se aqueles vinculados ao Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Como detalhado anteriormente, além de plantações energéticas, utilizam a terra simultaneamente ou no interregno para a produção de outras culturas e atividades alimentícias.

A adoção de fontes renováveis para a produção de biocombustíveis aumenta a renovabilidade de matriz energética nacional e impulsiona o Brasil a atender aos seus compromissos internacionais, convergindo com o ODS de ações contra a mudança global do clima. Ao longo dos anos a EPE vem acompanhando esse comportamento, conforme item 9 deste documento.

⁵⁶ A Agenda 2030 é um plano de ação acordado entre os 169 estados-membros da ONU em 2015, que reúne os 17 ODS e mais 169 metas globais, com o objetivo de promover o bem-estar e desenvolvimento sustentável da sociedade, de forma equilibrada com o meio-ambiente e sem comprometer as gerações futuras.

As atividades realizadas por essa agricultura familiar do PNPB tangenciam diversos ODS da Agenda 2030. Esses trabalhadores tiveram uma notável melhoria da qualidade de vida e renda, reduzindo as desigualdades sociais, além do aprimoramento técnico e desenvolvimento de uma agricultura mais produtiva e sustentável. As matérias-primas produzidas contribuem para a produção de uma energia limpa, aumentando substancialmente a participação de renováveis na matriz energética nacional e global, concorrendo para os objetivos de diminuição de GEE e, conseqüentemente, exercendo influência nas ações de mitigação de mudanças climáticas.

11.5. Considerações Finais

A agricultura familiar no Brasil é responsável pela produção de uma parcela considerável da cesta de alimentos consumida pela população, tais como arroz, feijão, mandioca, banana, leite e ovos, o que pode contribuir para redução da insegurança alimentar e diminuição da volatilidade de preços.

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel tem um de seus pilares calcados na produção da agricultura familiar, promovendo a inclusão social e geração de emprego, por meio do fornecimento de matéria-prima para a produção desse biocombustível. As empresas produtoras de biodiesel que adquirem insumos da agricultura familiar recebem um certificado, que é o Selo Biocombustível Social (SBS). Com isso, têm alguns benefícios fiscais e prioridade na venda de seus produtos nos leilões. Esse mecanismo gera uma interface importante das famílias com as empresas do setor, possibilitando a elevação do padrão de produção agrícola (produtividade, volume e qualidade), bem como o aumento da renda dessas famílias. Em 2020, 99,1% do biodiesel vendido nos leilões foi oriundo de empresas detentoras do SBS.

As famílias vinculadas ao SBS, além de plantações energéticas, utilizam a terra simultaneamente ou no interregno para a produção de outras culturas e atividades (trigo, canola, leites e derivados, suínos e avícolas). Além disso, alguns locais com menor aptidão para a produção de oleaginosas, oleíferas e outros, podem oferecer matérias-primas com um valor econômico que seja passível de ser comercializado dentro do mecanismo do SBS, como por exemplo, o coco.

Esse arranjo PNPB tangencia diferentes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, como erradicação da fome, melhoria na qualidade de vida, aumento de renda, redução de desigualdade social, desenvolvimento de uma agricultura mais produtiva e sustentável, além da produção de um biocombustível renovável, que contribui para a mitigação de efeitos das mudanças climáticas.

O PNPB se demonstrou uma importante política pública de inserção da agricultura familiar na economia formal, sendo esse modelo passível de ser replicado tanto para novos biocombustíveis, tais como o diesel verde, biogás e o bioquerosene, quanto para outros setores.

O Brasil se vê diante de uma oportunidade de se apropriar do aprendizado obtido com o consórcio entre a agricultura familiar e o PNPB. Desta forma, o país estará caminhando no sentido de alcançar o potencial nacional que as condições edafoclimáticas, territoriais e populacionais permitem, e simultaneamente convergindo os objetivos da Agenda 2030 em seu processo de transição energética para uma economia de baixo carbono.

Referências bibliográficas

- ABIOVE. (2021). *Estatísticas*. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Acesso em 17 de abril de 2021, disponível em www.abiove.org.br/estatisticas
- ABRACICLO. (2021). *Dados do Setor: vendas atacado 2020*. Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares. Acesso em 10 de Abril de 2021, disponível em <http://www.abraciclo.com.br/motocicletas>
- AGRINEWS. (2020). *EPA misses renewable fuel volume deadline*. AgriNews. Acesso em 18 de junho de 2021, disponível em <https://www.agrinews-pubs.com/2020/12/10/epa-misses-renewable-fuel-volume-deadline/al9j7ga/#:~:text=30%20deadline%20to%20set%20renewable,obligations%20for%20the%20following%20year>
- AGU. (2020). *AGU mantém no STJ meta do governo para redução de gases do efeito estufa*. Advocacia-Geral da União, Brasília. Acesso em 08 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.gov.br/agu/pt-br/comunicacao/noticias/agu-mantem-no-stj-meta-do-governo-para-reducao-de-gases-do-efeito-estufa>
- ALSP. (2002). *LEI Nº 11.241, DE 19 DE SETEMBRO DE 2002*. Assembleia Legislativa de São Paulo, São Paulo. Acesso em 2020 de 10 de 16, disponível em <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2002/lei-11241-19.09.2002.html>
- ANATER. (2020). *Relatório de Execução do Contrato de Gestão – Exercício 2019*. Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural, Brasília. Acesso em 24 de JUNHO de 2021, disponível em <http://www.anater.org/>
- ANATER. (2020). *Relatório de Execução do Contrato de Gestão – Exercício 2019*.
- ANEEL. (2020a). *Aneel homologa limites do PLD*. Agência Nacional de Energia Elétrica. Fonte: www.anp.gov.br
- ANEEL. (2020b). *Geração Distribuída*. Agência Nacional de Energia Elétrica. Acesso em 29 de Junho de 2020, disponível em http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd_fonte_detalhe.asp?Tipo=2
- ANEEL. (2021). *Acompanhamento da Implantação das Centrais Geradoras de Energia Elétrica*. Acesso em 24 de março de 2021, disponível em www.aneel.gov.br
- ANFAVEA. (2021). *Anuário da indústria automobilística brasileira 2020*. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Acesso em 10 de Abril de 2021, disponível em <http://www.anfavea.com.br/anuario.html>
- ANP. (2009). *Resolução ANP nº 43, de 22 de dezembro de 2009. Estabelece os requisitos para cadastramento de fornecedor, comercialização e envio de dados de etanol combustível*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 24 de junho de 2021, disponível em www.anp.gov.br
- ANP. (2014). *Resolução ANP nº 45, de 25 de agosto de 2014*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível, Rio de Janeiro. Acesso em 25 de Junho de 2020, disponível em <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2014/agosto&item=ranp-45-2014>
- ANP. (2018a). *Resolução ANP nº 758/2018. Regulamenta a certificação da produção ou importação eficiente de biocombustíveis de que trata o art. 18 da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e o credenciamento de firmas inspetoras*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 23 de Novembro de 2018, disponível em

