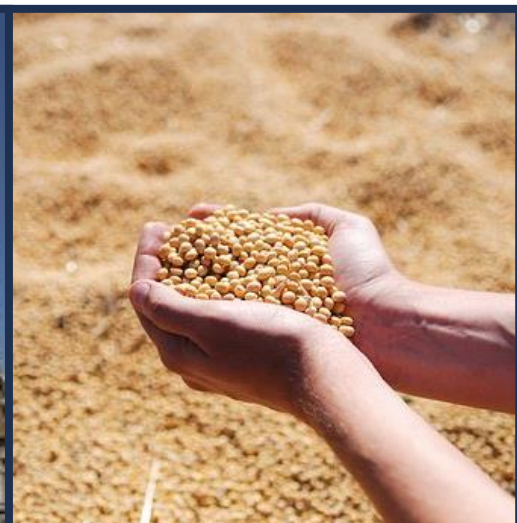
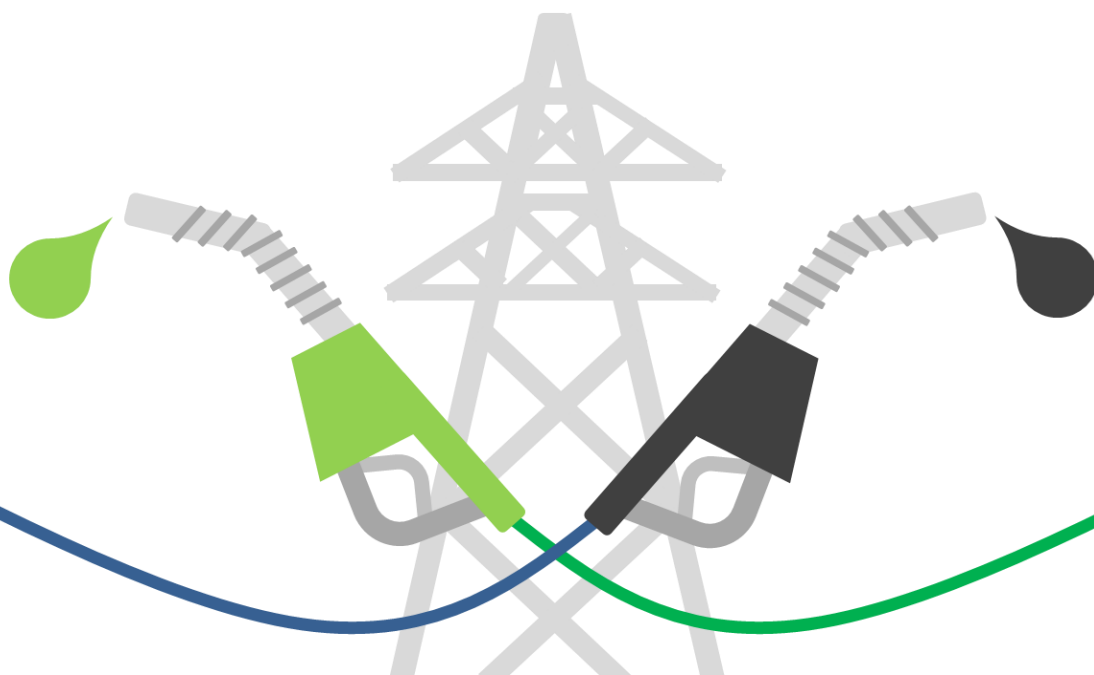




MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

ANÁLISE DE CONJUNTURA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS

ANO 2019



Rio de Janeiro, julho de 2020



Empresa de Pesquisa Energética

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)





GOVERNO FEDERAL

Ministério de Minas e Energia



Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Diretora de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Erik Eduardo Rego

Diretor de Gestão Corporativa

Angela Regina Livino de Carvalho

URL: www.epe.gov.br

Sede

SAN – Quadra 1 – Bloco B – Sala 100-A
70041-903 - Brasília – DF

Escritório Central

Av. Rio Branco, 01 – 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis

Ano 2019

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

EPE-DPG-SDB-Bios-NT-01-2020-r0

Data: 03 de julho de 2020

Histórico de Revisões

 Empresa de Pesquisa Energética		<i>ANÁLISE DE CONJUNTURA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS</i>
<i>Revisões</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição sucinta</i>
r0	03.07.2020	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

Logum Logística S.A.

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

Apresentação

A Empresa de Pesquisa Energética apresenta a sua décima primeira edição da Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, com foco no ano de 2019. 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. No atual período de excepcionalidade, cabe registrar que os impactos da Covid-19 foram percebidos no segundo trimestre de 2020, e serão aprofundados na próxima edição deste documento.

Os principais temas abordados são: a oferta e demanda de etanol e sua infraestrutura de produção e transporte, o mercado de biodiesel, a participação da bioeletricidade na matriz nacional e nos leilões de energia, 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).

Nessa edição, além da avaliação dos principais acontecimentos ocorridos em 2019, o documento apresenta um texto, em anexo, sobre a integração produtiva entre energia e alimentos e a resiliência do setor agroenergético, através de uma breve avaliação dos impactos da pandemia da Covid-19 sobre o setor de biocombustíveis.

Sumário

AGRADECIMENTOS	3
APRESENTAÇÃO	4
1. OFERTA DE ETANOL	9
1.1. ÁREA, PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E RENDIMENTO DA CANA	9
1.2. PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR	15
1.3. PRODUÇÃO DE ETANOL	15
1.4. PRODUÇÃO DE AÇÚCAR	18
1.5. MIX DE PRODUÇÃO	20
2. DEMANDA DO CICLO OTTO	22
2.1. LICENCIAMENTO E FROTA DE VEÍCULOS LEVES	22
2.2. DEMANDA DE COMBUSTÍVEIS DA FROTA CICLO OTTO	23
3. ANÁLISE ECONÔMICA	25
3.1. PREÇOS DE COMBUSTÍVEIS DO CICLO OTTO	25
3.2. ICMS NOS COMBUSTÍVEIS DO CICLO OTTO	28
4. CAPACIDADE DE PRODUÇÃO E INFRAESTRUTURA DE ETANOL	30
4.1. CAPACIDADE PRODUTIVA	30
4.2. TANCAGEM	31
4.3. DUTOS	32
4.4. PORTOS	33
5. BIOELETRICIDADE	34
5.1. EXPORTAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA	34
5.2. BIOELETRICIDADE DE OUTRAS BIOMASSAS	37
6. BIODIESEL	39
6.1. EVOLUÇÃO DO MARCO REGULATÓRIO DO BIODIESEL	39
6.2. LEILÕES E PREÇOS DE BIODIESEL	41
6.3. CAPACIDADE INSTALADA E PRODUÇÃO REGIONAL	43
6.4. MATÉRIA-PRIMA PARA O BIODIESEL	45
6.5. COPRODUTOS DO BIODIESEL	47
6.6. METANOL	47
7. MERCADO INTERNACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS	48

8. OUTROS BIOCOMBUSTÍVEIS	53
9. EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA	57
10. RENOVABIO	59
11. O SETOR AGROENERGÉTICO E SUA RESILIÊNCIA: OS IMPACTOS DA COVID-19	63
11.1. INTRODUÇÃO.....	63
11.2. INTEGRAÇÃO PRODUTIVA ENTRE BIOCOMBUSTÍVEIS E ALIMENTOS	64
11.2.1. SETOR SUCROENERGÉTICO	65
11.2.2. SETOR PRODUTIVO DE ETANOL DE MILHO	66
11.2.3. SETOR DE BIODIESEL	66
11.3. O SETOR AGROENERGÉTICO E SUA RESILIÊNCIA: IMPACTOS DA COVID-19	67
11.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

Lista de gráficos

Gráfico 1 – Área colhida e de plantio de cana do setor sucroalcooleiro (Brasil)	10
Gráfico 2 – Participação da cana planta na área total colhida e produtividade (Brasil)	11
Gráfico 3 – Idade média do canavial (Brasil e regiões).....	11
Gráfico 4 – Valor captado de financiamentos públicos para o cultivo da cana.....	12
Gráfico 5 – Colheita e Plantio mecanizados x Rendimento da cana.....	14
Gráfico 6 – Histórico anual do processamento de cana	15
Gráfico 7 – Produção brasileira de etanol	16
Gráfico 8 – Produção brasileira de etanol de milho	16
Gráfico 9 – Evolução mensal do estoque físico de etanol.....	17
Gráfico 10 – Produção e exportação brasileira de açúcar.....	18
Gráfico 11- Exportação brasileira de açúcar e câmbio.....	19
Gráfico 12 – Preços internacionais do açúcar VHP e refinado.....	19
Gráfico 13 – Mix de produção (açúcar x etanol).....	21
Gráfico 14 – Licenciamentos de veículos leves	22
Gráfico 15 – Demanda do ciclo Otto e participação dos diferentes combustíveis.....	23
Gráfico 16 – Demanda anual de etanol hidratado e gasolina C.....	24
Gráfico 17 – Produção, demanda e importação líquida de gasolina A	24
Gráfico 18 – Preços de etanol hidratado	26
Gráfico 19 – Relação de preços entre o hidratado e a gasolina C (PE/PG).....	27
Gráfico 20 – Relação PE/PG mensal em 2019	28
Gráfico 21 – Diferenciação Tributária - ICMS (gasolina x etanol) 2019.....	28
Gráfico 22 – Fluxo de usinas de cana no Brasil.....	30
Gráfico 23 – Evolução da capacidade instalada de produção de etanol no Brasil	31
Gráfico 24 – Capacidade brasileira de tancagem de etanol por região em 2019	32
Gráfico 25 – Participação da biomassa de cana na geração elétrica.....	34
Gráfico 26 – Autoconsumo e energia exportada pelas usinas de biomassa de cana	35
Gráfico 27 – Histórico de energia exportada para o SIN e cana processada.....	36
Gráfico 28 – Geração térmica a biomassa de cana versus PLD.....	37
Gráfico 29 – Participação das demais biomassas X cana-de-açúcar.....	38
Gráfico 30 – Preços médios - biodiesel e diesel sem ICMS.....	41
Gráfico 31 – Volume de biodiesel nos Leilões – Ofertado X Arrematado	42
Gráfico 32 - Capacidade Nominal Autorizada e Consumo de Biodiesel em 2019.....	43
Gráfico 33 – Produção regional de Biodiesel em 2019	44
Gráfico 34 – Oferta de diesel A e produção de biodiesel.....	44
Gráfico 35 – Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel em 2019.....	45
Gráfico 36 – Mercado de óleo de soja	46
Gráfico 37 – Exportação de glicerina bruta e glicerol.....	47

<i>Gráfico 38 – Importação de metanol para biodiesel</i>	<i>48</i>
<i>Gráfico 39 – Exportações e importações brasileiras de etanol – 2008 a 2019</i>	<i>49</i>
<i>Gráfico 40 – Exportações e importações mensais de etanol – 2018 a 2019</i>	<i>50</i>
<i>Gráfico 41 – Emissões Evitadas com Biocombustíveis em 2019 – Brasil</i>	<i>58</i>
<i>Gráfico 42 – Nota de Eficiência Energético-Ambiental das unidades certificadas</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 43 – Meta Individual 2020 (CBIO)</i>	<i>60</i>
<i>Gráfico 44 – Emissão X Comercialização (acumulado) e preços de CBIO na B3</i>	<i>62</i>

Lista de tabelas

<i>Tabela 1- Preços médios anuais de etanol hidratado, gasolina C e relativo (PE/PG)</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 2 – Complexo soja</i>	<i>46</i>
<i>Tabela 3 – Volumes finais da RFS (bilhões de litros)</i>	<i>51</i>
<i>Tabela 4 - Situação das plantas comerciais de etanol de lignocelulose no mundo</i>	<i>54</i>
<i>Tabela 5 – Rotas tecnológicas aprovadas para a produção de Querosene de Aviação Alternativo</i>	<i>56</i>

Lista de figuras

<i>Figura 1 – Alíquota de ICMS do etanol e relação PE/PG por estado em 2019</i>	<i>29</i>
<i>Figura 2 – Sistema integrado de logística para o etanol</i>	<i>32</i>
<i>Figura 3 – Evolução do marco legal do biodiesel</i>	<i>40</i>
<i>Figura 4 – Fluxo do CBIO</i>	<i>61</i>

1. Oferta de Etanol

Em 2019, a produção brasileira de etanol foi de 36,0 bilhões de litros, novo recorde histórico, com um aumento de 11% em relação a 2018. A produção de açúcar apresentou um crescimento de 5%, alcançando 30,0 milhões de toneladas. O setor sucroenergético processou 654 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 7,5% superior a 2018 e similar ao exibido em 2015 (MAPA, 2020).

Na safra 2019/20 houve uma maior destinação do *mix* para a produção de etanol, similarmente ao observado na safra anterior, decorrente da manutenção do baixo patamar nas cotações do açúcar no mercado internacional e da relação PE/PG favorável ao consumo de hidratado, conforme será apresentado na seção 3.1 (CONAB, 2020a).

Ressalta-se ainda que a produção nacional de etanol de milho registrou, novamente, um aumento significativo, alcançando 1,3 bilhão de litros em 2019 (UNICA, 2020a).

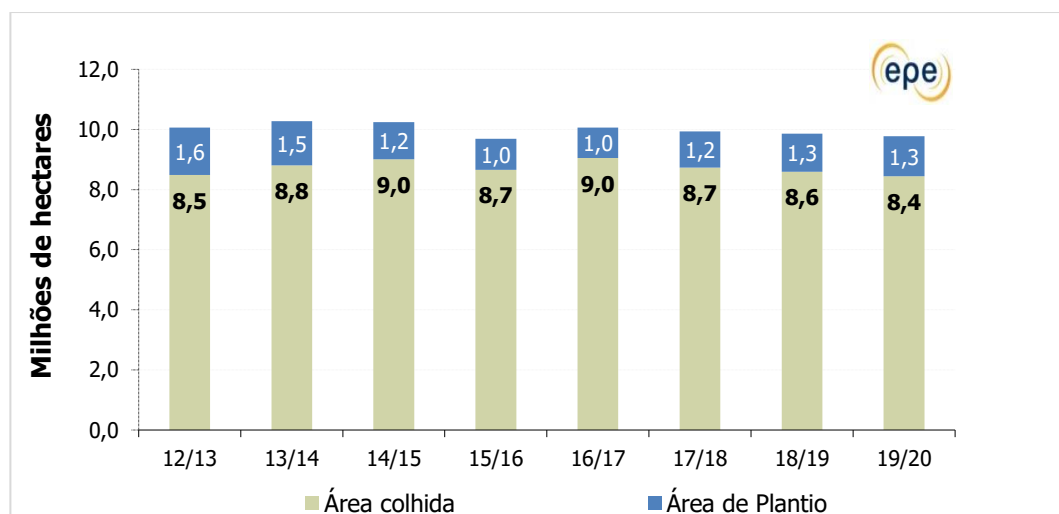
Para a safra 2020/21, espera-se uma redução na moagem de cana, devido às recentes oscilações de mercado e consequências da pandemia do novo coronavírus, apesar da expectativa de condições climáticas favoráveis. De forma a aproveitar as perspectivas de preços promissores no mercado internacional de açúcar e minimizar os efeitos da queda de demanda e do preço do etanol, estima-se que a produção seja mais direcionada para a *commodity*, com seu *mix* evoluindo de 34,9% para 42,4%. Além disso, observa-se algumas dificuldades na produção de açúcar em outros importantes *players* mundiais (CONAB, 2020a) (CONAB, 2020b). Ressalta-se que estas expectativas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) já consideram alguns impactos provocada pela pandemia da Covid-19, entretanto, seus efetivos desdobramentos só poderão ser mensurados ao longo do ano.

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 2019/20, foi de 8,4 milhões de hectares, queda de 1,7%, com relação à anterior. As áreas arrendadas e não adequadas à colheita mecanizada vêm sendo descontinuadas no plantio de cana-de-açúcar e, em consequência, têm sido destinadas para outras culturas, como a soja e milho (CONAB, 2020a) (CONAB, 2020b).

Desde a safra 2013/14, a área de cana colhida tem oscilado em torno de 8,8 milhões de hectares (Gráfico 1). Os principais motivos compreendem a devolução de áreas arrendadas (e plantio de outras culturas), existência de poucos projetos *greenfields* e a paralisação de diversas unidades produtoras existentes. A área de plantio foi similar à observada na safra anterior, 1,3 milhão de hectares. À exceção da região Nordeste, todas as demais apresentaram aumento da área plantada. Destaca-se o Centro-Oeste com um crescimento, de 11,9%, em relação ao período anterior (CONAB, 2020a) (CONAB, 2020b).

Gráfico 1 – Área colhida e de plantio de cana do setor sucroalcooleiro (Brasil)

Fonte: EPE a partir de (CONAB, 2020a) (CONAB, 2020b)

Para a safra 2020/21, a CONAB estima que a área deve permanecer em torno de 8,4 milhões de hectares. O principal estado produtor, São Paulo, deverá apresentar uma redução na área, em 1,2% (CONAB, 2020a).

Produtividade Agrícola

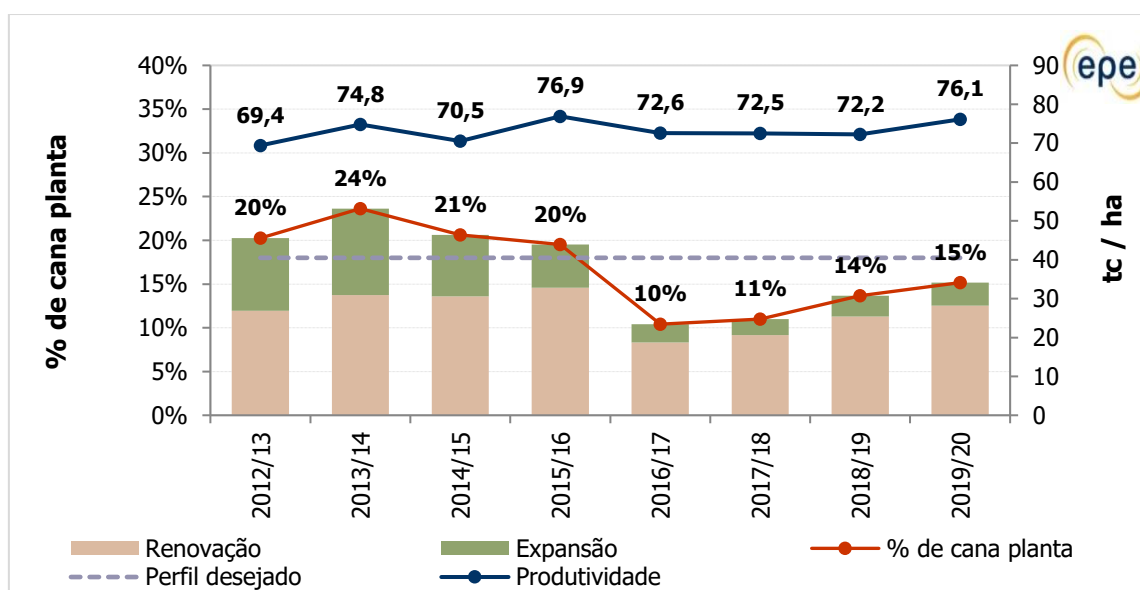
A produtividade média do setor sucroenergético brasileiro na safra 2019/20 foi de 76,1 tc/ha, aumento de 5,4% com relação à anterior (72,2 tc/ha). A região Centro-Sul, que representou 92% da produção total, teve um crescimento de 5,1%. Já na região Norte-Nordeste, esse valor foi de 10%. O aumento da produtividade deve-se às condições climáticas favoráveis ao longo da safra, bem como aos investimentos em renovação, melhorias no plantio e introdução de novas variedades (CONAB, 2020a).

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, 2020a) (CONAB, 2020b).

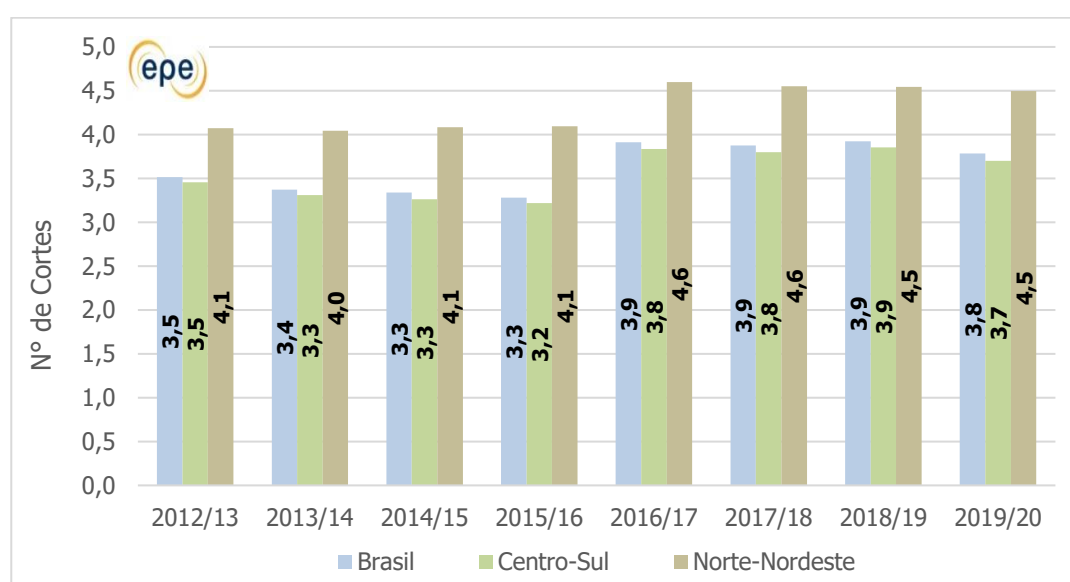
¹ Área reformada é aquela recuperada no ano da safra anterior e que está disponível para colheita. Área em reforma é aquela que não será colhida, pois se encontra em período de recuperação para o replantio da cana ou outros usos. Área de expansão é a classe de lavouras de cana que, pela primeira vez, 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, 2020a) (CONAB, 2020b) e (UNICA, 2017)

Verifica-se que, apesar do aumento da participação de cana planta na safra 2019/20 em relação ao observado na safra anterior, alcançando 15%, o valor ainda permanece aquém do ideal (18%). O aumento da produtividade agrícola foi acompanhado por uma redução de 4% na idade média³ do canavial brasileiro, como pode ser observado no Gráfico 3. Note-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, 2020a) (CONAB, 2020b)

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.

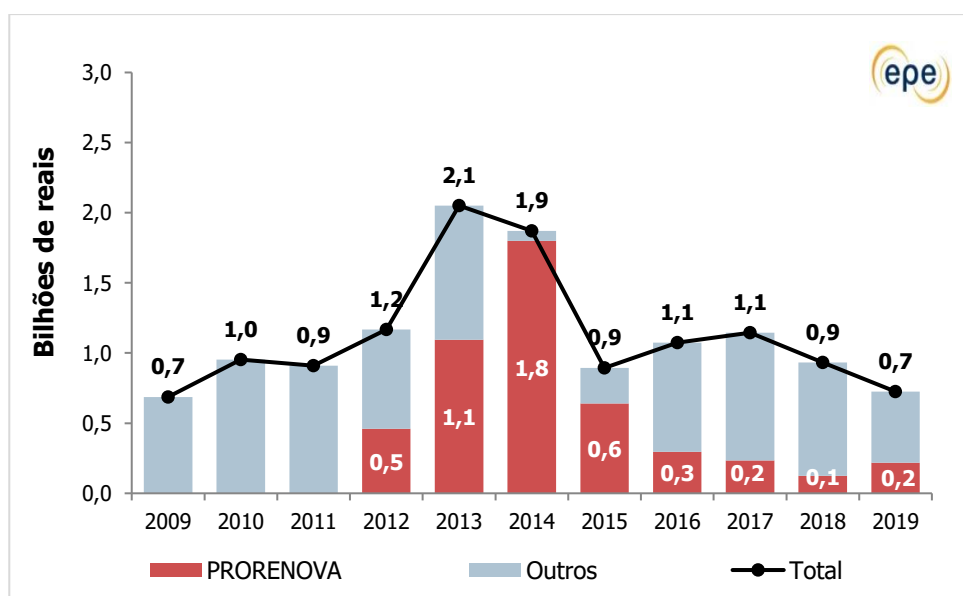
O gráfico anterior evidencia que a idade média do canavial no Brasil vinha apresentando uma queda gradual da safra 2012/13 até a 2015/16. Porém, aumentou 19% na safra 2016/17 (3,9 cortes), patamar que vem sendo mantido.

Para a safra 2020/21, a produtividade estimada pela CONAB é de 75 tc/ha, queda de 1,5% em relação à anterior (CONAB, 2020a).

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 limite por operação de financiamento é de R\$ 150 milhões, 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, 2020a).

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, 2020b)

Conforme mostra o Gráfico 4, os desembolsos totais do BNDES na área agrícola para o cultivo da cana em 2019 foram de 0,7 bilhão de reais. O gráfico evidencia que esse montante global é similar ao ocorrido em 2009, menor valor registrado na série até então. (BNDES, 2020b). Em 2019, o PRORENOVA registrou um aumento de 75%, quando comparado a 2018.

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, 2020c).

Quanto aos investimentos totais para o segmento sucroenergético, houve uma ligeira redução, mantendo-se em 2019 no patamar de R\$1,9 bilhão. Note-se que o investimento no setor teve seu ápice histórico em 2010, com a cifra de R\$ 7,4 bilhões.

Em ação importante para investimentos no setor de biocombustíveis, o Ministério de Minas e Energia aprovou a emissão de debêntures incentivadas, através da Portaria nº 252, de 17 de junho de 2019. Com esse instrumento, as empresas podem captar recursos em mercado de capitais para investir em renovação de canaviais e também em suas instalações industriais. Em 2019, 7 empresas tiveram as emissões de títulos autorizadas pelo o MME (MME, 2019b).

