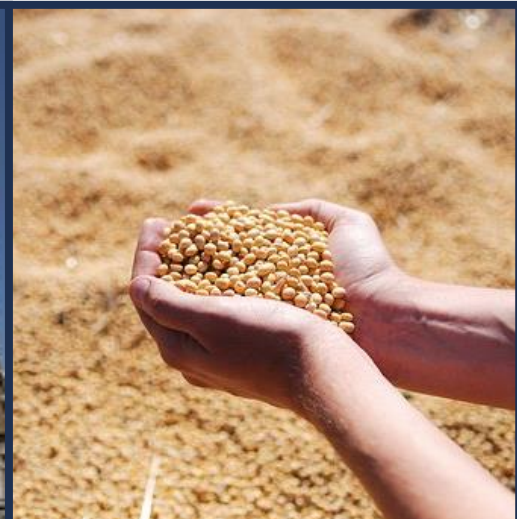
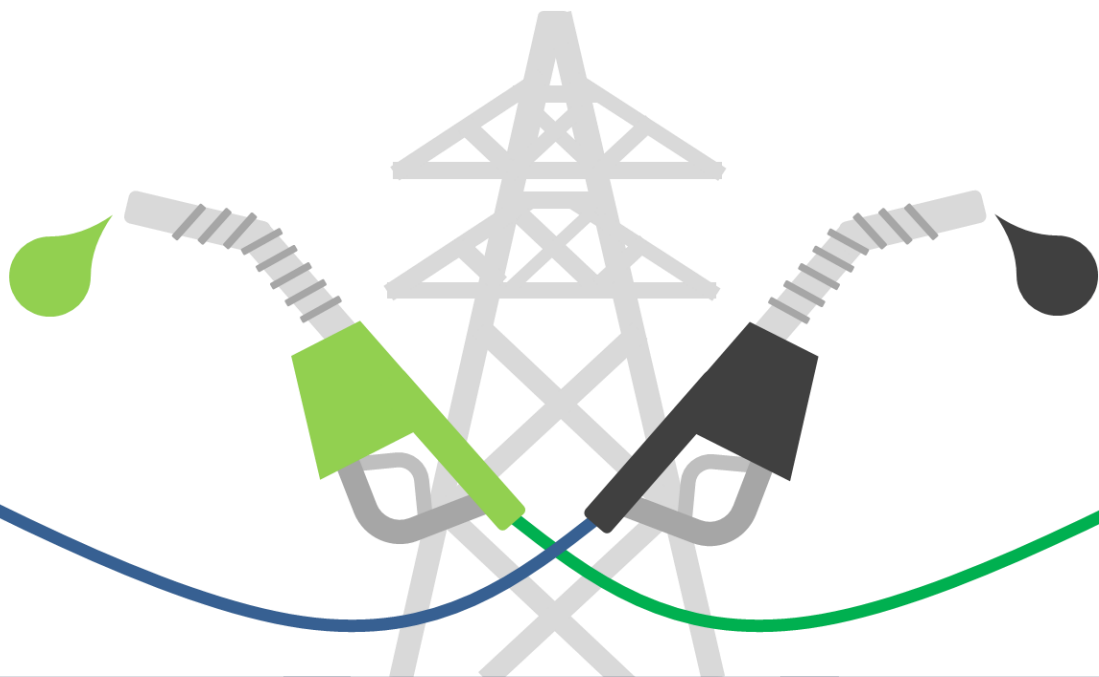




MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

ANÁLISE DE CONJUNTURA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS

ANO 2017



Empresa de Pesquisa Energética

Rio de Janeiro, junho de 2018

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 de Pesquisa Energética

Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis

Ano 2017

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

Reive Barros dos Santos

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

José Mauro Ferreira Coelho

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Amílcar Gonçalves Guerreiro

Diretor de Gestão Corporativa

Álvaro Henrique Matias Pereira

Coordenação Executiva

Giovani Machado

Coordenação Técnica

Angela Oliveira da Costa

Equipe Técnica

Angela Oliveira da Costa

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

Programação Visual

Gabriel de Figueiredo da Costa

Assistente Administrativo

Sergio Augusto Melo de Castro

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

EPE-DPG-SGB-Bios-NT-02-2018-r1

Data: 05 de junho de 2018

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	05.06.2018	PUBLICAÇÃO ORIGINAL
r1	02.07.2019	Alteração do Gráfico 2 – fonte primária de dados.

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 Estudos Avançados em Economia Aplicada/Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz" - CEPEA/ESALQ

Centro de Tecnologia Canavieira - CTC

Companhia Brasileira de Custos Agropecuários - CBCA

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB

Logum Logística S.A.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA

União da Indústria de Cana-de-açúcar – UNICA

A equipe de biocombustíveis agradece especialmente ao Engenheiro Químico Antonio Carlos Santos por sua sabedoria, contribuição e dedicação inestimáveis e pelo agradável convívio ao longo de toda sua trajetória na EPE.

Apresentação

A Empresa de Pesquisa Energética apresenta sua nona edição da Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, com foco no ano de 2017. 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 principais órgãos da área.

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 e as emissões de gases de efeito estufa evitadas pela utilização dessas fontes renováveis de energia.

Nessa edição, além da avaliação dos principais acontecimentos ocorridos em 2017, o documento apresenta um texto, em anexo, sobre a Política Nacional dos Biocombustíveis (RenovaBio), seus objetivos e possíveis desdobramentos, assim como os trabalhos desenvolvidos pela EPE com vistas a subsidiar o Ministério de Minas e Energia em sua condução.

Sumário

<u>AGRADECIMENTOS</u>	<u>3</u>
<u>APRESENTAÇÃO</u>	<u>4</u>
<u>1. OFERTA DE ETANOL</u>	<u>9</u>
1.1. ÁREA, PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E RENDIMENTO DA CANA	9
1.2. PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	14
1.3. PRODUÇÃO DE ETANOL	14
1.4. PRODUÇÃO DE AÇÚCAR.....	16
1.5. MIX DE PRODUÇÃO	19
<u>2. DEMANDA DO CICLO OTTO.....</u>	<u>20</u>
2.1. LICENCIAMENTO E FROTA DE VEÍCULOS LEVES	20
2.2. DEMANDA DE COMBUSTÍVEIS DA FROTA CICLO OTTO	21
<u>3. ANÁLISE ECONÔMICA</u>	<u>23</u>
3.1. MERCADO NACIONAL DE ETANOL	23
<u>4. CAPACIDADE DE PRODUÇÃO E INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE DE ETANOL.....</u>	<u>28</u>
4.1. CAPACIDADE PRODUTIVA.....	28
4.2. DUTOS	29
4.3. PORTOS.....	30
<u>5. BIOELETRICIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR</u>	<u>31</u>
5.1. EXPORTAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA.....	31
<u>6. BIODIESEL</u>	<u>34</u>
6.1. LEILÕES E PREÇOS DE BIODIESEL	34
6.2. PRODUÇÃO REGIONAL E CAPACIDADE INSTALADA.....	36
6.3. MATÉRIA-PRIMA PARA O BIODIESEL	37
6.4. COPRODUTOS DO BIODIESEL	39
6.5. METANOL.....	39
<u>7. MERCADO INTERNACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS.....</u>	<u>40</u>
<u>8. NOVOS BIOCOMBUSTÍVEIS.....</u>	<u>43</u>

9. EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA	45
10. RENOVABIO: A POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS E SEUS DESDOBRAMENTOS.....	46
10.1. INTRODUÇÃO.....	46
10.2. CONCEPÇÃO DO RENOVABIO	47
10.3. AÇÕES DA EPE NO RENOVABIO	49
10.4. O MODELO DE SUPORTE AO RENOVABIO	51
10.4.1. MODELO DE SIMULAÇÃO DE PREÇO DO CBIO.....	52
10.4.2. MODELO DA MATRIZ INSUMO-PRODUTO	52
10.4.3. MODELO DE INVESTIMENTO	53
10.4.4. MODELO DE IMPACTOS NA SAÚDE	53
10.4.5. MODELO DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	53
10.4.6. MODELO DE IMPACTOS INFLACIONÁRIOS	53
10.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

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).....	11
Gráfico 4 – Valor captado de financiamentos públicos para o cultivo da cana.....	12
Gráfico 5 – Colheita e Plantio mecanizados x Rendimento da cana.....	13
Gráfico 6 – Histórico anual do processamento de cana	14
Gráfico 7 – Produção brasileira de etanol	15
Gráfico 8 – Evolução mensal do estoque físico de etanol.....	16
Gráfico 9 – Produção e exportação brasileira de açúcar.....	17
Gráfico 10- Exportação brasileira de açúcar e câmbio.....	17
Gráfico 11 – Preços internacionais do açúcar VHP e cristal	18
Gráfico 12 – Mix de produção (açúcar x etanol).....	19
Gráfico 13 – Licenciamentos de veículos leves	20
Gráfico 14 – Demanda do ciclo Otto e participação dos diferentes combustíveis.....	21
Gráfico 15 – Demanda anual de etanol hidratado e gasolina C.....	22
Gráfico 16 – Produção, demanda e importação líquida de gasolina A	22
Gráfico 17 – Preços de etanol hidratado	24
Gráfico 18 – Relação de preços entre o hidratado e a gasolina C (PE/PG).....	25
Gráfico 19 – Relação PE/PG mensal em 2017	26
Gráfico 20 – Diferenciação Tributária - ICMS (gasolina x etanol) 2017.....	26
Gráfico 21 – Fluxo de usinas de cana no Brasil.....	28
Gráfico 22 – Participação da biomassa na geração elétrica total.....	31
Gráfico 23 – Autoconsumo e energia exportada pelas usinas de biomassa de cana	32
Gráfico 24 – Histórico de energia exportada para o SIN e cana processada.....	32
Gráfico 25 – Geração térmica a biomassa versus PLD	33
Gráfico 26 –Preços médios - biodiesel e diesel sem ICMS.....	35
Gráfico 27 – Produção regional de Biodiesel em 2017	36
Gráfico 28 – Capacidade instalada de produção e consumo de biodiesel.....	36
Gráfico 29 – Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel (%).....	37
Gráfico 30- Mercado de óleo de soja.....	38
Gráfico 31 – Exportação de glicerina bruta e glicerol.....	39
Gráfico 32 – Importação de metanol para biodiesel	40
Gráfico 33 – Exportações e importações brasileiras de etanol – 2005 a 2017	41
Gráfico 34 – Exportações e importações mensais de etanol – 2014 a 2018	41
Gráfico 35 – Emissões Evitadas com Biocombustíveis em 2017 – Brasil	45

Lista de tabelas

<i>Tabela 1- Preços médios anuais de etanol hidratado, gasolina C e relativo (PE/PG).....</i>	<i>25</i>
<i>Tabela 2 – Complexo soja.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 3 – Volumes finais da RFS (bilhões de litros).....</i>	<i>42</i>

Lista de figuras

<i>Figura 1 – Alíquota de ICMS do etanol e relação PE/PG por estado em 2017.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 2 – Sistema integrado de logística para o etanol.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 3 - Modelo de Suporte ao RenovaBio da EPE</i>	<i>51</i>

1. Oferta de Etanol

Em 2017, o setor sucroenergético processou 636 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 5,3% inferior ao ano anterior. A produção de etanol foi de 27,7 bilhões de litros e a de açúcar, 38,1 milhões de toneladas, quedas de 2,2% e 2,0%, respectivamente, em relação a 2016. Pondera-se que essa diminuição não tenha sido tão acentuada quanto a da cana, em função do aumento do rendimento e manutenção da produtividade, detalhados posteriormente (CONAB, 2018b; MAPA, 2018b).

A safra 2017/18 foi influenciada por aspectos climáticos diversos em algumas regiões do Brasil e pelo envelhecimento das lavouras de cana-de-açúcar, além de problemas financeiros por parte das unidades do setor. Houve uma maior destinação do *mix* para a produção de etanol a partir de agosto de 2017, decorrente das alterações tributárias da gasolina e do etanol no mercado de combustíveis, bem como da queda nas cotações do açúcar no mercado internacional (CONAB, 2018b).

Para a safra 2018/19, espera-se que ocorra uma redução da moagem de cana devido ao envelhecimento e à baixa renovação do canavial, à redução da cana disponível para corte e, também, à falta de chuvas nas regiões produtoras, fatores que deverão ocasionar queda no rendimento e na produtividade. O *mix* de produção será ainda mais alcooleiro, em função do esperado *superávit* mundial de açúcar e do crescimento da demanda pelo biocombustível (CONAB, 2018b).

A cana segue como a principal matéria-prima utilizada na produção de etanol, entretanto, a produção nacional de etanol de milho tem aumentado expressivamente, crescendo mais do que o dobro entre 2016 e 2017, de 234 milhões para 520 milhões de litros (MAPA, 2018c).

1.1. Área, Produtividade Agrícola e Rendimento da Cana

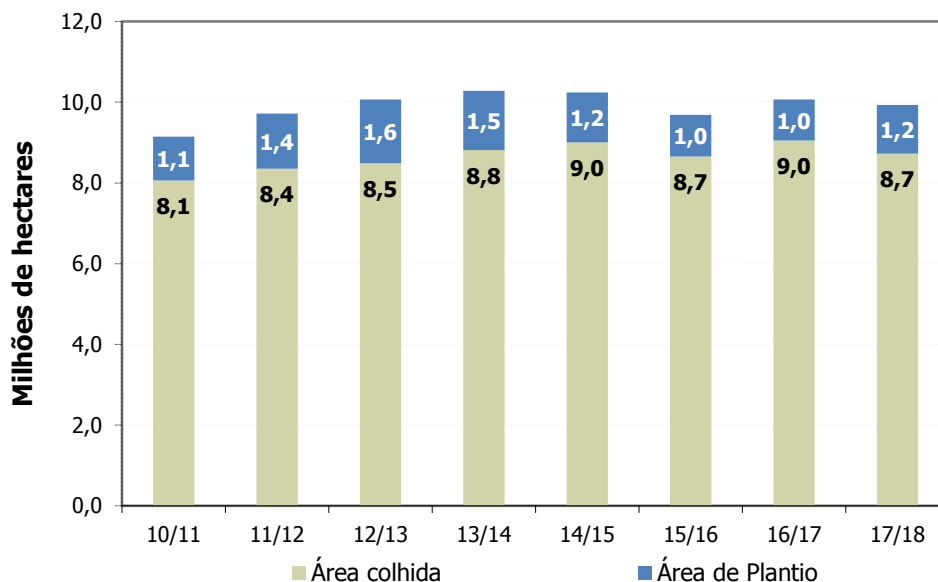
Área

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a área total colhida pelo setor sucroenergético, na safra 2017/18, foi de 8,7 milhões de hectares, queda de 3,5%, com relação à safra anterior, redução que foi observada em todas as regiões. Isto pode ser explicado pela não renovação de contratos de áreas afastadas das usinas ou que não são aptas para o plantio mecanizado, fazendo com que fossem destinadas para outras culturas, de maior rentabilidade frente à cana. Contribuíram também para este quadro, a situação de recuperação judicial de muitas unidades produtoras e os efeitos de períodos climáticos adversos observados nas safras anteriores (CONAB, 2018a, 2018b).

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 existência de poucos projetos *greenfields*, a paralisação de diversas unidades produtoras existentes e a baixa capacidade ociosa de moagem (vide Item 4.1). Já no que tange à área de plantio, houve um incremento de 18% com relação à safra anterior. Em números absolutos, a área de plantio da safra 2017/18 aumentou 182 mil hectares, atingindo 1,2 milhão de hectares.

Todas as regiões, com exceção da Norte, tiveram aumento da área plantada, sendo a Centro-Oeste a de maior crescimento, com 66 mil hectares, representando 29% em relação à safra anterior (CONAB, 2018a, 2018b).

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



Fonte: EPE a partir de CONAB (2018a, 2018b)

Para a safra 2018/19, a CONAB estima uma redução de 1,3%% para a área colhida de cana destinada ao setor sucroenergético, atingindo 8,6 milhões de hectares. O principal motivo está relacionado ao estado de São Paulo (-2,6%), maior produtor nacional, pela devolução de propriedades arrendadas ou rescisão de contratos com fornecedores (CONAB, 2018b).

Produtividade Agrícola

A produtividade média do setor sucroenergético brasileiro na safra 2017/18 foi de 72,5 tc/ha, estável com relação à anterior (72,6 tc/ha). A região Centro-Sul, que representou 93% da produção total, sofreu uma retração de -0,3%. Já na região Norte-Nordeste, houve aumento de 2,8% (CONAB, 2018a, 2018b). Apesar das condições climáticas da safra terem sido razoáveis, a elevada idade média do canavial tem prejudicado a produtividade.

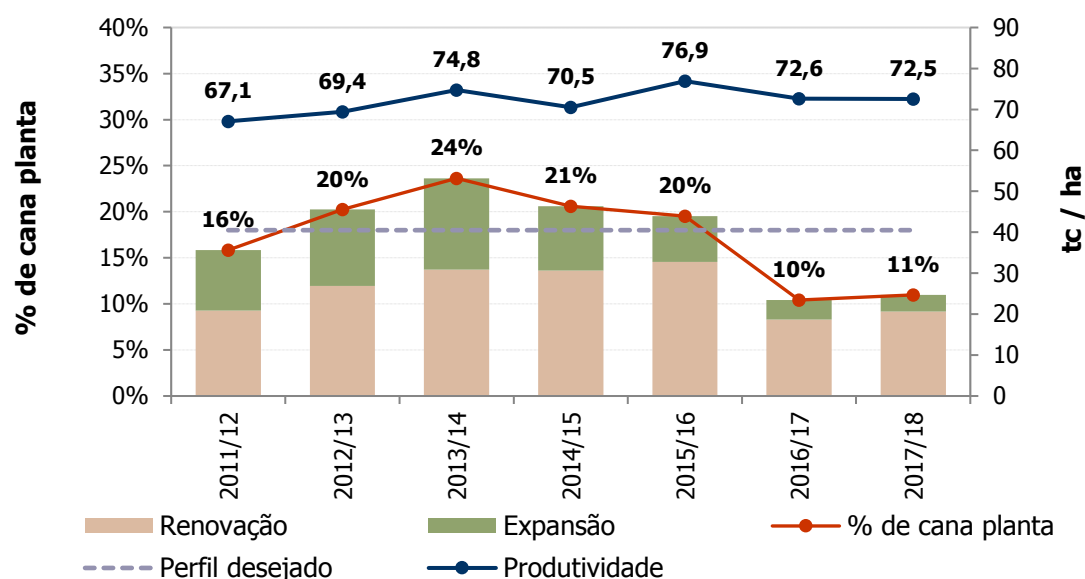
A avaliação do desempenho da produção sucroenergética requer também verificar como está distribuída a área de cultivo da cana, que é diferenciada em: área reformada, em reforma, de expansão e de cana soca¹. A participação da cana planta² (cana planta/cana total) considerada ideal é de cerca de 18%, percentual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

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.