<http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2018/novembro&item=ranp-758-2018>

- ANP. (2018b). *Resolução ANP nº 719, de 22 de fevereiro de 2018*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Brasília: Diário Oficial da União. Acesso em 11 de maio de 2021
- ANP. (2019a). *Resolução ANP nº 791/2019. Dispõe sobre a individualização das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis, no âmbito da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 10 de Junho de 2019, disponível em <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2019/junho&item=ranp-791-2019>
- ANP. (2019b). *Resolução nº 802 de 05.12.2019, Estabelece os procedimentos para geração de lastro necessário para emissão primária de Créditos de Descarbonização*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 7 de Dezembro de 2019, disponível em <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2019/dezembro&item=ranp-802-2019>
- ANP. (2020a). *Resolução Nº 821, de 17 de junho de 2020. Altera o percentual de mistura obrigatória do biodiesel ao diesel A, no período entre os dias 16 e 21 de junho de 2020*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 23 de abril de 2021, disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-821-de-17-de-junho-de-2020-262145294>
- ANP. (2020b). *Resolução Nº 824, de 13 de agosto de 2020. Altera o percentual de mistura obrigatória do biodiesel ao diesel A, no período entre os dias 01 de setembro e 31 de outubro de 2020*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 23 de abril de 2021, disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-824-de-13-de-agosto-de-2020-272239257>
- ANP. (2020c). *Informações de Mercado - Biodiesel*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 18 de Fevereiro de 2020, disponível em <http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/biodiesel/informacoes-de-mercado>
- ANP. (2020d). *Leilões de Biodiesel*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 18 de Abril de 2020, disponível em <http://www.anp.gov.br/distribuicao-e-revenda/leiloes-de-biodiesel>
- ANP. (2020e). *Nota Técnica nº 2/2020/SDL-CREG/SDL/ANP-RJ, Análise de Impacto Regulatório para autorização à venda direta de Etanol Hidratado*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 24 de junho de 2020, disponível em <http://www.anp.gov.br/arquivos/cap/2020/cap17/cp17-2020-nota-tecnica.pdf>
- ANP. (2020f). *Minuta de Resolução SEI/ANP 0795285 de 05.10.2020, Regulamentação da atividade do distribuidor vinculado*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 24 de junho de 2020, disponível em <http://www.anp.gov.br/arquivos/cap/2020/cap17/cp17-2020-minuta-de-resolucao.pdf>
- ANP. (2020g). *Resolução Nº 831, de 7 de outubro de 2020. Altera o percentual de mistura obrigatória do biodiesel ao diesel A, no período entre os dias 1º de novembro e 31 de dezembro de 2020*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 23 de abril de 2021, disponível em <https://in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-anp-n-831-de-7-de-outubro-de-2020-281791734>

- ANP. (2021). *Nota Técnica Conjunta no. 10/2021/ANP - Proposta do novo modelo de comercialização de biodiesel*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 25 de junho de 2021, disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/biodiesel/ntconj2021.pdf>
- ANP. (2021a). *Autorização para produção de biocombustíveis*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 20 de Janeiro de 2021, disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/autorizacao-para-producao-de-biocombustiveis>
- ANP. (2021b). *Levantamento de preços*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 23 de Janeiro de 2021, disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br>
- ANP. (2021c). *Informações de Mercado - Biodiesel*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 18 de Fevereiro de 2021, disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/biodiesel/biodiesel/informacoes-de-mercado>
- ANP. (2021d). *Leilões de Biodiesel*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 18 de Abril de 2021, disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/distribuicao-e-revenda/leiloes-biodiesel>
- ANP. (2021e). *Informações de Mercado - Etanol*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 24 de Maio de 2021, disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br>
- ANP. (2021f). *RenovaBio*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 02 de Junho de 2021, disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio>
- ANP. (2021g). *Dados Estatísticos*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 26 de Junho de 2021, disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos>
- ANP. (2021h). *Resolução nº 843. Dispõe sobre a individualização das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases geradores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis, no âmbito da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 21 de maio de 2021, disponível em <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-anp-n-843-de-21-de-maio-de-2021-321532326>
- ANP. (2021i). *RenovaBio: webinar apresenta resultados de projeto para melhorar desempenho de biomassas de grãos*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 24 de maio de 2021, disponível em https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/renovabio-webinar-apresenta-resultados-de-projeto-para-melhorar-desempenho-de-biomassas-de-graos
- ANP. (2021j). *Resolução Nº 842, de 14 de maio de 2021. Estabelece a especificação do diesel verde, bem como as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos agentes econômicos que o comercializem em território nacional*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 27 de abril de 2021, disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-anp-n-842-de-14-de-maio-de-2021-320059616>