Rendimento da Cana (ATR⁵/tc)

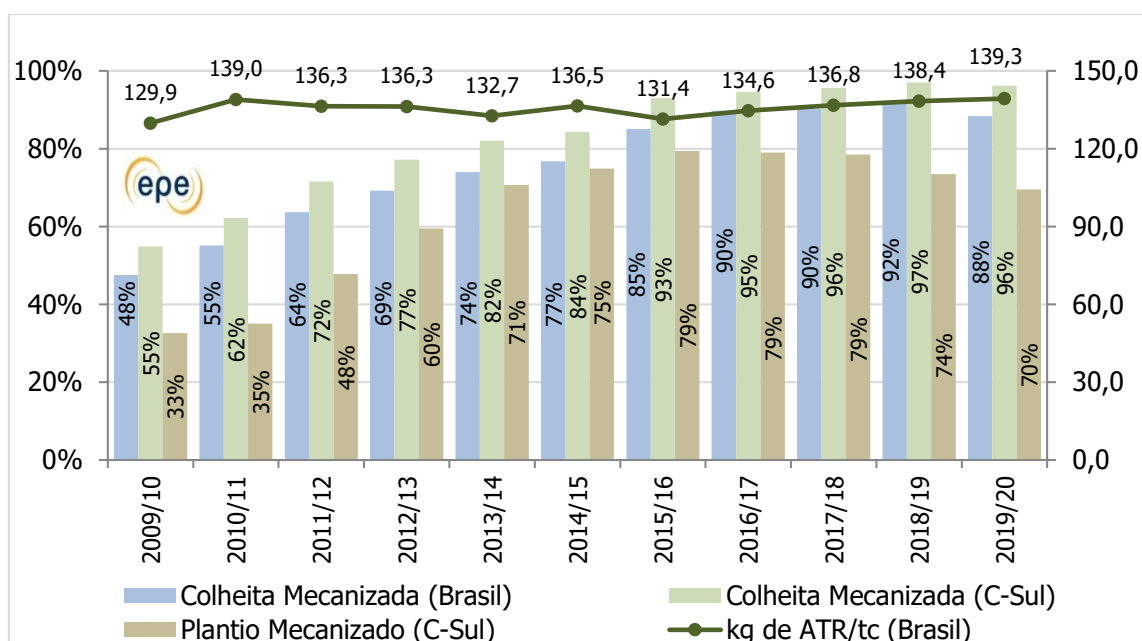
O rendimento da cana-de-açúcar na safra 2019/20 foi de 139,3 kg ATR/tc, crescimento de 0,7% em relação à anterior (138,4 kg ATR/tc), o melhor registro desde a safra 2009/2010 (CONAB, 2020a) (CONAB, 2020b). As regiões Centro-Oeste e Nordeste tiveram os maiores crescimentos, e apresentaram crescimentos de 1,9% e 1,0%, respectivamente. No Sudeste, observou-se uma redução de 0,3%. 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.

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. 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, em 2019, a mecanização da colheita no Brasil teve uma redução, de 92% para 88%. No Centro-Sul, a colheita mecanizada reduziu de 97% para 96% (CONAB, 2020a) (CONAB, 2020b), enquanto a mecanização do plantio caiu ainda mais, de 74% para 70%, mantendo a tendência observada na safra anterior (CTC, 2020). A combinação desses dois movimentos levou à ampliação da defasagem nessa região produtora, que subiu de 23% para 26% (CONAB, 2020a) (CONAB, 2020b) (CTC, 2020). Desde a safra passada observa-se uma redução da participação do plantio mecanizado nas lavouras de cana, com o objetivo de 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 foram extraídos da CONAB (CONAB, 2020a) (CONAB, 2020b), enquanto os de mecanização do plantio foram obtidos de usinas associadas ao CTC (CTC, 2020), que representam apenas uma parcela do setor sucroenergético, não incluindo fornecedores. Segundo CTC (CTC, 2020), em 2019, a mecanização da colheita no Centro-Sul foi de 98,8%.

Fonte: (CONAB, 2020a) (CONAB, 2020b), (CTC, 2020) e (UNICA, 2013a) (UNICA, 2013b) (UNICA, 2014a) (UNICA, 2017)

A Conab (CONAB, 2020a) estima que a safra 2020/21 manterá os mesmos níveis de rendimento.

É importante destacar que o principal componente que interfere no rendimento é a quantidade de impurezas totais (minerais e vegetais) presentes na cana colhida, decorrente da introdução inadequada da mecanização nos processos agrícolas, conforme mencionado anteriormente. Na safra 2019/20, esse teor manteve-se em 9,1%, concomitantemente ao de impurezas vegetais, que permaneceu em 8,1%. Como comparativo, o teor de impurezas totais no ano de 2008 foi de 6,7% (CTC, 2020) (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

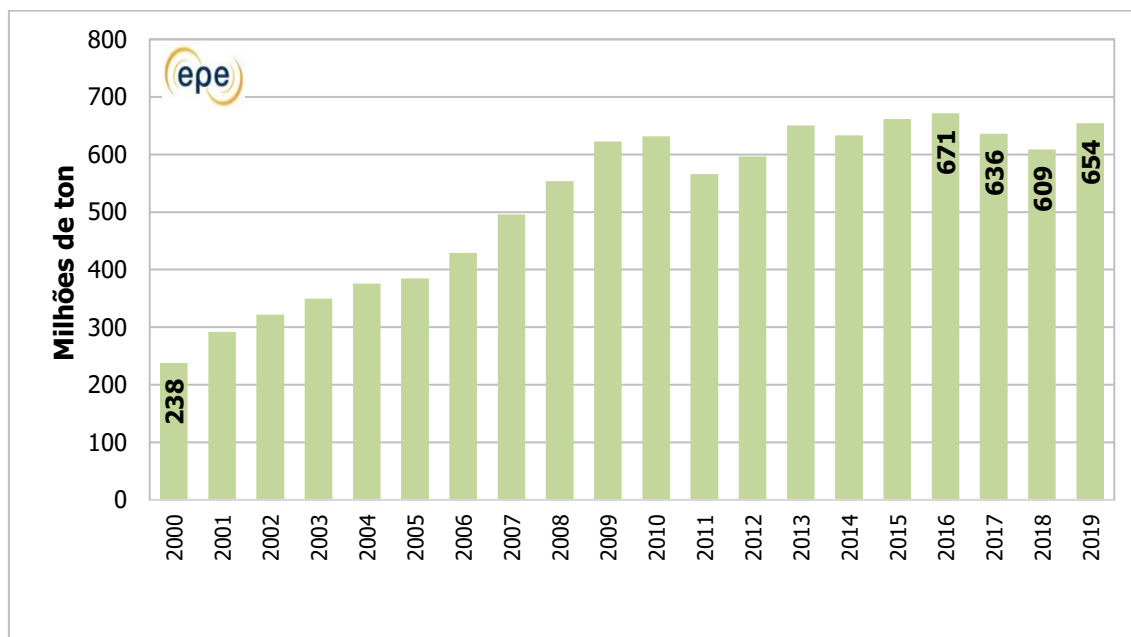
⁷ Para a colheita mecanizada, quanto mais ereta a cana permanecer, menor a quantidade de impurezas vegetais e minerais que serão levadas para dentro da unidade industrial, dada a regulação da altura de corte das ponteiros na colhedora.

próximo ao solo⁸; e o plantio de variedades mais adequadas para cada tipo de solo e colheita.

1.2. Processamento de cana-de-açúcar

O total de cana processada atingiu 654 milhões de toneladas em 2019, 7,5% superior a 2018, conforme apresenta o Gráfico 6 (MAPA, 2020). Cabe registrar que o incremento da produtividade nesse período compensou a queda na área colhida.

Gráfico 6 – Histórico anual do processamento de cana



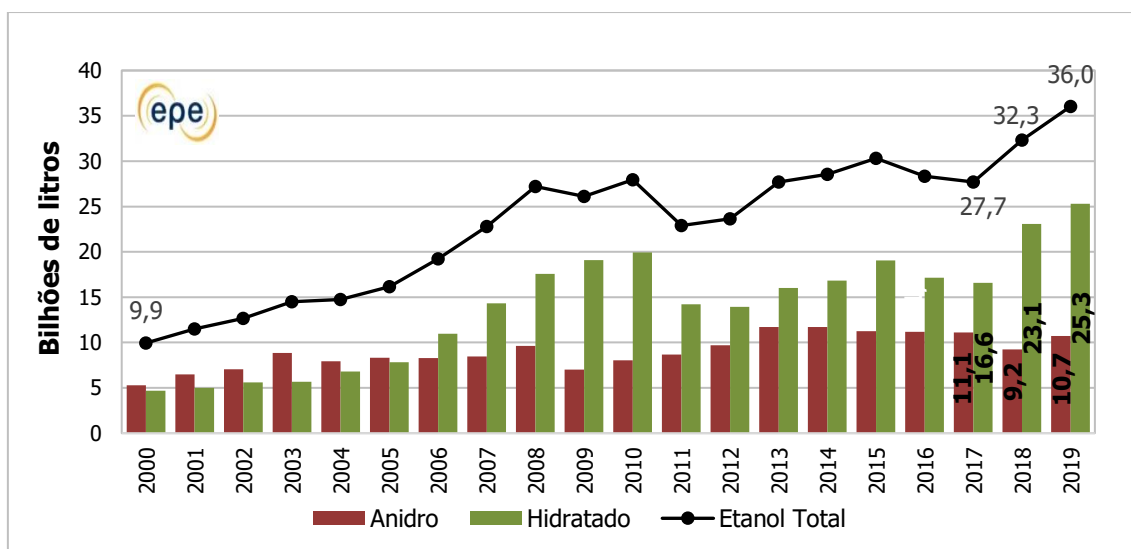
Fonte: EPE a partir de (MAPA, 2020)

Pela ótica de ano safra, a cana processada em 2019/20 (642,7 Mtc) foi 4% superior em relação à safra 2018/19, segundo a Conab (CONAB, 2020b).

1.3. Produção de etanol

Em 2019, foram produzidos 36,0 bilhões de litros de etanol, divididos em 25,3 bilhões de hidratado (aumento de 10%) e 10,7 bilhões de anidro (elevação de 16%). Assim, o volume total de etanol produzido foi 11% superior a 2018, atingindo o segundo recorde histórico consecutivo, conforme ilustra o Gráfico 7 (MAPA, 2020).

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

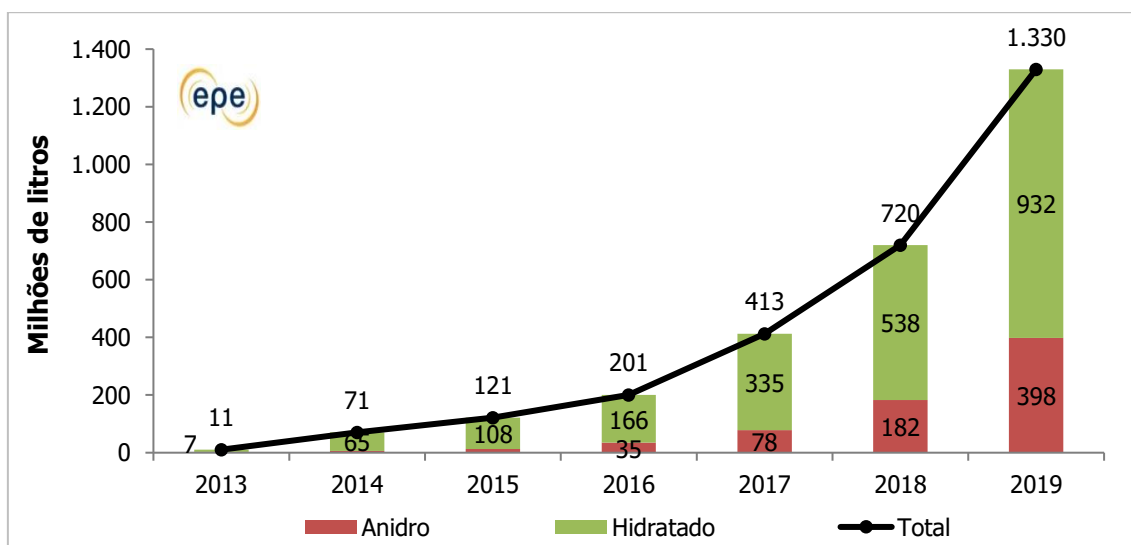
Gráfico 7 – Produção brasileira de etanol

Fonte: EPE a partir de (MAPA, 2020)

O aumento na produção de etanol em 2019 se deveu aos seguintes fatores:

- Baixa cotação dos preços de açúcar, como observado nos últimos anos (maiores detalhes no Item 1.4).
- Relação entre os preços médios do etanol hidratado e da gasolina C mais favorável ao etanol (maiores detalhes no Item 3).

Particularmente, o etanol proveniente do milho tem apresentado um elevado crescimento nos últimos anos (mais de 10 vezes). A sua produção se concentra nos estados de Mato Grosso e Goiás e atingiu 1,3 bilhão de litros em 2019 (vide Gráfico 8), 85% superior a 2018.

Gráfico 8 – Produção brasileira de etanol de milho

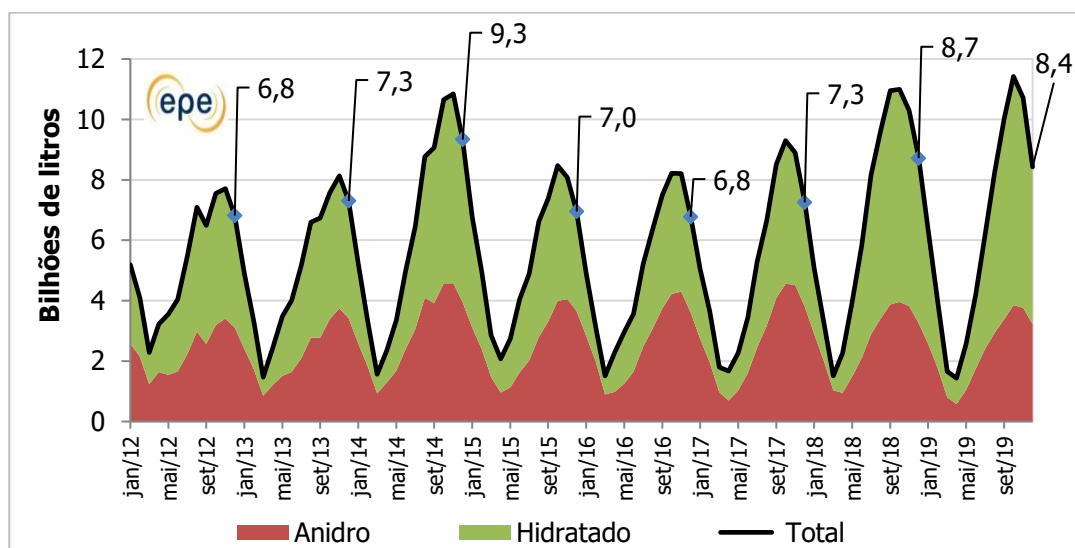
Fonte: EPE a partir de (UNICA, 2020a)

Sob a ótica de ano safra, o valor registrado em 2019/20 foi de 1,7 bilhão de litros, sendo que as estimativas para a safra 2020/21 indicam que a produção de etanol a partir do cereal será de 2,7 bilhões de litros, um crescimento de 61%, reafirmando seu potencial dentro do *portfólio* de opções para o setor de biocombustíveis e para a matriz energética brasileira (CONAB, 2020a).

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 2019, foi de 8,4 bilhões de litros de etanol. Destes, 3,2 bilhões foram de etanol anidro, o que correspondeu a uma redução de 1% em relação a dezembro de 2018. Já o etanol hidratado teve um decréscimo de 5% nos estoques. Neste período, o volume total de etanol carburante consumido aumentou 11%, o que será analisado no Item 2 deste estudo (MAPA, 2020).

Gráfico 9 – Evolução mensal do estoque físico de etanol



Fonte: EPE a partir de (MAPA, 2020)

As regras vigentes relativas ao estoque obrigatório de etanol anidro são estabelecidas pela Resolução ANP nº 719, de 22 de fevereiro de 2018 (ANP, 2018c). 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, 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.

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.

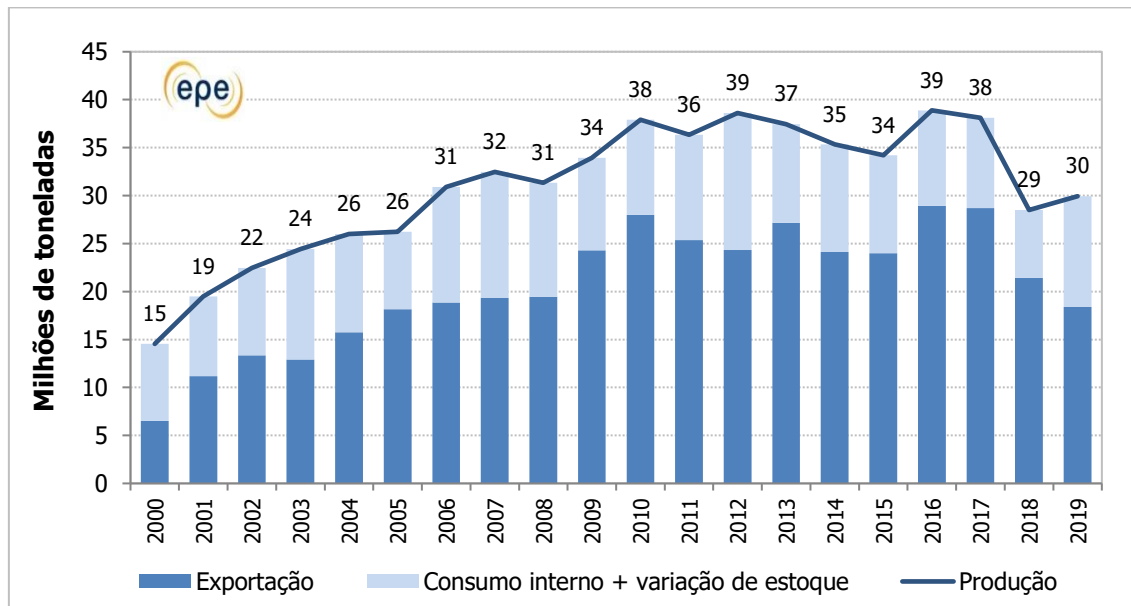
O estoque disponível de etanol anidro observado em 31 de março de 2020 foi de 1.067 milhões de litros (MAPA, 2020), volume que atende ao estipulado pela ANP.

Em 2018, o Projeto de Decreto Legislativo nº 61 (SENADO FEDERAL, 2018) propôs a flexibilização da sistemática de comercialização do etanol hidratado carburante, de forma a permitir aos seus fornecedores vendê-lo diretamente aos postos revendedores, sem a necessidade do distribuidor como agente intermediário. Esse assunto tem sido objeto de muito debate e é bastante complexo. Em 2019, a EPE elaborou estudo sobre a venda direta de etanol hidratado, aprofundando avaliação preliminar realizada no ano anterior (EPE, 2019d). O estudo apontou que, para que a venda direta seja possível, tornam-se necessárias alterações na legislação tributária e nos dispositivos que regulam e fiscalizam o funcionamento do mercado.

1.4. Produção de açúcar

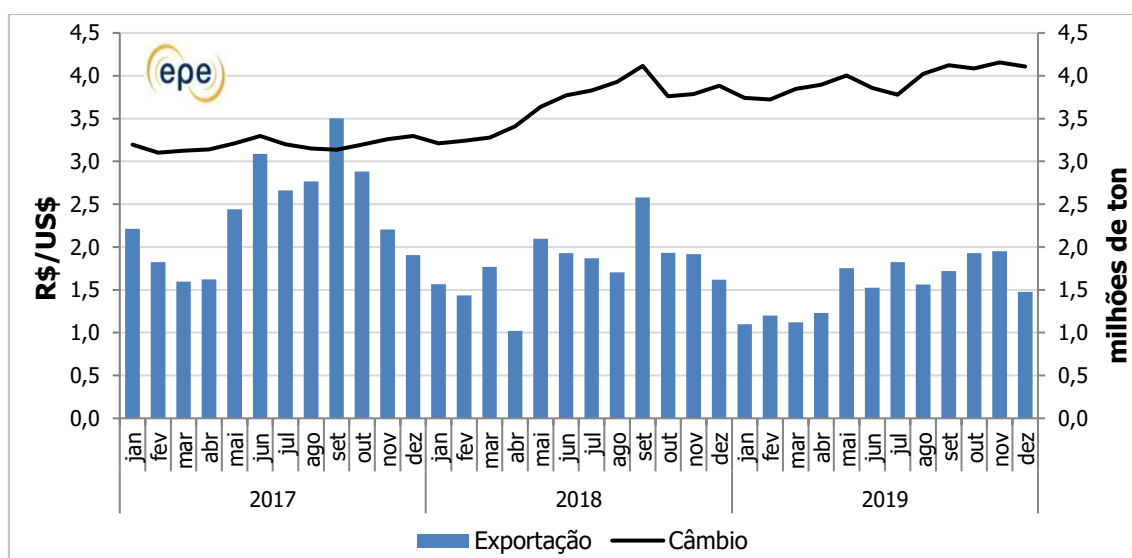
Em 2019, a produção brasileira de açúcar alcançou 30 milhões de toneladas (5% superior a 2018), conforme pode ser observado no Gráfico 10. A exportação exibiu uma queda de 3,0 milhões de toneladas, enquanto que a componente “consumo interno + variação de estoques” teve um aumento de 4,5 milhões. Em 2019, as exportações de açúcar foram de 18,4 milhões de toneladas (redução de 14%), constituindo o menor registro desde 2005 (MAPA, 2020).

Gráfico 10 – Produção e exportação brasileira de açúcar



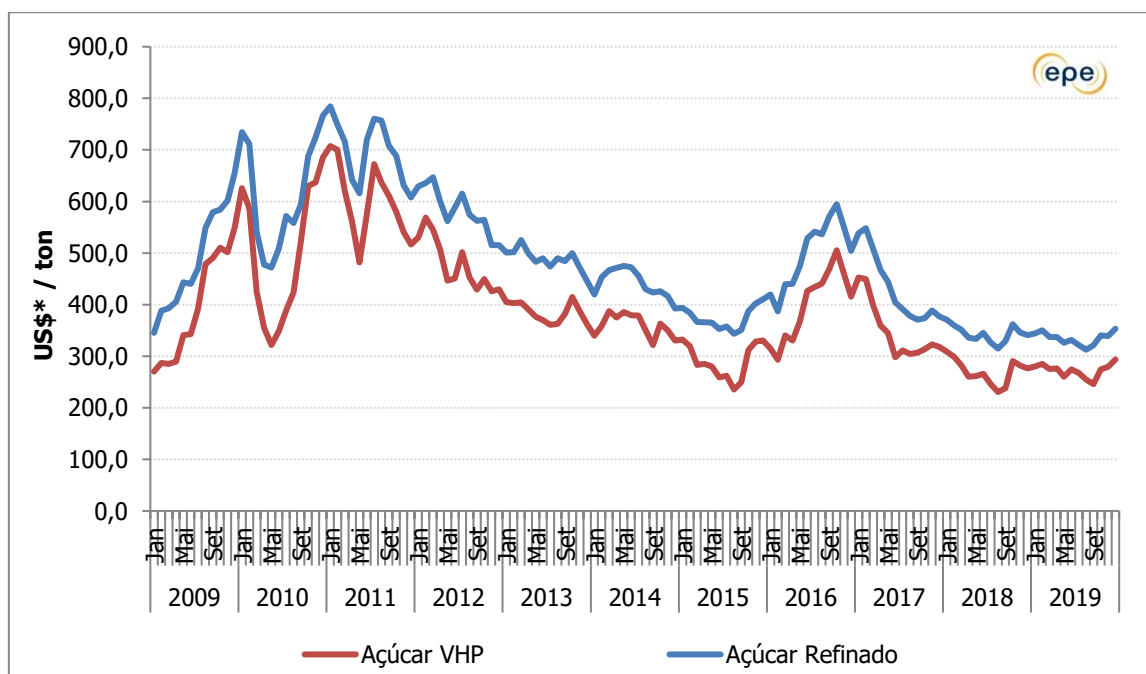
Fonte: EPE a partir de (MAPA, 2020)

O Gráfico 11 mostra o comportamento das exportações mensais brasileiras de açúcar, que se mantiveram bem abaixo do observado em anos anteriores, similarmente ao observado em 2018. Note-se que a cotação do dólar apresentou trajetória crescente ao longo do ano de 2019.

Gráfico 11- Exportação brasileira de açúcar e câmbio

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

No que concerne aos preços médios do açúcar VHP (NYCSCE/ICE) e cristal (LIFFE), houve uma queda, em relação ao ano de 2018, respectivamente, de 1% e 3%, como se pode observar através da análise do Gráfico 12. A partir de setembro de 2019, o açúcar apresentou uma valorização, com sinais claros de 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.

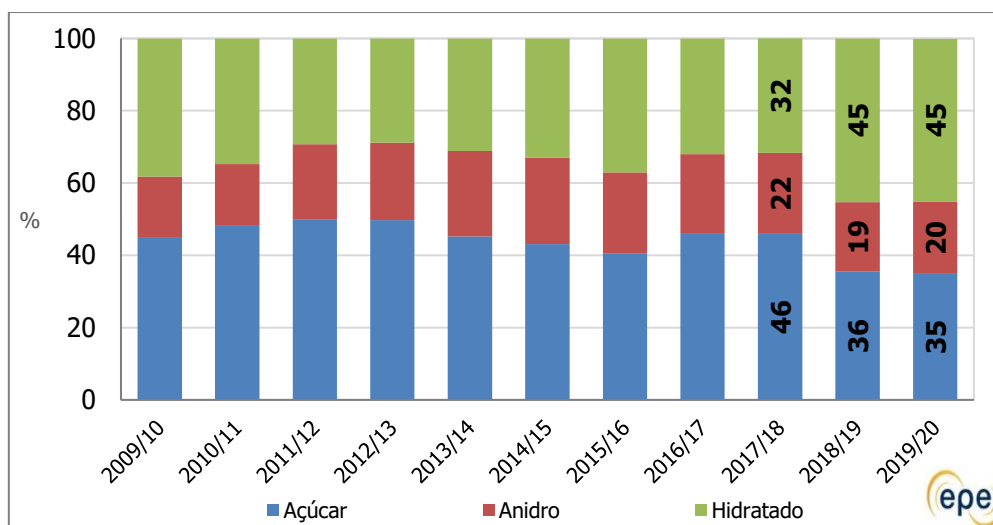
Fonte: EPE a partir de USDA (2020)

A safra mundial 2018/19 apresentou um balanço (oferta/demanda) negativo, na ordem de 800 mil toneladas, com a relação estoque/consumo em 46,7%. Para a safra 2019/20, a expectativa é de que ocorra um *déficit* de cerca de 10 milhões toneladas e uma relação estoque/consumo de 40%, menor valor desde 2011/12. As perspectivas para a próxima safra (2020/21) são de uma maior pressão no balanço de oferta e demanda. O mercado depende de como se comportará a produção de importantes *players*, como Brasil, Índia e Tailândia. Para a safra 2020/21, estima-se um déficit de 3,0 milhões de toneladas, com relação estoque/consumo de 38,3%. (DATAGRO, 2020).