O Gráfico 2 apresenta a evolução da participação da cana planta no total de cana colhida no Brasil (exclui área de cana em reforma) (CONAB, 2018a, 2018b).

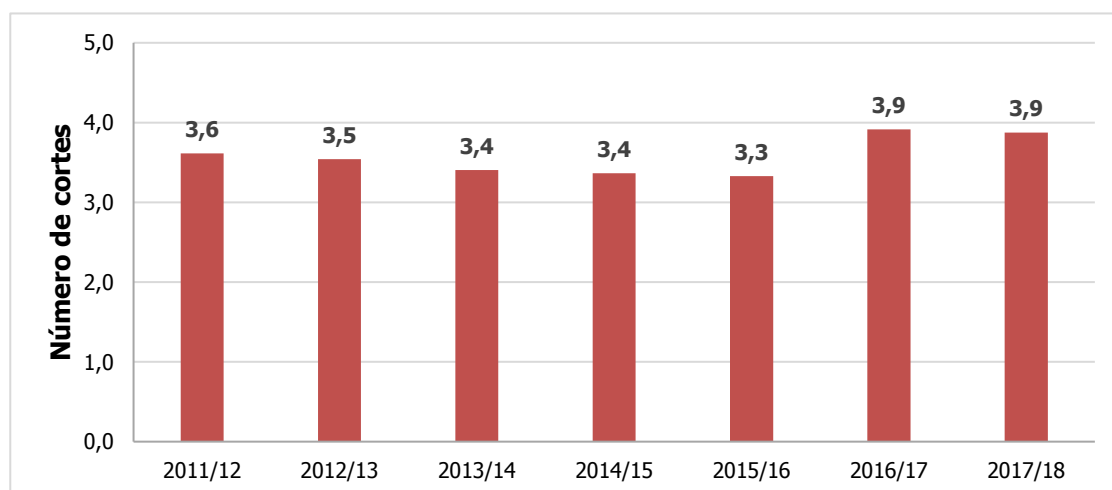
Gráfico 2 – Participação da cana planta na área total colhida e produtividade (Brasil)



Fonte: EPE a partir de CONAB (2018a, 2018b) e UNICA (2017)

Verifica-se que a participação de cana planta na safra 2017/18 apresentou um crescimento de 1 pontos percentuais com relação à anterior, saindo de 10% para 11%, ainda distante do valor ideal (18%). Assim, a produtividade agrícola manteve-se no mesmo patamar, visto que o canavial brasileiro permanece com elevada idade média³, como pode ser observado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Idade média do canavial (Brasil)



Fonte: EPE a partir de CONAB (2018a, 2018b)

O gráfico anterior evidencia que a idade média do canavial vinha apresentando uma queda gradual da safra 2011/12 até a 2015/16. Porém, aumentou 18% na safra 2016/17 (3,9 cortes), patamar mantido nesse último período. Há perspectivas de redução desse

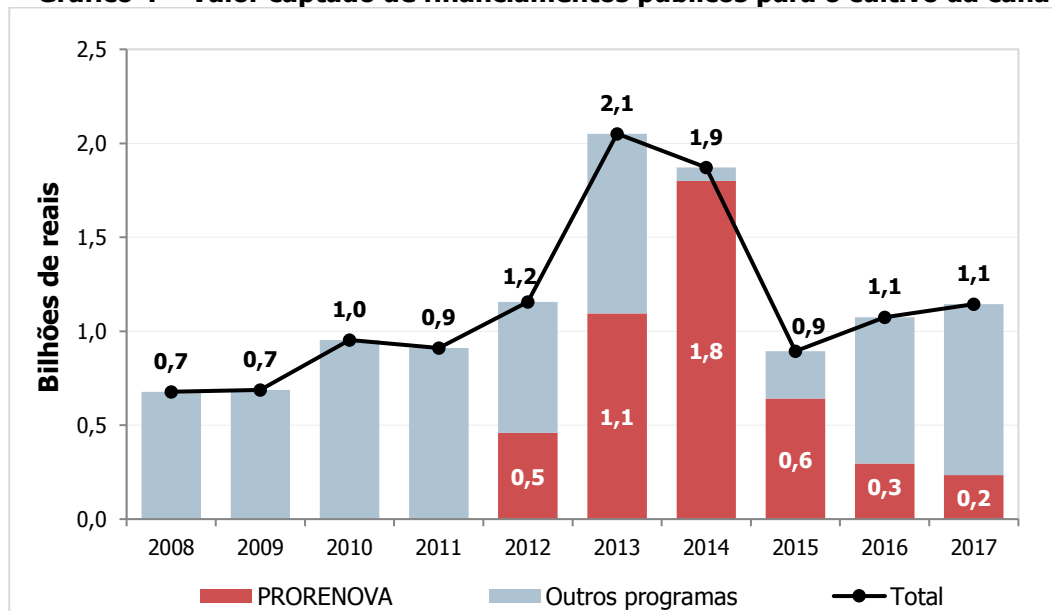
³ Quanto maior for o estágio médio de corte (idade do canavial), menor será a área com cana mais nova e, consequentemente, menor a produtividade média, visto que essa decresce a cada corte.

indicador na próxima safra, visto que a área de plantio aumentou 18% (conforme apresentado no Gráfico 1).

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. Em 2016, ocorreram alterações nos seus critérios de concessão do crédito, restringindo para novas variedades de cana, de maior produtividade, de forma a incentivar a sua difusão no setor (BNDES, 2018a). Já em 2017, a linha do PRORENOVA foi tornada permanente, acatando a uma antiga reivindicação do setor, uma vez que, até então, era necessário negociar a cada novo ano, a safra, o montante e a forma de financiamento.

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 (2018c)

Conforme mostra o Gráfico 4, os desembolsos totais do BNDES na área agrícola para o cultivo da cana em 2017 foram de 1,1 bilhão de reais, similar a 2016. O gráfico evidencia que esse montante situa-se no mesmo patamar observado nos anos anteriores, à exceção de 2013 e 2014, nos quais o desembolso correspondeu a quase o dobro desse valor (BNDES, 2018c).

Rendimento da Cana (ATR⁵/tc)

O rendimento da cana-de-açúcar na safra 2017/18 foi de 136,8 kg ATR/tc, aumento de 1,6% em relação à safra anterior (134,6 kg ATR/tc), o melhor registro desde a safra

⁴ Além do PRORENOVA, há no BNDES o PAISS (Plano Conjunto de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico) (BNDES, 2018b).

⁵ Açúcares Totais Recuperáveis.

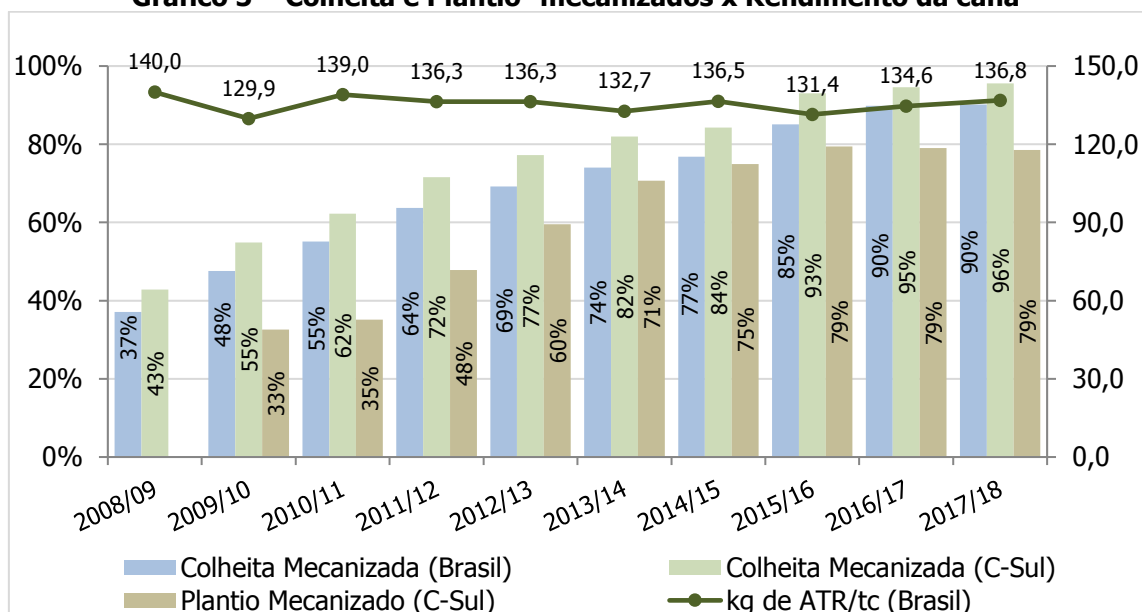
2010/11. Esse aumento deve-se especialmente ao clima durante a colheita, com um inverno mais seco na região Centro-Sul e um volume maior de chuvas na região Nordeste, durante o outono (CONAB, 2018a, 2018b).

As condições climáticas, as 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 2017, a mecanização da colheita no Brasil atingiu 90%. No Centro-Sul, esse valor é superior, 96% (CONAB, 2018a, 2018b). Já a mecanização do plantio vem se mantendo no patamar de 79%, desde a safra 2015/16 (CTC, 2018), o que representa uma defasagem de 17% na região Centro-Sul (CONAB 2018a, 2018b; CTC, 2016, 2017, 2018).

Gráfico 5 – Colheita e Plantio⁶ mecanizados x Rendimento da cana



Fonte: CONAB (2018a, 2018b), CTC (2016, 2017, 2018) e UNICA (2013a, 2013b, 2014, 2017)

É importante destacar que o principal componente que tem mantido o rendimento da cana em patamares inferiores aos registrados entre 2003 e 2007 (média de 143 kgATR/tc) é o aumento das impurezas totais (minerais e vegetais) presentes na cana colhida, decorrente da introdução inadequada da mecanização nos processos agrícolas, conforme mencionado anteriormente. Como comparativo, o teor de impurezas totais na cana colhida em 2017 foi de 9,7%, sendo 8,5% correspondente às vegetais. Como

⁶ Os dados de colheita foram extraídos da CONAB (2018a, 2018b), enquanto os de mecanização do plantio foram obtidos de usinas associadas ao CTC (2016, 2017, 2018), que representam apenas uma parcela do setor sucroenergético, não incluindo fornecedores. Segundo CTC (2018), em 2017, a mecanização da colheita no Centro-Sul foi de 98,4%.

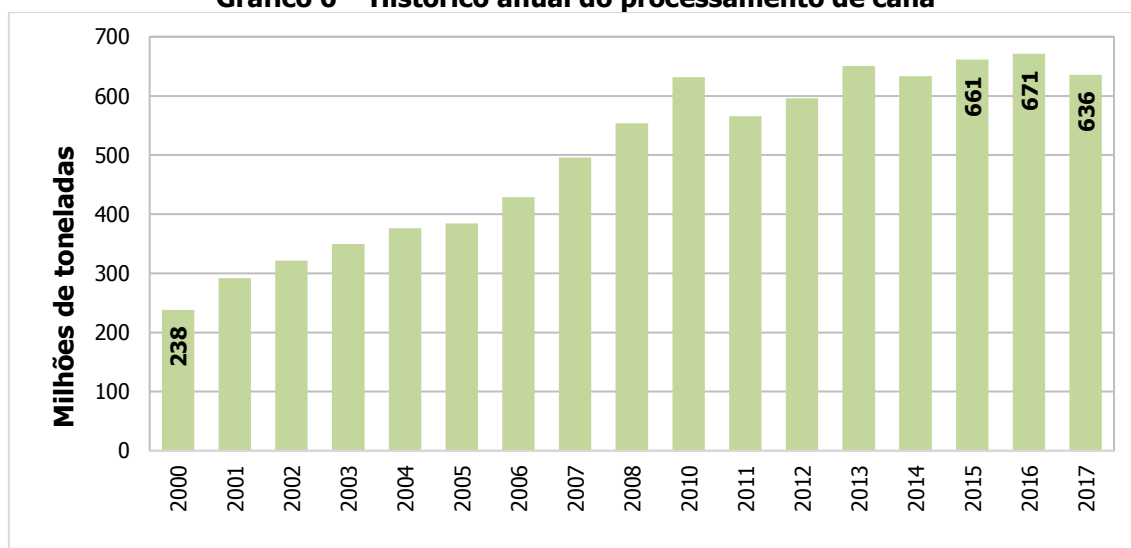
comparativo, o teor de impurezas totais no ano de 2008 foi de 6,7% (CTC, 2018; UNICA, 2013a). Nesse contexto, torna-se imperativa a atuação sobre esse fator, de forma a recuperar uma parcela do rendimento que foi perdido.

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

1.2. Processamento de cana-de-açúcar

O total de cana processada atingiu 636 milhões de toneladas em 2017, 5,3% inferior a 2016 (MAPA, 2018a). Os principais motivos foram o fechamento de unidades que estavam em recuperação judicial, a paralisação de algumas unidades devido aos baixos preços do açúcar no mercado internacional, assim como a otimização da moagem em *clusters* de alguns grupos.

Gráfico 6 – Histórico anual do processamento de cana



Fonte: EPE a partir de MAPA (2018a)

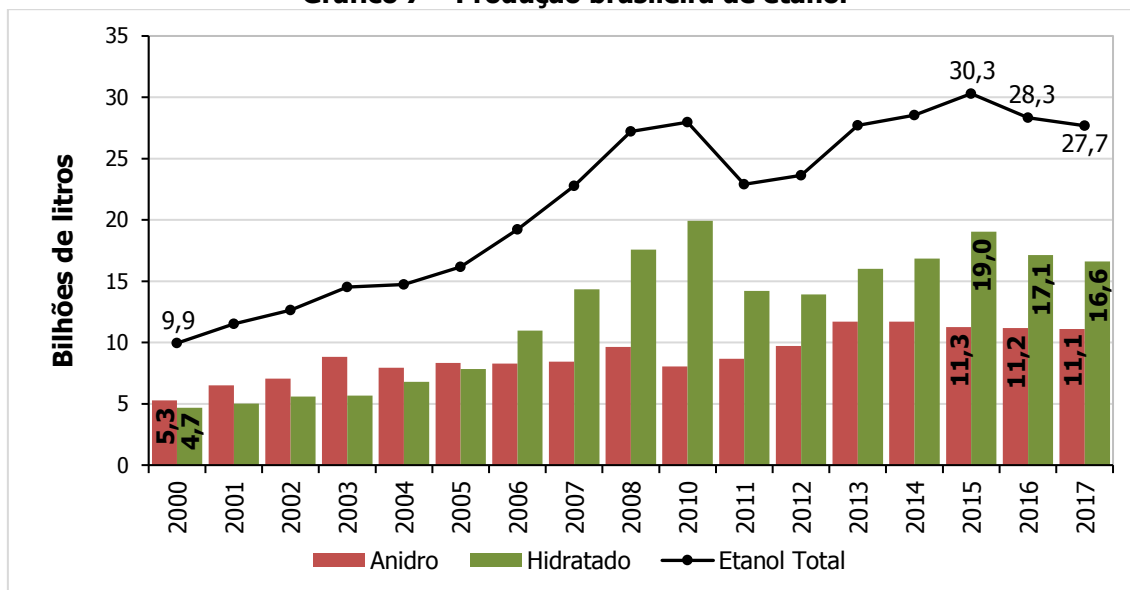
1.3. Produção de etanol

Em 2017, foram produzidos 27,7 bilhões de litros de etanol, divididos em 16,6 bilhões de hidratado (queda de 3,2%) e 11,1 bilhões de anidro (queda de 0,8%). Assim, o volume total de etanol produzido foi 2,2% inferior a 2016, conforme ilustra o Gráfico 7 (MAPA, 2018a).

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

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

Gráfico 7 – Produção brasileira de etanol



Fonte: EPE a partir de MAPA (2018a)

A queda na produção de etanol em 2017 se deve a três principais fatores:

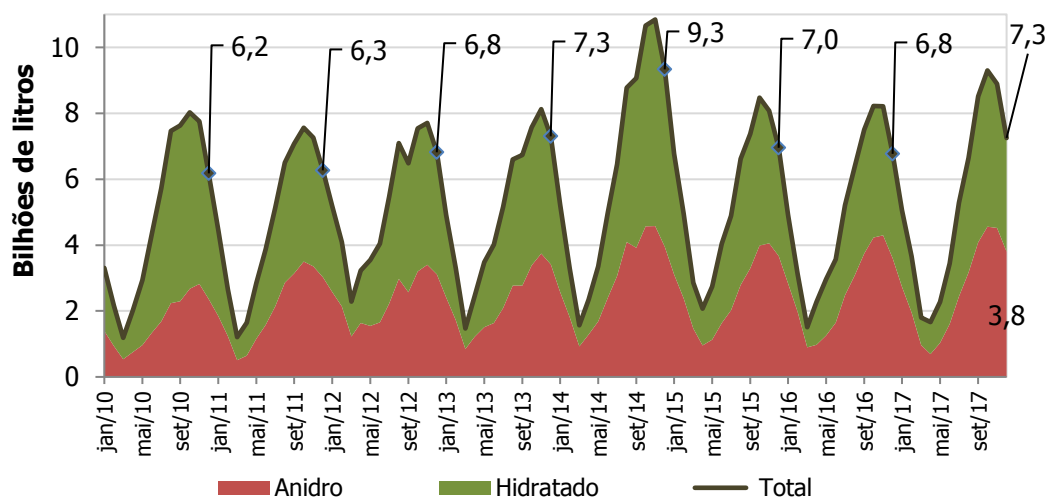
- Apesar das condições climáticas favoráveis, a elevada idade média do canavial limitou o crescimento de sua produtividade. Isso reduziu a quantidade total de ATR para a produção de etanol e açúcar, de 90 para 88 milhões de toneladas, quando comparadas às safras 2016/17 e 2017/18.
- O fechamento e a paralisação de unidades, por problemas financeiros ou por estratégia de otimização de alguns grupos, reduziram a quantidade de matéria-prima disponível; e
- A relação entre os preços médios do etanol hidratado e da gasolina C⁹ (PE/PG) tornou-se favorável ao etanol a partir de junho de 2017. A relação PE/PG média do Brasil permaneceu no patamar de 2016, no valor de 0,71 (maiores detalhes no Item 3).