- ASTM. (2015). *Standard Specification for Jet B Wide-Cut Aviation Turbine Fuel. ASTM D6615 - 15a*. American Standard Testing Materials.
- ASTM. (2018). *Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons. ASTM D7566 – 18*. American Standard Testing Materials.
- B3. (2021). *Renda Fixa, Série Histórica, Dados por Ativos*. Brasil, Bolsa Balcão. Acesso em 02 de Junho de 2021, disponível em http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/renda-fixa/
- BBC. (2021). *Hidrogênio verde: os 6 países que lideram a produção do combustível do futuro*. BBC Brasil, São Paulo/SP. Acesso em 12 de junho de 2021, disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/geral-56604972>
- BC. (2021). *Sistema Gerenciador de Séries Temporais (SGS)*. Banco Central do Brasil. Acesso em 11 de Fevereiro de 2021, disponível em <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>
- BIODIESELBR. (2019). *Brasil exportou mais e ganhou menos com glicerina em 2019*. Revista Biodiesel BR. Acesso em 11 de 2 de 2020, disponível em <https://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/glicerina/brasil-exportou-mais-e-ganhou-menos-com-glicerina-em-2019-100120>
- BIODIESELBR. (2020). *Brasil exportou 35,5 mil toneladas de glicerina em janeiro*. Revista Biodiesel BR, Curitiba. Acesso em 11 de Fevereiro de 2020, disponível em <https://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/glicerina/brasil-exportou-35-5-mil-toneladas-de-glicerina-em-janeiro-110220>
- BIODIESELBR. (2021). *MME pretende definir tributação e derivativos dos CBios ainda este ano*. Revista Biodiesel BR, Curitiba. Acesso em 12 de março de 2021, disponível em <https://www.biodieselbr.com/noticias/regulacao/rbio/mme-pretende-definir-tributacao-e-derivativos-dos-cbios-ainda-este-ano>
- BIOMASS MAGAZINE. (2018). *EU reaches deal on REDII, sets new goals for renewables*. Biomass Magazine, Grand Forks. Acesso em 11 de 01 de 2019, disponível em <http://biomassmagazine.com/articles/15371/eu-reaches-deal-on-redii-sets-new-goals-for-renewables>
- BNDES. (2021a). *BNDES Prorenova*. BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. Acesso em 2021 de abril de 07, disponível em www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-prorenova
- BNDES. (2021b). *Comunicação Pessoal*. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Sustentável.
- BNDES. (2021c). *Navegador de Financiamentos*. Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. Acesso em 3 de 24 de 2021, disponível em www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/navegador#!/
- BRASIL. (1979). *Lei nº 6.746, de 10 de dezembro de 1979. Altera o Estatuto da Terra e dá outras providências*. Brasília: Diário Oficial da União. Fonte: <http://www.planalto.gov.br>
- BRASIL. (2005). *Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005*. Brasília: Diário Oficial da União. Fonte: www.planalto.gov.br

- BRASIL. (2006). *Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais*. Brasília: Diário Oficial da União. Fonte: www.in.gov.br
- BRASIL. (2016). *Lei nº 13.263, de 23 de março de 2016. Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional*. Diário Oficial da União, Brasília. Fonte: www.planalto.gov.br
- BRASIL. (2017a). *Decreto nº 9.101, de 20 de julho de 2017. Altera o Decreto nº 5.059, de 30 de abril de 2004, e o Decreto nº 6.573, de 19 de setembro de 2008, que reduzem as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade*. Diário Oficial da União, Brasília. Fonte: www.planalto.gov.br
- BRASIL. (2017b). *Decreto nº 9.112, de 28 de julho de 2017. Reduz as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS incidentes sobre a importação e a comercialização de álcool, inclusive para fins carburantes*. Diário Oficial da União, Brasília. Fonte: www.planalto.gov.br
- BRASIL. (2017c). *Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília. Fonte: www.planalto.gov.br
- BRASIL. (2019). *Medida Provisória nº 897, de 2019. Institui o Fundo de Aval Fraternal, dispõe sobre o patrimônio de afetação de propriedades rurais, a Cédula Imobiliária Rural, a escrituração de títulos de crédito e dá outras providências*. Câmara dos Deputados, Brasília. Acesso em 20 de Fevereiro de 2020, disponível em <https://www.congressonacional.leg.br/materias/medidas-provisorias/-/mpv/139071>
- BRASIL. (2020). *Decreto nº 10.527/2020, de 22 de outubro de 2020. Institui o Selo Biocombustível Social e faz outras disposições*. Brasília: Diário Oficial da União. Fonte: www.in.gov.br
- BRASIL. (2020). *Dentre outros, altera a Lei 13.576, de 26 de dezembro de 2017*. Diário Oficial da União, Brasília. Acesso em 12 de maio de 2021, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L13986.htm
- BRASIL. (2021). *Programa Nacional de Alimentação Escolar*. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Acesso em 25 de junho de 2021, disponível em <http://www.fn-de.gov.br/programas/pnae>
- BRASILCOM apud EPBR. (2020). *Mandado de Segurança Coletivo*. Associação das Distribuidoras de Combustíveis. Acesso em 09 de novembro de 2020, disponível em <https://epbr.com.br/wp-content/uploads/2020/11/Brasilcom-Demareste-Inicial-CBIO-2020.pdf>
- BUAINAIN, A. M. (2006). *Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate*. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA). Série Desenvolvimento Rural Sustentável. Brasília: IICA, 2006. Acesso em 15 de junho de 2021, disponível em <http://repiica.iica.int/docs/B0417p/B0417p.pdf>
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. (2018). *Projeto de Decreto Legislativo de Sustação de Atos Normativos do Poder Executivo PDC 978/2018 Sustenta o artigo 6º da Resolução nº43, de 22 de dezembro de 2009, da Agência Nacional do Petróleo (ANP)*. CÂMARA DOS DEPUTADOS. Acesso em 24 de junho de 2021, disponível em <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2179879>
- CASA CIVIL. (2021). *Aprovada a criação do Programa Combustível do Futuro*. Casa Civil. Acesso em 01 de junho de 2021, disponível em <https://www.gov.br/casacivil/pt->

br/assuntos/noticias/2021/abril/aprovada-a-criacao-do-programa-combustivel-do-futuro#:~:text=O%20Programa%20Combust%3%ADvel%20do%20Futuro%2C%20que%20tem%20como,um%20passo%20na%20lideran%C3%A7a%20da%20transi%C3%A7%C3%A3o%20