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, em 2015, a Organização Mundial da Saúde recomendou 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). Dessa forma, alguns países, como México, França, Noruega 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 2019, o percentual de ATR destinado à produção do etanol foi de 65%, similar ao observado no ano anterior, conforme mostra o Gráfico 13 (CONAB, 2020a). Note-se que, em todo o período analisado, as usinas brasileiras têm destinado a maior parte do ATR para o etanol. Desde o final da safra 2018/2019, com o *superávit* no balanço mundial de açúcar e a queda na sua cotação, houve uma destinação ainda maior para a produção do biocombustível. Na safra 2020/21, essa distribuição deverá apresentar uma variação de 7 pontos percentuais para o açúcar, superando 42%, mas ainda se mantendo num perfil majoritariamente alcooleiro.

Gráfico 13 – *Mix* de produção (açúcar x etanol)

Fonte: EPE a partir de (CONAB, 2020a)

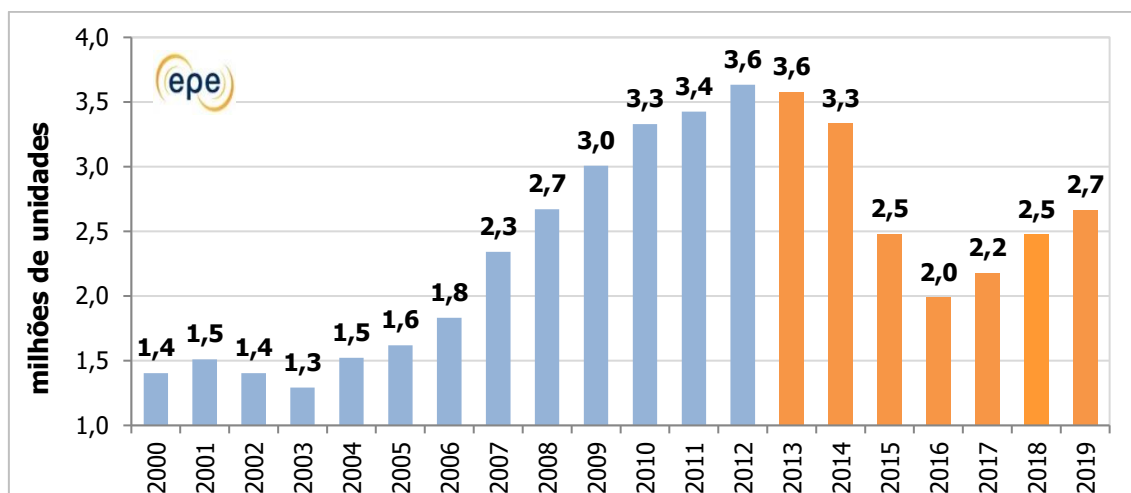
Em 2019, a remuneração do ATR no estado de São Paulo foi de R\$0,63/kg ATR (CONSECANA, 2020), valor 11% superior ao observado em 2018.

2. Demanda do Ciclo Otto

2.1. Licenciamento e frota de veículos leves

Em 2019, foram licenciados 2,7 milhões de veículos leves novos no Brasil, 7,7% a mais que em 2018 (ANFAVEA, 2020). Este terceiro aumento sucessivo, após um período de quatro quedas consecutivas, conduziu o licenciamento anual ao patamar do registrado em 2008, ainda abaixo do recorde de 3,6 milhões de unidades, licenciadas em 2012 e 2013, conforme mostra o Gráfico 14.

Gráfico 14 – Licenciamentos de veículos leves



Fonte: EPE a partir de (ANFAVEA, 2020)

Do total de licenciamentos de veículos leves, na segmentação por porte, 84,9% foram automóveis e 15,1% comerciais leves. Na separação por combustível, a categoria *flex fuel* apresentou a maior participação no licenciamento total, com 87,4%, seguida pelos veículos movidos a diesel com 9,4%, a gasolina com 2,8%, e um pequeno percentual de veículos híbridos (11.858 unidades, 0,4% do total). Note-se que, apesar da reduzida participação, o total de híbridos licenciados em 2019 foi quase o triplo do registrado no ano de 2018. No que tange à motorização, pelo décimo ano consecutivo, foram licenciados majoritariamente automóveis com motores entre 1.0 e 2.0, respondendo a 59,4% do total (ANFAVEA, 2020).

A comercialização de veículos usados¹¹ aumentou ligeiramente em 2019 (2,2% superior em relação a 2018), alcançando 14,6 milhões de unidades, o que representou 84,6% das vendas totais de veículos (novos + usados). Houve decréscimo de 6,8% nas vendas de usados seminovos (0 a 3 anos), de 2018 para 2019, as quais atingiram 2,3 milhões de unidades, o menor valor dos últimos cinco anos. Por outro lado, ocorreu aumento de

¹¹ Inclui motos e comerciais pesados usados.

4,1% nas vendas de usados mais antigos¹², chegando a 12,3 milhões de unidades (FENAUTO, 2020).

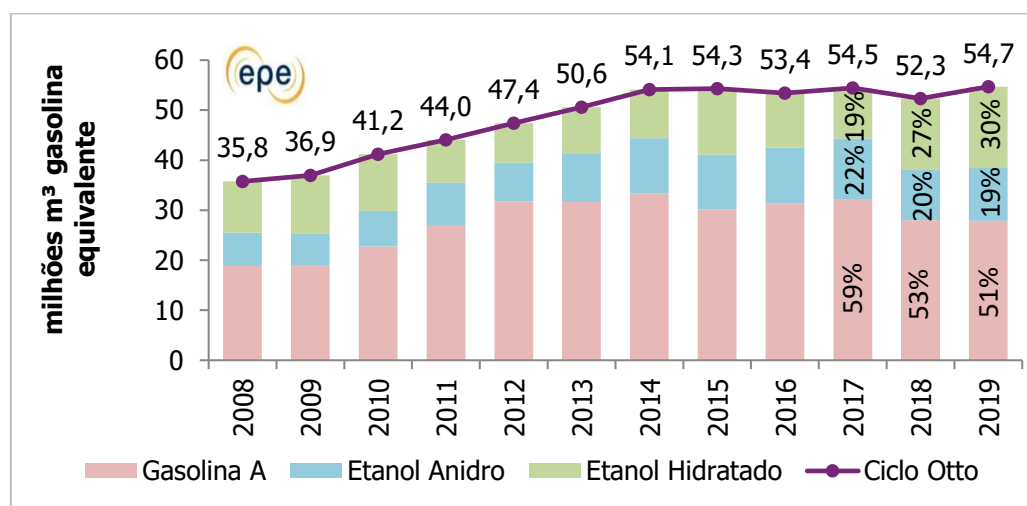
Quanto às motocicletas, em 2019 foram licenciadas 1,1 milhão de novas unidades, 13,3% a mais do que no ano anterior, conforme dados da ABRACICLO (ABRACICLO, 2020). Este foi o segundo aumento após um período de seis quedas consecutivas.

Como resultado do licenciamento observado em 2019, a frota brasileira de veículos leves ciclo Otto cresceu 1,5%, totalizando 38 milhões de unidades, com a tecnologia *flex fuel* representando 78,4% do total.

2.2. Demanda de combustíveis da frota ciclo Otto

A demanda total de energia dos veículos leves do ciclo Otto, em 2019, foi de 54,7 bilhões de litros de gasolina equivalente, um acréscimo de 4,6% sobre o ano anterior. Na distribuição por combustíveis, a gasolina A caiu de 53,5% para 50,9%, e o etanol hidratado subiu de 26,9% para 29,8% conforme mostra o Gráfico 15. Já a participação do etanol anidro foi de 19,5% para 19,3%, mantendo o mesmo patamar de 2019. Este movimento fez com que o etanol total carburante ampliasse sua participação de 46,5% em 2018 para 49,1% em 2019, aumentando ainda mais a renovabilidade da matriz de ciclo Otto (EPE, 2020a). Os motivos para esse comportamento serão citados na próxima seção deste documento.

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

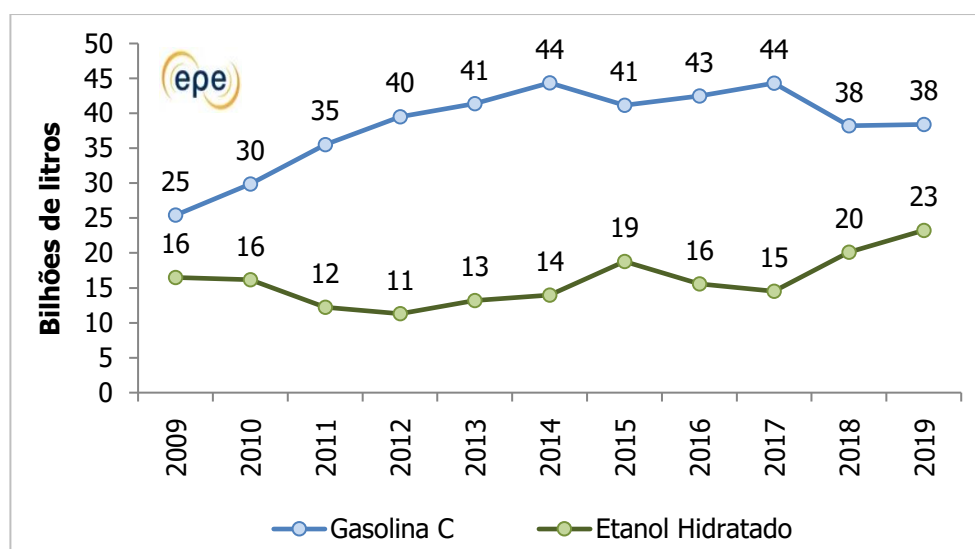


Nota: Os dados de demanda excluem a parcela relativa ao GNV.

Fonte: EPE a partir de (EPE, 2020a)

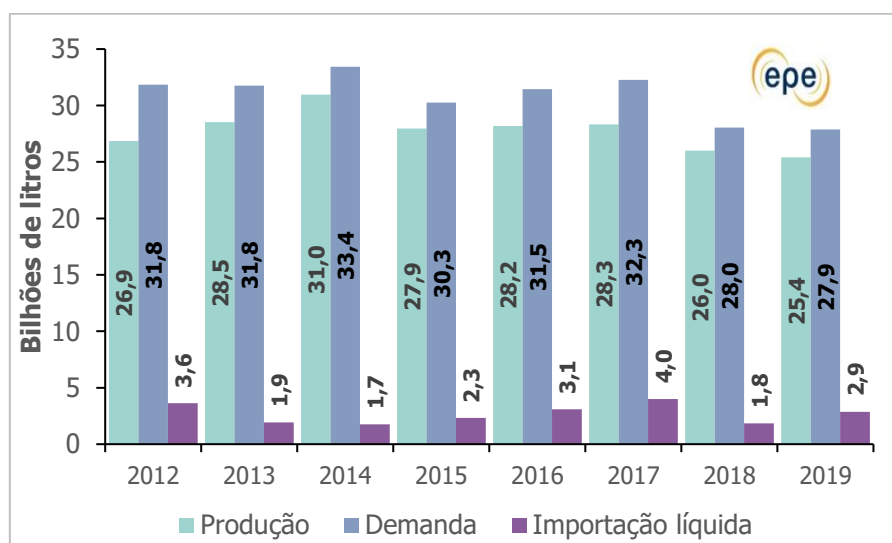
A demanda do etanol hidratado em 2019 totalizou 23,2 bilhões de litros, representando um crescimento de 15,5% em relação ao ano anterior e o consumo de gasolina C perfaz 38,4 bilhões de litros, mantendo os mesmos níveis observados em 2019 (EPE, 2020a), como ilustra o Gráfico 16.

¹² Veículos usados com idades superiores a 3 anos. Inclui motos e comerciais pesados.

Gráfico 16 – Demanda anual de etanol hidratado e gasolina C

Fonte: EPE a partir de (EPE, 2020a)

O Gráfico 17 apresenta a evolução da demanda, produção e importação líquida de gasolina A, para o período 2012-2019.

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

Fonte: EPE a partir de (EPE, 2020a)

Em 2019, enquanto a demanda nacional de gasolina A manteve o mesmo patamar do ano anterior, registrando 28 bilhões de litros, a sua produção apresentou uma queda de 2,4% atingindo 25 bilhões de litros. O saldo comercial de gasolina A foi de 2,9 bilhão de litros de importação líquida, um expressivo aumento de 56% em relação ao valor do ano anterior (EPE, 2020a). A carga de petróleo processada nas refinarias foi ligeiramente reduzida, 1,0% em relação aos valores de 2019 (ANP, 2020g). Enquanto a demanda do diesel fóssil aumentou 2,4%, sua produção pelo parque de refino nacional caiu 1,5% (mais detalhes no item 6).

3. Análise Econômica

3.1. Preços de combustíveis do ciclo Otto

No ano de 2019, os preços do etanol hidratado apresentaram uma redução, em valores constantes de dezembro de 2019, de 4,1%, e os da gasolina C, tiveram uma queda média de 4,5%, como será detalhado adiante. Conforme descrito no Item 1, o perfil de produção das usinas continuou predominantemente alcooleiro, em consonância com a manutenção de baixo patamar de preços 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.

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).

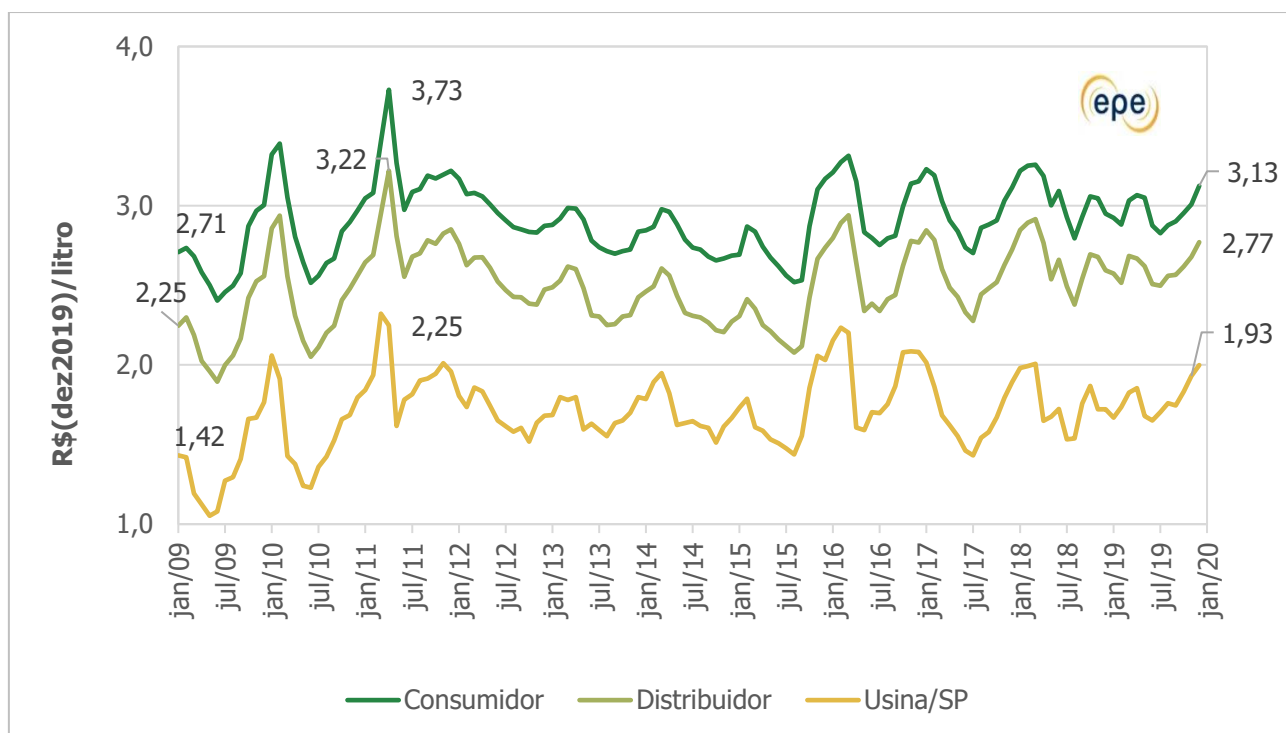
O Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) divulga, a cada mês, os Preços de Referência dos Combustíveis, estabelecendo o Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final (PMPF)¹³, que serve como parâmetro para a cobrança do ICMS (CONFAZ/MF, 2020).

Dessa forma, para uma demanda de combustíveis do ciclo Otto 4,6% superior à observada no ano anterior, o consumo de etanol hidratado apresentou um aumento de 15,5%, enquanto que a gasolina C manteve-se no mesmo patamar, com ligeiro aumento de 0,5% (EPE, 2020a).

O Gráfico 18 apresenta um comparativo dos preços médios¹⁴ de etanol hidratado para o consumidor (Brasil), no distribuidor (Brasil) e nas usinas (São Paulo).

¹³ As mudanças foram nos seguintes Estados: AC, AL, AP, ES, MA, MT, PI, RR, RS, SP e TO.

¹⁴ Os preços médios ponderados pela produção brasileira das unidades da federação estão em valores constantes, deflacionados pelo IPCA de dezembro de 2019.

Gráfico 18 – Preços de etanol hidratado

Nota: Preços deflacionados pelo IPCA, em valores constantes de dezembro de 2019.

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

A diferença entre os preços máximo e mínimo do etanol hidratado ao consumidor ao longo de 2019 foi de R\$ 0,30/litro (10,5%, entre dezembro e julho), valor menor do que os observados nos dois últimos anos: em 2018, de R\$ 0,46/litro (16,6%, entre março e agosto), e em 2017, de R\$ 0,53/litro (19,5%, entre janeiro e julho), em valores constantes de dezembro de 2019.

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 2019, reduziu-se com o início da safra e, posteriormente, voltou a se elevar quando esta se encaminhava para o fim. Ao cotejar com os mesmos meses de 2018, a diferença máxima de valores chegou a R\$ 0,37 por litro (o equivalente a redução de 11,4%) em fevereiro/2019. Destaca-se que a margem média anual na revenda de etanol hidratado em 2019, de R\$ 0,36/litro, ficou cerca de 10% abaixo da observada em 2018 (R\$ 0,39/litro). Por outro lado, as margens na distribuição atingiram R\$ 0,82/litro, um decréscimo de 8,9%.

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.

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

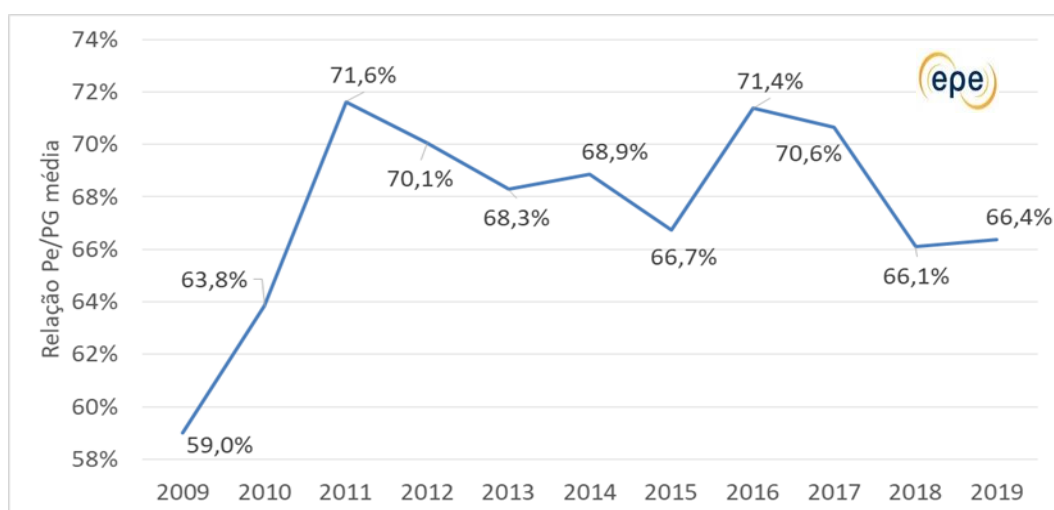
Ano	Hidratado (R\$/dez2019/l)	Var. (% a.a.)	Gasolina C (R\$/dez2019/l)	Var. (% a.a.)	PE/PG	Var. (% a.a.)
2009	2,50	73,9	4,24	69,2	0,59	2,8
2010	2,74	84,6	4,30	70,7	0,64	8,2
2011	3,07	11,7	4,28	-0,5	0,72	12,2
2012	2,84	-7,2	4,06	-5,1	0,70	-2,2
2013	2,74	-3,8	4,01	-1,3	0,68	-2,5
2014	2,70	-1,3	3,92	-2,1	0,69	0,8
2015	2,67	-1,2	3,99	1,9	0,67	-3,1
2016	2,93	10,0	4,11	2,9	0,71	6,9
2017	2,88	-1,9	4,07	-0,9	0,71	-1,0
2018	3,03	5,3	4,58	12,5	0,66	-6,4
2019	2,90	-4,1	4,38	-4,5	0,66	0,4

Nota: Os preços de etanol hidratado e gasolina C foram deflacionados pelo IPCA, em relação a dezembro de 2019.

Fonte: EPE a partir de (ANP, 2020b) (BC, 2020).

Em 2019, de maneira geral, o comportamento do preço do etanol hidratado, ao longo dos meses, foi similar ao observado para a gasolina C.

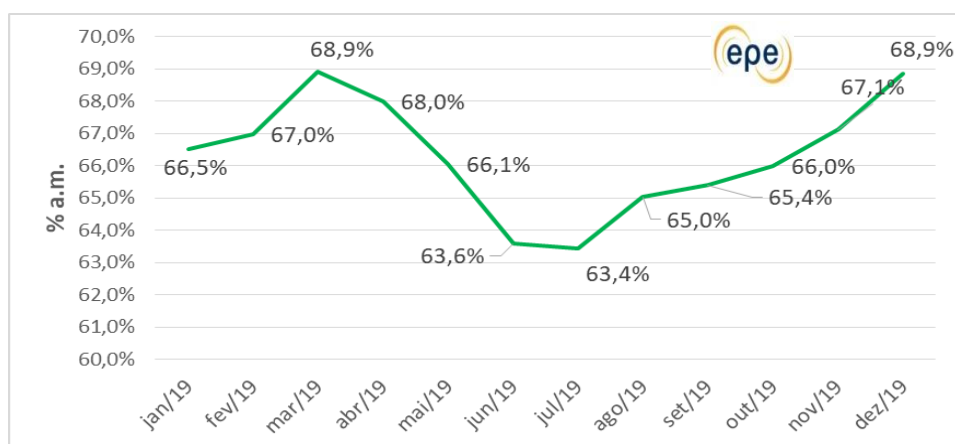
O valor médio do etanol hidratado na bomba foi de R\$ 2,90/litro em 2019, um decréscimo de 4,1% comparado com o ano anterior, enquanto que a gasolina C caiu 4,5%, correspondendo a R\$ 4,38/litro. O preço do biocombustível teve uma redução semelhante à da gasolina C, o que resultou na estabilização do preço relativo (PE/PG), em relação ao observado em 2018. Como efeito dessa manutenção, em 2019, a razão média entre preços foi de 66,4%, valor considerado favorável ao consumo do etanol, e representando uma relação ligeiramente superior (apenas 0,30%) à de 2018. O Gráfico 19 ilustra a variação do preço médio anual relativo (PE/PG) desde 2009.

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

Fonte: EPE a partir de (ANP, 2020b)

O preço relativo PE/PG mensal ao longo de 2019 está ilustrado no Gráfico 20. Em janeiro, a relação PE/PG era de 66,5%, aumentou ligeiramente em fevereiro e março para 67,0 e 68,9%, respectivamente, caindo daí em diante, até chegar ao patamar de 63,4% em julho. A partir de então, exibiu uma trajetória de crescimento até dezembro, quando atingiu o valor de 68,9%. Dessa forma, durante todos os meses do ano, o etanol hidratado mostrou-se competitivo. Observe-se que São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso, representando, respectivamente, 48%, 16%, 10% e 6% da produção total de etanol no país, apresentaram em 2019 uma relação PE/PG média favorável ao consumo do biocombustível.

Gráfico 20 – Relação PE/PG mensal em 2019

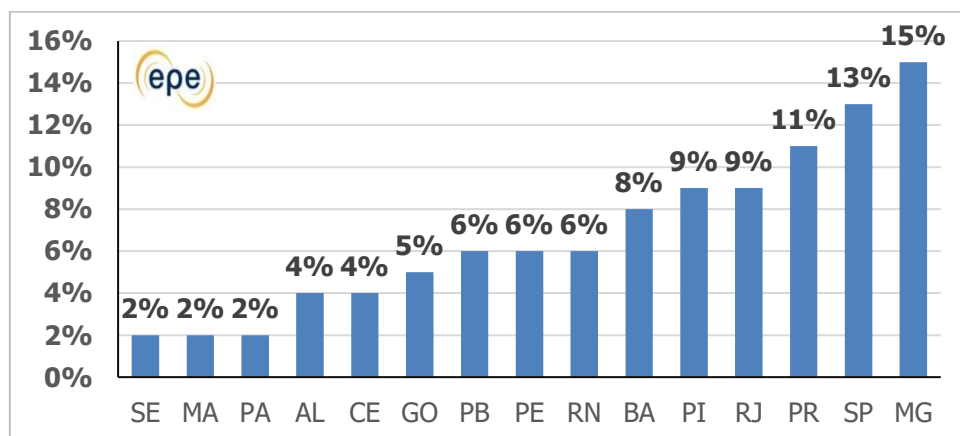


Fonte: EPE a partir de (ANP, 2020b).