⁹ Gasolina C: Gasolina A acrescida do percentual mandatório de etanol anidro.

Estoque de etanol

O Gráfico 8 apresenta o histórico da variação de estoque físico¹⁰ mensal de etanol declarado ao MAPA. Pode-se observar que o estoque de passagem¹¹, em 31 de dezembro de 2017, foi de 7,3 bilhões de litros de etanol. Destes, 3,8 bilhões foram de etanol anidro, o que correspondeu a um aumento de 5,8% em relação a dezembro de 2016. Neste período, o volume total de etanol carburante consumido permaneceu praticamente constante, o que será analisado no Item 2 deste estudo (MAPA, 2018a).

Gráfico 8 – Evolução mensal do estoque físico de etanol



Fonte: EPE a partir de MAPA (2018a)

A Resolução ANP nº 719, de 22 de fevereiro de 2018 (ANP, 2018a), determinou que importadores de etanol também devem atender às mesmas regras de estoque obrigatório que os produtores sem contrato, modificando a Resolução ANP nº 67 (ANP, 2011). Também foi alterado o percentual do estoque mínimo obrigatório de anidro produzido pelas usinas, em 31 de março de cada ano, reduzido de 8% para 4%. O estoque de 25%, em 31 de janeiro, dos produtores sem contratação foi mantido. Para as distribuidoras, o estoque mínimo em 31 de março foi reduzido de 15 para 10 dias de comercialização. No entanto, a ANP poderá determinar a extensão para 15 dias, caso seja verificada a necessidade para fins de abastecimento durante a entressafra.

O estoque disponível de etanol anidro observado em 31 de março de 2018 foi de 1.029 milhões de litros (MAPA, 2018a), volume que atende ao estipulado pela ANP.

1.4. Produção de açúcar

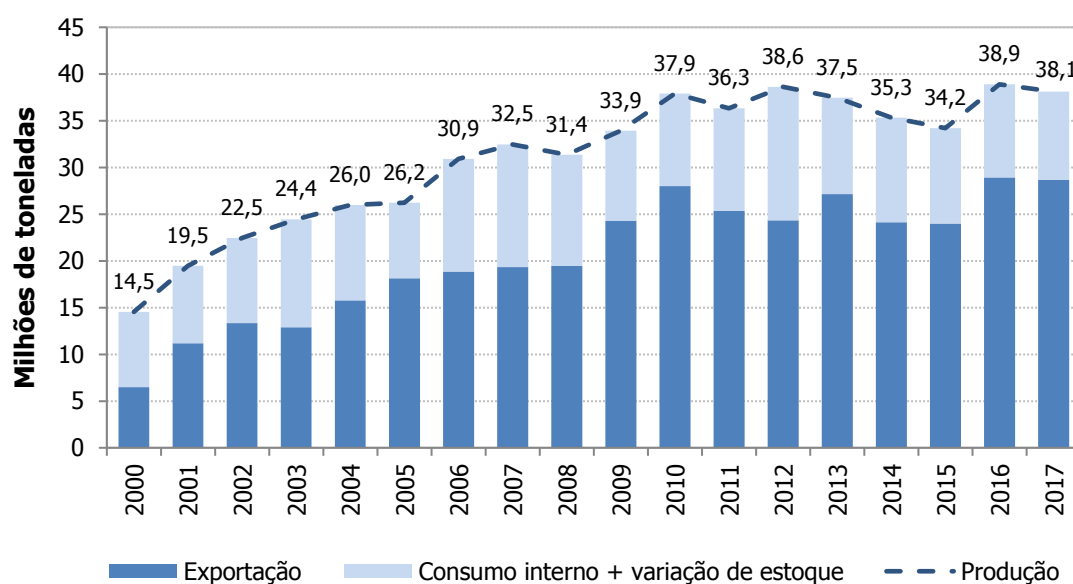
Em 2017, a produção brasileira de açúcar alcançou 38,1 milhões de toneladas (2,0% inferior a 2016), conforme pode ser observado no Gráfico 9. A componente “consumo interno + variação de estoques” apresentou redução de 0,5 milhão de toneladas. Em

¹⁰ Estoque Físico corresponde ao volume real armazenado nos tanques da unidade produtora, inclusive o volume já vendido e não retirado.

¹¹ Estoque de Passagem corresponde ao armazenado nos tanques da unidade produtora no fim do ano civil.

2017, as exportações se mantiveram elevadas, 28,7 milhões de toneladas, levemente inferior ao registrado em 2016 (MAPA, 2018a).

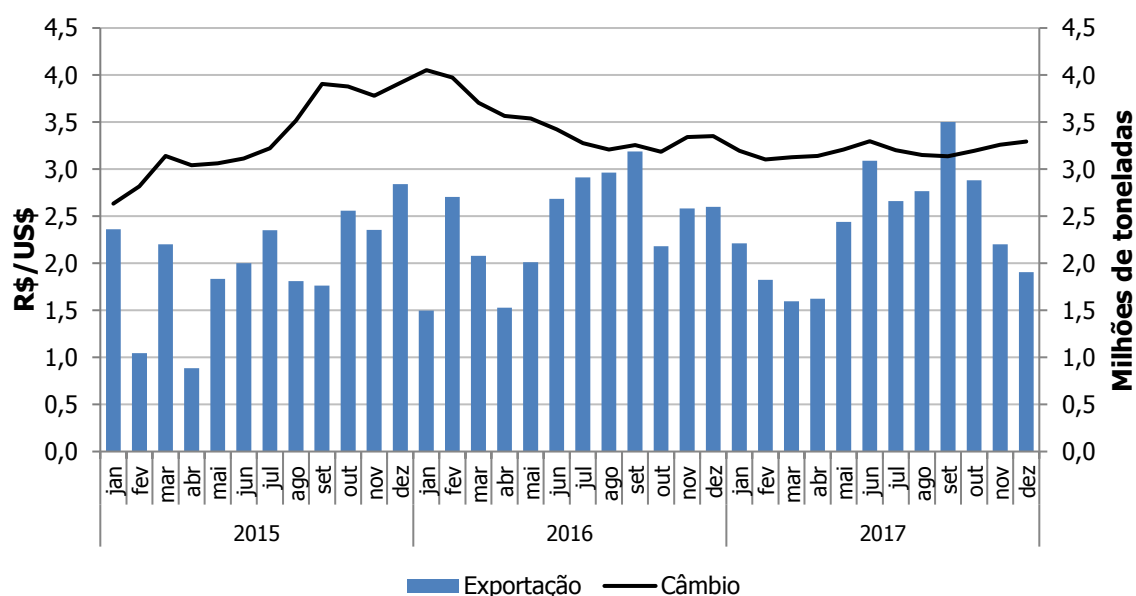
Gráfico 9 – Produção e exportação brasileira de açúcar



Fonte: EPE a partir de MAPA (2018a)

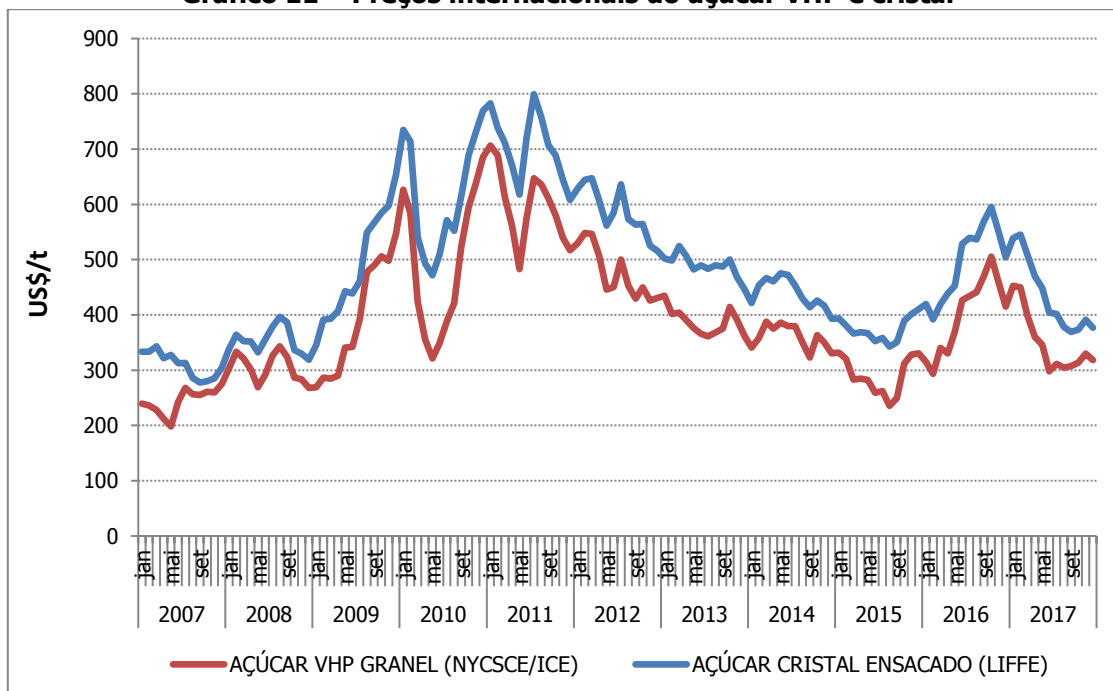
O Gráfico 10 mostra o comportamento das exportações mensais brasileiras de açúcar, que apresentaram queda a partir de outubro, devido à elevação das estimativas de excedentes no balanço mundial de oferta e demanda. Registra-se que a cotação do dólar apresentou poucas alterações ao longo do ano de 2017.

Gráfico 10- Exportação brasileira de açúcar e câmbio



Fonte: EPE a partir de MAPA (2018a) e MDIC (2018)

No que concerne aos preços médios do açúcar VHP (NYCSCE/ICE) e cristal (LIFFE), houve uma queda, em relação ao ano de 2016, respectivamente, de 12,8% e 12,5%, como se pode observar através da análise do Gráfico 11.

Gráfico 11 – Preços internacionais do açúcar VHP e cristal

Nota: Bolsa de Nova Iorque (NYCSCE/ICE) – Contrato 11 e Bolsa de Londres (LIFFE) – Contrato 407.

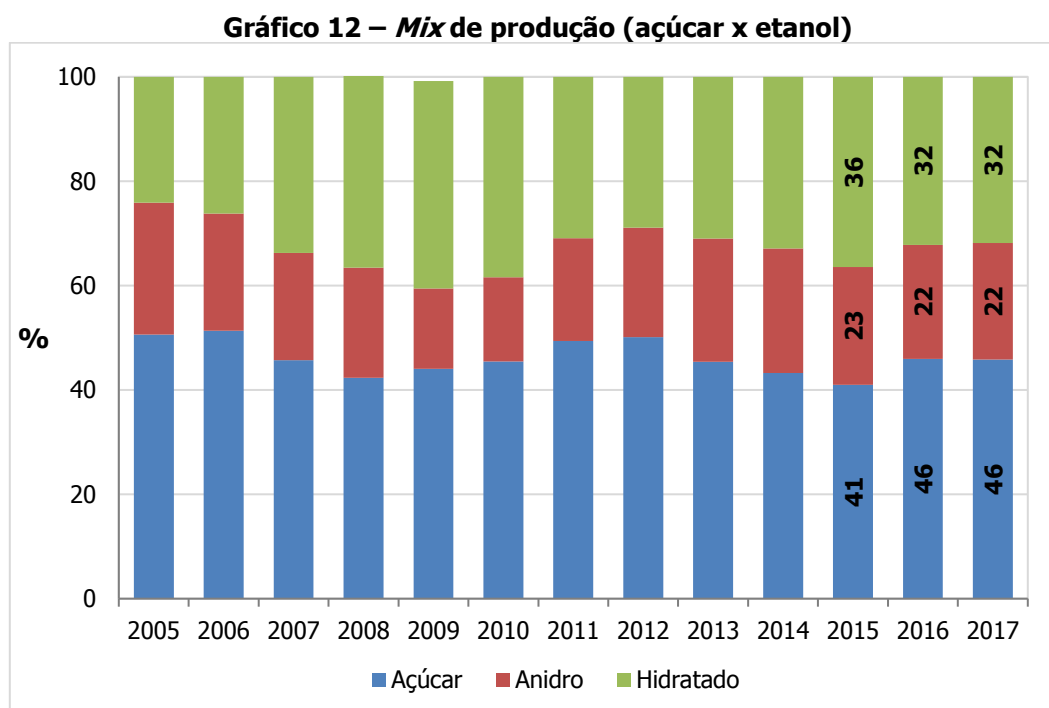
Fonte: EPE a partir de MAPA (2018a)

A safra mundial¹² 2016/17 apresentou um balanço (oferta/demanda) negativo, na ordem de 4 milhões de toneladas, com a relação estoque/consumo em 40,8%. Para a safra 2017/18, a expectativa é de que ocorra um *superávit* de 3,7 milhões de toneladas e uma relação estoque/consumo de 42,2%. Essas estimativas devem-se, principalmente, à produção na Índia e Tailândia (DATAGRO, 2018). Consultorias especializadas estimam que na safra 2018/19 serão produzidas cerca de 35 milhões de toneladas (NOVACANA, 2018).

¹² Diversos fatores podem influenciar o mercado mundial de açúcar. Por exemplo, a Organização Mundial da Saúde recentemente recomendou que o consumo diário 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.

1.5. Mix de produção

Em 2017, o percentual de ATR destinado à produção do etanol manteve-se similar ao observado na safra anterior, em torno de 54%, conforme mostra o Gráfico 12 (MAPA, 2018a). Note-se que, desde 2013, as usinas brasileiras vêm destinando a maior parte do ATR para o etanol. Ao final da safra 2017/2018, com a estimativa de *superávit* no balanço mundial de açúcar e as quedas na sua cotação, houve uma maior destinação para a produção de etanol. Essa tendência deverá se manter na próxima safra.



Fonte: EPE a partir de MAPA (2018a)

Em 2017, a remuneração média¹³ do ATR no estado de São Paulo foi de R\$0,58/kg ATR, cerca de 20% inferior ao observado em 2016, com valor de R\$0,72/kg ATR.

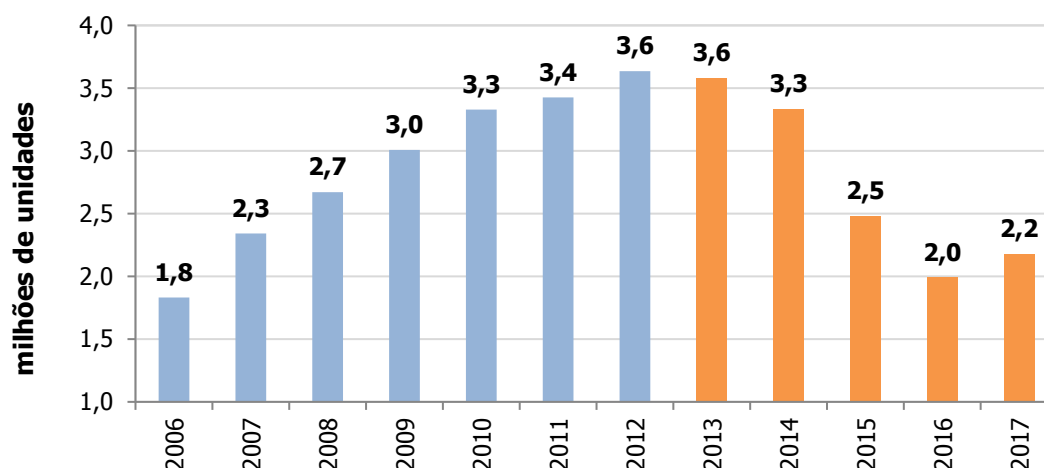
¹³ Correspondem a uma estimativa com base na remuneração agregada dos três produtos da cana CONSECANA/SP (2018). Valores deflacionados em relação a dezembro de 2017.

2. Demanda do Ciclo Otto

2.1. Licenciamento e frota de veículos leves

Em 2017, foram licenciados 2,2 milhões de veículos leves novos no Brasil, 9,4% a mais que em 2016 (ANFAVEA, 2018). Este foi o primeiro aumento após um período de quatro quedas consecutivas no licenciamento anual, ainda que os patamares se situem ao nível dos registrados em 2007, conforme mostra o Gráfico 13.

Gráfico 13 – Licenciamentos de veículos leves



Fonte: EPE a partir de ANFAVEA (2018)

Do total de licenciamentos de veículos leves, na segmentação por porte, 85,3% foram automóveis e 14,7% comerciais leves. Na separação por combustível, a categoria *flex fuel* apresentou a maior participação no licenciamento total, com 88,6%, seguida pelos veículos movidos a diesel com 8,1%, a gasolina com 3,2%, e um pequeno percentual de veículos híbridos (3.296 unidades, 0,15% do total). No que tange à motorização, pelo oitavo ano consecutivo, foram licenciados majoritariamente veículos com motores entre 1.0 e 2.0, respondendo a 63,7% do total (ANFAVEA, 2018).