- CAVALCANTE FILHO, P. G. (2021). *Avaliação dos impactos socioeconômicos da cadeia produtiva do biodiesel na agricultura familiar brasileira*. Revista de Estudos Econômicos da USP, v. 51. No prelo.
- CCEE. (2021a). *Metodologia de Preços – PLD*. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, São Paulo. Fonte: www.ccee.org.br
- CCEE. (2021b). *InfoMercado: Dados Individuais*. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, São Paulo. Fonte: www.ccee.org.br
- CEPEA/ESALQ. (2020). *Preços Agropecuários: Etanol (indicador mensal)*. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Acesso em 22 de Abril de 2020, disponível em www.cepea.esalq.usp.br/br
- CNPE. (2015). *Resolução CNPE nº 3, de 21 de setembro de 2015. Autoriza e define diretrizes para comercialização e uso voluntário de biodiesel*. Conselho Nacional de Política Energética. Brasília: Diário Oficial da União. Acesso em 14 de 10 de 2015, disponível em www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe/cnpe-2015
- CNPE. (2018a). *Resolução CNPE nº 05, de 15 de março de 2018. Estabelece as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis*. Conselho Nacional de Política Energética. Brasília: Diário Oficial da União. Acesso em 06 de Junho de 2018, disponível em http://www.mme.gov.br/documents/10584/71068545/Resolu%C3%A7%C3%A3o+n%C2%BA+5_2018_CNPE.PDF/a46326ab-df5d-4d3f-ad52-b9f1ffc7ab1d
- CNPE. (2018b). *Resolução CNPE nº 16, de 29 de outubro de 2018. Dispõe sobre a evolução da adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional*. Conselho Nacional de Política Energética. Brasília: Diário Oficial da União. Fonte: www.mme.gov.br/documents/10584/71068545/Resolucao_16_CNPE_29-10-18.pdf/
- CNPE. (2019). *Define as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis*. Conselho Nacional de Política Energética, Brasília. Acesso em 24 de junho de 2019, disponível em https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/arquivos/2019/resolucao_cnpe_15_2019_renovabio.pdf
- CNPE. (2020a). *Resolução CNPE nº 08, de 18 de agosto de 2020. Define as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis*. Conselho Nacional de Política Energética, Brasília. Acesso em 20 de agosto de 2020, disponível em https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/arquivos/2020/resolucao_8_cnpe_metas_compulsorias.pdf
- CNPE. (2020b). *esolução CNPE nº 9, de 10 de novembro de 2020. Estabelece como de interesse da Política Energética Nacional a utilização de matéria-prima importada para a produção de biodiesel*. Conselho Nacional Política Energética, Brasília. Acesso em 03 de maio de 2020, disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/despacho-do-presidente-da-republica-288976231>

- CNPE. (2020c). *Resolução CNPE nº 13, de 09 de dezembro de 2020. Institui Grupo de Trabalho para avaliar a inserção de biocombustíveis para uso no ciclo diesel na Política Energética Nacional*. Conselho Nacional Política Energética, Brasília. Acesso em 06 de maio de 2020, disponível em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/arquivos/conselhos-e-comites/res-13-cnpe.pdf>
- CNPE. (2020d). *Resolução nº 14, de 9 de dezembro de 2020. Estabelece as diretrizes para a comercialização de biodiesel em todo território nacional*. Conselho Nacional Política Energética, Brasília. Acesso em 10 de dezembro de 2020, disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/despacho-do-presidente-da-republica-296859038>
- CNPE. (2021a). *Resolução CNPE nº 6, de 20 de abril de 2021. Determina a realização de estudo para proposição de diretrizes para o Programa Nacional do Hidrogênio*. Conselho Nacional Política Energética. Brasília: Diário Oficial da União. Acesso em 24 de maio de 2021, disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/despacho-do-presidente-da-republica-320051164>
- CNPE. (2021b). *Resolução CNPE nº 7, de 20 de abril de 2021. Institui o Programa Combustível do Futuro e dá outras providências*. Conselho Nacional de Política Energética. Brasília: Diário Oficial da União. Acesso em 14 de maio de 2021, disponível em https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/arquivos/2021/ResoluesCNPE7_2021.pdf
- CONAB. (2021a). *Comunicação Pessoal*. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília.
- CONAB. (2021b). *Levantamentos de Safra: cana-de-açúcar. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar*. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília. Acesso em 19 de maio de 2021, disponível em www.conab.gov.br
- CONAB. (2021c). *Safra Brasileira de Grãos*. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília. Acesso em 15 de junho de 2021, disponível em www.conab.gov.br
- CONFAZ/MF. (2020). *Alíquotas e reduções de base de cálculo nas operações internas dos Estados e do Distrito Federal, 2018*. Conselho Nacional de Política Fazendária/Ministério da Fazenda. Fonte: www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/aliquotas-icms-estaduais
- CONSECANA. (2021). *Circulares CONSECANA*. Conselho de Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo. Acesso em 11 de Maio de 2021, disponível em www.orplana.com.br
- CONSULTOR JURIDICO. (2020). *Tributação das emissões e negociações dos títulos de CBio: a vida continua*. Consultor Jurídico. Acesso em 29 de abril de 2020, disponível em <https://www.conjur.com.br/2020-abr-29/consultor-tributario-tributacao-emissoes-negociacoes-titulos-cbio>
- COSAN. (2021). *Comunicado ao Mercado - Nova planta e contrato para a comercialização de Etanol Celulósico - Raizen*. COSAN. Acesso em 30 de junho de 2021, disponível em <https://www.cosan.com.br/>
- CTC. (2021). *Comunicação Pessoal*. Centro de Tecnologia Canavieira.
- DATAGRO. (2021). *Balanço mundial de açúcar. Edição 05-21*. Barueri. Acesso em 12 de maio de 2021, disponível em www.datagro.com
- EC. (2018). *Clean Energy for All Europeans*. European Commission, Energy, Bruxelas. Fonte: ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans

- EC. (2019). *Report of the Work of the Task Force on Mobilising Efforts to Reach the EU Energy Efficiency Targets for 2020*. European Commission, Directorate-General for Energy, Bruxelas. Acesso em 03 de 04 de 2020, disponível em https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/report_of_the_work_of_task_force_mobilising_efforts_to_reach_eu_ee_targets_for_2020.pdf
- EEA. (2020). *EU on track to meet greenhouse gas emissions and renewable energy 2020 targets, progress in 2019 shows more ambitious long-term objectives are reachable*. European Environment Agency, Copenhagen. Acesso em 12 de junho de 2021, disponível em <https://www.eea.europa.eu/highlights/eu-on-track-to-meet>
- EIA. (2021a). *Monthly Energy Review: Renewable Energy. Total Energy Data*. Energy Information Administration, Washington DC. Acesso em 18 de junho de 2021, disponível em www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/index.cfm
- EIA. (2021b). *Petroleum and Other Liquids. Imports, Exports and Movements*. Energy Information Association, Washington DC. Acesso em 18 de junho de 2021, disponível em www.eia.gov/petroleum/data.php
- ELETOBRÁS. (2018). *Dados de geração e consumo das CGEE participantes do PROINFA*. Centrais Elétricas Brasileiras S.A., Rio de Janeiro. Fonte: <http://eletrobras.com/pt/Paginas/Proinfa.aspx>
- ENEGIX. (2021). *Enegix Energy construirá instalação de hidrogênio verde de US\$ 5,4 bilhões no Brasil*. Enegix Energy. Acesso em 24 de abril de 2021, disponível em <https://pressroom.enegix.energy/129628-enegix-energy-construira-instalacao-de-hidrogenio-verde-de-us-54-bilhoes-no-brasil>
- EPA. (2019). *Final Renewable Fuel Standards for 2020, and the Biomass-Based Diesel Volume for 2021*. United States Environmental Protection Agency, Washington DC. Acesso em 12 de março de 2021, disponível em <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/final-renewable-fuel-standards-2020-and-biomass-based-diesel-volume>
- EPE. (2016b). *Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2015*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Fonte: www.epe.gov.br
- EPE. (2019d). *Considerações sobre a proposta de flexibilização do modelo de comercialização de etanol hidratado no Brasil*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 11 de maio de 2021, disponível em https://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Paginas/Consideracoes_sobre_a_flexibilizacao_da_comercializacao_de_hidratado.pdf
- EPE. (2020a). *Combustíveis Alternativos para motores do ciclo Diesel*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 24 de Maio de 2020, disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-467/NT_Combustiveis_renovaveis_em_%20motores_ciclo_Diesel.pdf
- EPE. (2020b). *Impactos socioeconômicos dos cenários de oferta e demanda do ciclo Otto via Matriz Insumo-Produto. Conferência Rio Oil & Gas 2020, de 01 a 03 dezembro 2020*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro.
- EPE. (2020c). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2030*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 12 de 2 de 2021, disponível em <http://www.epe.gov.br>

- EPE. (2021a). *Balanço Energético Nacional 2021: Ano-base 2020*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Fonte: www.epe.gov.br
- EPE. (2021b). *Nota Técnica Impacto na saúde humana pelo uso de biocombustíveis na Região Metropolitana de São Paulo*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Fonte: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-570/NT-EPE-DPG-SDB-2020-01_NT_Impacto_saude_uso_bios.pdf
- EPE; FBDS. (2009). *Guia de referência para encaminhamento de projetos de produção e uso de biodiesel e etanol ao mecanismo de desenvolvimento limpo - MDL. Relatório interno*. Empresa de Pesquisa Energética.
- EUA. (2007). *Ato de Independência e Segurança Energética de 2007*. Congresso dos Estados Unidos da América, Washington DC. Fonte: <https://www.congress.gov/search?searchResultViewType=expanded&q=%7B%22source%22%3A%22legislation%22%2C%22search%22%3A%22%5C%22energy+independence+and+security+act%5C%22%2C%22congress%22%3A110%7D>
- EURACTIV. (2020). *EU way off the mark on energy savings goal, latest figures show*. Euractiv Media Network, Bruxelas. Acesso em 02 de Abril de 2020, disponível em <https://www.euractiv.com/section/energy/news/eu-way-off-the-mark-on-energy-savings-goal-latest-figures-show/>
- EUROSTAT. (2020). *Database*. European Statistical Office, Luxemburgo. Acesso em 03 de Abril de 2020, disponível em <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- FAPESP. (Dezembro de 2019). O Desafio de Gerar Bioenergia. (N. Marcolin, Ed.) *Pesquisa FAPESP*(286). Acesso em 13 de Abril de 2020, disponível em <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/12/03/o-desafio-de-gerar-bioenergia/>
- FECOMBUSTIVEIS. (2021). Fundação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes. Acesso em 4 de Maio de 2021, disponível em <http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/>
- FENAUTO. (2021). *Venda acumulada de veículos usados cresce 2% em 2020; modelos com 4 a 8 anos foram os mais vendidos*. Federação Nacional das Associações dos Revendedores de Veículos Automotores. Acesso em 17 de Janeiro de 2021, disponível em http://www.fenauto.org.br/index.php?view=single&post_id=688
- FNDE. (2021). *Programa Nacional de Alimentação Escolar*. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Acesso em 25 de junho de 2021, disponível em <http://www.fnnde.gov.br/programas/pnae>
- GOVERNO DO CEARÁ. (2020). *Ceará deve produzir combustível sustentável para aviação*. Governo do Ceará, Fortaleza. Acesso em 22 de março de 2021, disponível em <https://www.ceara.gov.br/2020/02/07/seminario-discute-producao-de-combustiveis-alternativos-para-aviacao-no-ceara/>
- GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. (2021). *Governo do Ceará e instituições parceiras lançam HUB de Hidrogênio Verde*. Governo do estado Ceará. Acesso em 03 de fevereiro de 2021, disponível em <https://www.ceara.gov.br/2021/02/19/governo-do-ceara-e-instituicoes-parceiras-lancam-hub-de-hidrogenio-verde/>
- GOVERNO DO MS. (2020). *Com aumento de 31 no consumo, MS foi um dos poucos estados com saldo positivo na venda de etanol em 2020*. Governo do Estado do Mato Grosos do Sul. Acesso em