3.2. ICMS nos combustíveis do ciclo Otto

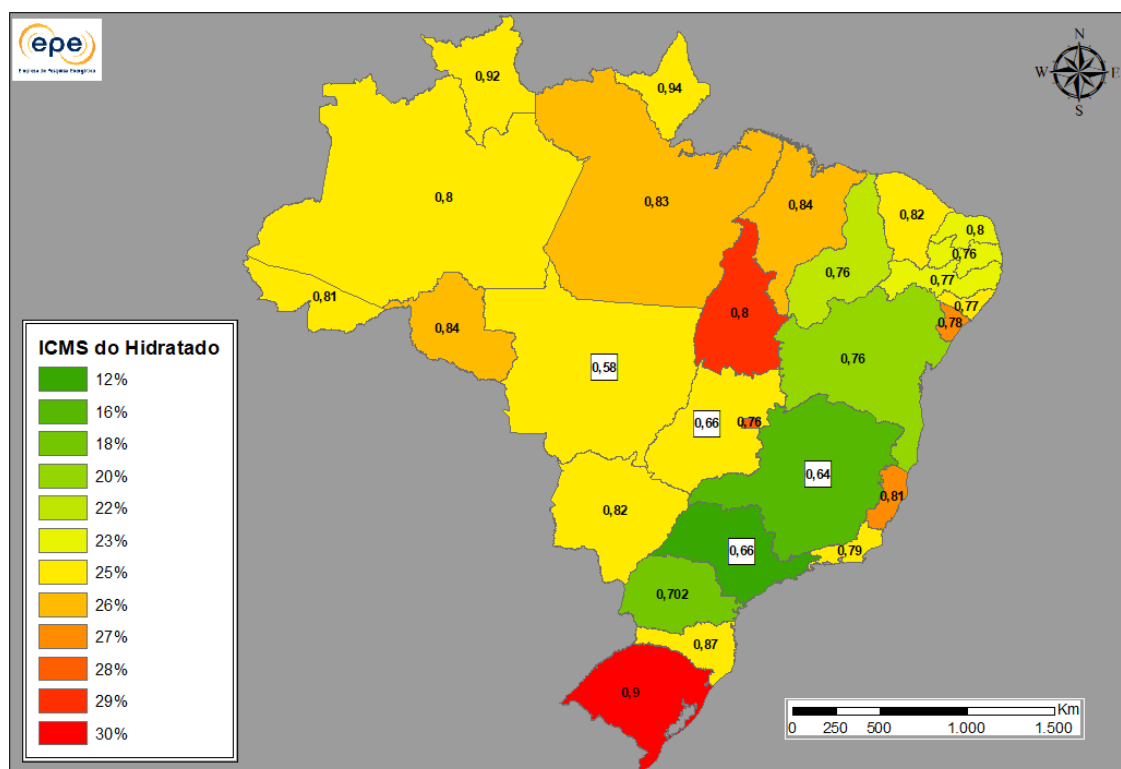
Em 2019, analogamente aos anos anteriores, 15 estados continuaram possuindo diferenciação nas alíquotas de ICMS do etanol e da gasolina, como forma de fomento ao mercado do biocombustível, conforme ilustra o Gráfico 21. Minas Gerais e São Paulo mantiveram a maior diferença entre os tributos, 15% e 13%, respectivamente.

Gráfico 21 – Diferenciação Tributária - ICMS (gasolina x etanol) 2019



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

A Figura 1 ilustra a relação entre a taxa de ICMS e a competitividade do etanol hidratado nos estados brasileiros em 2019.



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

Figura 1 – Alíquota de ICMS do etanol e relação PE/PG por estado em 2019

Em 2019, a relação média PE/PG para o Brasil foi de 66,4%. O estado de Mato Grosso apresentou uma razão média anual de 58%, a menor do país. Em São Paulo, maior produtor e consumidor¹⁵, a relação média foi de 65,6% (a alíquota de ICMS para o etanol é a menor do país, 12%). Em Minas Gerais, que possui a segunda menor alíquota (16%), o valor de PE/PG anual foi de 64,4%. Os estados menos competitivos foram Amapá e Roraima, onde o preço do etanol atingiu, em média, 94% e 92% do preço da gasolina C, respectivamente, tendo estado igual ou ligeiramente inferior ao preço do derivado fóssil em diversos meses do ano.

¹⁵ São Paulo representou 48,1% da produção nacional do etanol (anidro e hidratado) e 47,2% do consumo brasileiro de hidratado em 2019 (MAPA, 2020).

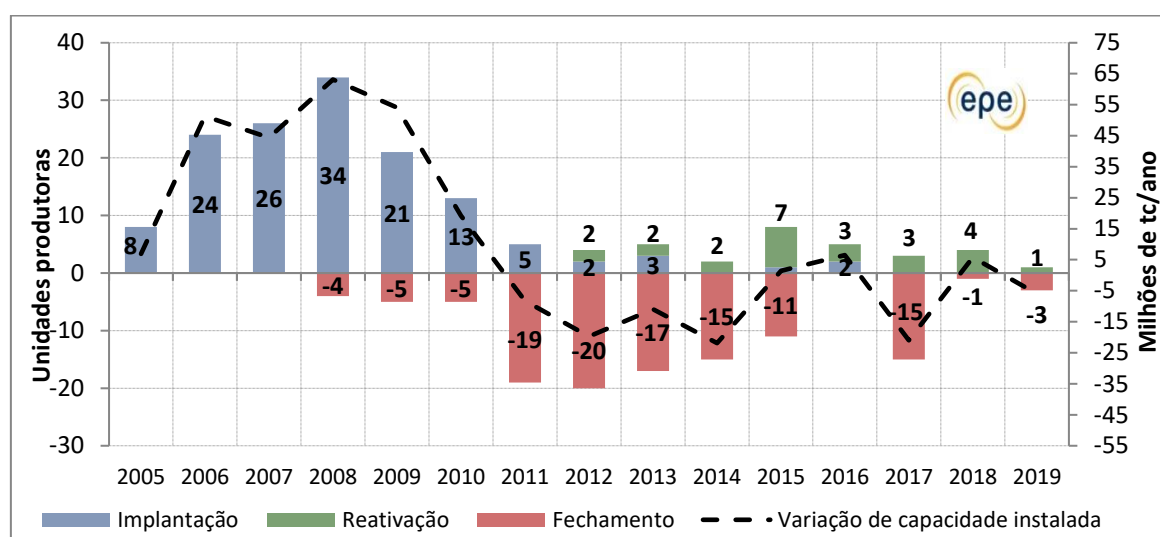
4. Capacidade de Produção e Infraestrutura de Etanol

4.1. Capacidade produtiva

Em 2019, ocorreu a reativação de uma unidade produtora¹⁶, com capacidade de moagem de 1,5 milhão de toneladas. Por outro lado, foram paralisadas três unidades com capacidade agregada de 7,5 milhões de toneladas. Neste ano, não houve implantação de nenhuma nova unidade de etanol de cana. Desta forma, o saldo anual equivale a um aumento de cerca de 6 milhões de toneladas.

O Gráfico 22 mostra o fluxo de implantação, reativação e fechamento de unidades entre 2005 e 2019. Verifica-se que o número de novas implantações caiu significativamente desde 2011. Estima-se que a capacidade nominal de moagem de cana tenha aumentado 165 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 (2020b) (MAPA, 2020) e (UNICA, 2014) (UNICA, 2014b)

De acordo com o MAPA (MAPA, 2020b), o número de unidades sucroenergéticas em operação em dezembro de 2019 era 366, correspondendo a uma capacidade de moagem efetiva de cerca de 745 milhões de toneladas¹⁷. Portanto, adotando a moagem realizada no ano de 2019, que foi de aproximadamente 654 milhões de toneladas, a taxa de ocupação da indústria sucroalcooleira foi de 88%.

Em 2019, foi implantada duas unidades *full* de etanol de milho e uma *flex*, totalizando 12 usinas operacionais (sendo 4 *full* e 8 *flex*). No fim do ano, a capacidade total de processamento de milho foi de 9,4 milhões de toneladas por ano e a de produção de

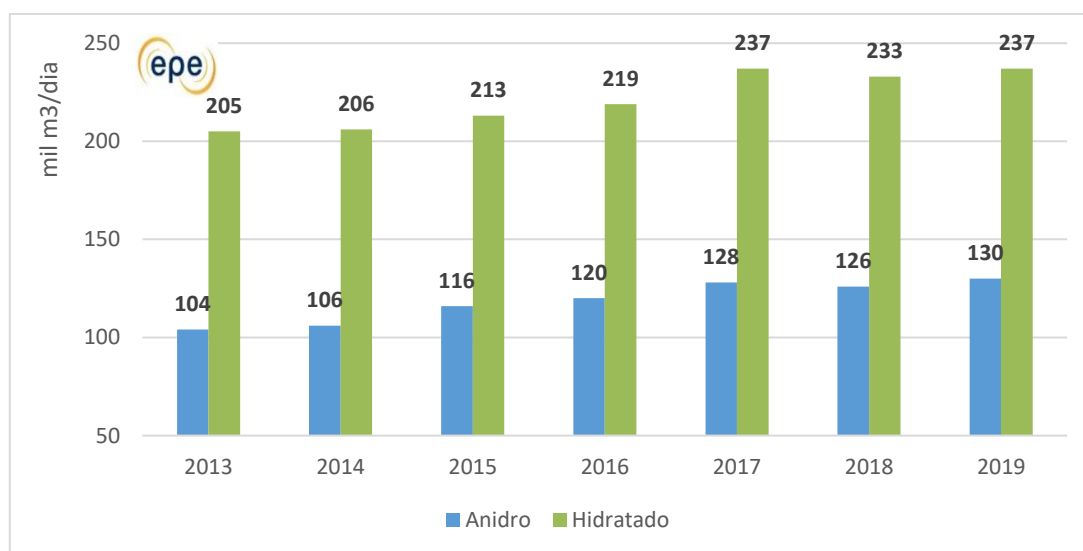
¹⁶ Na contabilidade atual não são consideradas: unidades identificadas como produtoras de aguardente (inclusive as cadastradas no MAPA); unidades produtoras de etanol não derivados de cana e aquelas que paralisaram e retornaram no mesmo ano civil.

¹⁷ O cálculo considera as unidades que paralisaram as operações até 31 de dezembro de 2019, assim como as ampliações de capacidade de moagem realizadas no mesmo ano. Também considera um fator de capacidade médio de 90%.

etanol de cerca de 2,0 bilhões de litros/ano. Segundo a ANP e a União Nacional do Etanol de Milho, foram identificadas dez unidades em construção, em sua maioria do tipo *full*, que agregarão 2,4 bilhões de litros na capacidade produtiva de etanol proveniente deste cereal (ANP, 2020a) (**UNEM, 2019**).

Segundo a ANP, ao final de dezembro de 2019, 363 unidades estavam aptas a comercializar etanol anidro e hidratado¹⁸, cujas capacidades de produção eram de 130 mil m³/dia e 237 mil m³/dia, respectivamente. Adicionalmente a essas unidades, havia quinze solicitações para construção de novas usinas, que adicionarão uma capacidade de 3.400 m³/dia de anidro e 5.000 m³/dia de hidratado (**ANP, 2020a**). O Gráfico 23 apresenta a evolução da capacidade instalada de produção de etanol no Brasil desde 2013, onde pode-se observar um incremento de 32 mil m³ / dia para o hidratado e 26 mil m³ / dia para o anidro.

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



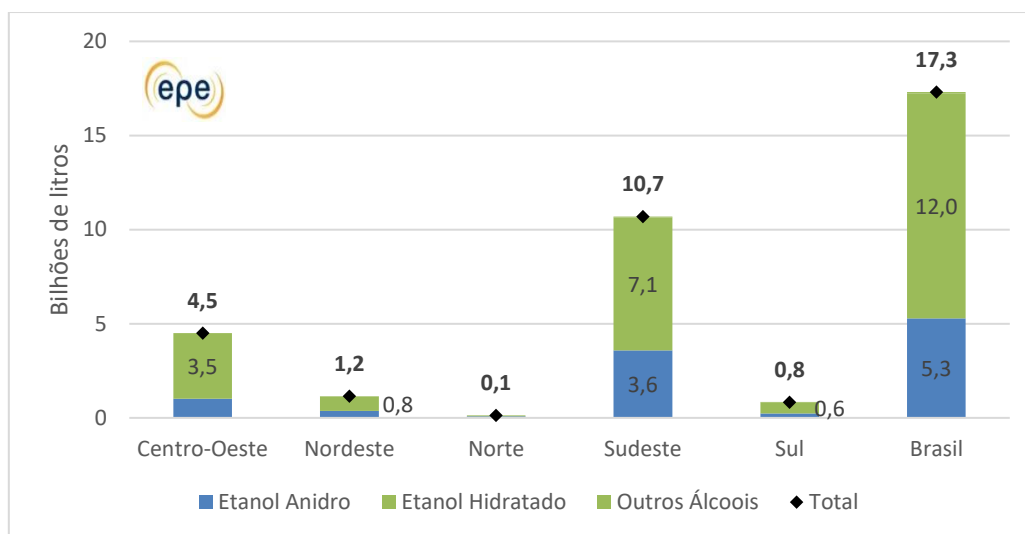
Fonte: EPE a partir de (ANP, 2020a)

O MAPA realiza o controle das unidades do setor sucroalcooleiro 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 2019, o Brasil registrou uma capacidade de tancagem superior a 17 bilhões de litros, sendo 12 para o hidratado, 5,3 para o anidro e 0,06 para outros álcoois. Dentre as regiões, destaca-se a Sudeste com 10,7 bilhões de litros (62%), o que mostra conformidade com os maiores volumes consumidos pela mesma. O Gráfico 24 apresenta a capacidade brasileira de tancagem por tipo de etanol e por região em 2019.

¹⁸ O relatório não caracteriza se a unidade está operando ou se está parada e não constam as unidades exclusivamente produtoras de açúcar. Inclui uma unidade *full* de milho.

Gráfico 24 – Capacidade brasileira de tancagem de etanol por região em 2019

Fonte: EPE a partir de (ANP, 2020e)

4.3. Dutos

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, capacidade anual máxima de transporte de até 6 bilhões de litros de etanol (**LOGUM, 2020**).



Fonte: (LOGUM, 2020)

Figura 2 – Sistema integrado de logística para o etanol

Os trechos dos dutos que já 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 **(LOGUM, 2020)**.

Em 2019, o volume de etanol movimentado foi de 2,5 milhões de litros, 4,2% a mais do que no ano anterior. Em 24 de outubro de 2019, o Ministério das Minas e Energia publicou Portarias para o enquadramento de projetos de dutovias para o transporte de combustíveis dentro do Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI). Este regime beneficia empresas com projetos para implantação de obras de infraestrutura nos setores de transportes, portos, energia. Este benefício representa uma redução nos custos de implantação do projeto em cerca de 4,5% **(MME, 2019a)**.

Dentre os próximos projetos de expansão da malha de dutos destaca-se uma nova conexão no estado de São Paulo que ligará o Terminal Terrestre de Guararema às bases de distribuidoras em São José dos Campos. Com 42,5 km de linha, o etanolduto passará pelos municípios de Guararema, Santa Branca, Jacareí e São José dos Campos e prevê-se que já estará operacional em 2021, com capacidade de 40 milhões de litros anuais **(NOVACANA, 2020c)**.

A construção do duto ainda depende do parecer final da agência reguladora, a ANP, e o projeto ainda se encontra com os documentos em análise pela agência **(NOVACANA, 2020c)**.

4.4. Portos

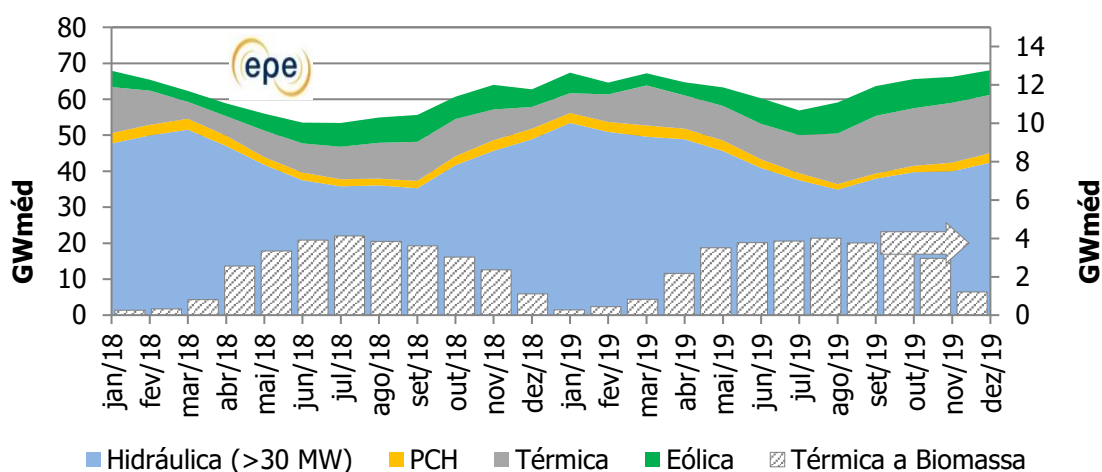
Praticamente todo o etanol exportado utilizou-se da via marítima em 2019 (2,0 bilhões de litros) enquanto que as importações por esta via totalizaram 99,0% (1,4 bilhão de um total de 1,5 bilhão de litros). O Porto de Santos – SP representou 85,2% dos volumes exportados, seguido pelo de Paranaguá – PR, com 14,8% **(ME, 2020)**. O Porto de São Luís – MA (51,8%) continuou sendo a principal porta de entrada do etanol importado seguido pelo Porto de Santos (24,9%) e pelo Porto de Suape – PE (18,4%) **(ME, 2020)**.

5. Bioeletricidade

A participação da geração térmica a biomassa tem se tornado cada vez mais significativa no panorama nacional. Entre janeiro e dezembro de 2019, verificou-se um crescimento na injeção de 3,4%, em comparação ao mesmo período de 2018. O bagaço de cana continua sendo o combustível mais utilizado, com 82%, enquanto a participação 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 2019, a participação da energia exportada da cana-de-açúcar na matriz elétrica nacional foi de 3,8%, mantendo o mesmo patamar do ano anterior. As usinas sucroenergéticas injetaram no SIN 2,6 GW_{méd}, valor 4,5% superior ao verificado em 2018. O Gráfico 25 apresenta a participação sazonal da biomassa de cana na geração elétrica em 2018/2019. 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, 2020).

Gráfico 25 – Participação da biomassa de cana na geração elétrica



Fonte: EPE a partir de (CCEE, 2020)

5.1. Exportação e comercialização de energia

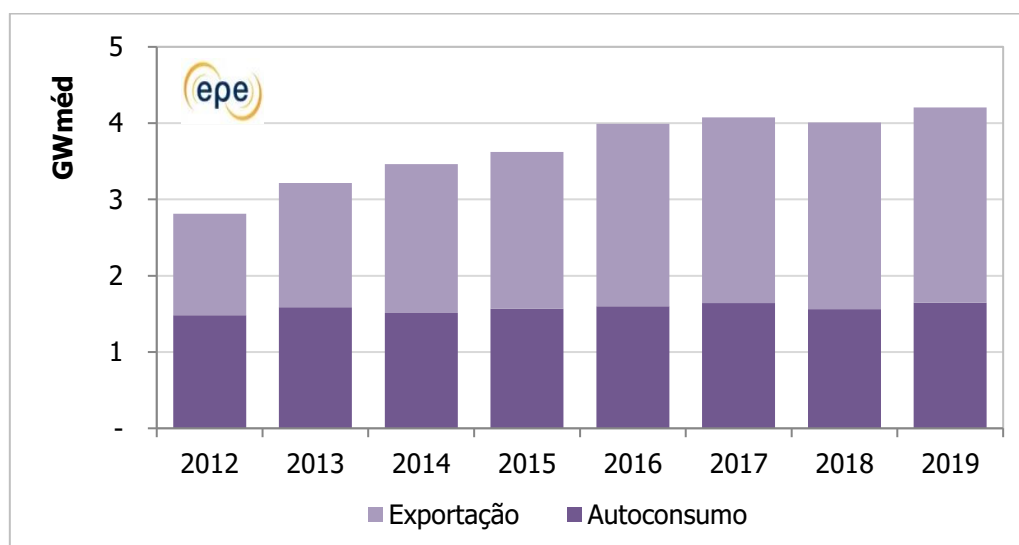
Além da autossuficiência energética, as usinas de biomassa de cana se caracterizam pela oferta de energia ao SIN¹⁹.

De acordo com o Gráfico 26, foi observado no período 2012-2019 um crescimento na geração de energia elétrica com esta fonte, motivado pelo aumento da exportação de

¹⁹ As usinas do setor sucroalcooleiro 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, 2020); (ELETROBRÁS, 2018)).

eletricidade, tendo a parcela relativa ao autoconsumo se mantido no mesmo patamar. Note-se que, nos últimos anos, estes valores têm permanecido estáveis.

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

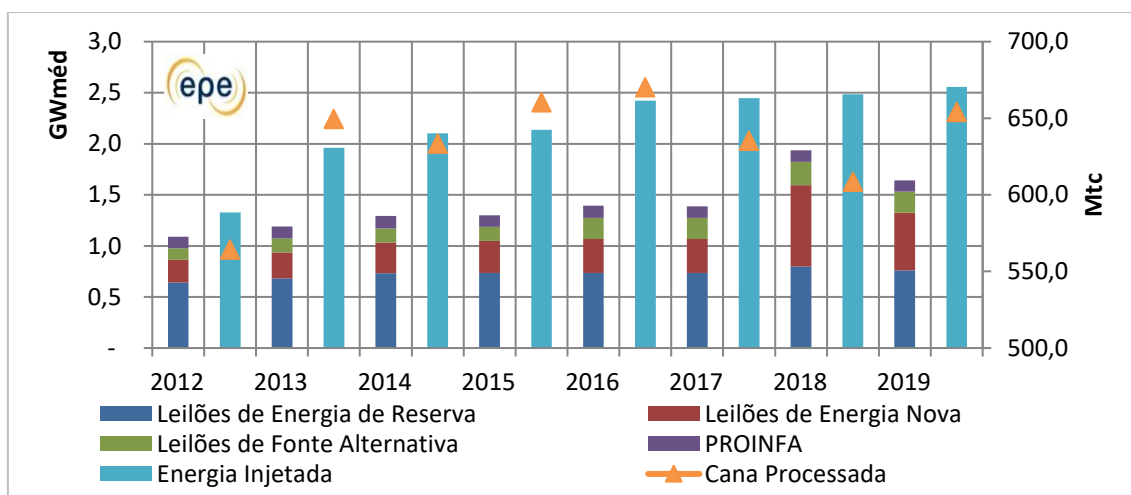


Fonte: EPE a partir de (CCEE, 2020) e (EPE, 2020a)

Dentre as 366 usinas a biomassa de cana-de-açúcar em operação em 2019, 220 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.

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 MWméd, máximo valor registrado, com início de operação programado para os anos de 2009 e 2012.

Em 2019, as usinas sucroenergéticas possuíam contratos da ordem de 1,5 GWméd. Em decorrência dos certames ocorridos naquele ano, as usinas de cana adicionaram 76,9 MWméd através dos LEN A-4 e A-6 (CCEE, 2020). O Gráfico 27 destaca o aumento do montante exportado para o SIN (ACR e ACL), o total contratado por modalidade via leilões de energia e a cana processada nos últimos anos. Observa-se que, em 2019, houve aumento de 7,5% da quantidade de cana processada e de 4,5% da injeção no SIN.

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

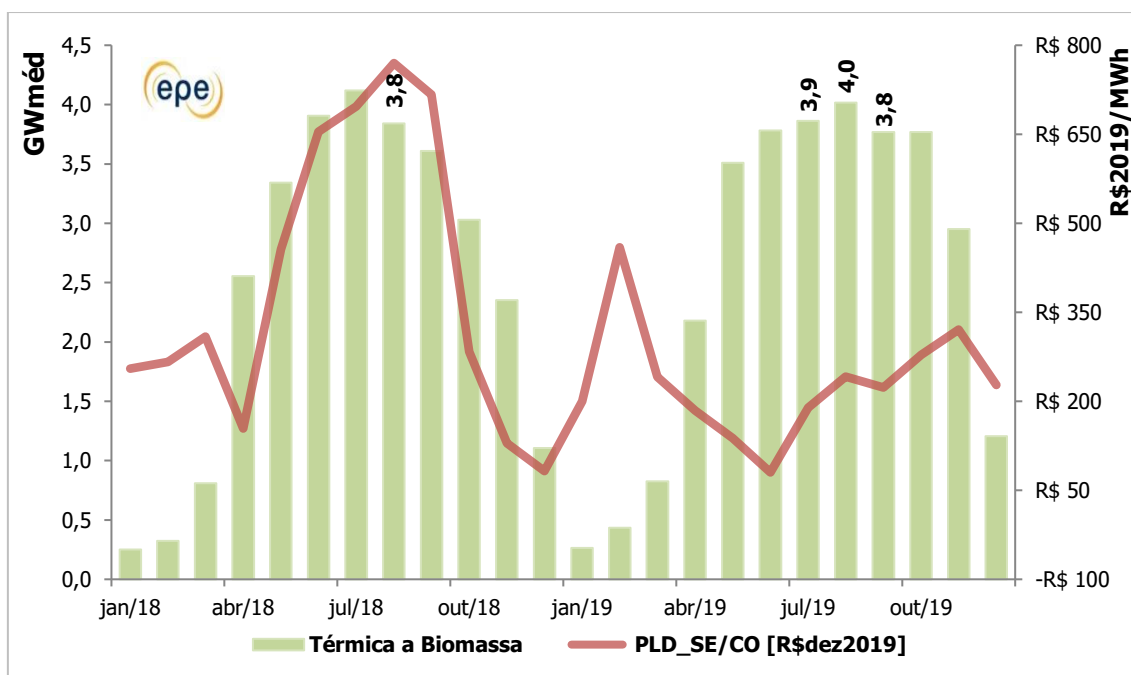
Fonte: EPE a partir de (CCEE, 2020) e (MAPA, 2020)

Em 2019, as térmicas continuaram participando de maneira significativa no atendimento da carga (CCEE, 2020). 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 Diferenças²⁰), em reais de 2019. Pode-se observar que, no ano de 2018, a geração ocorreu acompanhando a safra, período em que é observada a menor contribuição das hidrelétricas, o que aumenta a demanda da energia térmica e também foram registrados o máximo de valores de PLD para este ano. Já em 2019 o ápice da safra ocorreu em período diferente do maior valor de PLD. Inicialmente, ocorreu uma elevação decorrente do atraso das chuvas no primeiro trimestre de 2019. Com a regulação da afluência e um consumo menor que o esperado de energia elétrica, bem como o balanço entre oferta e demanda, o preço do PLD oscilou ao longo do ano, com uma certa predominância de preços menores que em 2018. Entretanto, apesar de preços menores de PLD em 2019, a geração termelétrica a biomassa foi similar à geração de 2018, 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 ANEEL para o PLD no ano de 2019 foram de R\$513,9/MWh como limite superior (aumento de 1,7%) e R\$42,4/MWh para o valor inferior (aumento de 5,5%)²¹. A flutuação do preço do PLD registrada ao longo de 2019 deveu-se a diversos fatores, principalmente às incertezas hidrológicas observadas no período (ANEEL, 2020a).

²⁰ 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.