Assim como no mercado de novos, a comercialização de veículos usados¹⁴ também aumentou em 2017 (6,5% em relação a 2016), alcançando 14,2 milhões de unidades, o que representou 86,4% das vendas totais de veículos (novos + usados). Neste segmento de usados, de 2016 para 2017, houve crescimento de 1,0% nas vendas de usados seminovos (0 a 3 anos), atingindo 5,0 milhões de unidades e ocorreu aumento de 9,7% nas vendas de usados mais antigos¹⁵, chegando a 9,2 milhões de unidades (FENAUTO, 2018). O recorrente incremento que vem sendo observado na comercialização de seminovos sinaliza uma possível substituição das vendas de veículos novos por seminovos no Brasil, o que é consistente com o contexto de queda de renda relacionado à crise econômica (substituição de “bem normal ou superior” por “bem inferior” para

¹⁴ Inclui motos e comerciais pesados usados.

¹⁵ Veículos usados com idades superiores a 3 anos. Inclui motos e comerciais pesados.

maximizar a alocação da renda e do bem-estar do consumidor em um contexto de queda de renda).

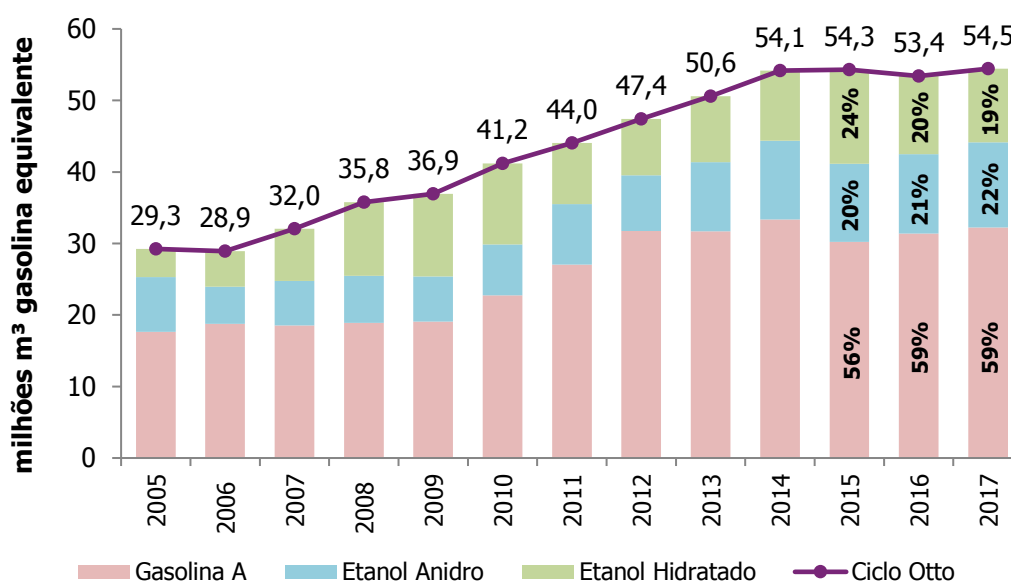
Quanto às motocicletas, o número de unidades novas licenciadas caiu pelo sexto ano consecutivo, conforme dados da ABRACICLO (2018). Em 2017, foram licenciadas 851 mil unidades, queda de 5,4% em relação a 2016.

Como resultado do licenciamento observado em 2017, a frota brasileira de veículos leves ciclo Otto cresceu 0,9% e manteve-se em cerca de 37 milhões de unidades, com a tecnologia *flex fuel* representando 74% do total. Neste cenário de menor renovação, ocorre um aumento da idade média da frota.

2.2. Demanda de combustíveis da frota ciclo Otto

A demanda total de energia dos veículos leves do ciclo Otto, em 2017, foi de 54,5 bilhões de litros de gasolina equivalente, um crescimento de 1,9% sobre o ano anterior. Na distribuição por combustíveis, a gasolina A representou 59,2%, de forma semelhante a 2016, conforme mostra o Gráfico 14. A participação do etanol hidratado caiu de 20,4% para 18,7% e a do anidro aumentou de 20,8% para 22,2%. Este movimento fez com que o etanol total carburante mantivesse sua participação em cerca de 41% (EPE, 2018). Os motivos para esse comportamento serão citados na próxima seção deste documento.

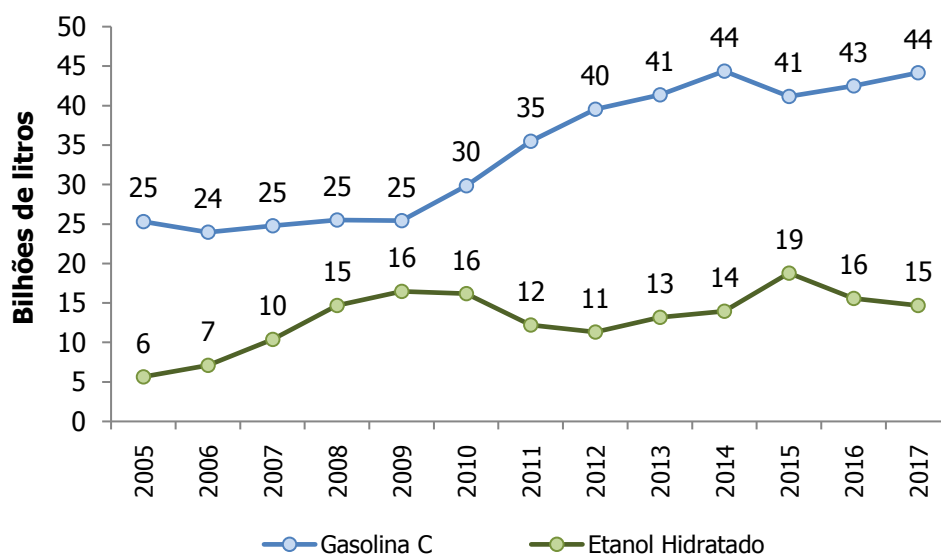
Gráfico 14 – Demanda do ciclo Otto e participação dos diferentes combustíveis



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

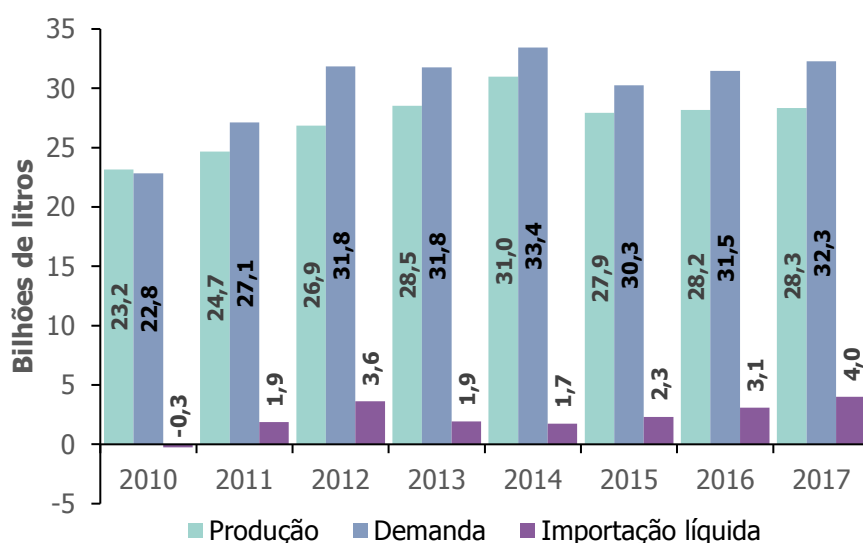
Fonte: EPE a partir de EPE (2018)

A demanda do etanol hidratado em 2017 totalizou 14,5 bilhões de litros, decréscimo de 6,9% em relação ao ano anterior e o consumo de gasolina C perfaz 44,3 bilhões de litros, elevação de 4,2% em relação a 2016 (EPE, 2018), como ilustra o Gráfico 15.

Gráfico 15 – Demanda anual de etanol hidratado e gasolina C

Fonte: EPE a partir de EPE (2018)

O Gráfico 16 apresenta a evolução da demanda, produção e importação líquida de gasolina A, para o período 2011-2016.

Gráfico 16 – Produção, demanda e importação líquida de gasolina A

Fonte: EPE a partir de EPE (2018)

Em 2017, apesar da demanda nacional de gasolina A ter aumentado 2,6% em relação ao ano anterior, chegando a 32,3 bilhões de litros, a sua produção manteve-se no mesmo patamar, com 28,3 bilhões de litros. O saldo comercial de gasolina A foi de 4 bilhões de litros de importação líquida, novo máximo histórico. A carga de petróleo processada nas refinarias foi reduzida em aproximadamente 5% em relação aos valores de 2016 (ANP, 2018d), sobretudo com a diminuição da produção de diesel A. Enquanto a demanda do diesel fóssil aumentou apenas 0,4%, o decréscimo de sua produção pelo parque de refino nacional alcançou 10,9% (mais detalhes no item 6).

3. Análise Econômica

3.1. Mercado nacional de etanol

O ano de 2017 foi marcado pela relativa estabilidade dos preços do etanol hidratado devido, principalmente, à alteração na tributação dos combustíveis e à mudança no perfil de produção das usinas, que no final da safra tornou-se mais alcooleiro, já que a cotação do açúcar vinha apresentando quedas desde o início do ano. Em relação à gasolina, observaram-se diversas flutuações no seu preço, diante da política de paridade de preços internacionais, anunciada pela Petrobras no final de 2016¹⁶ (PETROBRAS, 2018a, 2018b).

Desde o início de 2017, conforme prazo definido pela Lei nº 12.859 (BRASIL, 2013), as alíquotas de PIS/COFINS¹⁷ do etanol hidratado deixaram de ter o crédito presumido, em relação às vendas, no valor de R\$ 120/m³. Com o Decreto nº 9.101, de 20 de julho de 2017, o governo alterou a tributação do PIS/COFINS sobre a importação e a comercialização de combustíveis, inclusive da gasolina e do etanol. Dessa forma, o PIS/COFINS incidente sobre o etanol passou a ser de R\$196,4/m³ e para a gasolina, de R\$ 792,5/m³ (BRASIL, 2017a).

Além disso, em agosto, o Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) divulgou novos Preços de Referência dos Combustíveis, estabelecendo mudanças no Preço Médio Ponderado ao Consumidor Final (PMPF)¹⁸, que serve como parâmetro para a cobrança do ICMS (CONFAZ, 2018).

Dessa forma, para uma demanda de combustíveis do ciclo Otto ligeiramente superior à observada no ano anterior (1,9%), o consumo de etanol hidratado apresentou uma redução de 6,9%, enquanto que para a gasolina C o aumento foi de 4,2% (EPE, 2018a).

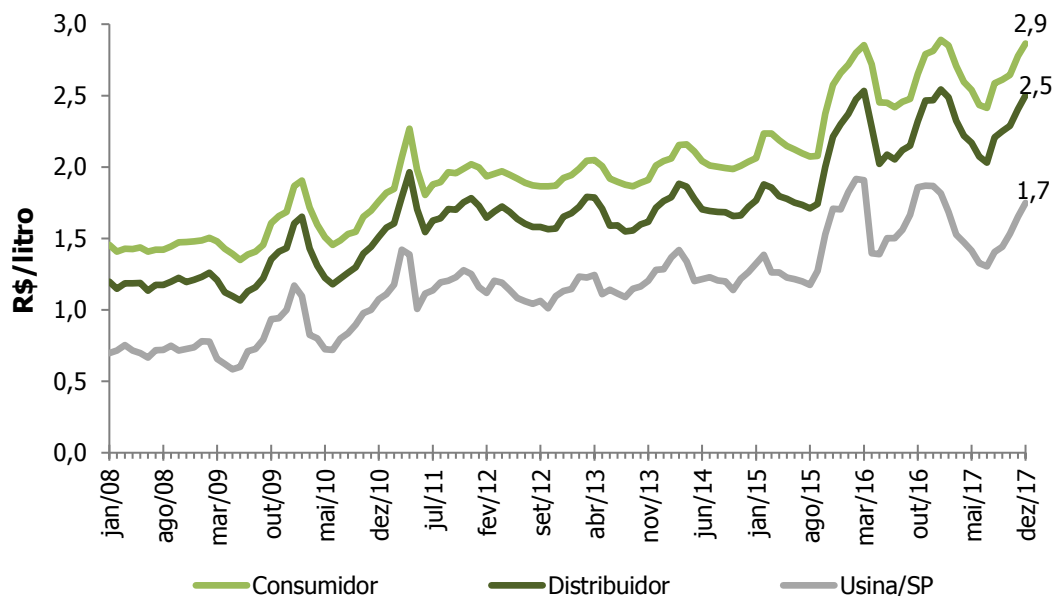
O Gráfico 17 apresenta um comparativo dos preços médios¹⁹ de etanol hidratado para o consumidor (Brasil), no distribuidor (Brasil) e nas usinas (São Paulo).

¹⁶ Cabe ressaltar que, em 24 de maio de 2018, a Petrobras emitiu Fato Relevante no qual informou que sua diretoria executiva decidiu reduzir em 10% o valor médio do diesel comercializado em suas refinarias. Com isso, o preço médio de venda da Petrobras nas refinarias e terminais sem tributos passou a ser de R\$ 2,1016 por litro por período de 15 dias. Após este prazo, de acordo com o informado, a companhia retomará gradualmente sua política de preços aprovada e divulgada em Fato Relevante de 30 de junho de 2017. Esta decisão se aplica apenas ao diesel e tem como objetivo permitir que o governo e representantes dos caminhoneiros tenham tempo para negociar um acordo definitivo para o contexto atual de greve e, ao mesmo tempo, evitar impactos negativos para a população e para as operações da empresa (PETROBRAS, 2018a). Posteriormente, em 28 de maio de 2018, a Petrobras comunicou o Fato Relevante - Programa Temporário de Subvenção do Preço do Diesel, no qual informa que o governo federal anunciou, no dia anterior, uma redução no preço do óleo diesel rodoviário de R\$ 0,46 por litro, que será alcançada por meio de redução da carga tributária e da subvenção a ser paga pela União (PETROBRAS, 2018b). Esse Fato Relevante também aponta que a redução inicial será mantida por 60 dias e após esse prazo os ajustes de preço do diesel passarão a ser mensais. A Petrobras informou ainda que a companhia não subsidiará o preço do diesel e não incorrerá em prejuízo, uma vez que será ressarcida pela União, em modalidade ainda a ser definida. O Programa Temporário de Subvenção do Preço do Diesel foi anunciado no âmbito das negociações para acabar com a greve dos caminhoneiros e, por conseguinte, remover os bloqueios das rodovias e normalizar o abastecimento de carga no país. Não foram comunicadas alterações na Política de Paridade de Preços Internacionais para a Gasolina e outros combustíveis.

¹⁷ Contribuição para o Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS).

¹⁸ As mudanças foram nos seguintes Estados: AC, AL, AP, ES, MA, MT, PI, RR, RS, SP e TO.

¹⁹ Os preços médios ponderados pela produção brasileira das unidades da federação estão em valores correntes.

Gráfico 17 – Preços de etanol hidratado

Fonte: EPE a partir de ANP (2018d, 2018g) e CEPEA/ESALQ (2018).

A diferença entre os preços mínimo e máximo do etanol hidratado ao consumidor em 2017 foi de R\$ 0,48/litro (20%, entre julho e janeiro), próxima à observada em 2016, de R\$ 0,44/litro (18%, entre julho e março). Ressalta-se que, embora tal variação seja inferior à de 2015, R\$ 0,60/litro (29%, janeiro e dezembro), ainda é muito superior aos valores observados em 2013 e 2014, média de R\$ 0,18/litro, 9% de diferença ao ano.

No início de 2017, o preço do etanol estava em alta, entretanto, ao longo do ano, o biocombustível tornou-se mais competitivo, com pequenas diferenças de valores, quando comparados com os mesmos meses de 2016. Note-se que as margens médias anuais na revenda de etanol hidratado se mantiveram praticamente inalteradas entre 2015 e 2017, com média de R\$ 0,36/litro. Por outro lado, as margens na distribuição apresentaram uma elevação significativa em 2017, alcançando R\$ 0,77/litro, aumento de 30% em relação ao ano anterior. Os preços do etanol hidratado na usina (em São Paulo) estiveram abaixo dos valores praticados em 2016, durante dez meses, com exceção de abril e maio. Os maiores aumentos de preços na usina ocorreram em outubro (6,4%) e novembro (7,6%).

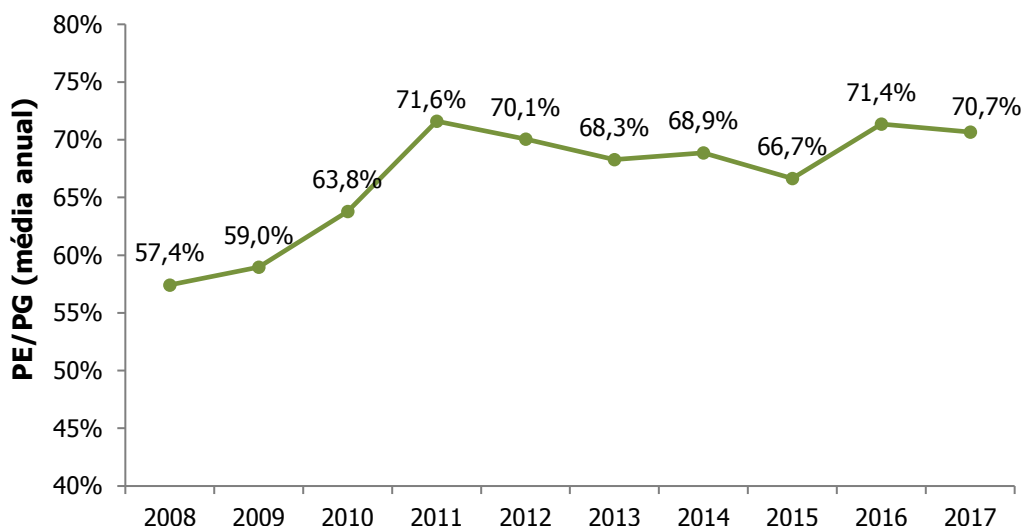
Os preços médios anuais do etanol hidratado e da gasolina C, para o consumidor, são mostrados na Tabela 1, bem como o preço médio relativo (PE/PG) e suas respectivas variações.