30 de abril de 2021, disponível em <http://www.ms.gov.br/com-aumento-de-31-no-consumo-ms-foi-um-dos-poucos-estados-com-saldo-positivo-na-venda-de-etanol-em-2020/#:~:text=Mato%20Grosso%20do%20Sul%20foi,de%2025%25%20para%2020%25>

- GRANBIO. (2020). *Bioflex I: Produção de Biocombustível*. Granbio, São Paulo. Acesso em 12 de Abril de 2020, disponível em <http://www.granbio.com.br/conteudos/biocombustiveis/>
- Howlett, M., & del Rio, P. (2015). *The parameters of policy portfolios: Verticality and horizontality in design spaces and their consequences for policy mix formulation*. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 33(5), 1233–1245. Fonte: <https://doi.org/10.1177/0263774X15610059>; DOI : 10.1177/0263774X15610059
- IBGE. (2017). *Censo Agropecuário 2017*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília. Acesso em 23 de junho de 2021, disponível em <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>
- IBGE. (2020). *Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF 2017-2018*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística , Brasília. Acesso em 22 de JUNHO de 2021, disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/rendimento-despesa-e-consumo/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?=&t=o-que-e>
- IBGE. (2021). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . Acesso em 24 de junho de 2021, disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?=&t=downloads>
- ICAO. (2018). *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSA)*. International Civil Organization, Quebec. Fonte: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/market-based-measures.aspx>
- IEA. (2021). *Hydrogen .More efforts needed*. International Energy Agency. Acesso em 29 de abril de 2021, disponível em <https://www.iea.org/reports/hydrogen>
- IEA-SP. (2014). *Protocolo Agroambiental do Setor Sucroenergético Paulista: Dados consolidados das safras 2007/08 a 2013/14*. Instituto de Economia Agrícola - SP, São Paulo. Acesso em 20 de 03 de 2016, disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/RelatórioConsolidado1512.pdf>
- IPCC. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: volume 2, Energy*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Genebra. Fonte: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
- IRENA. (2021). *Renewable Energy Employment by Country*. International Renewable Energy Agency. Acesso em 22 de junho de 2021, disponível em www.irena.org
- LOGUM. (2021). Logum Logística S.A., Rio de Janeiro. Acesso em 29 de Maio de 2021, disponível em www.logum.com.br/php/index.php
- LOWDER, S. K., SÁNCHEZ, M. V., BERTINI, R. (2021). *Which farms feed the world and has farmland become more concentrated?* *World Development*, v. 142, Junho de 2021. Fonte: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X2100067X>
- MAPA. (2019a). *Portaria MAPA nº144, de 22 de julho de 2019. Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos à concessão, manutenção e uso do Selo Combustível Social*. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Brasília: Diário Oficial da União. Fonte: www.in.gov.br

- MAPA. (2020). *Módulo fiscal*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acesso em 22 de junho de 2021, disponível em <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>
- MAPA. (2021). *Sustentabilidade/Agroenergia*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília. Acesso em 11 de maio de 2021, disponível em <http://www.agricultura.gov.br>
- MAPA. (2021b). *Comunicação pessoal*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- MCPHY. (2021). *HyDeal Ambition*. Acesso em 14 de abril de 2021, disponível em <https://mcphy.com/en/news/hydeal-ambition/>
- MCTI. (2021). *Fatores de emissão de CO2 para utilizações que necessitam do fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil, como, por exemplo, inventários corporativos*. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Brasília. Fonte: www.mct.gov.br
- MDIC. (2020). *Comexstat. Dados estatísticos das exportações e importações brasileiras*. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, Brasília. Acesso em 24 de Março de 2020, disponível em <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>
- MDPI. (2019). *What is Still Limiting the Deployment of Cellulosic Ethanol? Analysis of the Current Status of the Sector*. Molecular Diversity Preservation International, Basileia, Suíça. Acesso em 13 de Abril de 2020, disponível em <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/21/4523>
- ME. (2017). *Resolução nº 72, de 29 de agosto de 2017. Altera a Lista Brasileira de Exceções à Tarifa Externa Comum do Mercosul referente aos produtos Com um teor de água igual ou inferior a 1% vol (Álcool Etílico)*. Ministério da Economia, Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais, Brasília. Acesso em 1 de 09 de 2017, disponível em <http://www.camex.gov.br/resolucoes-camex-e-outros-normativos/58-resolucoes-da-camex/1916-resolucao-no-72-de-29-de-agosto-de-2017>
- ME. (2019). *Portaria nº 547, de 31 de agosto de 2019. Altera o Anexo II da Resolução nº 125, de 15 de dezembro de 2016*. Ministério da Economia, Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais, Brasília. Acesso em 24 de 3 de 2020, disponível em <http://www.camex.gov.br/resolucoes-camex-e-outros-normativos/124-portarias-secint/2316-portaria-secint-n-547-de-31-de-agosto-de-2019>
- ME. (2021a). *Resolução GECEX Nº 101. Redução da alíquota do imposto cobrança de impostos de importação de soja, farelo e óleo proveniente do grão*. Ministério da Economia. Acesso em 17 de março de 2021, disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-gecex-n-101-de-20-de-outubro-de-2020-283993384>
- ME. (2021b). *Estatísticas de Comércio Exterior*. Ministério da Economia, Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais, Brasília. Acesso em 18 de junho de 2021, disponível em <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>
- MILLER, R. BLAIR, P. (2009). *Input-Output Analysis – Foundations and Extensions* (2nd Edition ed.). Inglaterra: Cambridge University Press.
- MME. (2019a). *MME viabiliza investimentos em dutovias para a movimentação de combustíveis na ordem de R\$ 645 milhões*. Ministério das Minas e Energia, Brasília. Acesso em 12 de 3 de 2020, disponível em http://www.mme.gov.br/web/guest/todas-as-noticias/-/asset_publisher/pdAS9IcdBICN/content/mme-viabiliza-investimentos-em-dutovias-para-a-movimentacao-de-combustiveis-na-ordem-de-r-645-milho-2?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.mme.gov.br%2Fweb