²¹ Em 2018, os limites variavam entre R\$ 505,18/MWh e R\$40,16/MWh. Os valores limítrofes para o PLD definidos para o ano de 2020 foram de R\$559,75/MWh e R\$39,68/MWh, um aumento de 8,9% e queda de 6,3%, 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, 2020)

As unidades continuaram seu movimento de eficientização, visto que houve uma elevação na exportação de energia elétrica por tonelada de cana processada, como mencionado. 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 subiram de R\$ 94 milhões, em 2018, para R\$ 143 milhões em 2019, aumento de 52% (BNDES, 2020b).

5.2. Bioeletricidade de outras biomassas

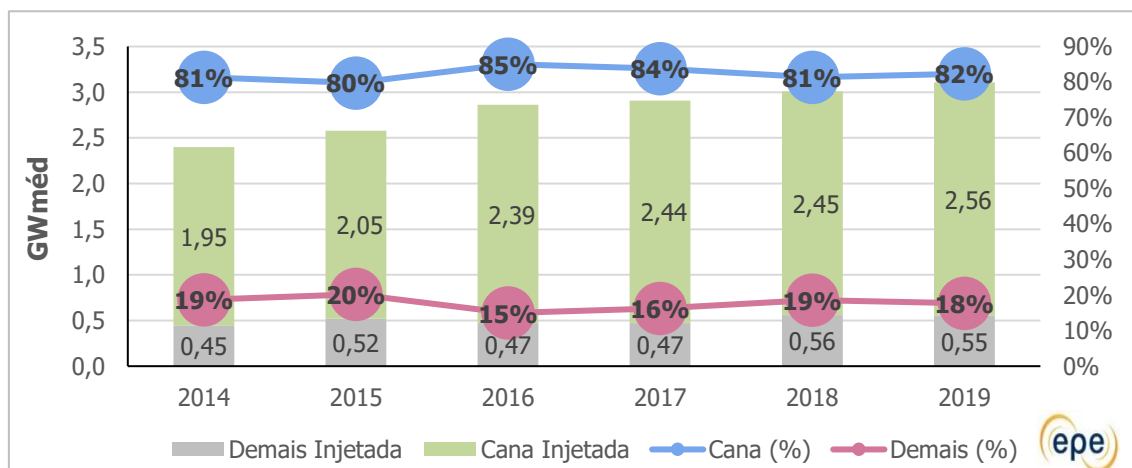
No último quinquênio, houve um aumento expressivo da exportação de energia elétrica proveniente da biomassa. Além dos já mencionados subprodutos da cana-de-açúcar, em 2019 foram injetados 550 MW méd gerados em empreendimentos que utilizam como combustível insumos provenientes de matéria orgânica animal ou vegetal, o que correspondeu a uma pequena queda de 1,7%, comparativamente ao ano anterior.

A geração através destas outras biomassas (exclusive cana) representou 0,8% da matriz elétrica em 2019. Destacam-se o licor negro (62%), em grande parte impulsionado pelo crescimento de produção do setor de celulose nos cinco últimos anos, o biogás (19%) e os resíduos florestais (11%). 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% em desde 2014. Embora sua contribuição tenha

permanecido no mesmo patamar, foram adicionados cerca de 100 MW_{méd} 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, 2020)

Diferentemente da cana-de-açúcar, que tem uma sazonalidade bem definida, e consequentemente 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 2019, foram consumidos 5,9 bilhões de litros de biodiesel no Brasil, o que representa um aumento de 11,3 % em relação a 2018. O percentual de adição obrigatória do biodiesel à mistura com o diesel fóssil foi elevado de 10 para 11%, em setembro. Este valor alcançou 12% em março de 2020, conforme previsto na Resolução CNPE nº16/2018 (CNPE, 2018a).

Desde o início do Programa de Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) em 2005, já foram produzidos, até dezembro de 2019, mais de 40,6 bilhões de litros deste biocombustível. Comparativamente, o Brasil continua entre os três maiores produtores e consumidores de biodiesel no ranking internacional, junto a EUA e Indonésia (USDA, 2019a). Segundo dados da ANP, o setor de biodiesel brasileiro registrou um total de 51 usinas produtoras em dezembro de 2019, com maior concentração nas regiões Centro-Oeste e no Sul do país (ANP, 2020c).

Promulgada em dezembro de 2017, a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) iniciou seu cronograma de operacionalização em 2019. Assim, destaca-se que a primeira empresa produtora de biocombustível certificada para a emissão de créditos de descarbonização (CBIOS), no âmbito do RenovaBio, foi uma usina produtora de biodiesel a partir de óleo residual. Para mais detalhes, verificar o item 10 - RenovaBio.

Em 2019, a ANP iniciou discussões sobre a regulamentação do biodiesel base hidrocarbonetos parafínicos, para avaliar a possibilidade de sua comercialização no país. A minuta de Resolução foi disponibilizada para consulta pública em março de 2020, mas foi suspensa, como todas as outras em curso, devido aos impactos da pandemia de Covid-19. Maiores informações sobre este biocombustível podem ser consultadas no item 8 - Novos Biocombustíveis e na nota técnica da EPE, Combustíveis renováveis para uso em motores do ciclo Diesel (EPE, 2020b).

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 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.

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).

Embora na Resolução CNPE de dezembro de 2018, constasse a previsão de entrada do percentual de 11% de biodiesel na mistura de diesel B, no mês de junho de 2019, a modificação foi adiada para agosto, de acordo com a Resolução ANP nº 758/2018 (ANP, 2018a), em decorrência dos resultados dos testes de misturas BX em motores realizados pelas montadoras automotivas. Em relatório que avaliou a utilização de misturas com biodiesel B15, observou-se que um aumento do teor de biocombustível na mistura com diesel fóssil, 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 mistura de 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.

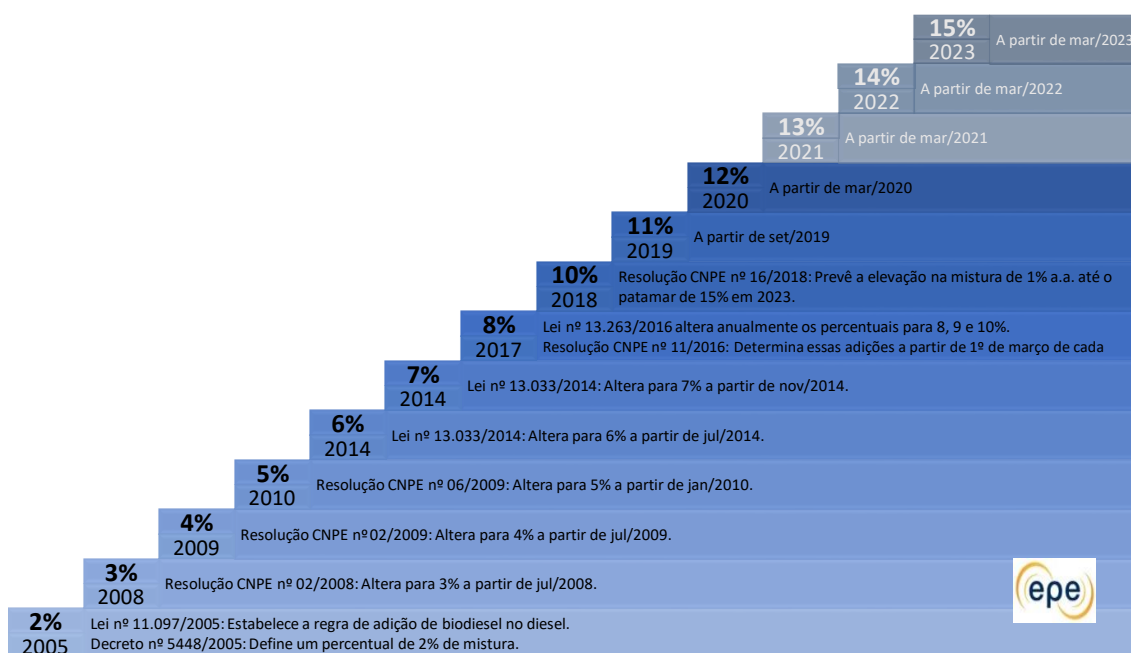


Figura 3 – Evolução do marco legal do biodiesel

Fonte: (EPE, 2020b)

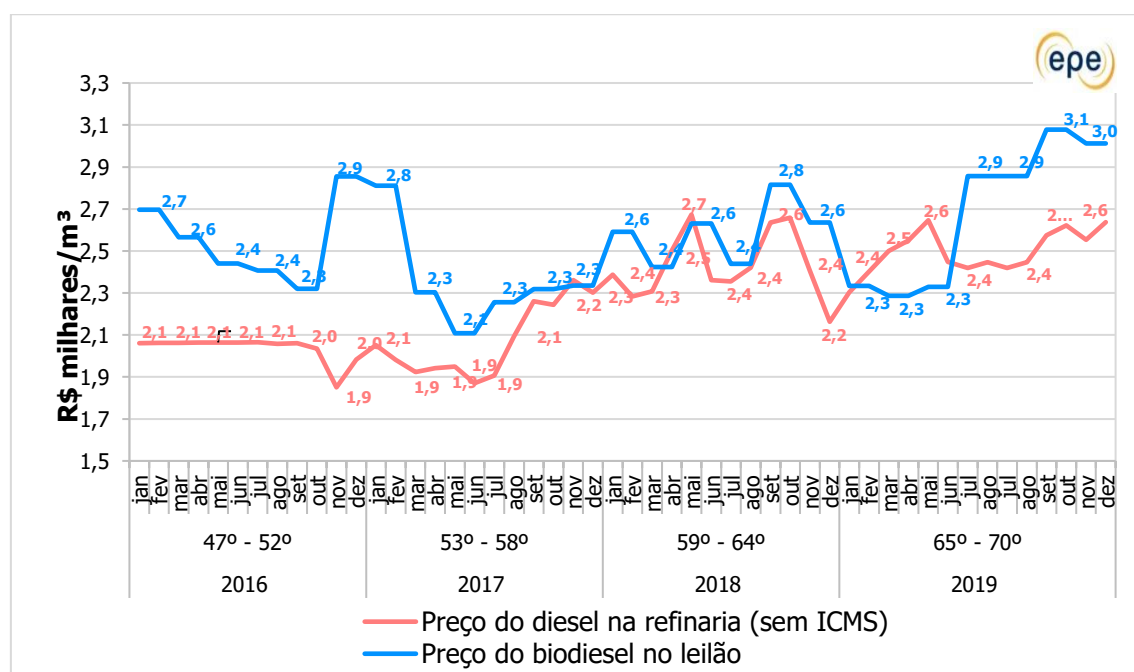
A Lei nº 11.097/2005 (BRASIL, 2005) apresenta uma definição ampla para o biodiesel, como sendo qualquer combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores do ciclo Diesel. Atualmente, encontra-se em vigor a Resolução ANP nº 45/ 2014 (ANP, 2014), que define o biocombustível como sendo composto por uma mistura de ésteres de ácidos graxos. Transcorridos mais de quinze anos, mostrou-se necessário que a regulamentação permitisse incorporar os avanços tecnológicos observados, possibilitando o uso de outros combustíveis renováveis oriundos da biomassa, em motores de ciclo Diesel, que também podem ser adicionados ao diesel fóssil para compor a mistura do diesel B. Nesse sentido, em 2019, a ANP iniciou discussões técnicas para

validar a utilização de biocombustíveis que podem ser fabricados por processos diversos que resultarão em um produto denominado como “diesel verde”. Mais detalhes deste novo biocombustível são apresentados no item 8.

6.2. Leilões e preços de biodiesel

A ANP realizou seis leilões de janeiro a dezembro de 2019 para a compra de biodiesel pelas distribuidoras de combustível, totalizando 70 desde o início do programa. O último certame de 2019 (nº 70) teve as entregas previstas para o início do ano de 2020. Tal como demonstra o Gráfico 30, houve uma aproximação entre os preços médios de venda²² entre o biodiesel e o diesel fóssil ocorridos nos anos de 2017 e 2018. Este fato se repetiu nos três primeiros certames do ano de 2019, quando o preço do biodiesel chegou a ser inferior ao do diesel fóssil (ANP, 2020d).

Gráfico 30 – Preços médios - biodiesel e diesel sem ICMS



Nota 1: Os preços do biodiesel correspondem aos leilões indicados.

Nota 2: O preço do diesel corresponde a seu valor na refinaria.

Nota 3: Os preços do diesel e biodiesel são apresentados em valores correntes.

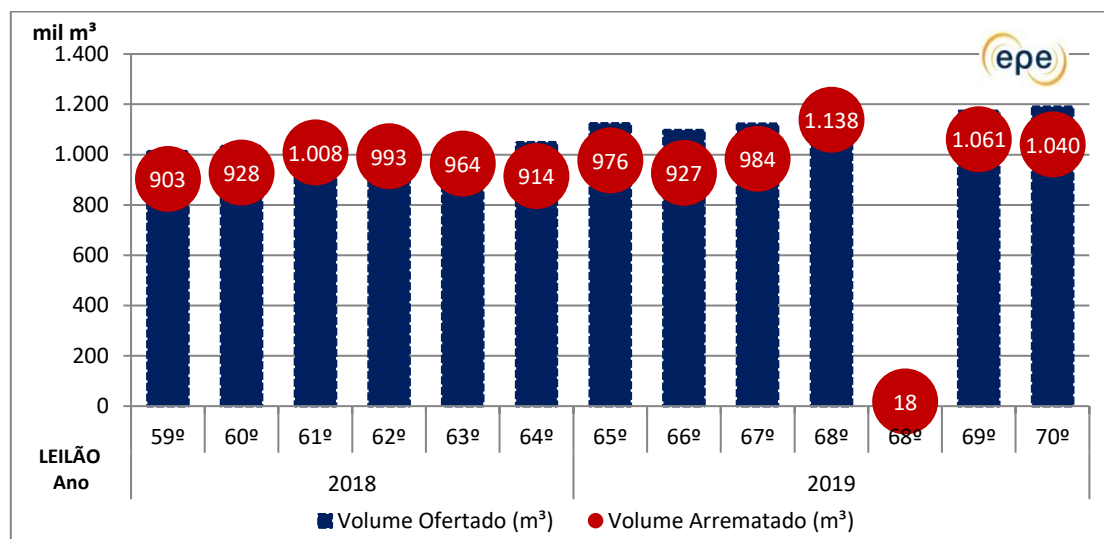
Fonte: EPE a partir de (ANP, 2020d)

De acordo com o Gráfico 31, é possível observar um incremento de 10% no volume ofertado de biodiesel nos leilões em relação ao ano de 2018, enquanto que o volume arrematado foi 8% maior, em decorrência do aumento do percentual obrigatório para B11 para o mesmo período. No caso de leilão 68, exatamente o que marca a elevação do percentual, os volumes inicialmente ofertados, de 1.140 mil m³, não foram suficientes para atender à demanda do mercado, sendo necessária a realização de um leilão complementar. Neste, o volume adicional ofertado foi de 18,8 mil m³, e o montante

²² Diesel na refinaria e biodiesel no produtor.

arrematado foi de 18,05 mil m³. Nos leilões seguintes, o mercado deste biocombustível apresentou um ajuste adequado entre oferta e demanda (ANP, 2020d).

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



Nota: O leilão 68 foi marcado pela necessidade de certame complementar para suprimento das metas.

Fonte: EPE a partir de (ANP, 2020d)

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 diesel²³. 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 leilões²⁴ regulares, em uma etapa posterior à do volume mandatório. Algumas regras vigentes foram alteradas a partir do leilão 48 (em 2016), para agilizar o sistema. 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.

Embora para o ano de 2019 tenham sido ofertados pouco mais de 136 milhões de m³ de biodiesel autorizativo, apenas 3,8% deste total foi arrematado. A comercialização para uso voluntário ocorreu nos leilões 64 a 69, com movimentação de 5,1 milhões de m³ de biodiesel e 12,8 milhões de reais (ANP, 2020d), valor inferior a 50% àquele comercializado ao ano de 2018.

²³ 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).

²⁴ Os leilões são realizados em duas etapas. Na primeira, as usinas produtoras fazem suas ofertas considerando exclusivamente os volumes ofertados e não vendidos durante o leilão regular. Em etapa seguinte, as distribuidoras fazem as aquisições para os clientes que tenham interesse em utilizar biodiesel em teores acima dos 10% 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 mercado regular de mistura obrigatória e o de uso voluntário.

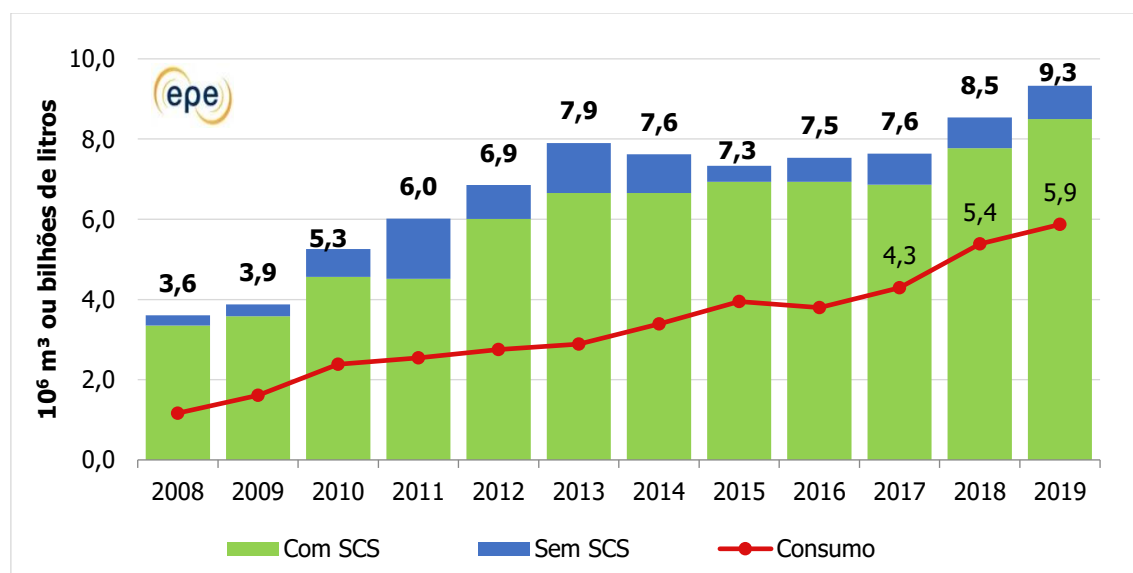
A reestruturação do mercado, em função da provável modificação na sistemática de comercialização do biodiesel é discutida dentro da iniciativa Abastece Brasil, subcomitê novo cenário *downstream*, no GT – Comercialização de biodiesel (MME, 2019d).

6.3. Capacidade instalada e produção regional

Segundo dados da ANP, em dezembro de 2019 a capacidade instalada correspondeu a 9,3 bilhões de litros, dividida entre as 51 usinas produtoras autorizadas. O Gráfico 32 apresenta a capacidade autorizada anual, com distinção para as usinas que possuem Selo Combustível Social (SCS), assim como indica o consumo anual, demonstrando o efeito de sobre capacidade desde 2008 (ANP, 2020c).

Observa-se que a produção em 2019 correspondeu a 63% da capacidade instalada no país, o que demonstra que há potencial para o crescimento da produção deste biocombustível (ANP, 2020c).

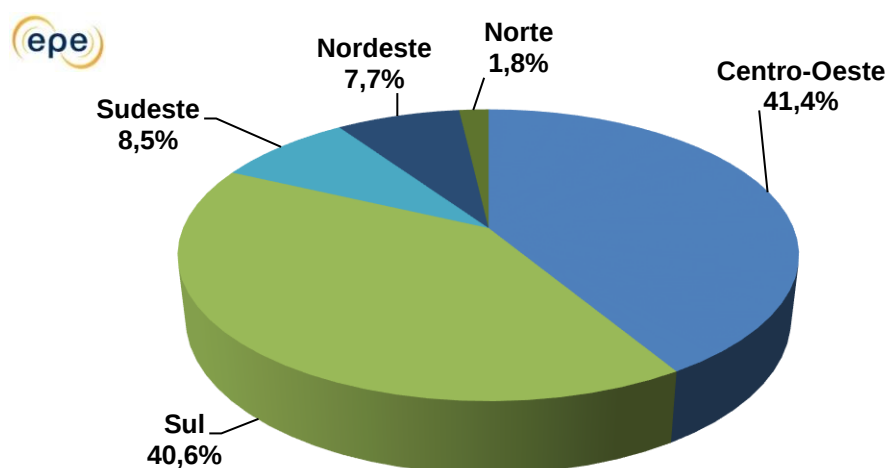
Gráfico 32 - Capacidade Nominal Autorizada e Consumo de Biodiesel em 2019



Fonte: EPE a partir de (EPE, 2020a) e (ANP, 2020c).

Nota: O Selo Combustível Social (SCS) 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 SCS são beneficiadas com o acesso a melhores condições de financiamento junto às instituições financeiras.

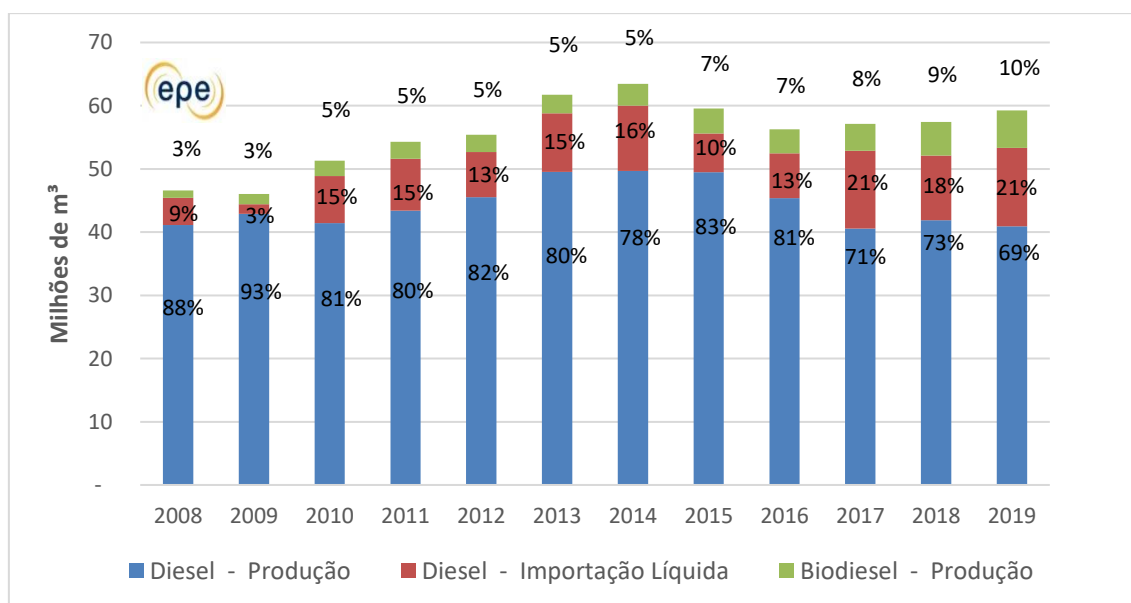
No quadro nacional, a produção de biodiesel nas regiões Centro-Oeste e Sul, sempre se destacou em função da abundante disponibilidade das principais matérias-primas (soja e sebo), embora o maior volume de vendas/consumo se concentre na Região Sudeste. O Gráfico 33 apresenta a produção regionalizada biodiesel em 2019, com maior concentração da produção nas regiões Centro-Oeste (41,4%) e no Sul do país (40,6%).

Gráfico 33 – Produção regional de Biodiesel em 2019

Fonte: EPE a partir de (ANP, 2020c)

O aumento da participação do biodiesel no ciclo Diesel atenuou as necessidades de importação de diesel fóssil, sendo que, mais uma vez, o aumento do percentual mandatório foi o principal motivo para esse crescimento na produção e consumo do biocombustível. Em contraposição, a produção de diesel A pelo parque nacional de refino foi reduzida em 2,4%.

O Gráfico 34 mostra a evolução da produção e importação de diesel A e a produção de biodiesel. Verifica-se que a produção de biodiesel superou em 10,3% a do ano anterior, e o consumo de diesel B cresceu apenas 1,6% no mesmo período.

Gráfico 34 – Oferta de diesel A e produção de biodiesel

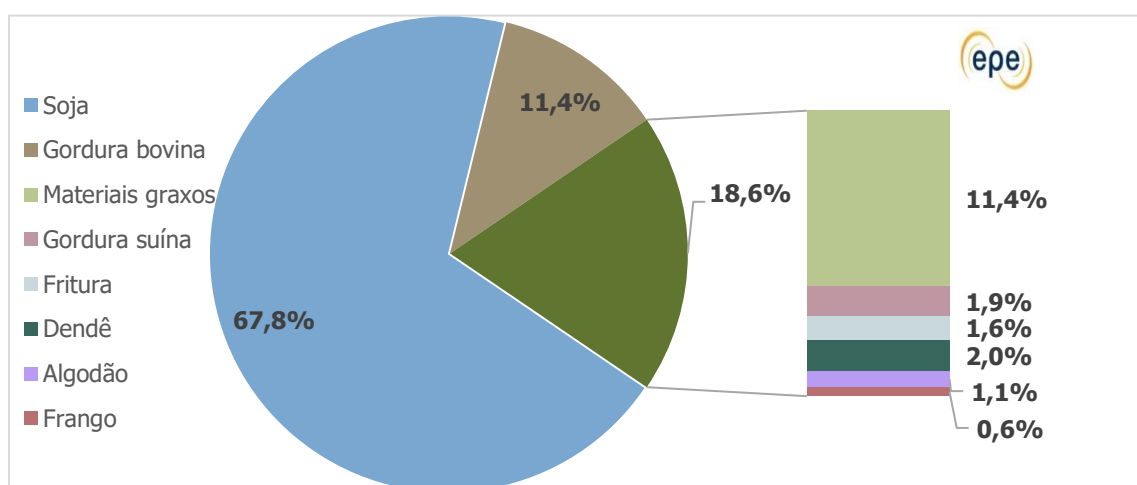
Fonte: EPE, a partir de (EPE, 2020a)

6.4. Matéria-prima para o biodiesel

De todo o biodiesel consumido em 2019, 3,7 bilhões de litros foram produzidos a partir do óleo de soja, o que equivale a um crescimento de 8% entre janeiro e dezembro de 2019, comparado a 2018 (ANP, 2020c).

Conforme pode ser visto pelo Gráfico 35, o óleo de soja figurou como o insumo mais importante para a produção de biodiesel no ano 2019 (67,8% na cesta de insumos), seguido diretamente pelo sebo bovino e outras matérias-primas, dos quais se destacam os materiais graxos.