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

Ano	Etanol Hidratado (R\$/litro)	Var. (% a.a.)	Gasolina C (R\$/l)	Var. (% a.a.)	PE/PG	Var. (% a.a.)
2007	1,42	-10,7	2,51	-1,8	0,56	-9,1
2008	1,44	1,5	2,51	-0,2	0,57	1,8
2009	1,49	3,3	2,52	0,5	0,59	2,7
2010	1,64	10,6	2,57	2,2	0,64	8,2
2011	1,96	19,1	2,73	6,2	0,72	12,2
2012	1,92	-2,1	2,74	0,1	0,70	-2,2
2013	1,95	1,7	2,86	4,4	0,68	-2,5
2014	2,05	5,1	2,98	4,3	0,69	0,8
2015	2,24	9,1	3,35	12,6	0,67	-3,2
2016	2,63	17,7	3,69	10,1	0,71	7,0
2017	2,66	1,0	3,76	2,1	0,71	-1,0

Fonte: EPE a partir de ANP (2018d; 2018g)

O valor médio do etanol hidratado foi de R\$ 2,66/litro em 2017, um aumento de 1,0% comparado com o ano anterior, enquanto que a gasolina C ficou 2,1% mais cara. O preço do biocombustível teve um incremento menor que o da gasolina C, o que resultou em uma redução de 1,0% do preço relativo (PE/PG), em relação ao observado em 2016. Apesar dessa queda, em 2017, a razão média entre preços foi de 70,7%, permanecendo em um valor considerado pouco favorável ao consumo do etanol. O Gráfico 19 ilustra a variação do preço médio anual relativo (PE/PG) desde 2007.

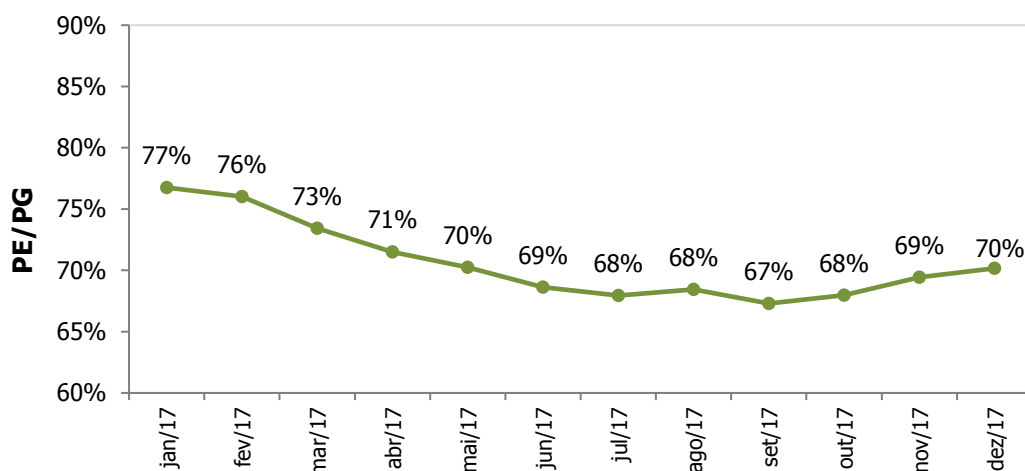
Gráfico 18 – Relação de preços entre o hidratado e a gasolina C (PE/PG)

Fonte: EPE a partir de ANP (2018d; 2018g)

Em 2017, o preço da gasolina na refinaria passou por diversos reajustes, conforme a política de preços anunciada pela Petrobras no final de 2016. De maneira geral, o comportamento do preço do etanol hidratado, ao longo dos meses do ano, foi similar ao observado para a gasolina.

O preço relativo PE/PG mensal ao longo de 2017 está ilustrado no Gráfico 20. Em janeiro, a relação PE/PG era de 77% e exibiu um decréscimo até setembro, quando atingiu o valor mínimo de 67%, mantendo-se abaixo de 70% até novembro. Dessa forma, durante seis meses do ano, o etanol hidratado mostrou-se competitivo. Destaca-se o estado de Mato Grosso que, no período de abril a dezembro, apresentou uma relação PE/PG favorável ao consumo do biocombustível. Em São Paulo, a relação foi vantajosa entre maio e novembro. Já nos estados de Goiás e Minas Gerais, entre agosto e dezembro.

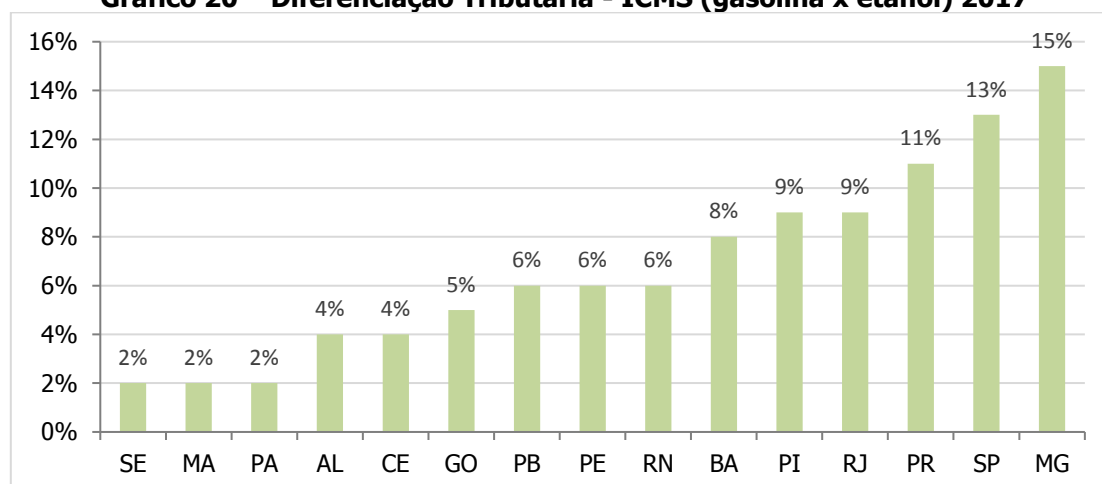
Gráfico 19 – Relação PE/PG mensal em 2017



Fonte: EPE a partir de ANP (2018d; 2018g)

Em 2017, 15 estados possuíam diferenciação nas alíquotas de ICMS do etanol e da gasolina, como forma de fomento ao mercado do biocombustível, conforme ilustra o Gráfico 20. Observa-se que Minas Gerais e São Paulo apresentaram a maior diferença entre os tributos, 15% e 13%, respectivamente. Naquele ano, Goiás diminuiu em 3% a diferenciação entre esses combustíveis (de 8% para 5%), enquanto que aumentaram os estados do Rio de Janeiro (passou de 7% a 9%) e do Piauí (passou de 8% a 9%). Maranhão e Minas Gerais alteraram as alíquotas de ICMS incidentes nos dois combustíveis, entretanto, mantiveram a mesma diferenciação tributária de 2016.

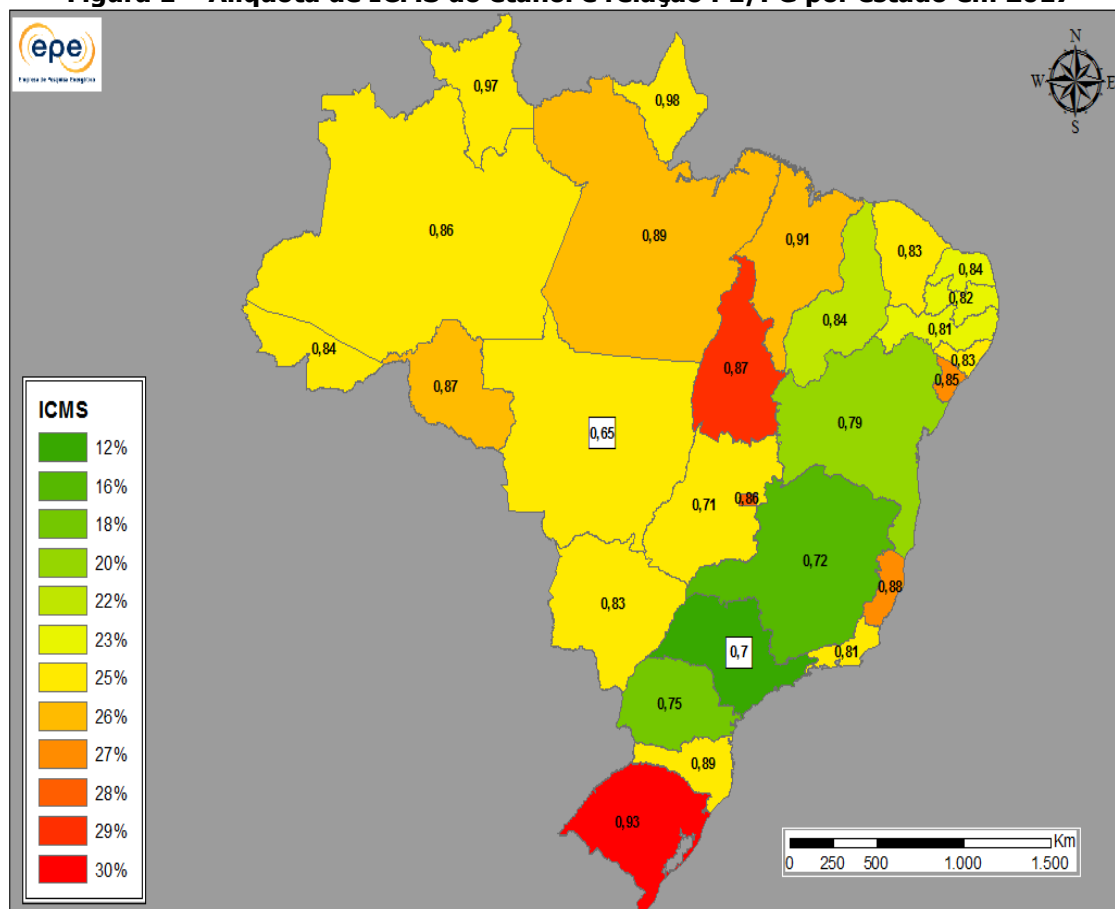
Gráfico 20 – Diferenciação Tributária - ICMS (gasolina x etanol) 2017



Fonte: CONFAZ/MF (2018) e FECOMBUSTÍVEIS (2018)

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

Figura 1 – Alíquota de ICMS do etanol e relação PE/PG por estado em 2017



Fonte: EPE a partir de ANP (2018d; 2018g), CONFAZ/MF (2018) e FECOMBUSTÍVEIS (2018)

Em 2017, a relação média PE/PG para o Brasil foi de 70,7%. O estado de Mato Grosso apresentou uma relação média anual de 64,8% e em São Paulo, maior produtor e consumidor²⁰, a relação média foi de 70,3% (a alíquota de ICMS é de 12%). Em Minas Gerais, que possui uma das menores alíquotas de ICMS dos menores ICMS para o etanol (16%), o valor de PE/PG anual foi de 71,6%. Os estados menos competitivos foram Amapá e Roraima, onde o preço do etanol atingiu, em média, 97% do preço da gasolina C, tendo estado igual ou superior ao preço do derivado fóssil em diversos meses do ano.

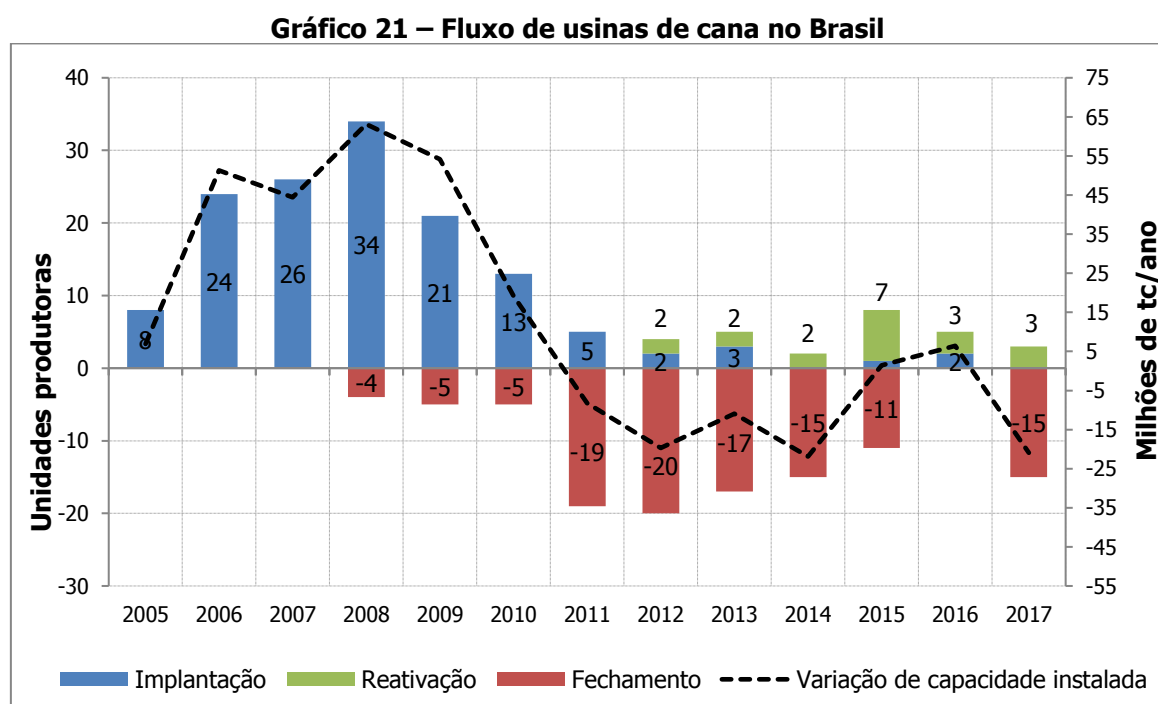
²⁰ São Paulo representou 47,6% da produção nacional do etanol (anidro e hidratado) e 43,1% do consumo brasileiro de hidratado em 2017 (MAPA, 2018a).

4. Capacidade de Produção e Infraestrutura de Transporte de Etanol

4.1. Capacidade produtiva²¹

Em 2017, ocorreu a reativação de três unidades produtoras, com capacidade de moagem agregada de 3,4 milhões de toneladas, localizadas no estado de São Paulo. Por outro lado, quinze unidades, com capacidade acumulada de 24 milhões de toneladas, foram fechadas. Neste ano, não houve implantação de nenhuma nova unidade de etanol de cana. Desta forma, o saldo anual equivale a uma redução de cerca de 20 milhões de toneladas.

O Gráfico 21 mostra o fluxo de implantação, reativação e fechamento de unidades entre 2005 e 2017. 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.



Fonte: EPE a partir de MAPA (2018c) e UNICA (2014)

De acordo com o MAPA (2018a), o número de unidades em operação em dezembro de 2017 era 367, correspondendo a uma capacidade de moagem efetiva de cerca de 744 milhões de toneladas²². Portanto, adotando a moagem realizada no ano de 2017, que

²¹ 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.

²² O cálculo considera as unidades que paralisaram as operações até 31 de dezembro de 2017, assim como as ampliações de capacidade de moagem realizadas no mesmo ano. Também considera um fator de capacidade médio de 90%. Em 2017, oito unidades expandiram a capacidade de moagem de cana em cerca de 900 mil de toneladas, além disso, realizaram-se ajustes nas capacidades de algumas usinas.

foi de aproximadamente 636 milhões de toneladas, a taxa de ocupação da indústria sucroalcooleira foi de 85,5%.

Em 2017, a primeira unidade autônoma de etanol de milho (*full*) foi implantada, se juntando às cinco usinas do tipo *flex* (associadas com usinas de cana) existentes. A capacidade de processamento total é de 2,8 milhões de toneladas de milho por ano e a capacidade anual de produção de etanol é de cerca de 1 bilhão de litros.

Segundo a ANP (2018h), ao final de dezembro de 2017, 382 unidades estavam aptas a comercializar etanol anidro e hidratado²³. Suas capacidades de produção de anidro e hidratado eram de 128 mil m³/dia e 237 mil m³/dia, respectivamente. Adicionalmente a essas unidades, em julho de 2017, havia duas solicitações para construção de novas usinas (ANP, 2017c). Em maio de 2018 existiam 10 solicitações de ampliação que totalizaram 2.391 m³/dia de etanol hidratado e 1.805 m³/dia de anidro (ANP, 2018h).

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. 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 de transporte de até 6 bilhões de litros de etanol e capacidade total de armazenagem estática de 790 mil m³ (LOGUM, 2018).

Figura 2 – Sistema integrado de logística para o etanol



Fonte: LOGUM (2018)

²³ O relatório não caracteriza se a unidade está operando ou se está parada e não constam as unidades exclusivamente produtoras de açúcar.

Os trechos dos dutos que já se encontram em operação são:

- i. Próprios: Ribeirão Preto (SP) – Paulínia e Uberaba (MG) - Ribeirão Preto (SP);
- ii. Subcontratados: Paulínia (SP) - Barueri (SP); Paulínia (SP) - Rio de Janeiro (RJ) e Guararema (SP) - Guarulhos (SP).

Em Ribeirão Preto há um terminal de capacidade de movimentação de 4 milhões m³/ano e armazenagem de 52 mil m³ e, em Uberaba, respectivamente de 2 milhões m³/ano e de 25 mil m³ (LOGUM, 2018).

Em 2017, o volume de etanol movimentado foi de 2,1 milhões de litros, 12% a menos do que no ano anterior. Naquele ano, a Logum renovou um empréstimo-ponte com o BNDES, no valor de R\$ 1,1 bilhão, para continuar as obras do projeto. O valor total estimado para o projeto é de 5,2 bilhões de reais, sendo que o investimento já realizado desde 2010 soma R\$ 1,2 bilhão, e a companhia possui projetos de ampliação de atuação na Grande São Paulo e expansão para o Vale do Paraíba, Baixada Santista e interior de Goiás (LOGUM, 2018; BRASILAGRO, 2018).

4.3. Portos

A via portuária permaneceu como a majoritária via de exportação, abrangendo 99,8% dos volumes exportados de 2017 (1,4 bilhão de litros). O porto de Santos representou 91,8% destes volumes, seguido pelo de Paranaguá, com 7,9% (MDIC, 2018).