- MME. (2019b). *Ministro assina portaria que autoriza utilização de debêntures incentivadas pelo setor de petróleo, gás e biocombustível*. Ministério de Minas e Energia, Brasília. Acesso em 14 de 5 de 2020, disponível em http://www.mme.gov.br/web/guest/todas-as-noticias/-/asset_publisher/pdAS9lcdBICN/content/ministro-assina-portaria-que-autoriza-utilizacao-de-debentures-incentivadas-pelo-setor-de-petroleo-gas-e-biocombustiv-1?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww
- MME. (2019c). *Relatório de consolidação dos testes para validação da utilização de misturas com biodiesel B15 em motores e veículos. Grupo de trabalho para testes com o biodiesel*. Ministério de Minas e Energia. Acesso em 15 de Maio de 2019, disponível em <http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/Relatorio+B15+-+B20.pdf/>
- MME. (2019d). *Subcomitês do CT-CB*. Acesso em 22 de novembro de 2019, disponível em <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/abastece-brasil/subcomites>
- MME. (2020). *Proposta de definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis e dos seus intervalos de tolerância da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)*. Ministério de Minas e Energia, Brasília. Acesso em 24 de Junho de 2020, disponível em http://www.mme.gov.br/web/guest/servicos/consultas-publicas?p_p_id=consultapublicammeportlet_WAR_consultapublicammeportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_consultapublicammeportlet_WAR_consultapublicamme
- MME. (2021). *Projetos Prioritários*. Ministério das Minas e Energia, Brasília. Acesso em 4 de maio de 2021, disponível em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/secretaria-executiva/projetos-prioritarios-1>
- MS. (2018). *Brasil assume meta para reduzir 144 mil toneladas de açúcar até 2022*. Ministério da Saúde. Acesso em 27 de 2 de 2019, disponível em <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/44777-brasil-assume-meta-para-reduzir-144-mil-toneladas-de-acucar-ate-2022>
- NOVACANA. (2020a). *ANP apresenta fluxo da certificação no RenovaBio e próximas etapas da regulamentação*. NovaCana, Curitiba/PR. Acesso em 6 de Abril de 2020, disponível em <https://www.novacana.com/n/industria/usinas/anp-fluxo-certificacao-renovabio-proximas-etapas-regulamentacao-190418>
- NOVACANA. (2020b). *Para GranBio, E2G está consolidado e empresa está pronta para nova etapa*. NOVACANA, Curitiba/PR. Acesso em 13 de Abril de 2020, disponível em <https://www.novacana.com/n/etanol/2-geracao-celulose/presidente-granbio-e2g-consolidado-empresa-pronta-nova-etapa-230320>
- NOVACANA. (2020c). *Projeto de etanolduto da Logum Logística está disponível para comentários*. Novacana, Curitiba/PR. Acesso em 15 de Junho de 2020, disponível em <https://www.novacana.com/n/etanol/logistica/projeto-etanolduto-logum-logistica-disponivel-comentarios-090620>
- NOVACANA. (2021d). *3Tentos e Basf fazem operação inédita de barter com CBios*. NOVACANA, Curitiba/PR. Acesso em 25 de maio de 2021, disponível em <https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/3tentos-basf-operacao-inedita-barter-cbios-250521>

- NOVACANA. (2021e). *Logum retoma análise para investir R\$ 1 bilhão na ampliação de alcoolduto*. Curitiba/PR. Acesso em 18 de Junho de 2021, disponível em <https://www.novacana.com/n/industria/investimento/logum-retoma-analise-investir-r-1-bilhao-ampliacao-alcoolduto-211020>
- NOVACANA. (2021f). *Projeto de etanolduto da Logum recebe isenção fiscal de R\$ 5,45 milhões*. Curitiba/PR. Acesso em 18 de junho de 2021, disponível em <https://www.novacana.com/n/etanol/impostos/projeto-etanolduto-logum-recebe-isencao-fiscal-r-5-45-milhoes-250221>
- ONU. (2021). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Organização da Nações Unidas. Acesso em 27 de maio de 2021, disponível em <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- RAÍZEN. (2018). *Tecnologia em Energia Renovável. Etanol de Segunda Geração*. Raízen, São Paulo. Fonte: https://www.google.com/search?q=sede+da+raizen&rlz=1C1GCEA_en&oq=sede+da+raizen&aqs=chrome..69i57.2976j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8&safe=active&ssui=on
- RAÍZEN. (2021). *Contribuição à consulta pública do PDE2030*. Raízen Energia S.A. Acesso em 25 de janeiro de 2021
- RECHARGE. (2020). *Global green-hydrogen pipeline exceeds 200 GW - here's the 24 largest gigawatts-scale projects*. Recharge, Oslo, Noruega. Acesso em 18 de junho de 2021, disponível em Ref.25. <https://www.rechargenews.com/energy-transition/growing-ambition-the-worlds-20-largest-green-hydrogen-projects/2-1-933755>
- REN21. (2020). *Renewables 2020 - Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Paris. Acesso em 2 de Março de 2020, disponível em <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
- REN21. (2021). *Renewables 2021 - Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Paris. Acesso em 16 de junho de 2021, disponível em <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
- REUTERS. (2020a). *China suspends national rollout of ethanol mandate*. Reuters, Londres. Acesso em 09 de Abril de 2020, disponível em https://www.google.com/search?q=reuters+hq&rlz=1C1GCEA_enBR827BR827&oq=reuters+hq&aqs=chrome..69i57j0l7.4546j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8&safe=active&ssui=on
- REUTERS. (2020b). *Coronavirus spurs new clash between Big Oil and Big Corn over U.S biofuels*. Reuters, Londres. Acesso em 16 de junho de 2021, disponível em Ref.26. <https://www.reuters.com/article/us-usa-biofuels-coronavirus/coronavirus-spurs-new-clash-between-big-oil-and-big-corn-over-u-s-biofuels-idUSKBN21Y30K>
- REUTERS. (2021). *Renewables overtook fossil fuels in EU electricity mix in 2020*. Reuters, Londres. Acesso em 18 de junho de 2021
- RFA. (2021). *Market and Statistics*. Renewable Fuels Association, Washington DC. Acesso em 16 de junho de 2021, disponível em <https://ethanolrfa.org/statistics/annual-ethanol-production/>
- ROSA, L. P., OLIVEIRA, L. B., COSTA, A. O., PIMENTEIRA, C. A., & MATTOS, L. B. (2003). Geração de Energia a partir de resíduos sólidos. *Proceedings of TOLMASQUIM, M.T (Coord) Fontes Alternativas*, 515.