Gráfico 35 – Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel em 2019



Fonte: EPE a partir de (ANP, 2020c)

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 usadas 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 palma e os óleos residuais também possam 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, 2020c) (EPE, 2019b).

A produção de soja em grãos no Brasil foi de 120,8 milhões de toneladas (123,1 milhões em 2018), representando um decréscimo de 2,0% comparado ao ano anterior. Já a produção de óleo de soja foi de 8,8 milhões de toneladas, expressando uma redução de 0,5%. O processamento doméstico permaneceu na mesma ordem, em comparação a 2018.

A capacidade de processamento de soja é de 63,3 milhões de toneladas anuais, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2020). 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 2018 e 2019.

Tabela 2 – Complexo soja²⁵

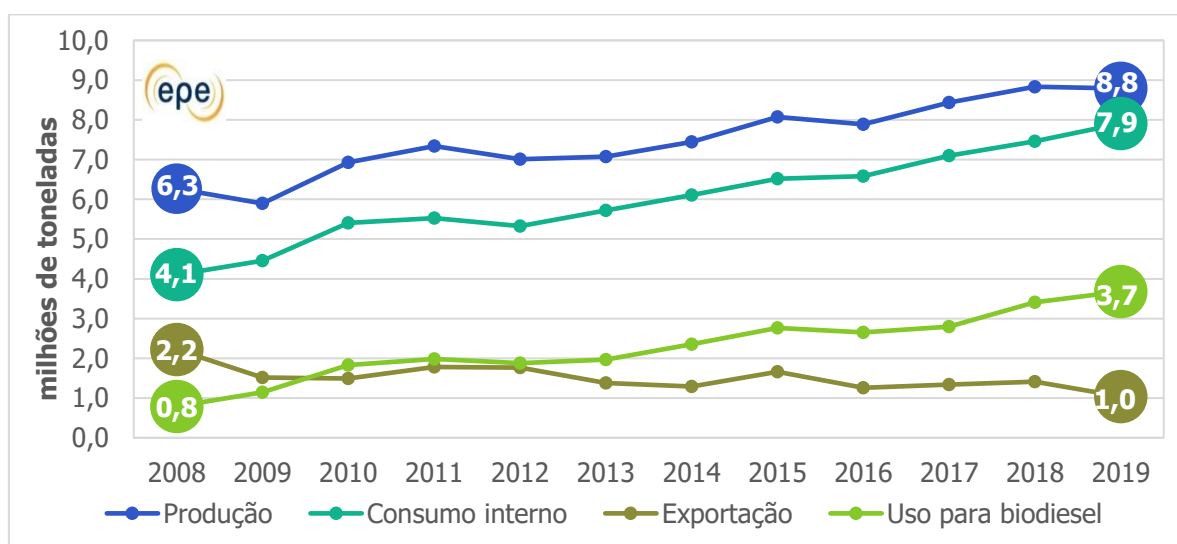
Milhões de toneladas	2018	2019	Δ % (2018-2019)
Produção de soja	123,1	120,8	-2%
Capacidade Instalada de processamento de soja	63,6	63,3	-0,5%
Exportação de soja em grão	83,3	74,1	-11%
Soja processada	43,6	43,5	-0,2%
Farelo de soja produzido	33,2	33,5	0,9%
Óleo de soja produzido	8,8	8,8	0,0%
Exportação de óleo de soja	1,4	1,0	-26%
Consumo de óleo alimentício e outros	7,6	7,9	4,0%
Consumo de óleo de soja para biodiesel	3,4	3,7	8,8%

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

Fonte: (ABIOVE, 2020) (ANP, 2020c)

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

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, 2020)

Segundo dados da ABIOVE, a produção de óleo de soja entre 2008 e 2019 cresceu 40%. Esta taxa de crescimento é muito inferior à do volume que é destinado à obtenção do biodiesel, que saiu de 0,8 milhão para 3,7 milhões de toneladas, ou seja, um crescimento de 365% neste mesmo período. Observa-se que essa tendência de alta é acompanhada do aumento do uso desse óleo para o biodiesel, com o aumento dos percentuais mandatórios. As exportações de óleo de soja apresentaram uma queda de 53% nesse período (ABIOVE, 2020).

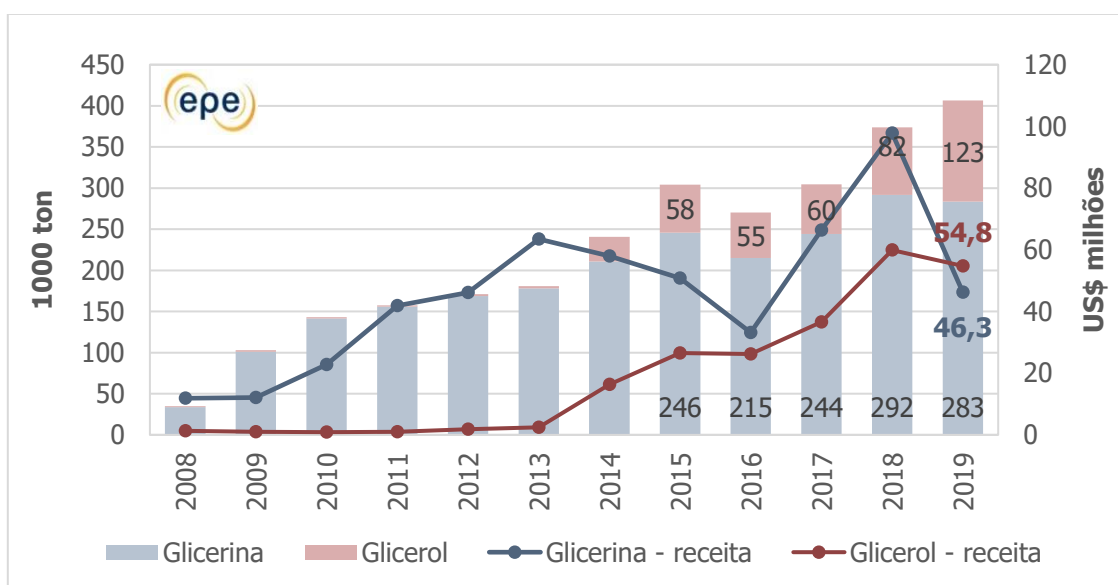
²⁵ Os valores referentes ao consumo interno de soja semente e outros fins não foram considerados.

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 2019, estima-se que tenham sido produzidas 0,6 milhão de toneladas (BIODIESELBR, 2019). Já a sua exportação total foi de 283 mil toneladas, 2,8% inferior ao ano anterior, conforme mostra o Gráfico 37. Já a receita obtida com a exportação de glicerina bruta foi de 46,3 milhões de dólares, 52,7% a menos do que foi obtido em 2018, devido à maior oferta no mercado provocando queda no preço internacional deste produto. A China continua como o maior destino das exportações, com 90,3% do total (ME, 2020).

O glicerol é uma classificação para a glicerina refinada, que tem melhores preços no mercado internacional que a glicerina bruta, e várias usinas estão instalando equipamentos para sua purificação, visando melhores receitas. A exportação de glicerol vem crescendo desde 2013. Em 2019, totalizou 123 mil toneladas, um aumento de 50% em relação ao ano anterior, no entanto houve uma queda na receita de 59,9 em 2018 para 54,8 milhões de dólares em 2019, com retração de 8,5%. O motivo desta retração foi a baixa das cotações internacionais do produto (ME, 2020).

Gráfico 37 – Exportação de glicerina bruta e glicerol



Fonte: (ME, 2020)

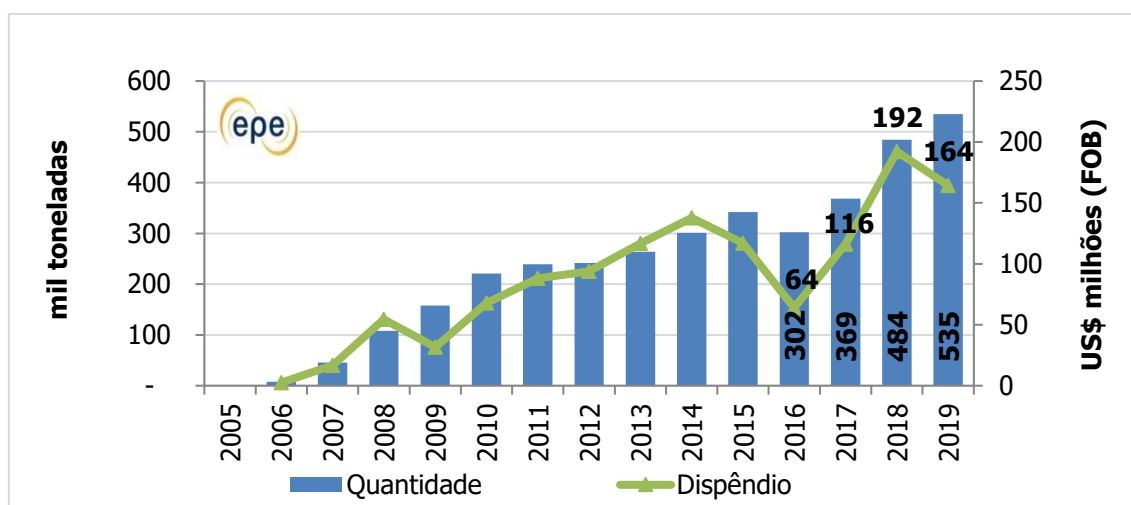
6.6. Metanol

O metanol é um insumo fundamental para a obtenção do biodiesel base éster. 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 535 mil toneladas deste insumo em 2019 para a produção de biodiesel, sendo a maior parte oriunda do Chile, Trinidad e Tobago, Venezuela e Arábia Saudita. O Gráfico 38 mostra a quantidade de metanol importado exclusivamente para a produção de biodiesel e o dispêndio resultante. O total em 2019 foi 21,3% a menos que 2018 e o desembolso totalizou 164 milhões de dólares (14,4% menor que 2018) (ANP, 2020c) (BIODIESELBR, 2020) (ME,

2020). O aumento nas importações deste insumo está diretamente relacionado ao incremento nos volumes produzidos de biodiesel, diante da elevação do percentual mandatório em 2019.

O metanol é uma *commodity* e, portanto, tem seu preço de venda determinado pela interação entre oferta e demanda no mercado mundial. No caso do Brasil, a recente redução ocorrida no custo de importação do produto resulta de maior disponibilidade deste produto a baixos preços no mercado, e configura um fator adicional para desenvolvimento de uma futura produção nacional (EPE, 2019b).

Gráfico 38 – Importação de metanol para biodiesel

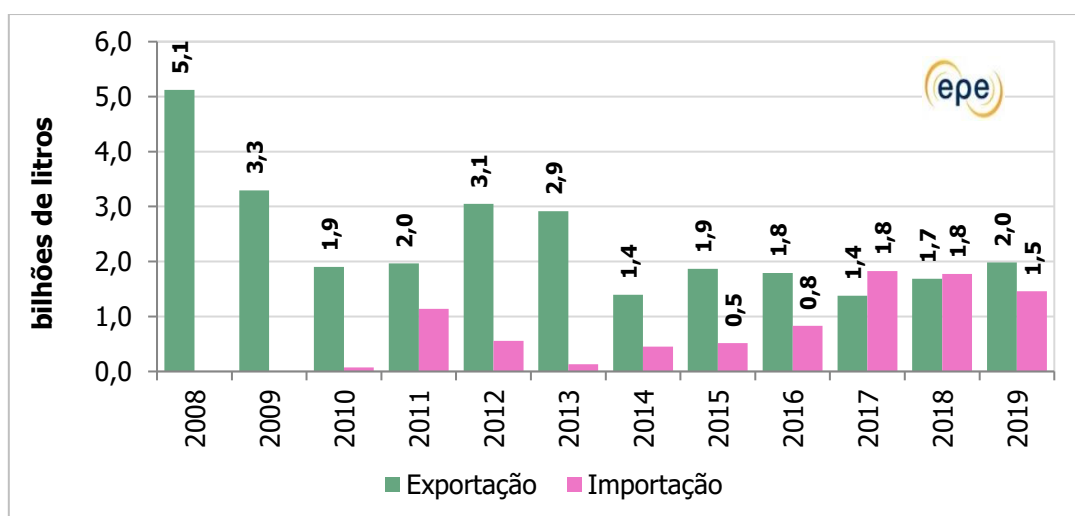


Fonte: EPE a partir do (ANP, 2020c) e (ME, 2020)

7. Mercado Internacional de Biocombustíveis

Em 2019, mantiveram-se as características do mercado internacional de biocombustíveis de apoio às políticas de incentivo à eficiência energética e/ou promoção de fontes energéticas mais avançadas e os modestos volumes comercializados. Os dois principais países, Brasil e Estados Unidos, continuam com alta participação neste mercado, com 85% da produção e comercialização (RFA, 2020).

Em 2019, o Brasil foi exportador líquido de etanol, com uma exportação de 2,0 bilhões de litros, frente a um volume importado de 1,5 bilhão (Gráfico 39) (ME, 2020).

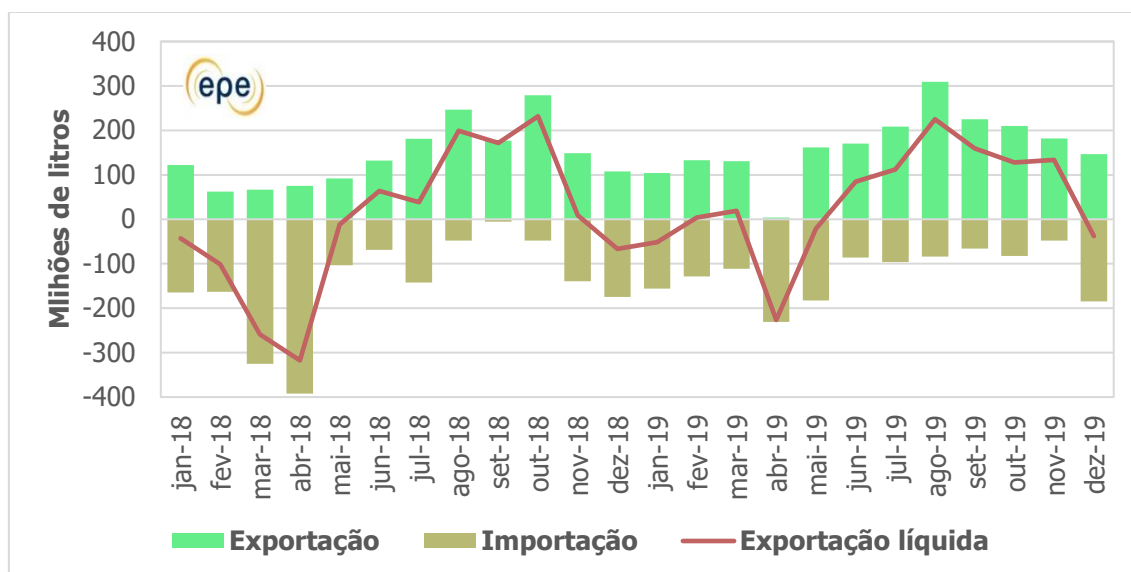
Gráfico 39 – Exportações e importações brasileiras de etanol – 2008 a 2019

Fonte: EPE a partir de (ME, 2020)

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 intensa (Gráfico 40). Fora publicada a Resolução CAMEX nº 72, medida feita para restringir as importações crescentes, 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 de etanol importados no período de vigência, tendo uma cota trimestral de 150 milhões de litros (ME, 2017).

No dia 31 de agosto de 2019, data de término da validade da CAMEX 72/17, foi publicada a Portaria Nº 547, que estende a cota de importação por um período adicional de 12 meses, a partir da data de publicação, alterando os volumes para 750 milhões de litros ao todo, distribuídos em 187,5 milhões de litros trimestrais (ME, 2019).

Com as medidas tomadas, as importações de etanol permaneceram altas em 2019, ainda que os volumes transacionados tenham se constituído numa exportação líquida positiva.

Gráfico 40 – Exportações e importações mensais de etanol – 2018 a 2019

Fonte: EPE a partir de (ME, 2020)

Em relação ao biodiesel, o comércio mundial manteve-se concentrado entre a Europa, Argentina e Estados Unidos, sem participação relevante do Brasil nos volumes transacionados²⁶.

Estados Unidos

Em 2019, os Estados Unidos produziram 60 bilhões de litros de etanol combustível, 55 bilhões destinados ao mercado interno (EIA, 2020a). Sua demanda, vinculada à gasolina pela mistura E10, tem se mantido estável, em torno dos 50 bilhões de litros (EIA, 2020b). A saída para os volumes excedentes de etanol tem sido o mercado externo, no qual o país se tornou o maior exportador mundial do biocombustível, desde 2014.

Em 2019, as exportações líquidas alcançaram 4,9 bilhões de litros. Os Estados Unidos exportaram principalmente para o Brasil (1,3 bilhões), seguido do Canadá (1,2 bilhão). Os volumes importados vieram exclusivamente do Brasil, em cerca de um bilhão de litros (EIA, 2020b).

Os Estados Unidos utilizam o biodiesel em qualquer percentual de adição, sendo mais comum a mistura B20 (USDOE, 2020). Em 2019, foram produzidos 6,5 bilhões de litros do biocombustível e consumidos 6,9 bilhões, com a diferença suprida pela importação de 0,2 bilhão de litros e utilização de estoque (EIA, 2020a). 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 bilhões 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, 2020a).

²⁶ Em 2019, o Brasil exportou 327 toneladas de biodiesel (ME, 2020).

Em relação aos biocombustíveis avançados, devido à dificuldade no estabelecimento da produção a nível comercial do etanol celulósico, a EPA (*Environment Protection Agency*) novamente diminuiu em relação aos valores originais as metas da RFS para esta parcela de biocombustível, como mostrado na Tabela 3. Em 19 de dezembro de 2019, a agência reduziu de 39,8 bilhões de litros para 2,2 bilhões a meta estabelecida para aquele ano, de forma a equiparar-se ao volume real produzido. Em contrapartida, a meta relacionada ao diesel de biomassa foi aumentada de 3,8 bilhões de litros originais para 9,2 bilhões, um aumento inclusive em relação aos volumes anteriormente modificados para esta categoria em 2019 (8,0 bilhões de litros) (EPA, 2019).

Tabela 3 – Volumes finais da RFS (bilhões de litros)

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

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

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

União Europeia

Atualmente o bloco mantém um plano de ação de mitigações de GEE e segurança energética, com metas para os anos de 2020, 2030 e 2050. Para 2020, mantém-se o chamado "Triplo 20": 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 automotivo 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).

Em favorecimento aos biocombustíveis de segunda geração, o bloco limitará 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).

A União Europeia está a alguns meses de completar o prazo para o atendimento das metas do Triplo 20. As metas para a participação de fontes renováveis no consumo final e para o nível de mitigação de emissões de GEE estão próximas de realizar-se, sendo que, em 2018, a participação de renováveis no consumo final foi de 18% e, em 2017, as emissões de GEE foram de 78% comparadas ao nível de emissões de 1990 (EUROSTAT, 2020). No entanto, o bloco poderá não alcançar a meta de 20% de aumento de eficiência energética para 2020, tendo chegado a um consumo primário de energia 4,9% abaixo do valor estabelecido para a meta (EURACTIV, 2020). Em 26 de dezembro de 2018, a Comissão Europeia reuniu uma força-tarefa com o objetivo de mobilizar esforços para atingir a meta ao final do ano (EC, 2019).

Ásia

China é o terceiro maior produtor de etanol no mundo, com uma produção de 3,4 bilhões de litros de etanol de cana em 2019 (RFA, 2020), cujo destino é exclusivamente interno. Atualmente, o país tem um programa de mistura E10 em 10 províncias e pretendia estendê-lo para o resto do país ainda este ano, mas considerações sobre o possível aumento resultante no preço da cana-de-açúcar, aliado a problemas locais de queda de produção da safra, forçou o governo a atrasar os planos de mistura nacional, para depois de 2020 (REUTERS, 2020).

Em 2019, a Indonésia ultrapassou os Estados Unidos e Brasil, se tornando o maior produtor de biodiesel no mundo, com 7,9 bilhões de litros de biodiesel produzidos a partir de óleo de palma (REN21, 2020). O consumo de biodiesel no país é impulsionado pelo mandato de mistura B20 e apoiado por fundos do imposto sobre exportações de óleo de palma bruto – CPO. O consumo é usado principalmente para o setor de transporte rodoviário, com pequena fração usada para geração de eletricidade (USDA, 2019a).

A Coreia do Sul é um dos principais destinos do etanol exportado do Brasil (510 milhões de litros), representando 26% do total (ME, 2020). O país usa o etanol exclusivamente na indústria e no setor alimentício, porém o governo estuda o uso do etanol combustível, em virtude dos benefícios ambientais (como forma de atenuar os problemas de poluição atmosférica das grandes cidades sul coreanas) e de segurança energética (USDA, 2019b).

8. Outros Biocombustíveis

A conjuntura de preços do petróleo e a situação econômica dos países desenvolvidos, ainda em recuperação, têm reduzido os investimentos nas usinas e projetos de biocombustíveis avançados no mundo. A implementação mundial da produção comercial do etanol de lignocelulose (E2G) segue em ritmo lento, enquanto que outros biocombustíveis avançados (ex.: HVO e BioQAV), o biogás e tecnologias automotivas avançadas (ex.: veículos híbridos e elétricos) têm recebido atenção crescente.

No Brasil, atualmente, 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 têm enfrentado desafios técnicos e realizado ajustes em seus processos, ainda funcionando abaixo da capacidade nominal. Em 2017, a GranBio produziu 28 milhões de litros de etanol lignocelulósico, dos quais 5 milhões foram exportados para os Estados Unidos e na safra 2018/19, a Raízen colocou no mercado 16,5 milhões de litros de etanol 2G, volume muito reduzido se comparado aos 2,5 bilhões de litros produzidos pela companhia (FAPESP, 2019). Atualmente a empresa direciona a sua produção de cana para a geração termelétrica, com previsão de retornar as operações em agosto deste ano (NOVACANA, 2020b).

No exterior, os projetos de E2G não têm conseguido alcançar a produção comercial e muitas plantas pararam suas operações, sem previsão de retomada. A Tabela 4 apresenta a situação das plantas de etanol lignocelulósico no mundo.

Tabela 4 - Situação das plantas comerciais de etanol de lignocelulose no mundo

Companhia	Projeto	País	Capacidade (milhões de litros a.a.)	Situação
Abengoa Bioenergy Biomass of Kansas, LLC	Comercial (adquirida pela Synata Bio Inc.)	EUA	95	parada
Aemetis	Aemetis Commercial	EUA	44	projeto
Beta Renewables (adquirida pela Versalis)	Alpha	EUA	76	parada
Beta Renewables (adquirida pela Versalis)	Energochemica	Eslováquia	70	parada
Beta Renewables (adquirida pela Versalis)	Fujiang Bioproject	China	114	parada
Beta Renewables (adquirida pela Versalis)	IBP-Italian Bio Fuel	Itália	51	parada
Borregaard Industries AS	ChemCell Ethanol	Noruega	20	operacional
Clariant	Clariant Romania	Romênia	63	em construção
COFCO Zhaodong Co.	COFCO Commercial	China	63	projeto
DuPont	Commercial facility Iowa (adquirida pela VERBIO)	EUA	105	parada
Enviral	Clariant Slovakia	Eslováquia	63	projeto
Fiberight LLC	planta comercial	EUA	23	em construção
GranBio	Bioflex-I	Brasil	60	operacional
Henan Tianguan Group	Henan II	China	38	parada
Ineos Bio	Indian River County Facility (adquirida pela Alliance Bio-Products em 2016)	EUA	30	parada
Longlive Bio-technology Co. Ltd.	Longlive	China	76	parada
Maabjerg Energy Concept Consortium	Flagship integrated biorefinery	Dinamarca	63	parada
POET-DSM Advanced Biofuels	Project Liberty	EUA	95	operacional
Raízen Energia	Brazil	Brasil	42	operacional
St1 Biofuels Oy em coop. c/ North European Bio Tech Oy	Cellunolix®	Finlândia	51	projeto

Fonte: (MDPI, 2019)

Dentre os novos biocombustíveis, merecem destaque o HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*, ou óleo vegetal hidrotratado) e o bioquerosene de aviação (BioQAV). O HVO é o combustível originado a partir da hidrogenação de óleos (ex.: residual, de soja, de palma e gordura animal), que resulta em uma mistura de hidrocarbonetos com base parafínica, livre de enxofre e de compostos aromáticos, e com um número de cetano elevado. Este combustível 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 renovável (diesel verde ou hidrobiodiesel), a partir do HVO podem também ser produzidos: combustível para aviação, bionafta e biopropano ((EC, 2018) *apud* (EPE, 2020b)).

Atualmente, os HVO representam o terceiro maior biocombustível em volume produzido no mundo, embora com volumes ainda modestos. De 2018 a 2019, a produção de HVO cresceu 8,3%, de 6,0 bilhões de litros para 6,5, enquanto que a produção de biodiesel tradicional (FAME ou *fatty acids and methyl esters*) cresceu em 13% no mesmo período, para 47,4 bilhões de litros (REN21, 2020).

Ressalta-se que este biocombustível apresenta elevados consumos energéticos em algumas rotas tecnológicas, o que pode impactar nos custos de produção, afetar a formação de preço e influenciar a 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, 2020b).

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*²⁷, em particular aqueles com processos certificados na ASTM Internacional (*American Society for Testing and Materials International*), conforme Tabela 5. As matérias-primas empregadas são definidas conforme as tecnologias passem pelo processo de aprovação do subcomitê “*Aviation Fuels*” da ASTM Internacional (ASTM, 2018).

²⁷ *Drop in*: Os biocombustíveis *drop-in* são hidrocarbonetos, funcionalmente equivalentes aos de origem petroquímica e totalmente compatíveis com a infraestrutura de petróleo existente ((DOE, 2019), (IEA, 2019); KARATZOS *et al.*, 2017; OH *et al.*, 2018; ZHANG; ZHAO, 2015 *apud* (SCALDAFERRI, C. A, 2019); (NREL, 2013)).

Tabela 5 – 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.

Cabe enfatizar que ainda 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, para 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).