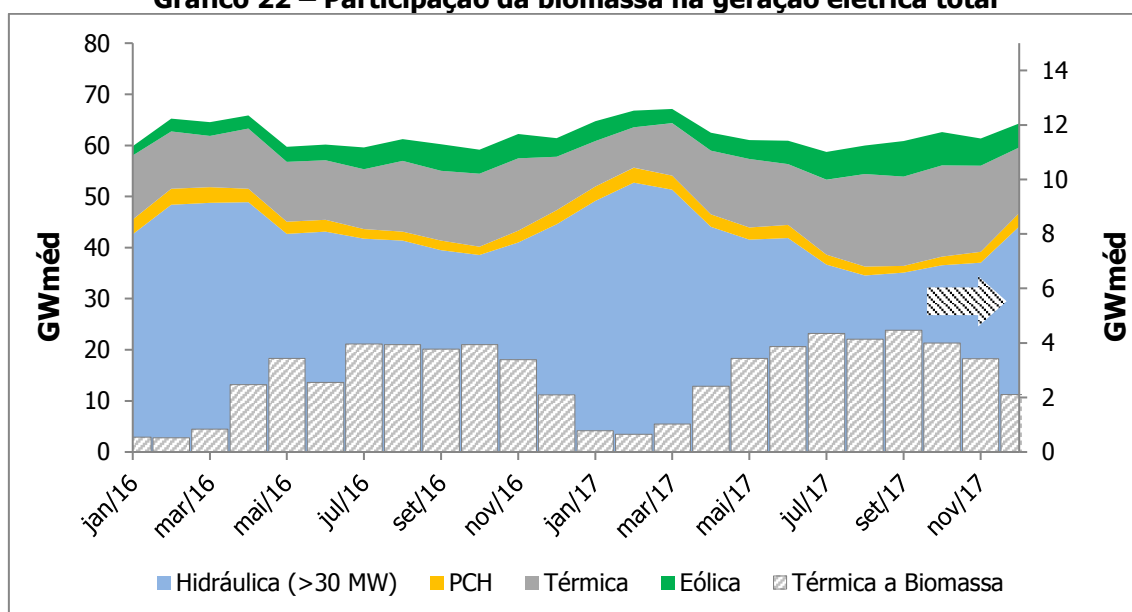
Em 2017, o Porto de São Luís (58,4%) continuou sendo a principal porta de entrada do etanol importado, mas perdeu participação para o porto de Recife (31%). Note-se que, em 2016, o porto de São Luís sozinho recebeu 81% das importações, enquanto o de Recife, apenas 5,2%. Santos (4,4%) e Paranaguá (3,1%) foram os outros portos com importações relevantes para o biocombustível no Brasil em 2017 (MDIC, 2018). Ressalta-se que após o registro de entrada, as vias de internação do etanol podem ser por cabotagem ou caminhão (maior parte).

5. Bioeletricidade da cana-de-açúcar

Em relação às usinas a biomassa, verificou-se um crescimento na injeção de 8,6% entre janeiro e dezembro de 2017, em comparação a 2016. O bagaço de cana foi o combustível mais utilizado na geração térmica à biomassa.

Em 2017, a participação da bioeletricidade da cana-de-açúcar na geração nacional foi de 3,6%, mantendo o mesmo patamar do ano anterior. As usinas sucroenergéticas injetaram no Sistema Interligado Nacional (SIN) 2,4 GW_{méd}, valor muito próximo ao total verificado em 2016, apenas 0,9% superior. O Gráfico 22 apresenta a participação sazonal da biomassa de cana na geração elétrica em 2016/2017. 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, 2018).

Gráfico 22 – Participação da biomassa na geração elétrica total



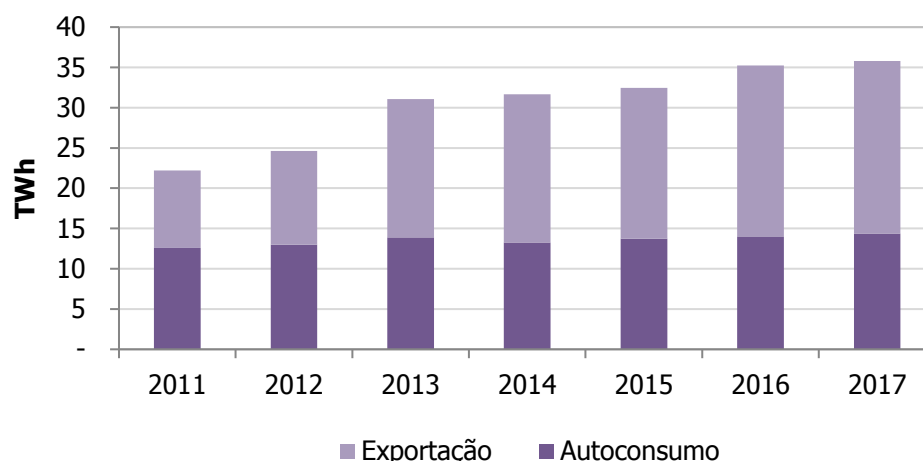
Fonte: EPE a partir de CCEE (2018)

5.1. Exportação e comercialização de energia

Além da autossuficiência energética, as usinas de biomassa de cana se caracterizam pela oferta de energia ao SIN²⁴.

De acordo com o Gráfico 23, foi observado no último quinquênio um crescimento na geração de energia elétrica com esta fonte, motivado pelo aumento da exportação de eletricidade, tendo a parcela relativa ao autoconsumo se mantido no mesmo patamar.

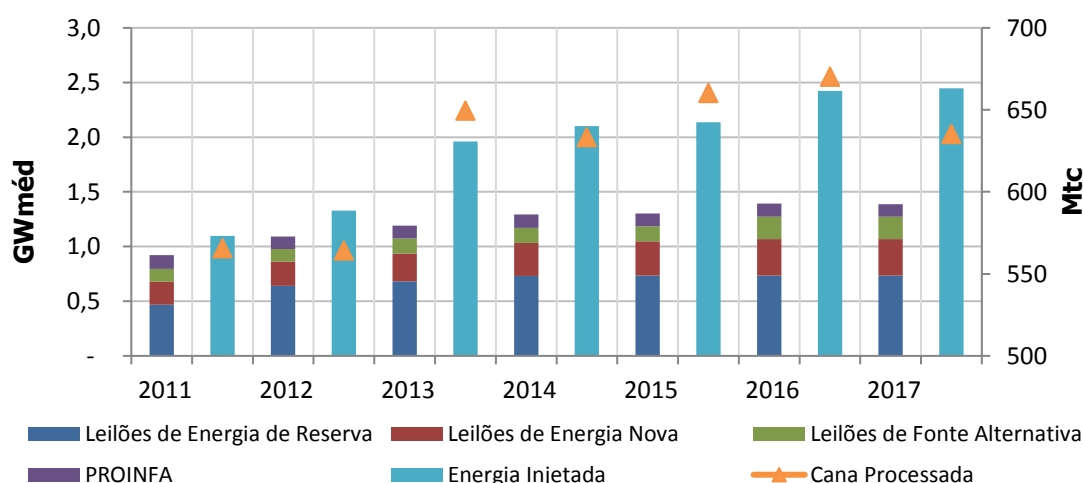
²⁴ As usinas do setor sucroalcooleiro comercializam energia elétrica nos Ambientes de Contratação Regulada (ACR) e Livre (ACL). No ACR, estão concentradas as operações de compra e venda de energia, por meio de licitações em que ocorrem os leilões de energia nova, de reserva (LER) e os de fontes alternativas (LFA). 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, 2018; ELETROBRAS, 2018).

Gráfico 23 – Autoconsumo e energia exportada pelas usinas de biomassa de cana

Fonte: EPE a partir de CCEE (2018) e EPE (2018)

Dentre as 367 usinas a biomassa de cana-de-açúcar em operação em 2017, 57% comercializaram eletricidade, o que representa um aumento em relação ao ano anterior, de 44%. Das que exportam energia para o SIN, parte atua exclusivamente no ACL (53%) ou no ACR (9%) e o restante (38%) vende em ambos os ambientes de contratação.

A quantidade de energia total comercializada no ACR é crescente. Em 2017, as usinas sucroenergéticas possuíam contratos da ordem de 1,4 GW_{méd}. Em decorrência dos certames ocorridos naquele ano, as usinas de cana adicionaram cerca de 70 MW_{méd} através dos leilões A-4 e A-6 (CCEE, 2018). O Gráfico 24 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 2017, mesmo com redução de 5,2% da quantidade de cana processada, houve um pequeno aumento da injeção no SIN.

Gráfico 24 – Histórico de energia exportada para o SIN e cana processada

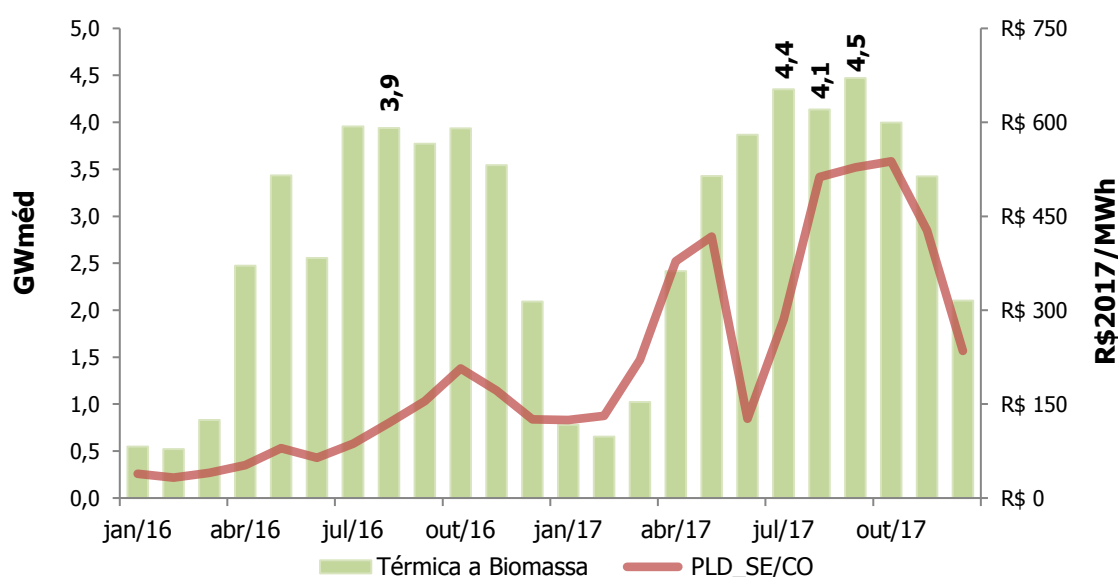
Fonte: EPE a partir de CCEE (2018) e MAPA (2018a)

Em 2017, as térmicas continuaram participando de maneira significativa no atendimento da carga. O Gráfico 25 ilustra a injeção mensal de energia no SIN pelas térmicas a

biomassa versus o preço do PLD (Preço de Liquidação das Diferenças²⁵), em reais de 2017. Pode-se observar que, nos anos de 2016 e 2017, a geração ocorreu de forma homogênea durante a safra, período em que é observada a menor contribuição das hidrelétricas, o que aumenta a demanda da energia térmica.

Os novos valores estipulados pela ANEEL para o PLD no ano de 2017 foram de R\$533,82/MWh como limite superior e R\$33,68/MWh para o valor inferior. Em 2016, este valor variava entre R\$ 422,56/MWh e R\$30,25/MWh. A elevação do preço do PLD observada em 2017 deveu-se a diversos fatores, destacando as incertezas sobre o mercado consumidor e a menor pluviosidade neste ano. Os valores limítrofes para o PLD definidos para o ano de 2018 foram de R\$505,18/MWh e R\$40,16/MWh, uma redução de aproximadamente 5,7% em relação ao ano anterior (ANEEL, 2018).

Gráfico 25 – Geração térmica a biomassa 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 (2018)

As unidades continuaram seu movimento de eficiência, 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. No entanto, em 2017, os montantes financiados por este banco para incentivar a bioeletricidade representaram o menor registro da série de dados desde 2003, R\$ 21 milhões (apenas 15% do desembolso de 2016, R\$ 138 milhões). Quanto aos investimentos totais para o segmento sucroenergético, houve uma retração de 16%: R\$1,7 bilhão em 2017 contra R\$ 2,0 bilhões em 2016. Observa-se que o investimento no setor sucroenergético atingiu seu ápice histórico em 2010, com a cifra de R\$ 7,5 bilhões (BNDES, 2018c).

²⁵ 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.

6. Biodiesel

Em 2017, foram consumidos 4,3 bilhões de litros de biodiesel no Brasil, o que representa um aumento de 12,6% em relação a 2016. Além disso, o setor teve avanços importantes, com o aumento do percentual obrigatório de 7% para 8%, em março daquele ano.

Desde 2005, ano de implantação do Programa de Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), até dezembro de 2017, já foram produzidos mais de 29 bilhões de litros deste biocombustível. Com esses números, o Brasil mantém-se como o segundo maior produtor e consumidor de biodiesel no ranking internacional, antecedido pelos EUA, e sucedido pela Alemanha e Argentina (MME, 2017a).

A Lei nº 13.263, publicada em 24 de março de 2016 (BRASIL, 2016), elevou o percentual mandatório de biodiesel para 8%, 9% e 10%. A Resolução CNPE nº 11 (CNPE, 2017a), publicada em 1º de março de 2017, dispôs sobre a adição destes novos percentuais mandatórios, alterando as datas para o início do mês de março de cada ano, a começar pelo de sua publicação. A possibilidade de elevação da mistura em até 15% é prevista na mesma lei, após a realização de testes específicos. Tal como ficou estabelecido na Portaria MME nº 80 (MME, 2017b), os prazos para sua finalização e validação foram definidos em: B10, fevereiro de 2018, e B15, janeiro de 2019, com relatório final a ser publicado, respectivamente, em abril de 2018 e março de 2019.

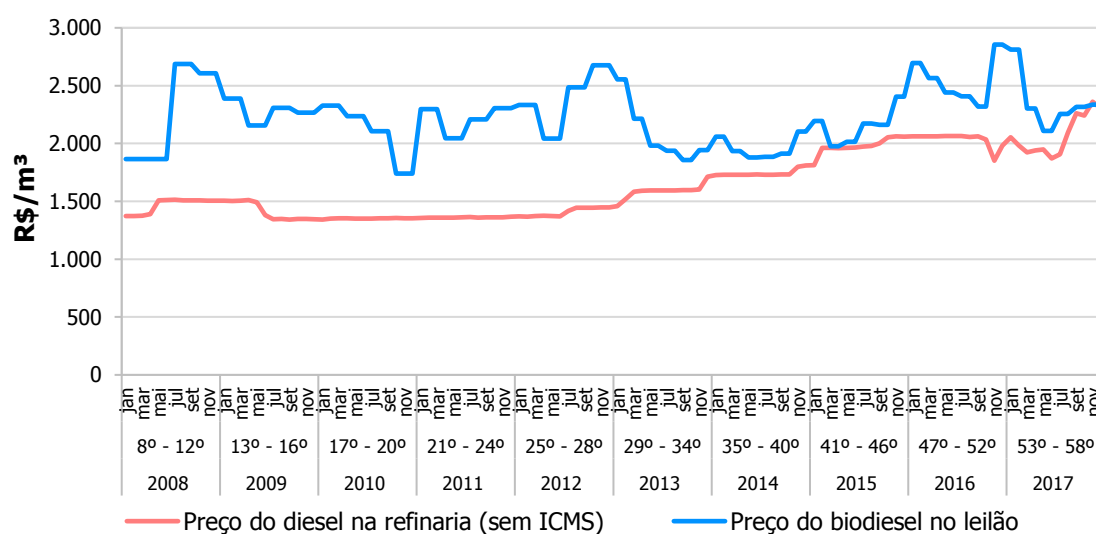
A Resolução CNPE nº 23, de 09 de novembro de 2017 (CNPE, 2017b), estabeleceu a adição obrigatória, em volume, de dez por cento de biodiesel ao óleo diesel (B10)²⁶ vendido ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional, a partir de 1º de março de 2018.

6.1. Leilões e preços de biodiesel

A ANP realizou seis leilões de janeiro a dezembro de 2017 para a compra de biodiesel pelas distribuidoras de combustível, totalizando 58 desde o início do programa. O último certame (nº 58) teve as entregas previstas para o início do ano de 2018. Tal como demonstra o Gráfico 26, apesar do distanciamento entre os preços médios de venda²⁷ entre o biodiesel e o diesel fóssil, que ocorreu em 2016, a mesma tendência de aproximação de preços entre diesel e biodiesel observada no ano de 2015, se reapresentou no ano de 2017, culminando com o preço de diesel levemente superior ao do biodiesel em novembro deste ano, quando comparados na porta de seus respectivos produtores (ex-usina *versus* ex-refinaria). Cabe observar, contudo, que para a avaliação adequada dos preços é preciso levar em conta o local de referência da comparação. Ou seja, a avaliação de competitividade requer a adição do frete e outros custos incorridos (tributos, etc.) até a base de distribuição onde ocorrerá a mistura.

²⁶ Os testes de motores com o B10 foram concluídos e aprovados em 2018 (MME, 2018b).

²⁷ Diesel na refinaria e biodiesel no produtor.

Gráfico 26 –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 (2018f)

O volume comercializado, em 2017, nos leilões regulares (53º a 58º) foi de 4,2 bilhões de litros e o valor arrecadado foi de R\$ 9,8 bilhões.

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 diesel²⁸. 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 leilões²⁹ regulares, em uma etapa posterior à do volume mandatório. Algumas regras vigentes foram alteradas a partir do leilão 48º (em 2016), para desburocratizar 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 2017, tenham sido ofertados 106 milhões de m³ de biodiesel autorizativo, apenas 2,7 milhões de m³ foram arrematados. A comercialização para uso voluntário ocorreu nos leilões 53º a 57º, com movimentação de 6,6 milhões de reais (ANP, 2018f), aquém da esperada pelo setor.