- SENADO FEDERAL. (2018). *Projeto de Decreto Legislativo nº 61. Susta o artigo 6º da Resolução nº43, de 22 de dezembro de 2009, da Agência Nacional do Petróleo*. Agência Nacional do Petróleo.
- SERPRO. (2020). *Plataforma de créditos de descarbonização registra quase 200 mil pré-CBios em 40 dias*. Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro). Acesso em 18 de Abril de 2020, disponível em <https://serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-2020/cbio-registra-200-mil-creditos-descarbonizacao>
- TIMES OF INDIA. (2021). *Govt paving way for entry of E-20 vehicles in 5 years*. The Times of India, Gurugan, Índia. Acesso em 12 de junho de 2021, disponível em Ref.21. <https://timesofindia.indiatimes.com/auto/news/govt-paving-way-for-entry-of-e-20-vehicles-in-5-years/articleshow/80091695.cms>
- TRENDSCE. (2021). *Hub de Hidrogênio Verde no Ceará promete fortalecer economia e meio ambiente*. TrendsCE, Fortaleza/CE. Acesso em 18 de junho de 2021, disponível em <https://www.trendsce.com.br/2021/02/19/hub-de-hidrogenio-verde-no-ceara-promete-fortalecer-economia-e-meio-ambiente/>
- UDOP. (2019). *Cana de açúcar: plantio mecanizado de cana recua*. União dos Produtores de Bioenergia. Acesso em 26 de 2 de 2019, disponível em <http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1176338>
- UNEM. (2019). *Etanol de Milho no Brasil. Painel 10 da conferência Abertura de Safra 2019/20*. União Nacional do Etanol de Milho, Ribeirão Preto. Fonte: <https://conferences.datagro.com/eventos/aberturadesafra/?idioma=pt-br>
- UNICA. (2013a). *União da Indústria de Cana-de-açúcar: Coletiva de Imprensa: análise da safra 2013/14*. Acesso em 17 de 12 de 2013, disponível em <http://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=6288236>
- UNICA. (2013b). *Coletiva de Imprensa: análise da safra 2013/14*. União da Indústria de Cana-de-açúcar. Fonte: <http://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=12655382>
- UNICA. (2014a). *Comunicação Pessoal*. União da Indústria de Cana-de-açúcar.
- UNICA. (2014b). *Comunicação Pessoal*. União da Indústria de Cana-de-açúcar.
- UNICA. (2017). *Comunicação Pessoal*. União da Indústria de Cana-de-açúcar.
- UNICA. (2021). *UNICADATA*. União da Indústria de Cana-de-açúcar. Acesso em 25 de Março de 2021, disponível em www.unicadata.com.br
- USDA. (2019a). *Biofuels Annual: Indonesia*. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, Washington DC. Acesso em 12 de junho de 2021, disponível em https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_Jakarta_Indonesia_8-9-2019
- USDA. (2019b). *Wrap-Up Report for 2019 Seoul Fuel Ethanol Conference*. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Services, Washington D.C. Acesso em 13 de Maio de 2020, disponível em https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Wrap-Up%20Report%20for%202019%20Seoul%20Fuel%20Ethanol%20Conference_Seoul_Korea%20-%20Republic%20of_6-28-2019

- USDA. (2020a). *Biofuels Annual: China*. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, Washington DC. Acesso em 18 de junho de 2021, disponível em <https://www.fas.usda.gov/data/china-biofuels-annual-6>
- USDA. (2020b). *Biofuels Annual: India*. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, Washington DC. Acesso em 12 de junho de 2021, disponível em <https://www.fas.usda.gov/data/india-biofuels-annual-5>
- USDA. (2021). *Sugar and Sweeteners Yearbook Tables*. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Services, Washington D.C. Acesso em 13 de maio de 2021, disponível em <https://www.ers.usda.gov/data-products/sugar-and-sweeteners-yearbook-tables.aspx>
- USDOE. (2021). *Alternative Fuels Data Center: Biodiesel Blends*. United States Department of Energy, Energy Efficiency & Renewable Energy, Washington DC. Acesso em 16 de junho de 2021, disponível em https://afdc.energy.gov/fuels/biodiesel_blends.html
- USITC. (2018). *Dumped biodiesel from argentina and indonesia injures u.s. industry, says*. United States International Trade Commission, Office of External Relations, Washington DC. Acesso em 2 de 3 de 2020, disponível em https://www.usitc.gov/press_room/news_release/2018/er0403I927.htm
- WHO. (2015). *Guideline: Sugars intake for adults and children*. World Health Organization. Acesso em 23 de 2 de 2017, disponível em http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/en/