Com relação ao biogás, cabe citar que sua produção tem sido cada dia mais significativa no cenário energético nacional. A capacidade instalada em geração distribuída dobrou de 2018 para 2019, quando alcançou 37 MW, tendo como principais insumos os resíduos agroindustriais, animais e urbanos (ANEEL, 2020b). Sua participação na oferta interna de energia ainda é tímida (0,1%), porém vem apresentando crescimento acelerado, de 23% a.a. no último quinquênio. Acrescenta-se que grande parte do potencial deste biocombustível encontra-se no setor sucroenergético, para o qual é esperada o início da operação em 2021 da usina sucroenergética vencedora do leilão A-5/2016, com capacidade instalada de 21 MW (EPE, 2020a).

9. Emissões de Gases de Efeito Estufa

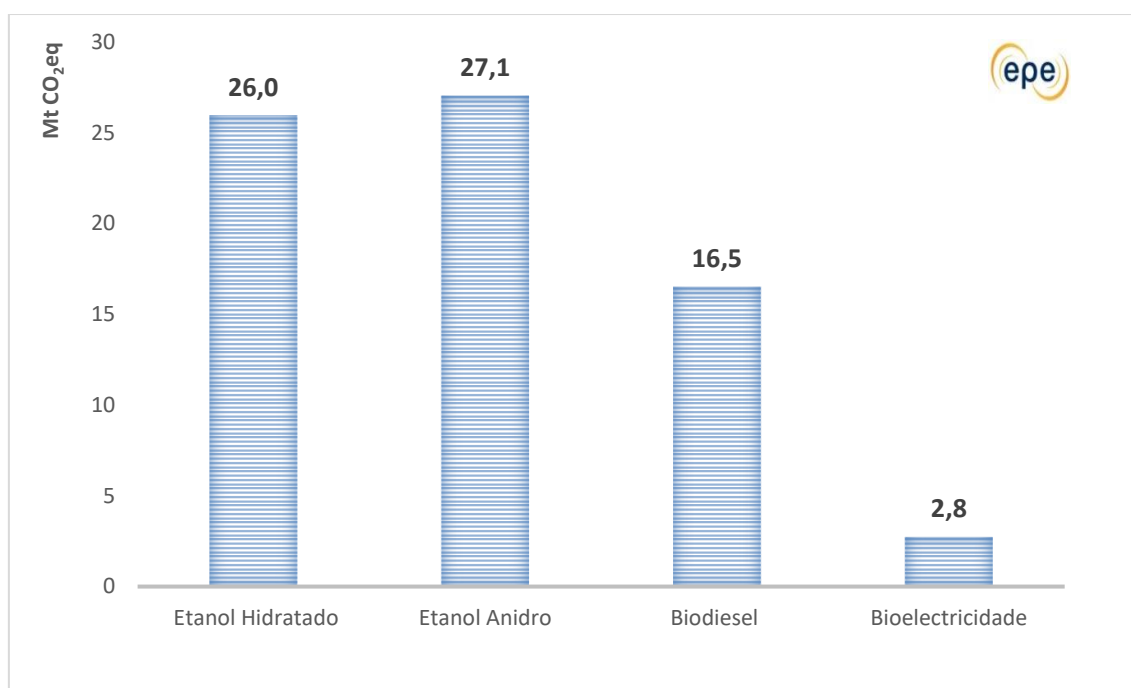
O Brasil desempenha papel de destaque internacional no que se refere a discussões e negociações acerca das mudanças climáticas. Foi construído no país todo um arcabouço legal cujo objetivo é fomentar a utilização de fontes renováveis, com destaque aos biocombustíveis. Mais um passo importante para este 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 etanol (anidro e hidratado) e biodiesel, em comparação aos equivalentes fósseis (gasolina e diesel), somaram 69,6 MtCO₂ em 2019.

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, 2020). Este indicador tem oscilado nos últimos anos, tanto em virtude da maior participação de térmicas de diversas fontes de combustíveis fóssil 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 2019, houve um aumento da geração térmica fóssil (15%), com queda significativa da participação das térmicas à óleo (69,7%) e crescimento das térmicas a gás natural (15,5%) e carvão mineral (8,8%). Além disso, observou-se maior participação da biomassa (3,4%) e eólica (17%), e manutenção das hídricas. Essas alterações somadas pouco impactaram neste fator, passando de 0,074 tCO₂/MWh para 0,075 tCO₂/MWh em 2019.

Considerando a energia exportada e o autoconsumo pelas unidades sucroenergéticas, os valores de CO₂ evitados são expressivos. A estabilidade do fator de emissão da matriz refletiu neste indicador e, considerando que a quantidade de energia gerada pelas usinas de biomassa de cana permaneceu sem alterações significativas em 2019, o total de GEE evitada ficou no mesmo patamar. Assim, a quantidade das emissões evitadas em 2019 foi 5,3% maior que a de 2018 (2,6 MtCO₂), somando 2,8 MtCO₂, sendo 1,1 advindas do autoconsumo e 1,7 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.

Gráfico 41 – Emissões Evitadas com Biocombustíveis em 2019 – Brasil

Fonte: EPE a partir de (EPE, 2020a), (IPCC, 2006), (ROSA, OLIVEIRA, COSTA, PIMENTEIRA, & MATTOS, 2003) e (MCTI, 2020)

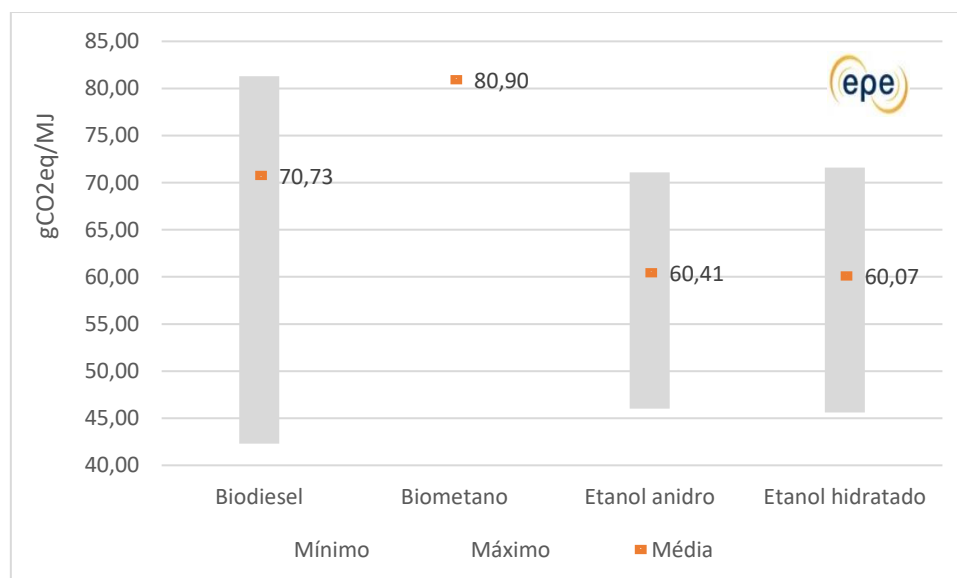
10. RenovaBio

O ano de 2019 foi importante para a implementação da Política Nacional de Biocombustíveis. Com base nos seus três instrumentos principais de funcionamento (metas anuais de redução de intensidade de carbono (gCO_2/MJ) para um período mínimo de dez anos, Certificação de Biocombustíveis e Crédito de Descarbonização - CBIO), diversas ações foram realizadas pelos agentes envolvidos. Nessa seção, serão apresentados os principais acontecimentos e o panorama atual do RenovaBio.

Em janeiro de 2019, a ANP aprovou o credenciamento da primeira firma inspetora para Certificação da Produção Eficiente de Biocombustíveis, conforme previsto na Lei de criação do RenovaBio. Em janeiro de 2020, já havia 10 firmas inspetoras habilitadas (ANP, 2020f).

O primeiro Certificado de Produção Eficiente de Biocombustíveis foi emitido em 17 de outubro para uma unidade de produção de biodiesel, a partir de óleo residual. O número de empresas certificadas tem evoluído rapidamente e alcançou um total de 220 aprovações em 29 de junho de 2020, com o seguinte perfil: 20 unidades de biodiesel; 195 produtoras de etanol de cana de 1ª geração; duas unidades de etanol de milho *flex* e uma do tipo *full*, uma de 2ª geração em usina integrada e uma unidade de biometano. Adicionalmente, existem 24 processos em andamento, ou seja, 11% do total (ANP, 2020f). O Gráfico 42 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. O biodiesel e o biometano possuem as notas mais elevadas.

Gráfico 42 – Nota de Eficiência Energético-Ambiental das unidades certificadas



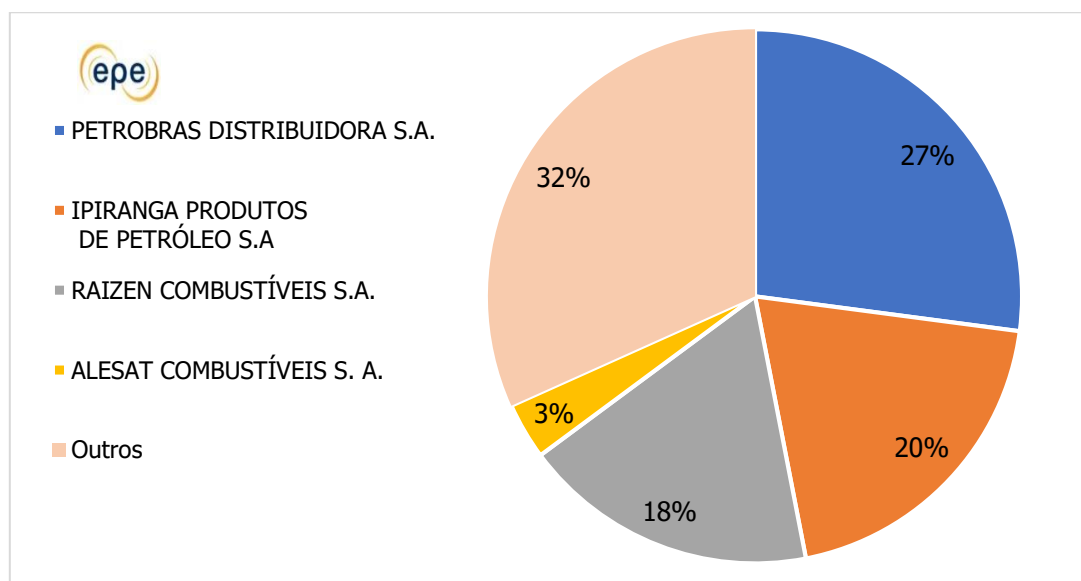
Fonte: EPE a partir de ANP (ANP, 2020f)

A partir destas notas e, utilizando-se as respectivas produções de etanol e biodiesel em 2019 das unidades já certificadas, assim como, seus volumes elegíveis, estima-se que o

número potencial de CBIO seja de cerca de 32 milhões²⁸. No entanto, como as certificações ocorreram ao longo do ano, esta quantidade cai significativamente para 2020, visto que estão atreladas à comercialização de biocombustíveis com distribuidoras. Ressalta-se que 11% do total das certificações ainda necessitam ser aprovadas e não constam nesse cálculo.

Seguindo o cronograma previsto pelo programa, houve a publicação da Resolução ANP nº 791, de 12 de junho de 2019, a qual dispõe²⁹ sobre a individualização das metas compulsórias anuais de redução de emissões de GEE para a comercialização de combustíveis pelas distribuidoras (ANP, 2019a). A Resolução CNPE nº 15, de 24 de junho de 2019, redefiniu as metas compulsórias anuais de redução de emissões de GEE para a comercialização de combustíveis. Ressalta-se que, em função dos impactos da Pandemia de COVID-19, uma proposta de revisão das metas para o ano de 2020, assim como sua extensão até 2030, encontra-se em processo de consulta pública (MME, 2020). Segundo a proposta, o total de CBIO a serem comercializados em 2020 somam 14,53 milhões e, para 2030 totalizam 90,67 milhões. Conforme o Gráfico 43, três empresas serão responsáveis pela aquisição de aproximadamente 65% dos CBIO em 2020 (ANP, 2020f). Ressalta-se que estas metas são passíveis de revisão a cada ano pelo Conselho.

Gráfico 43 – Meta Individual 2020 (CBIO)



Fonte: (ANP, 2020f)

Ao final do ano, a ANP publicou a Resolução nº 802, de 05 de dezembro de 2019 (ANP, 2019b), a qual estabelece os procedimentos para geração de lastro necessário para emissão primária dos Créditos de Descarbonização, através da Plataforma CBIO, em operação desde o início de janeiro de 2020. O lastro deverá ser solicitado pelos produtores de biocombustíveis certificados e detentores de contratos firmados com o

²⁸ Os impactos da pandemia de Covid-19, assim como mudanças no *mix* de produção poderão alterar esse potencial.

²⁹ De acordo com o Decreto nº 9.308, de 15 de março de 2018 (BRASIL, 2018), que foi substituído pelo Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019, cabe à ANP detalhar as metas de cada distribuidora, conforme sua participação no mercado de combustíveis fósseis, do ano anterior (BRASIL, 2019).

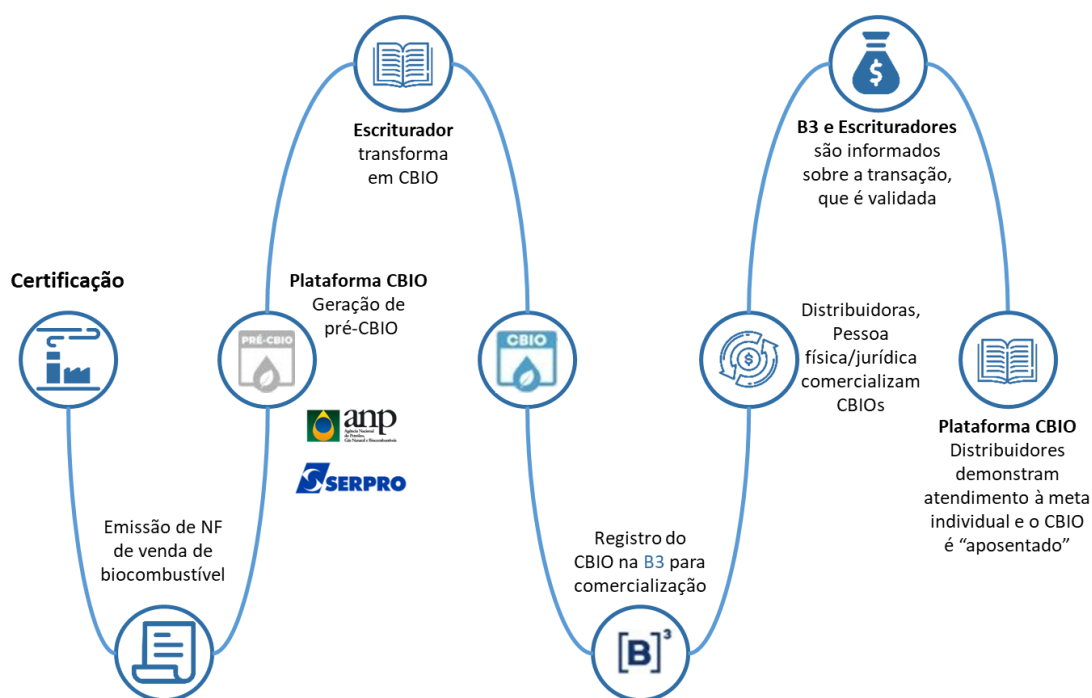
Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro). A plataforma considera as notas fiscais emitidas a partir de 24 de dezembro de 2019. As notas fiscais válidas geram o que foi denominado de “pré-CBIO”, que poderão ser convertidos em títulos (CBIO) pelos escrituradores³⁰ e colocados para negociação em mercados organizados. Em fevereiro de 2020, havia 10 solicitações de produtores (SERPRO, 2020)

O Artigo 7, § 2º da Lei 13.576/2017 (BRASIL, 2017c) indica que:

“A comprovação de atendimento à meta individual por cada distribuidor de combustíveis será realizada a partir da quantidade de Créditos de Descarbonização em sua propriedade, na data definida em regulamento”.

Essa comprovação deverá ocorrer através da Plataforma da ANP, quando estes serão removidos do mercado, como detalhado na Figura 4.

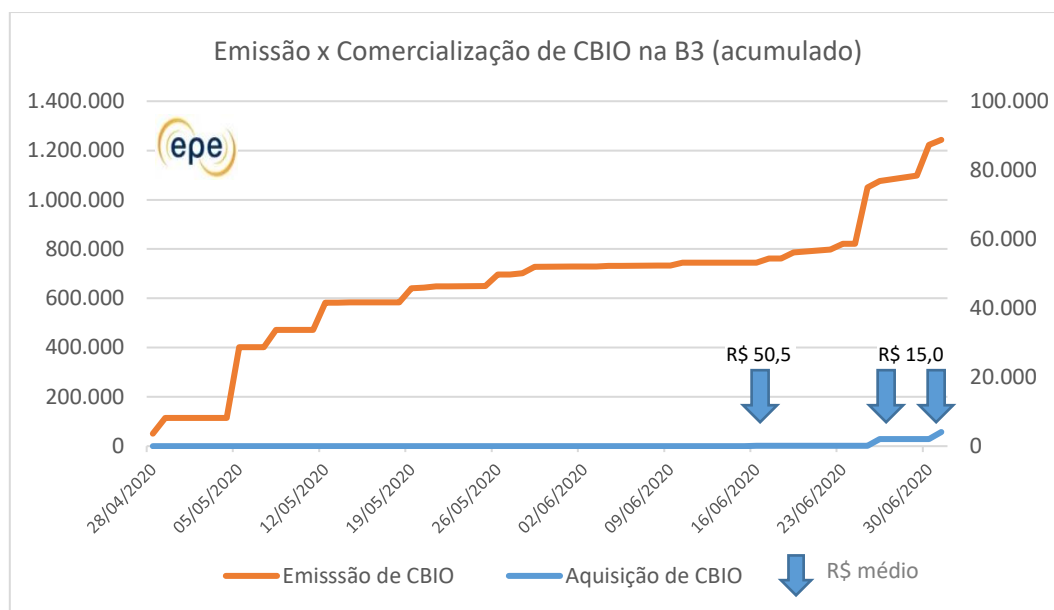
Figura 4 – Fluxo do CBIO



Fonte: EPE com base em (ANP, 2020f) e adaptado de NovaCana (NOVACANA, 2020a)

Os créditos de descarbonização começaram a ser emitidos e colocados à disposição na B3 no final de abril de 2020 e até o dia 29 de junho, representavam 1,2 milhão de CBIO. Em junho, houve três negociações do crédito por partes não obrigadas, com negociações que somam 6.200 unidades, a preços médios ponderados de R\$ 16,00. O Gráfico 44 apresenta a evolução das quantidades acumuladas de CBIOs emitidos e comercializados, assim como os preços dessas negociações.

³⁰ Banco ou instituição financeira contratada pelo produtor ou pelo importador de biocombustível, responsável pela emissão de Créditos de Descarbonização escriturais em nome do emissor primário (BRASIL, 2017c).

Gráfico 44 – Emissão X Comercialização (acumulado) e preços de CBIO na B3

Fonte: EPE com base em B3 (B3, 2020)

Um aspecto que ainda está em debate é a tributação do CBIO. O tema está sendo tratado por meio da Medida Provisória nº 897, de 2019 (BRASIL, 2019) e a proposta é tributar em 15% os lucros auferidos nas operações de venda, de forma análoga ao observado nos títulos do mercado financeiro (ativos financeiros e valores mobiliários). No entanto, a Receita Federal solicitou o veto do artigo da MP por entender que esta alíquota representaria uma renúncia fiscal, pois a vigente é de 34%, que inclui o imposto de renda (IRPJ) e a Contribuição Social do Lucro Líquido (CSLL).

Desta forma, com todo o arcabouço regulatório estruturado, as certificações dos produtores ou importadores de biocombustíveis e o desenvolvimento da Plataforma CBIO, o RenovaBio tem o potencial de trazer os benefícios econômicos, sociais e ambientais para Brasil.

11. O setor agroenergético e sua resiliência: os impactos da Covid-19

11.1. Introdução

O Brasil destaca-se mundialmente pela ampla participação de fontes renováveis em sua matriz energética, pelas suas condições edafoclimáticas favoráveis, extensa disponibilidade de terra, e estímulos governamentais, como já salientados nos estudos da EPE (EPE, 2016b).

Especificamente para os biocombustíveis, ao longo dos anos, diversas políticas públicas foram implementadas, como o Programa Nacional do Alcool (PROALCOOL), na década de 1970, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) em 2005 e mais recentemente a Política Nacional dos Biocombustíveis (Renovabio) em 2017 (EPE, 2016b) e (EPE, 2018a). Ademais, o país possui mandatos de adição de biocombustíveis aos derivados de petróleo (etanol anidro na gasolina A e biodiesel no óleo diesel A) e linhas de financiamentos específicas para o setor (BNDES, 2020c); (BRASIL, 2016); (MAPA, 2020). Outro ponto importante foi a adoção da tecnologia *flex fuel* em 2003 pelas montadoras automotivas, possibilitando o uso de até 100% de etanol hidratado nos veículos. Em 2019, a EPE avaliou no artigo da edição comemorativa do Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, a evolução dos biocombustíveis na matriz nacional na última década, em que são evidenciados os impactos dessas iniciativas (EPE, 2019c).

Dessa forma, o Brasil apresenta um histórico bem-sucedido no que se refere à produção e uso de biocombustíveis no setor de transportes, cuja participação alcançou 26,9% em 2019, quando também foi registrado recorde de produção de etanol hidratado e aumento do teor de biodiesel no diesel B. Assim, o éster contribuiu com 4,7% e o etanol total com 22,2% do consumo final de energia da matriz veicular. Destaca-se que o total de renováveis na demanda do ciclo Otto foi de 49,1% (EPE, 2020a).

A origem desta cadeia está no segmento agropecuário, cuja diversidade disponibiliza uma variedade de coprodutos que podem ser direcionados para a produção de biocombustíveis e alimentos. Diferentemente de algumas regiões do mundo, esta inter-relação produtiva minimiza a possível competição pelo uso da terra no território nacional. Essa interface é benéfica, pois favorece a produção de biocombustíveis, promovendo a diversidade da matriz energética; contribui para a segurança alimentar ao desenvolver a agricultura e gerar renda de modo sustentável no campo; fomenta o desenvolvimento econômico regional e nacional; alivia os efeitos das mudanças climáticas globais, bem como reduz a emissão de poluentes locais. Dessa forma, o presente artigo objetiva analisar a integração produtiva entre energia e alimentos e a resiliência do setor agroenergético, através de uma breve avaliação dos impactos da pandemia de Covid-19 sobre este setor.

11.2. Integração produtiva entre biocombustíveis e alimentos

Diante de todo o potencial apresentado e usufruído na produção e uso de biocombustíveis, cabe notar que o Brasil tem possibilidades de alcançar patamares mais eficientes, observando as características edafoclimáticas inerentes a cada região, relacionados a seus produtos agrícolas e à sua matriz de transporte.

Conforme LA ROVERE e TOLMASQUIM (LA ROVERE, E. L. e TOLMASQUIM, M. T., 1986), os sistemas integrados de produção de alimentos e energia (SIPAE) pressupõem um planejamento do uso da terra, bem como inter-relações equilibradas entre o solo, recursos hídricos e florestais em relação aos resíduos agrícolas. Para isso, utilizam-se tecnologias agrícolas e industriais que maximizam o aproveitamento de subprodutos e de resíduos, além da diversificação de matérias-primas. Suas principais vantagens incluem o menor impacto ambiental e aumento da eficiência, que geralmente têm efeitos econômicos e sociais positivos. As vantagens já obtidas pelo Brasil na produção e uso de biocombustíveis poderiam ser maximizadas, caso estes sistemas integrados sejam amplamente adotados.

Além dos principais grandes produtores de biocombustíveis, que já aplicam técnicas agroindustriais avançadas, alcançando recordes de produtividade a nível mundial, adiciona-se a existência de 6.887 cooperativas em atuação no Brasil, sendo que destas 1.613 são cooperativas agropecuárias, algumas já integradas ao sistema produtivo. Registra-se que em 2018, havia 1 milhão de cooperados e 209 mil empregados, de acordo com Anuário Estatístico do Cooperativismo 2019 da Organização das Cooperativas Brasileiras (2019). Dentre os principais coprodutos dessas cooperativas, que podem ser utilizados para a produção de biocombustíveis, destacam-se soja, cana-de-açúcar, milho, arroz e insumos graxos de origem animal (aves, suínos e peixes). Algumas daquelas cooperativas, já integradas ao sistema produtivo (atualmente 50 mil famílias), fornecem matéria-prima para empresas produtoras de biodiesel, que têm como diferencial serem portadores do Selo Combustível Social (SCS)³¹.

No que tange ao arcabouço legal, a legislação brasileira é bastante avançada quanto à proteção do meio ambiente (MMA, 2020) (BRASIL, 1981), dos recursos naturais e das comunidades locais (BRASIL, 2007). O referido aparato legislativo converge com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2) da Organização para a Agricultura e a Alimentação – FAO (FAO, 2018), que visa a produção de alimentos nutritivos e suficientes, em toda a área agrícola, buscando alcançar o Fome Zero até 2030. A produção de biocombustíveis nacionais deve atender aos requisitos legais, uma vez que a não observância dessas premissas pode acarretar a imposição de sanções e barreiras não tarifárias, o que poderá restringir a sua participação no comércio internacional.

Nesse sentido, as cadeias produtivas do etanol (cana e milho) e do biodiesel serão descritas a seguir, de forma a detalhar a integração existente entre energia e alimentos.

³¹ Selo Combustível Social diferencia as empresas de produção de biodiesel que apoiam a agricultura familiar. Os produtores que possuem o SCS obtêm vantagens na venda e melhores condições de financiamento (CASA CIVIL, 2017).

11.2.1. Setor Sucroenergético

O setor sucroenergético tem grande relevância para a economia brasileira, contando com 366 unidades, a maioria com capacidade de produção tanto de etanol quanto de açúcar. Possui elevado potencial de geração de empregos, por ser intensivo em mão de obra, especialmente na área agrícola, intensificado no período de colheita. Além disso, existe uma série de empregos indiretos ligados à sua cadeia produtiva. Estima-se que o total de pessoas empregadas diretamente neste setor, nas etapas agrícola (75%), industrial (20%) e administrativa (5%), foi de cerca de 250 mil na safra 2019/2020 no Brasil, com base no recente estudo realizado pela consultoria Wiabiliza³² (NOVACANA, 2020d). Para se estimar o número de empregos indiretos neste segmento, utilizou-se o multiplicador correspondente do setor de biocombustíveis (e não apenas no sucroenergético) da Matriz Insumo Produto do IBGE, cujo valor é 11,49 (IBGE, 2015). Assim, aos 250 mil empregos diretos gerados, acrescentam-se outros 2,9 milhões de empregos indiretos nesta mesma região. Registra-se que o número de empregos diretos no setor em 2013 variava entre 613 mil e 1,0 milhão (NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. (Coord.), 2014). Entretanto, o estudo já sinalizava uma tendência de queda, decorrente da crescente adoção da mecanização das práticas agrícolas e automação industrial.