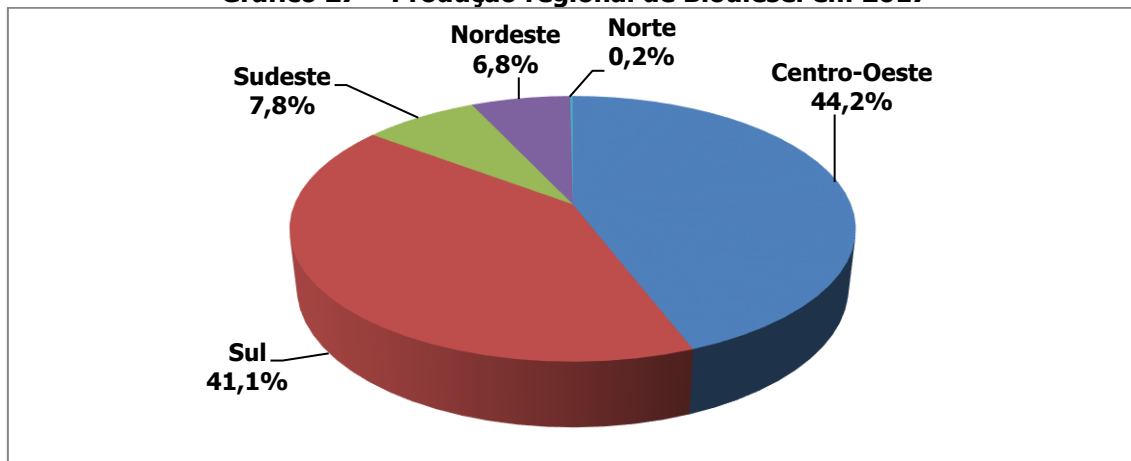
²⁸ Os percentuais máximos, em volume, de adição de biodiesel ao óleo diesel são: 20% em frotas cativas ou consumidores rodoviários atendidos por ponto de abastecimento; 30% no transporte ferroviário; 30% no uso agrícola e industrial; e 100% no uso experimental, específico ou em demais aplicações (CNPE, 2015).

²⁹ 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.

6.2. Produção regional e capacidade instalada

As regiões Centro-Oeste e Sul produziram 85% de todo o biodiesel consumido no país em 2017, como indica o Gráfico 27.

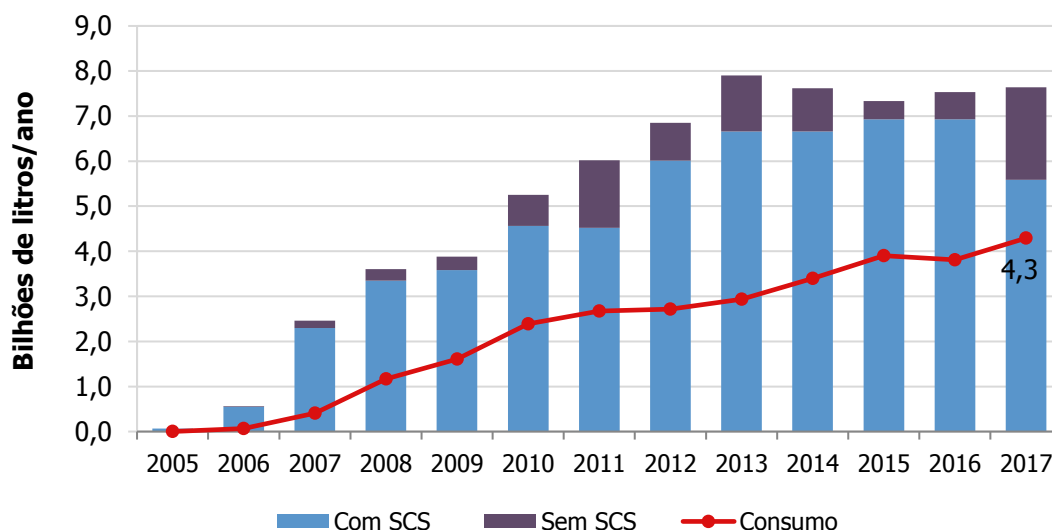
Gráfico 27 – Produção regional de Biodiesel em 2017



Fonte: EPE a partir de ANP (2018e)

A capacidade instalada de processamento de biodiesel nas 50 usinas do país atingiu 7,6 bilhões de litros em dezembro de 2017, 1,3% superior a dezembro de 2016, conforme Gráfico 28 (ANP, 2018e). É possível observar também que o consumo de biodiesel, 4,0 bilhões de litros, correspondeu a 53% da capacidade instalada no país, o que demonstra que há potencial para o crescimento da produção deste biocombustível (ANP, 2018e).

Gráfico 28 – Capacidade instalada de produção e consumo de biodiesel



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.

Fonte: EPE a partir de EPE (2018) e ANP (2018e).

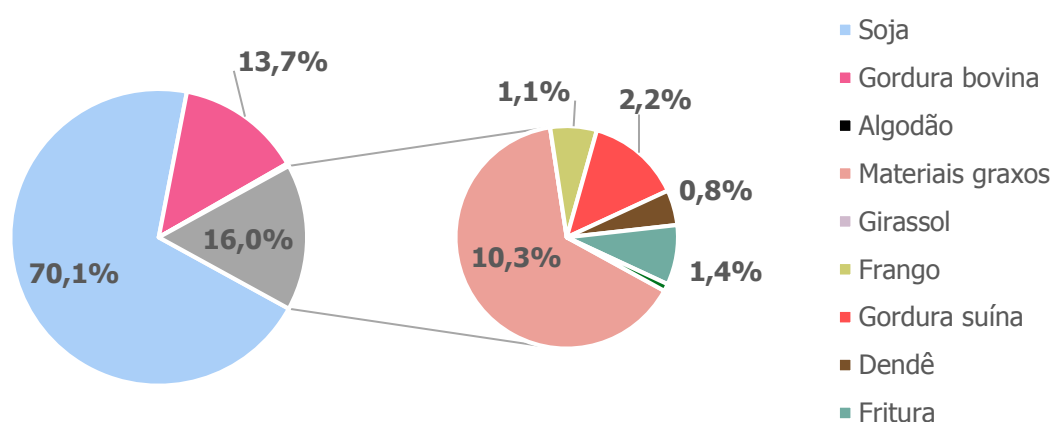
A produção de biodiesel foi de 4,0 bilhões de litros, incremento de 5,2% em relação ao ano anterior, enquanto que o consumo de diesel B cresceu apenas 0,9%. Desta forma, o aumento do percentual mandatório foi o principal motivo para esse crescimento na produção do biocombustível. Por outro lado, a produção de diesel A pelo parque nacional

de refino teve uma significativa redução de 11%. Nesse contexto, as importações do combustível fóssil aumentaram 53%, alcançando 13 bilhões de litros (novo máximo histórico, 15% superior ao observado em 2014). Ressalta-se que esse valor não foi ainda maior devido ao incremento na produção de biodiesel.

6.3. Matéria-prima para o biodiesel

De todo o biodiesel consumido em 2017, 3,0 bilhões de litros foram produzidos a partir do óleo de soja, quantidade similar à observada em 2016 (2,9 bilhões de litros). Este insumo permaneceu como a principal matéria-prima, com participação de 70,1% na cesta, seguido pelo sebo bovino, com 13,7 %. A participação das matérias-primas para obtenção de biodiesel, no ano de 2017, pode ser observada no Gráfico 29.

Gráfico 29 – Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel (%)



Fonte: EPE a partir de ANP (2018e)

Alinhada à tendência de forte crescimento, a produção de soja em grãos no Brasil foi de 113,8 milhões de toneladas (96,1 milhões em 2016), enquanto a produção de óleo de soja foi de 8,4 milhões de toneladas (7,9 milhões de toneladas). O processamento doméstico aumentou 5,7 % em relação a 2016.

A capacidade de processamento de soja é de 63 milhões de toneladas anuais, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2017a, 2017b). 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 em 2017.

Tabela 2 – Complexo soja³⁰

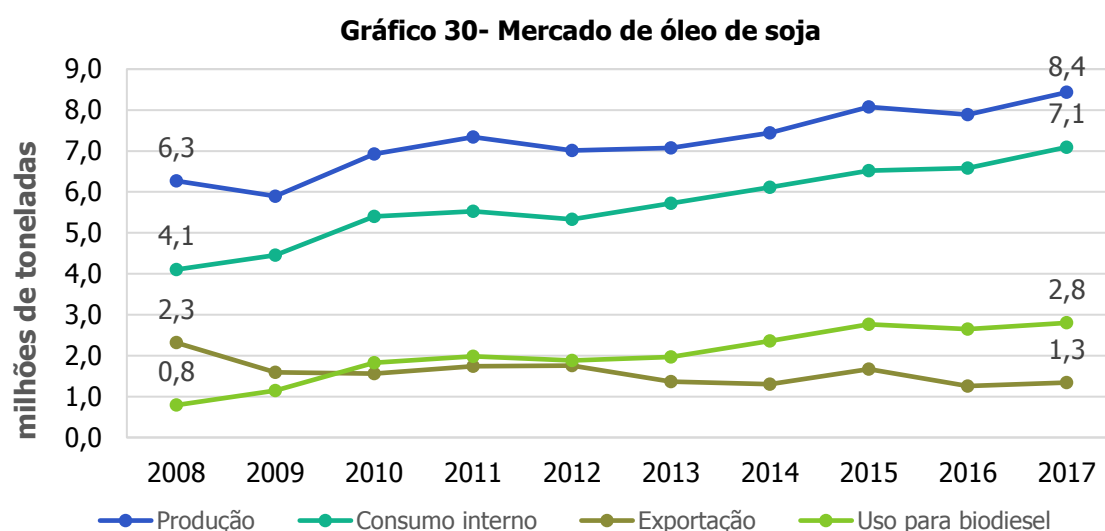
Milhões de toneladas	2016	2017	Δ % (2016-2017)
Produção de soja	96,2	113,8	18,3%
Capacidade Instalada de processamento de soja	63,0	63,0	0,0%
Exportação de soja em grão	51,6	68,2	32,1%
Soja processada	39,5	41,8	5,8%
Farelo de soja produzido	30,2	31,6	4,5%
Óleo de soja produzido	7,9	8,4	7,0%
Exportação de óleo de soja	1,26	1,34	6,6%
Consumo de óleo alimentício e outros	6,6	7,1	7,8%
Consumo de óleo de soja para biodiesel	2,8	2,9	3,7%

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

Fonte: ABIOVE (2018a, 2018b), ANP (2018e)

A produção de óleo de soja aumentou 6,3%, havendo também um crescimento de 7,7% em sua exportação e de 3,7% no consumo para a produção de biodiesel, quando comparado a 2016.

O Gráfico 30 ilustra o comportamento do mercado de óleo de soja brasileiro desde 2008.



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

Fonte: EPE a partir de ABIOVE (2018b) e MAPA (2016)

Segundo dados da ABIOVE (2018b), a produção de óleo de soja entre 2008 e 2017 cresceu 33%. Esta taxa de crescimento é muito inferior à do volume que é destinado à obtenção do biodiesel, que saiu de 0,8 milhão para 2,8 milhões de toneladas, ou seja, um crescimento de 250% neste mesmo período. Por outro lado, as exportações de óleo de soja apresentaram uma queda de 44% nesse período, principalmente a partir de 2013. Observa-se que essa tendência de queda é acompanhada do aumento do uso desse óleo para o biodiesel, com o aumento dos percentuais mandatórios.

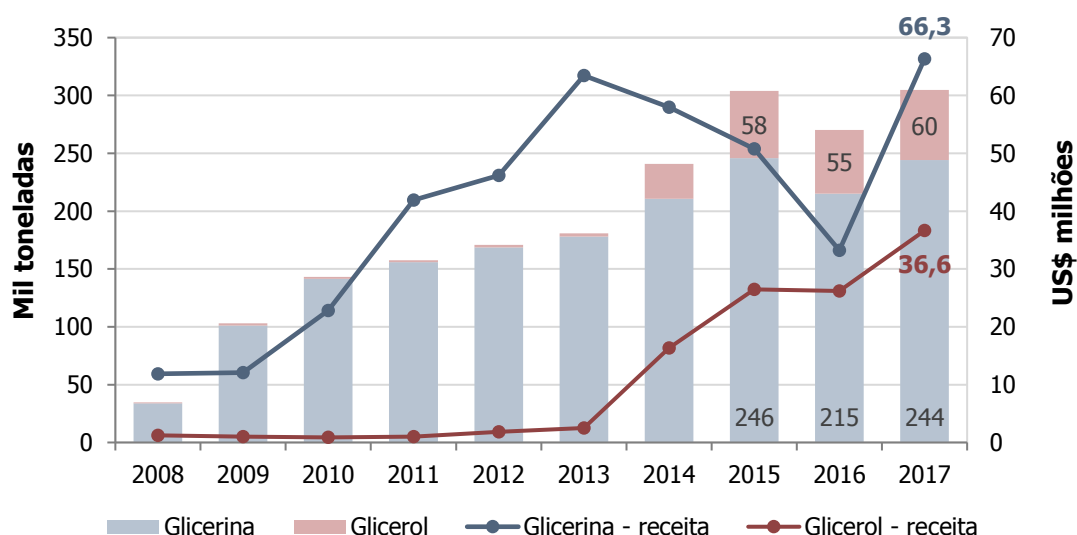
³⁰ Os valores referentes ao consumo interno de soja semente e outros fins não foram considerados.

6.4. Coprodutos do biodiesel

A glicerina bruta é um coproduto da cadeia do biodiesel, que corresponde a aproximadamente 10% em massa do biocombustível produzido. Em 2017, foram produzidas cerca de 380 mil toneladas e sua exportação total foi de 244 mil toneladas, 13,6% superior ao ano anterior, conforme mostra o Gráfico 31. Já a receita obtida com a exportação de glicerina bruta foi de 66,3 milhões de dólares, o dobro da auferida em 2016. A China continua como o maior destino das exportações, com 78% do total (MDIC, 2018).

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 cresceu rapidamente entre 2013 e 2016. Em 2017, totalizou 60 mil toneladas, um aumento de 9,4% em relação ao ano anterior. A receita também aumentou de 26,2 em 2016 para 36,6 milhões de dólares em 2017, crescimento de 39,7%.

Gráfico 31 – Exportação de glicerina bruta e glicerol

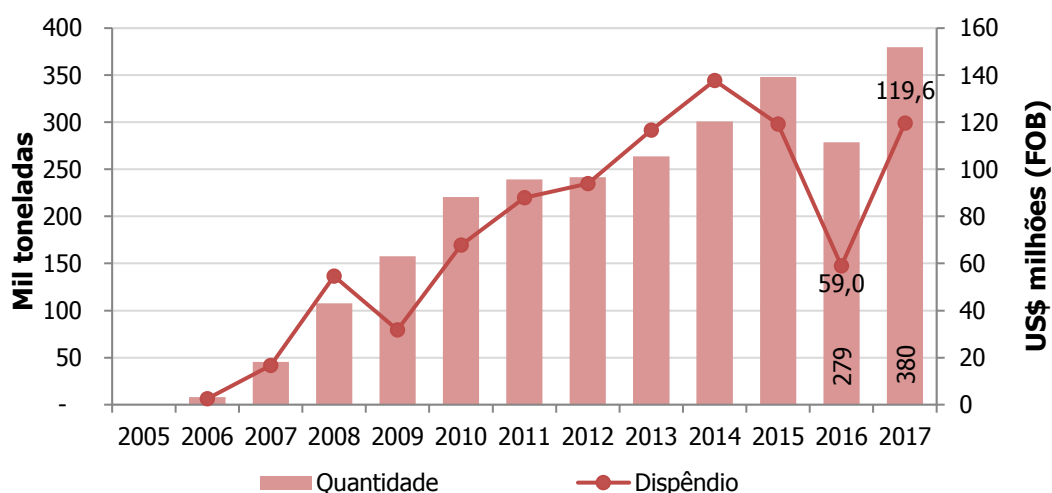


Fonte: MDIC (2018)

6.5. Metanol

O metanol é um insumo fundamental para a obtenção do biodiesel brasileiro. 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 380 mil toneladas deste insumo para a produção de biodiesel, com a maior parte sendo oriunda do Chile, Trinidad e Tobago e Venezuela. O Gráfico 32 mostra a quantidade de metanol importado exclusivamente para a produção de biodiesel e o dispêndio resultante. O total em 2017 foi 36,2% a mais que 2016 e o dispêndio totalizou 120 milhões de dólares (102,9% maior que 2016) (ANP, 2018e; MDIC, 2018). O aumento nas importações deste insumo está diretamente relacionado ao incremento nos volumes produzidos de biodiesel, diante da elevação do percentual mandatório, e também como consequência da menor produção de diesel observado nas refinarias em 2017.

Gráfico 32 – Importação de metanol para biodiesel



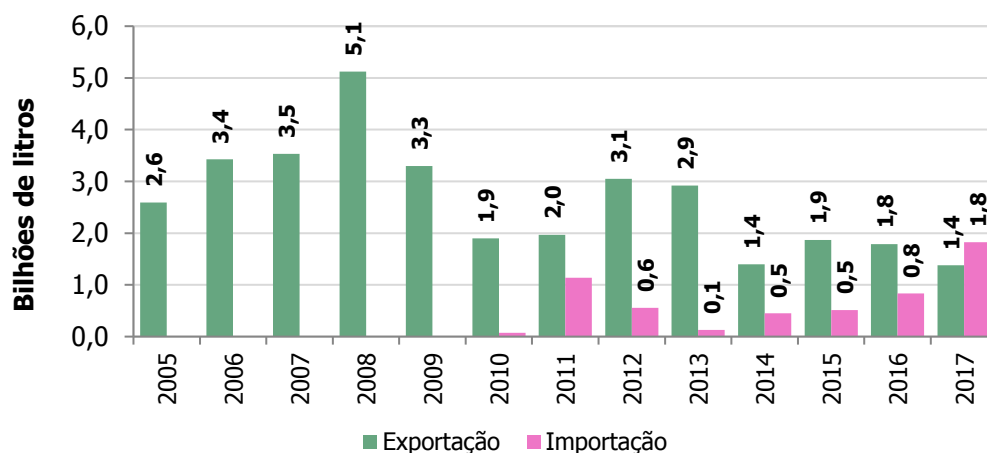
Fonte: EPE a partir do ANP (2018e) e MDIC (2018)

7. Mercado Internacional de Biocombustíveis

Em 2017, foram características do mercado internacional de biocombustíveis o 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, mantiveram a participação alta neste mercado, com 84% da produção e comercialização (RFA, 2018).