As unidades produtivas têm buscado, cada vez mais, a integração energética, de forma a aumentar sua produtividade e o aproveitamento de subprodutos. A bioeletricidade, gerada a partir do bagaço e palha da cana, é utilizada para autoconsumo das próprias usinas e o excedente pode ser exportado para o Sistema Interligado Nacional – SIN. A receita proveniente da comercialização da bioeletricidade é cada vez mais relevante, tornando-se o terceiro ativo do setor. É característico das unidades sucroenergéticas a flexibilização da produção entre açúcar e etanol, permitindo que este se ajuste às flutuações de mercado, variando o *mix* de produção, objetivando maximizar suas receitas e minimizar as perdas. Por exemplo, nos últimos dois anos, com a maior produção do biocombustível, o *mix* para o etanol esteve no valor médio de 65%, conforme item 1 deste estudo.

Outro ponto importante, é a utilização da vinhaça para a fertirrigação da lavoura e, mais recentemente, tem-se desenvolvido o seu uso, juntamente com a torta de filtro, para a produção de biogás. Este biocombustível pode ser usado tanto nos maquinários e caminhões agrícolas, quanto na geração elétrica e injetado na malha de gasodutos.

A produção de etanol vem apresentando um crescimento expressivo e alcançou um valor recorde de 36 bilhões de litros em 2019. Desse total, cerca de 95% é destinado ao uso energético, sendo o restante direcionado principalmente para a composição de bebidas alcoólicas, produtos de limpeza e tintas.

No que se refere ao açúcar, sua produção nacional atingiu 39 milhões de toneladas em 2016 e, nos últimos dois anos, apresentou uma redução, em função das quedas da

³² Segundo a Wiabiliza, são necessárias 387,97 pessoas para cada um milhão de toneladas de cana moída, em todas as etapas de produção (agrícola, usina e administrativo). Multiplica-se esse fator pela moagem de cana na safra 2019/2020 no Brasil (642 Mtc), para se estimar o número de empregos diretos do setor.

cotação do preço da *commodity*, o que provocou o redirecionamento do *mix* para a maior produção de etanol. A média do consumo nacional de açúcar é de 11 milhões de toneladas e a maior parte da produção nacional é exportada. O país é um importante *player* mundial, sendo responsável por cerca de 42% do comércio internacional. As exportações de açúcar tiveram expressivo aumento de 35,1% de janeiro a abril de 2020, em relação ao mesmo período de 2019 (IPEA, 2020).

Os derivados da cana são responsáveis por uma importante participação no consumo final de energia do Brasil, em diversos setores da atividade econômica: no de transportes, representam 21%; no industrial, 17% (destes, 68% estão no segmento de alimentos e bebidas); e no energético, 52% (EPE, 2020a).

11.2.2. Setor Produtivo de Etanol de Milho

A produção de etanol a partir de milho vem apresentando um expressivo crescimento nos últimos anos. O uso desta *commodity* permite aproveitar ocasiões de baixa do preço do grão no mercado externo, visto que os custos logísticos do escoamento da região Centro-Oeste impactam na competitividade do produto internacionalmente. Um ponto importante é que o cereal pode ser estocado, diferentemente da cana. Dessa forma, a produção de etanol pode ser realizada em período de maior atratividade econômica.

As unidades produtivas podem ser do tipo *full*, que processam apenas o milho, ou do tipo *flex*, que usam o cereal e a cana-de-açúcar. Nessa última configuração, pode-se operar na entressafra da cana, reduzindo a ociosidade operacional e a instabilidade de preços do etanol ao longo do ano (safra e entressafra); diminuindo custos de infraestrutura de armazenagem para estoque de passagem; potencializando a competitividade do hidratado frente à gasolina (principalmente na entressafra) e no aumento da oferta total do etanol.

Da produção de etanol de milho, são gerados como coprodutos o óleo de milho, destinado ao consumo humano, e o DDGS (*distiller's dried grains with solubles*), para nutrição animal, contendo entre 30 e 35% de proteína (MILANEZ et al, 2014) (IMEA, 2017). O Mato Grosso é o principal estado produtor de milho e, consequentemente, de etanol de milho. A produção do cereal na safra 2019/20 foi de cerca de 98 milhões de toneladas, da qual 40% foi exportada. O volume de etanol de milho nesse período foi de 1,7 bilhão de litros (CONAB, 2020b). Outros estados do Centro-Oeste e do Norte também vem ampliando a produção desse biocombustível. Cabe adicionar que este é um dos principais cereais produzidos em cooperativas no Brasil, em que há participação significativa da agricultura familiar, propiciando geração de emprego e renda no campo.

11.2.3. Setor de Biodiesel

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), estabelecido por intermédio da Lei nº 11.097/2005 (BRASIL, 2005), inseriu esse biocombustível na matriz energética nacional. O objetivo dessa política foi a implementação de forma sustentável, tanto técnica, como econômica, de sua produção e uso, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda. Este Programa

estabeleceu o marco regulatório que define uma base normativa para a produção e comercialização do biodiesel no país, envolvendo a definição do modelo tributário e mecanismos para inclusão da agricultura familiar, consubstanciado no Selo Combustível Social (SCS)³³.

Desde que foi instituído o uso obrigatório do biodiesel na mistura com o diesel fóssil, observou-se uma rápida evolução para maiores teores de adição. O valor inicial foi fixado em 2% em volume, em 2008, alcançando 5% já em 2010, quando o previsto 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.

Em 2019, as principais matérias-primas utilizadas para a sua produção foram a soja e a gordura animal (bovina, suína e de frango), com 68% e 14%, respectivamente. A produção se mostrou fortemente regionalizada, com Centro-Oeste e Sul responsáveis por 82,9% da produção total neste mesmo ano.

O principal produto oriundo da soja é o farelo para ração animal, já o óleo pode ter outras aplicações, como na indústria alimentícia, além do uso no processo produtivo do biodiesel. Segundo a ABIOVE, em 2019, a produção de farelo foi de 33,5 milhões de toneladas, e o uso no mercado interno foi de 52%. Para o óleo, a produção alcançou 8,8 milhões de toneladas, sendo que 92% permaneceu no país. O Brasil é um grande produtor de soja, 120 milhões de toneladas em 2019, do qual 60% é exportada (ABIOVE, 2020).

Um dos importantes resultados da inserção do biodiesel na matriz energética brasileira, foi o fortalecimento da atividade cooperativa. A inserção do SCS incorporou a agricultura familiar à produção do novo biocombustível (EPE, 2016b). Segundo o Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2017), nesse ano, do total de mais de 5 milhões de propriedades rurais em todo o Brasil, 579 mil eram ligadas a cooperativas, sendo cerca de 410 mil estabelecimentos de agricultura familiar (MAPA, 2019). Dessas famílias, cerca de 100 mil participaram do fornecimento de matérias-primas para a produção de biodiesel, proporcionando uma renda em torno de R\$ 3,8 bilhões para este segmento em 2016 (CASA CIVIL, 2017), que de 2010 a 2017 representou, em média, 3,5% do PIB nacional, com o valor de R\$ 243,2 bilhões (em reais constantes de 2017) (IBGE, 2018).

Por fim, cumpre destacar que o setor de pequenas cooperativas e agricultura familiar responde por grande parte da ampla variedade dos alimentos da cesta típica da família brasileira, que inclui arroz, feijão, milho, legumes e hortaliças (MUR, D. C. C., 2019). As cooperativas representam cerca de 50% do PIB agrícola total (IBGE, 2020).

11.3. O setor agroenergético e sua resiliência: impactos da Covid-19

A inédita conjuntura provocada pela pandemia da Covid-19 para a sociedade e para a economia global evidenciou grande parte do “modus operandi” econômico e social até

³³ Selo Combustível Social diferencia as empresas de produção de biodiesel que apoiam a agricultura familiar. Os produtores que possuem o SCS obtêm vantagens na venda e melhores condições de financiamento (CASA CIVIL, 2017).

então vigentes. No Brasil, as medidas de restrição à mobilidade pessoal levaram à drástica redução do consumo, tanto dos derivados de petróleo quanto de biocombustíveis. Diante deste contexto, estudo recente da EPE analisou os impactos e desdobramentos da pandemia no mercado brasileiro de combustíveis, a partir da construção de três trajetórias distintas para curto prazo (EPE, 2020c).

Até maio de 2020, houve queda nas vendas de gasolina C de 11,6%, de etanol hidratado de 21,6% e de óleo diesel B de 3,4%, em comparação com o mesmo período de 2019 (ANP, 2020g) (MAPA, 2020).

Para o setor sucroenergético, a queda da demanda por etanol (anidro e hidratado), fez com que o *mix* fosse deslocado para a produção de açúcar. A receita obtida com a comercialização da bioeletricidade contribuiu com o fluxo de caixa das unidades neste período. Como citado anteriormente, os produtores de etanol de milho podem armazenar este cereal, aguardando melhores oportunidades para sua comercialização e/ou para a produção de etanol.

Em relação ao biodiesel, observou-se um menor impacto da pandemia em sua demanda, pois a mistura diesel fóssil e biodiesel destina-se, em maior volume, à movimentação de mercadorias e bens. O aumento do percentual de mistura mandatório, de 11% para 12%, a partir de março 2020, acarretou em um incremento do seu consumo, que poderia ser ainda maior, caso não houvesse queda na demanda ciclo Diesel.

Por outro lado, dados de abril apontam crescimento de produção na safra 2019/2020 para milho (2,2%), cana-de-açúcar (0,9%) e soja (5,2%) (IBGE, 2020). Essas culturas têm participações relevantes no PIB agrícola: as produções de milho (6,1%), cana de açúcar (9,6%) e de soja em grãos (26%), somadas, representam cerca de 42% deste indicador (IPEA, 2020). Assim é possível observar que, apesar do cenário adverso, o setor agrícola nacional tem apresentado crescimento econômico, quando comparado a outros setores da economia.

Destaca-se a importância do setor agrícola na economia nacional. No 1º trimestre de 2020, foi observada retração do PIB nacional de 1,5% em relação ao trimestre anterior e, queda de 0,3%, considerando o mesmo período de 2019. Por sua vez, entre janeiro e março de 2020, o PIB agrícola teve um aumento de 1,9%, representando uma ligeira elevação da produção agrícola, reflexo de plantios realizados em 2019 e manutenção dos níveis de consumo, alinhado à alta tecnificação deste setor produtivo (IBGE, 2020).

Empresas no Brasil e no mundo estão reavaliando estratégias - e os investidores reanalisando riscos - em resposta às profundas incertezas e dificuldades financeiras do momento. Em âmbito nacional, observou-se o adiamento de investimentos na cadeia produtiva, como por exemplo a implantação de usinas de etanol de milho.

As perspectivas de investimento direcionadas à energia foram abordadas em estudos divulgados pela IEA recentemente (IEA, 2020b). Como reflexo da queda da demanda, foi observada a desaceleração de recursos investidos em novos projetos energéticos. No período pré-crise era esperado aumento de 2% nos investimentos; após a crise a

perspectiva é de redução de 20%. Contudo, o setor de renováveis será o menos impactado. Para o setor de transporte, parte dessa explicação deve-se à existência de misturas obrigatórias nos principais *players* mundiais (IEA, 2020a). Adicionalmente, o incentivo aos biocombustíveis através de políticas como RFS (EUA), RED³⁴ (UE) e RenovaBio (Brasil) continua sendo o principal determinante do investimento nesse setor, que tem como alicerces a segurança energética e a sustentabilidade. Ademais, a crise provocada pela pandemia, pode ser encarada como oportunidade para investimentos mais relevantes em renováveis e em infraestrutura verde para evitar o *lock-in* com sistemas obsoletos e ineficientes.

Conforme observado, é significativa a sinergia entre a produção de alimentos e energia. Em um contexto em que há retração da demanda de biocombustíveis, a existência de uma indústria agroenergética robusta faz com que esta cadeia se mantenha em pleno funcionamento.

³⁴ RED – *Renewable Energy Directive* – Diretivas da União Europeia

11.4. Considerações Finais

Foi possível observar que a integração entre a produção de alimentos e de energia é um importante elemento para a sustentação do setor agroenergético nacional, sendo esta sinergia realçada na pandemia da Covid-19. Devido a sua extensão e localização, o território brasileiro possui características climáticas que possibilitam a produção de diversos recursos energéticos, uma vantagem competitiva que poucas nações possuem.

Notou-se que, a partir de março de 2020, o consumo e a produção de combustíveis foram afetados pelos impactos provocados pela Covid-19. No Brasil, o setor de energia possui participação relevante de combustíveis renováveis e as restrições à mobilidade, produzidas pela crise, resultaram em impactos a este setor, observando-se queda na demanda de combustíveis, tanto para o ciclo Otto quanto para o ciclo Diesel. Tal fato não foi verificado no segmento de alimentos, que registrou aumento na produção das principais culturas energéticas.

Dentre os pontos de interesse, nota-se que a produção energética em sinergia à produção de alimentos apresenta resiliência benéfica a ambos os setores e, no caso nacional, não estão atreladas à disputa pelo uso da terra. A ação das unidades cooperadas para produção de insumos, que podem ser direcionados para obtenção de alimentos e de biocombustíveis, fortalece a geração de emprego e renda no campo, cabendo observar a importância das cooperativas e da agricultura familiar, que são responsáveis por cerca de 50% do PIB agrícola nacional e, pela produção de grande parte dos produtos que compõem a típica cesta brasileira de alimentos.

As políticas energéticas incentivando o uso de biocombustíveis no Brasil têm buscado a segurança energética e promover o desenvolvimento econômico social, atendendo aos requisitos de sustentabilidade. Importa ressaltar que este aparato legal está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2) da FAO, que almeja através da produção de alimentos nutritivos e suficientes, alcançar o Fome Zero até 2030.

O país tem, historicamente, grande vocação agrícola, com forte tradição agro e minero-exportadora, focada em *commodities* primárias. O aproveitamento da competitividade para produção agroenergética pode fornecer o suporte para que o país fomente a produção de bens de maior valor agregado, contribuindo ainda mais para produção de riquezas nacionais.

As repercussões desta pandemia e o seu alcance e profundidade deverão ser melhor avaliados em estudos futuros, uma vez que seus efeitos mais imediatos sobre saúde pública e mobilidade tenham sido superados.

Foi possível observar ao longo deste artigo que a existência de elevada inter-relação entre produção agrícola e de biocombustíveis traz inúmeros desdobramentos positivos, além de elevar a resiliência setorial, fazendo que os impactos de situações de excepcionalidade como a que vivenciamos sejam melhor suportados que os demais setores da economia.

Referências Bibliográficas

- ABIOVE. (2020). *Estatísticas*. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Fonte: www.abiove.org.br/estatisticas
- ABRACICLO. (2020). *Dados do Setor: vendas atacado 2020*. Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares. Acesso em 10 de Abril de 2020, disponível em <http://www.abraciclo.com.br/motocicletas>
- 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
- ANFAVEA. (2020). *Anuário da indústria automobilística brasileira 2019*. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Acesso em 10 de Abril de 2020, disponível em <http://www.anfavea.com.br/anuario.html>
- ANP. (2014). *Resolução ANP nº 45, de 25 de agosto de 2014*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 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=ramp-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=ramp-758-2018>
- ANP. (2018c). *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 22 de 2 de 2018
- 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=ramp-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=ramp-802-2019>
- ANP. (2020a). *Autorização para produção de biocombustíveis*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 22 de Janeiro de 2020, disponível em <http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/autorizacao-para-producao-de-biocombustiveis>
- ANP. (2020b). *Levantamento de preços*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 23 de Janeiro de 2020, disponível em www.anp.gov.br
- 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). *Informações de Mercado - Etanol*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 24 de Maio de 2020, disponível em www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/etanol/informacoes-mercado-etanol
- ANP. (2020f). *RenovaBio*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 30 de Junho de 2020, disponível em <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/renovabio>
- ANP. (2020g). *Dados Estatísticos*. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 26 de Junho de 2020, disponível em www.anp.gov.br
- 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. (2020). *Renda Fixa, Série Histórica, Dados por Ativos*. Brasil, Bolsa Balcão. Acesso em 29 de Junho de 2020, disponível em http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/renda-fixa/
- BC. (2020). *Sistema Gerenciador de Séries Temporais (SGS)*. Banco Central do Brasil. Acesso em 11 de Fevereiro de 2020, 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>
- 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>
- BNDDES. (2020a). *BNDDES Proreforma*. BNDDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. Acesso em 2020 de Março de 24, disponível em www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-proreforma
- BNDDES. (2020b). *Comunicação Pessoal*. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Sustentável.
- BNDDES. (2020c). *Navegador de Financiamentos*. Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. Acesso em 3 de 24 de 2020, disponível em www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/navegador#!/
- BRASIL. (1981). *Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília. Fonte: 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. (2007). *Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais*. Diário Oficial da União, Brasília. Fonte: www.planalto.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>
- CASA CIVIL. (2017). *Balanco do Selo Combustível Social - Balanco_2017*. Casa Civil. Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário (SEAD), Brasília. Fonte: http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_img_1754/SCS
- CCEE. (2020). *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/
- CONAB. (2020a). *Comunicação Pessoal*. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília.
- CONAB. (2020b). *Levantamentos de Safra: cana-de-açúcar. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar*. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília. Acesso em 25 de Março de 2020, 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. (2020). *Circulares CONSECANA*. Conselho de Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo. Acesso em 11 de Maio de 2020, disponível em www.orplana.com.br
- CTC. (2020). *Comunicação Pessoal*. Centro de Tecnologia Canavieira.
- DATAGRO. (2020). *Balanco mundial de açúcar. Edição 02-20*. Barueri. Acesso em 17 de Março de 2020, disponível em www.datagro.com
- DOE. (2019). *Drop-in Biofuels: the key role of co-processing. Apresentação de Jim Spaeth. U.S. Department: Bioenergy Technologies Office, 28 de maio de 2019*. U.S. Department of Energy. Acesso em 24 de 5 de 2019, disponível em <https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Events/2019/May/biojet-EUBCE/6-Jim-Spaeth.pdf?la=en&hash=CB5D91F6C9B4109885A7CFEE71281893A25F22DD>
- 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_effort_s_to_reach_eu_ee_targets_for_2020.pdf
- EIA. (2020a). *Monthly Energy Review: Renewable Energy. Total Energy Data*. Energy Information Administration, Washington DC. Fonte: www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/index.cfm
- EIA. (2020b). *Petroleum and Other Liquids. Imports, Exports and Movements*. Energy Information Association, Washington DC. Fonte: www.eia.gov/petroleum/data.php
- ELETROBRÁS. (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>
- 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 24 de 3 de 2020, 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. (2018a). *Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2017*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Fonte: www.epe.gov.br
- EPE. (2019b). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2029*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 12 de 2 de 2020, disponível em <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202029.pdf>
- EPE. (2019c). *Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2018*. 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 5 de 2 de 2020, disponível em https://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Paginas/Consideracoes_sobre_a_flexibilizacao_da_comercializacao_de_hidratado.pdf
- EPE. (2020a). *Balanco Energético Nacional 2020: Ano-base 2019*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Fonte: www.epe.gov.br
- EPE. (2020b). *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. (2020c). *Impactos da pandemia de Covid-19 no mercado brasileiro de combustíveis*. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. Acesso em 19 de Junho de 2020, disponível em www.epe.gov.br
- 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%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>
- FAO. (2018). *ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fonte: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180801_ods_metas_nac_dos_obj_de_desenv_susten_propos_de_adequa.pdf
- 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. (2020). Fundação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes. Acesso em 4 de Maio de 2020, disponível em <http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/>
- FENAUTO. (2020). *Venda de veículos usados cresce 2% em 2019; 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 2020, disponível em http://www.fenauto.org.br/index.php?view=single&post_id=688
- GOVERNO DO CEARÁ. (2020). *Ceará deve produzir combustível sustentável para aviação*. Governo do Ceará, Fortaleza. Acesso em 22 de Junho de 2020, disponível em <https://www.ceara.gov.br/2020/02/07/seminario-discute-producao-de-combustiveis-alternativos-para-aviacao-no-ceara/>
- 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/>
- IBGE. (2015). *Matriz de Insumo-Produto*. Acesso em 25 de 5 de 2020, disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9085-matriz-de-insumo-produto.html?=&t=o-que-e>
- IBGE. (2017). *Censo Agropecuário*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em 29 de Junho de 2020, disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e>
- IBGE. (2018). *Contas Nacionais. Tabela 10.2*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em 29 de Junho de 2020, disponível em <https://www.ibge.gov.br/>
- IBGE. (2020). *Dados estatísticos*. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em 5 de Junho de 2020, disponível em www.ibge.gov.br
- ICAO. (2018). *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA)*. International Civil Organization, Quebec. Fonte: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/market-based-measures.aspx>
- IEA. (2019). *Drop in Biofuels: the key role of co-processing will play in its production*. IEA Bioenergy: Task 39. Acesso em 25 de 5 de 2020, disponível em <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/09/Task-39-Drop-in-Biofuels-Full-Report-January-2019.pdf>
- IEA. (2020a). *World Energy Investment 2020*. Internacional Energy Agency. Acesso em 02 de julho de 2020, disponível em www.iea.org
- IEA. (2020b). *Renewable Energy Market Update Outlook for 2020 and 2021*. Acesso em 25 de maio de 2020, disponível em www.iea.org
- IMEA. (2017). *Clusters de etanol de milho em Mato Grosso*. Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária, Cuiabá.
- 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>
- IPEA. (2020). *Carta de Conjuntura, numero 47, 2º trimestre, 2020. Boletim de acompanhamento setorial da atividade econômica*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Rio de Janeiro. Acesso em 29 de Junho de 2020, disponível em

- https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_alphacontent&view=alphacontent&Itemid=59
- LA ROVERE, E. L. e TOLMASQUIM, M. T. (1986). *Integrated food-energy systems in Brazil*. UNE – Paris. Acesso em 25 de Abril de 2020, disponível em <http://archive.unu.edu/unupress/unupbooks/80757e/80757E03.htm>
- LOGUM. (2020). Logum Logística S.A., Rio de Janeiro. Acesso em 29 de Maio de 2020, disponível em www.logum.com.br/php/index.php
- MAPA. (2019). *Cooperativismo*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília. Acesso em 23 de Junho de 2020, disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/cooperativismo>
- MAPA. (2020). *Sustentabilidade/Agroenergia*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acesso em 25 de Abril de 2020, disponível em <http://www.agricultura.gov.br>
- MCTI. (2020). *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.mcti.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, Basel, 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. (2020). *Estatísticas de Comércio Exterior*. Ministério da Economia, Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais, Brasília. Acesso em 16 de Março de 2020, disponível em <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>
- MILANEZ et al. (2014). *A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar: avaliação ambiental, econômica e sugestões de política*. Revista BNDES, v. 41, p. 147-208.
- MILANEZ, A. Y.; NYKO, D.; VALENTE, M. S.; XAVIER, C. E. O.; KULAY, L.; DONKE, C. G.; MATSUURA, M. I. S. F.; RAMOS, N. P.; MORANDI, M. A. B.; BONOMI, A.; CAPITANI, D. H. D.; CHAGAS, M. F.; CAVALETT, Otávio; GOUVEIA, V. L. R. Acesso em 02 de Janeiro de 2019, disponível em <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2496>
- MMA. (2020). *Painel Legislação Ambiental*. PowerBi. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Fonte: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoizGEyMzBkMWYtNzNiMS00ZmIyLTg5YzgtZDk5ZW50DU4ZDg2IiwidCI6IjIjY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTZyNDY3NTJmMDNINCIsImMiOiJF9>
- 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/pdAS9IcdBICN/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
- 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>
- MUR, D. C. C. (2019). *Evolução e sustentabilidade do Programa de Biodiesel: um estudo comparativo entre o Brasil e a Colômbia*. Universidade de Brasília, Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão Ambiental, Brasília. Fonte: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/35736/1/2019_DianaCarolinaCastroMur.pdf
- NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. (Coord.). (2014). *A dimensão do setor sucroenergético: mapeamento e quantificação da safra 2013/14*. União da Indústria de Cana-de-Açúcar, Ribeirão Preto. Acesso em 30 de Junho de 2020, disponível em <https://unica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/A-Dimensao-do-Setor-Sucroenergetico.pdf>
- NOVACANA. (2020a). *ANP apresenta fluxo da certificação no RenovaBio e próximas etapas da regulamentação*. NovaCana. 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. 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, Campinas/SP. Acesso em 15 de Junho de 2020, disponível em <https://www.novacana.com/n/etanol/logistica/projeto-etanolduto-logum-logistica-disponivel-comentarios-090620>
- NOVACANA. (2020d). *Quantas pessoas são necessárias para moer um milhão de toneladas de cana?* NovaCana. Acesso em 9 de Junho de 2020, disponível em <https://www.novacana.com/n/industria/usinas/quantas-pessoas-necessarias-moer-milhao-toneladas-cana-090620?kmi>
- NREL. (2013). *Biogas Potential in the United States. NREL: Energy Analysis, Agosto 2013*. National Renewable Energy Laboratory. Acesso em 13 de 4 de 2020, disponível em <https://www.nrel.gov/docs/fy14osti/60178.pdf>
- 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..69i57j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8&safe=active&ssui=on
- 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/>
- REUTERS. (2020). *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..69i57j0j7.4546j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8&safe=active&ssui=on
- RFA. (2020). *Statistics*. Renewable Fuels Association, Washington DC. Fonte: <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.
- SCALDAFERRI, C. A. (2019). *Síntese de bio-hidrocarbonetos via catálise heterogênea para a produção de bioquerosene de aviação e diesel verde. 2019. Tese (Doutorado em Química)*. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas, Belo Horizonte. Acesso em 25 de 5 de 2020
- 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>

- 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. (2020a). *UNICADATA*. União da Indústria de Cana-de-açúcar. Acesso em 25 de Março de 2020, disponível em www.unicadata.com.br
- USDA. (2019a). *Biofuels Annual: Indonesia*. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, Washington DC. Acesso em 2 de 3 de 2020, 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
- USDOE. (2020). *Alternative Fuels Data Center: Biodiesel Blends*. United States Department of Energy, Energy Efficiency & Renewable Energy, Washington DC. Acesso em 09 de Abril de 2020, 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/er0403II927.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/