Neste ano ocorreram mudanças na situação das duas nações líderes deste mercado. O Brasil passou a ser importador líquido de etanol³¹, apresentando um volume total importado de 1,8 bilhão de litro (praticamente todo oriundo dos Estados Unidos), frente a uma exportação de 1,4 bilhão de litros (MDIC, 2018) (Gráfico 33). A safra de milho favorável nos EUA, que resultou na sobreoferta de etanol naquele país (devido ao *blend wall* e às barreiras às importações da China), aliadas à queda na produção brasileira de etanol e à moderação da taxa de câmbio (em torno de R\$ 3,19/US\$ em 2017), fizeram os volumes exportados dos Estados Unidos crescerem pelo quarto ano seguido, atingindo um recorde de 5,2 bilhões de litros. O Brasil foi o principal destino dessas exportações, seguido por Canadá e Índia (EIA, 2018b). A conjunção desses fatores criou uma janela de oportunidade para a colocação desse combustível no Brasil, em particular na Região Nordeste.

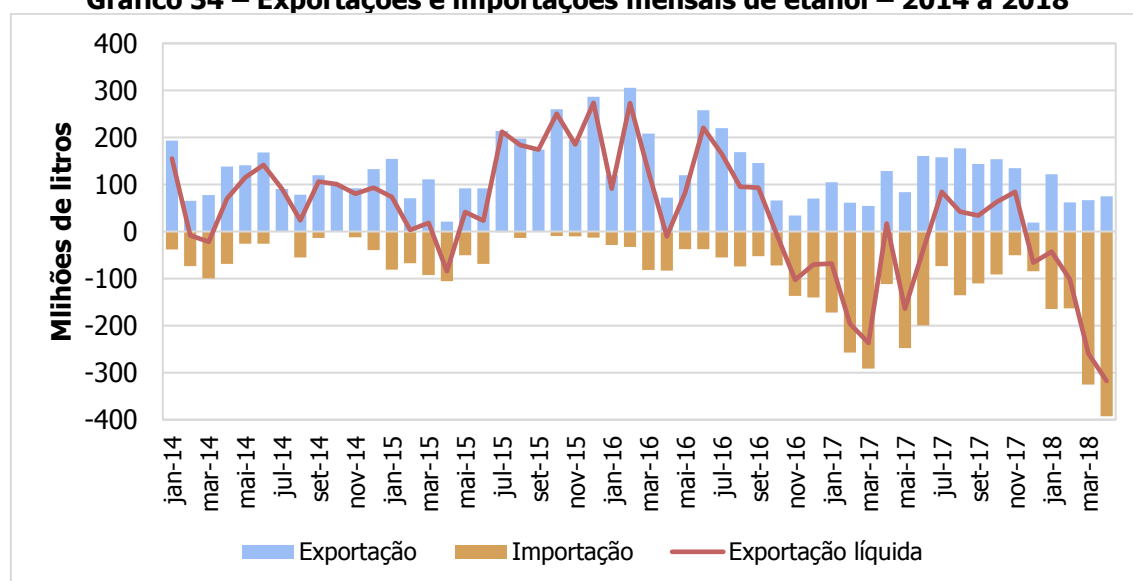
³¹ Apenas em 1997, as importações foram de 0,4 bilhão de litros contra apenas 140 mil litros exportados.

Gráfico 33 – Exportações e importações brasileiras de etanol – 2005 a 2017

Fonte: EPE a partir de MDIC (2018)

Desde janeiro de 2017 as importações brasileiras de etanol já apresentavam volumes expressivos, quando comparados ao ano anterior, e apenas no período mais intenso da safra houve exportação líquida, vide Gráfico 34. Esse período positivo na balança comercial não foi suficiente para manter o saldo favorável no ano, o que levou o governo brasileiro a alterar os critérios de taxaço para o etanol importado. Em 29 de agosto de 2017, foi aprovada a Resolução CAMEX nº 72 (CAMEX, 2017), que estabelece uma isenção do Imposto de Importação (20%) sobre o biocombustível até 150 milhões de litros por trimestre, a qual não poderá ultrapassar 1,2 bilhão de litros, em 24 meses.

Mesmo com a Resolução CAMEX nº 72 (CAMEX, 2017), as importações de etanol permaneceram altas até o fim de 2017, culminando com o saldo negativo supracitado, e, nos quatro primeiros meses de 2018 chegaram a um bilhão de litros. O volume em 2018 é um recorde histórico, inclusive ultrapassando o 0,8 bilhão do mesmo período do ano anterior.

Gráfico 34 – Exportações e importações mensais de etanol – 2014 a 2018

Fonte: EPE a partir de MDIC (2018)

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

Estados Unidos

Os Estados Unidos alcançaram um novo recorde de produção de etanol de milho, em torno de 60 bilhões de litros. Grande parte deste volume (55 bilhões de litros) foi destinada ao mercado interno (EIA, 2018a). Sua demanda, vinculada à de gasolina pela mistura E10, tem se mantido estável, em torno dos 50 bilhões de litros (EIA, 2018b). 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 2017, as exportações líquidas alcançaram 4,8 bilhões de litros, um recorde histórico (RFA, 2018). A maior parte do etanol exportado foi destinada para o Brasil (1,8 bilhão de litros), seguido de Canadá (1,2 bilhão) e Índia (0,7 bilhão). A China, que antes era um grande mercado para o etanol americano, recebeu cerca de 90 milhões de litros, volume bem inferior ao de anos anteriores, em virtude de novas medidas tarifárias do país asiático.

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.

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

	2017	2018	2019
Biocombustíveis celulósicos	1,2	1,1	32,2*
Diesel de biomassa	7,6	7,9	7,9
Biocombustíveis avançados	16,2	16,2	49,2*
Combustíveis renováveis	73,0	73,0	106,0*

*. Valores originais da RFS de 2007, sem alteração da EPA até o presente momento.

Fonte: EPA (2018)

União Europeia

Atualmente a União Europeia segue seus planos de implementação da atual política de segurança energética, anunciados em 2016, com objetivos de mitigação de GEE e marcos definitivos para os anos de 2020, 2030 e 2050. Para 2020 prevalecem as atuais metas do Triplo 20 (20% de redução nas emissões de GEE, 20% de participação de fontes renováveis no consumo energético e 20% de aumento na eficiência energética, comparados a 1990). Em 2030, as metas serão aumentadas para 40%, 27% e 27%, e em 2050, será feita uma redução de 85% a 90% nas emissões de GEE (EC, 2017).

Os planos atuais focam em fontes avançadas de energia, como os biocombustíveis de segunda geração. O bloco procura renunciar aos biocombustíveis tradicionais (etanol de cana e milho e biodiesel de oleaginosas), os quais devem ser limitados a um máximo de 7% de participação na demanda energética até 2020 e posteriormente para 3,8% em 2030.

8. Novos 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. O Brasil possui duas plantas comerciais de E2G: a Bioflex-I da GranBio, em São Miguel dos Campos (AL), com capacidade nominal de 82 milhões de litros, e a planta da Raízen, em Piracicaba (SP), com capacidade de 42 milhões. Existe uma planta experimental no Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), com capacidade de 3 milhões de litros. As unidades comerciais enfrentam problemas técnicos (como na etapa de pré-tratamento e filtragem da lignina) que estão sendo resolvidos e, portanto, ainda operam abaixo da capacidade nominal (GRANBIO, 2017; RAÍZEN, 2018).

No exterior, os projetos de E2G não têm conseguido alcançar a produção comercial. Duas grandes plantas de produção de E2G fecharam: a Usina da Abengoa (Salamanca/Espanha) e a Usina da Beta Renewables (Crescentino/Itália) (ETHANOL PRODUCER MAGAZINE, 2017a; NOVACANA, 2017b). A planta da DowDupont (Nevada/EUA) será vendida brevemente, como parte do plano de reestruturação da companhia (ETHANOL PRODUCER MAGAZINE, 2017b). Segundo a *Ethanol Europe Renewables* LTD menos de 1% da capacidade mundial projetada de biocombustíveis avançados nos últimos dez anos se tornou realidade (EURACTIV, 2018).

Apesar das dificuldades de implantação dos biocombustíveis de segunda geração, alguns tem alcançado destaque no mundo. Como exemplo, o HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*, ou Óleo Vegetal Hidrogenado em português), um combustível obtido através do hidrotreatamento³² dos óleos vegetais, com estrutura química idêntica ao dos derivados do petróleo, que se caracteriza como um combustível *drop-in*³³. A tecnologia HVO, além de produzir um produto similar ao diesel, também pode ser adaptada para a produção de outros combustíveis, como o bioquerosene de aviação (BioQAV). O último levantamento da GREENEA (2017) indicou a existência de 14 unidades (entre plantas dedicadas e associadas a refinarias) e três projetos em construção, com capacidade total de 4,7 milhões de toneladas.

Para o BioQAV, a Organização da Aviação Civil Internacional das Nações Unidas (*International Civil Aviation Organization* – ICAO/UN) estabeleceu acordo de redução de emissão com as empresas aéreas denominado CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*), no qual define para a partir de 2020 um crescimento neutro de carbono na indústria da aviação (ICAO, 2018).

Além de instrumentos de compensação de emissões e de promoção de eficiência energética (técnica/aeronave e sistêmica/gestão operacional - infraestrutura aeroportuária), o CORSIA também prevê a utilização de combustíveis alternativos de

³² Reação de redução com o hidrogênio.

³³ Combustível alternativo que pode substituir o equivalente fóssil, sem necessidade de adaptação do motor.

aviação que sejam *drop-in*, em particular biocombustíveis com processos certificados na ASTM Internacional (*American Society for Testing and Materials International*). Ressalte-se que as matérias-primas para a produção de bioquerosene são definidas conforme as tecnologias passem pelo processo de aprovação do subcomitê “*Aviation Fuels*” da ASTM Internacional (ASTM, 2016). Nesse sentido, as seguintes rotas de produção de bioquerosene já foram certificadas pela a ASTM Internacional:

- HEFA-SPK (*Hydro-processed Esters and Fatty Acids Synthetic Paraffinic Kerosene*): rota tecnológica baseada em gorduras, óleos e graxas que são hidrotratados para obter bioquerosene. Teor de mistura máxima de até 50%;
- FT-SPK (*Fischer-Tropsch Synthetic Paraffinic Kerosene*) e FT-SKA (*Fischer-Tropsch Synthetic Kerosene with Aromatics*): rotas tecnológicas que obtêm bioquerosene a partir de processos de síntese de biomassas renováveis como resíduos agrícolas (inclusive da cana-de-açúcar) e florestais, madeira, culturas energéticas e resíduos sólidos municipais. Teor de mistura máxima de até 50%;
- ATJ-SPK (*Alcohol to Jet Synthetic Paraffinic Kerosene*): rota tecnológica baseada em isobutanol que pode ser derivado de matérias-primas renováveis como a cana-de-açúcar, milho ou resíduos florestais. Teor de mistura máxima de até 50%;
- SIP (*Synthesized Iso-parafins*): rota tecnológica baseada em isoparafinas sintéticas obtidas pela conversão de açúcares em bioquerosene. Teor de mistura máxima de até 10%.

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, no Brasil e no mundo, com o querosene de aviação de origem fóssil. Com o intuito de aprofundar seu conhecimento neste tema, a EPE colaborou com a Agência Alemã de Cooperação Internacional - GIZ³⁴ em projeto para a criação de um modelo de referência para o uso de combustíveis sintéticos sustentáveis no Brasil. Um dos principais objetivos da pesquisa foi examinar o *status quo* da cadeia de valor do combustível para aviação no Brasil e determinar o custo real de mercado vendido pelos distribuidores. O projeto buscou analisar os custos reais dos combustíveis, incluindo os “escondidos” (*hidden costs*), que pudessem viabilizar oportunidades locais para combustíveis alternativos de aviação com base em condições logísticas de abastecimento economicamente restritivas. A pesquisa indicou que o combustível sintético de aviação tem competitividade econômica prevista para após 2030.

³⁴ Projeto IKI – Combustíveis Alternativos sem Impactos Climáticos. A EPE recebeu entre outubro de 2017 e abril de 2018 para intercâmbio um especialista alemão (Florian Roth), que desenvolveu sua dissertação de mestrado em Gestão de Energia Renovável, no tema de combustíveis alternativos para aviação na Universidade de Tecnologia de Colônia (Technische Hochschule Köln) (ROTH, 2018). A base de dados resultante da cooperação será utilizada pela EPE para outros estudos sobre combustíveis alternativos de aviação, em particular para bioquerosene.

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 artigo final desse documento (BRASIL, 2017b).

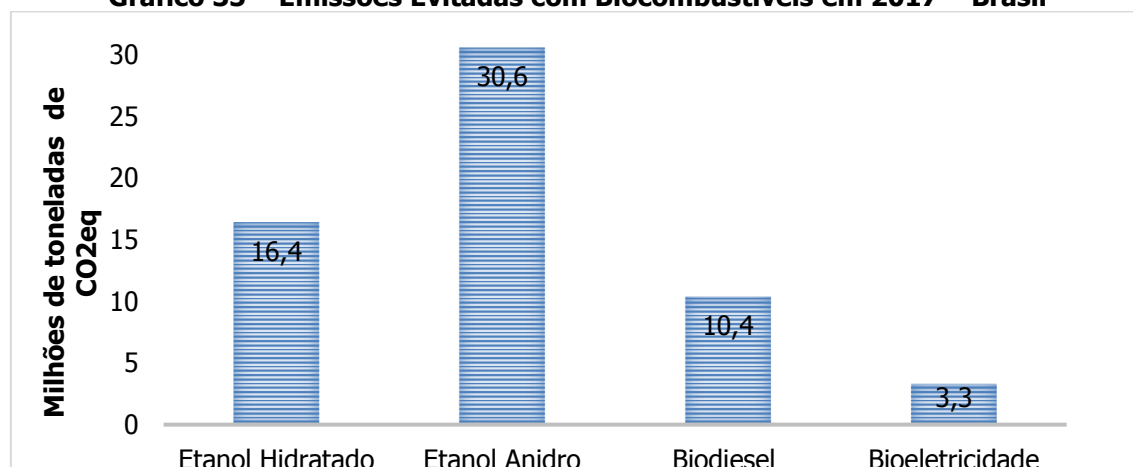
A elevada participação de renováveis na matriz energética nacional proporciona uma significativa redução nas emissões de GEE. Quanto aos biocombustíveis líquidos, as emissões evitadas pelo uso de etanol (anidro e hidratado) e biodiesel, em comparação aos equivalentes fósseis (gasolina e diesel), somaram 57,4 MtCO₂ em 2017.

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, 2018). 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. Em 2017 este fator aumentou 13,5%, passando de 0,082 tCO₂/MWh para 0,093 tCO₂/MWh.

Considerando a energia exportada e o autoconsumo pelas unidades sucroenergéticas, os valores de CO₂ evitados são expressivos. A quantidade das emissões evitadas em 2017 foi 14% superior à de 2016 (2,9 MtCO₂), somando 3,3 MtCO₂, sendo 1,3 advindas do autoconsumo e 2,0 MtCO₂ da energia exportada.

O Gráfico 35 ilustra as emissões evitadas decorrentes do uso de biocombustíveis (etanol anidro e hidratado e biodiesel) e da bioeletricidade da cana.

Gráfico 35 – Emissões Evitadas com Biocombustíveis em 2017 – Brasil



Fonte: EPE a partir de EPE (2009), IPCC (2006) e (MCTI, 2018)

10. RenovaBio: A Política Nacional de Biocombustíveis e seus Desdobramentos

10.1. Introdução

O Brasil possui como grande vantagem em relação a outros países uma vasta diversidade de fontes de energia, não dependendo exclusivamente dos combustíveis fósseis para o seu abastecimento, o que contribui para o aumento da segurança energética nacional.

A expansão da produção e do uso dos biocombustíveis vêm sendo continuamente incorporados como objetivo das políticas públicas do país, em função do seu comprometimento para a redução das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE). Nesse contexto, além da ampliação do papel do etanol carburante, desde o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) até o lançamento dos veículos *flex fuel*, o biodiesel (através do PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel), a bioeletricidade e o biogás (biometano) têm sido inseridos na matriz energética nacional nas últimas décadas (EPE, 2016b). A preocupação ambiental também motiva a pesquisa e o desenvolvimento de novos biocombustíveis e biomateriais, em direção a uma economia de baixo carbono (EPE, 2017a).

O Brasil tem sido protagonista nas discussões internacionais sobre mudanças climáticas e apresentou a sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) na 21ª Conferência das Partes (COP 21) das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. O país assumiu o compromisso de reduzir, em 2025, as emissões de GEE em 37% e, em 2030, fez a indicação de reduzir em 43%, tendo o ano de 2005 como referência. Tais medidas englobam os setores de energia, agricultura, floresta, resíduos e processos industriais, adotando uma abrangência para todo o território nacional, para o conjunto da economia (*economy-wide*), incluindo CO₂, CH₄, N₂O, perfluorcarbonos, hidrofluorcarbonos e SF₆.

É fundamental ressaltar que a NDC do Brasil se aplica ao conjunto da economia e, portanto, baseia-se em caminhos flexíveis para atingir os objetivos de 2025 e 2030. Isso significa que a abordagem brasileira considera que inovações tecnológicas, condições de mercado, políticas públicas, entre outros, podem afetar a hierarquia de custo de abatimento de emissões de GEE de medidas específicas e, por isso, a NDC do país não estabelece metas setoriais.

Não obstante, o documento do Brasil apresentado na COP 21 apresenta também informações destinadas apenas a prestar esclarecimentos acerca de medidas adicionais que o país pretende adotar para o atingimento de seus compromissos da NDC. Apenas a meta global de redução de emissões de GEE é um compromisso específico da NDC, contudo, tais medidas adicionais são consistentes com a meta de longo prazo de conter o aumento da temperatura média global abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais.

Assim, as informações do anexo à proposta brasileira elencam entre as medidas adicionais que o Brasil pretende adotar (BRASIL, 2015)³⁵:

- *Aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030, expandindo o consumo de biocombustíveis, aumentando a oferta de etanol, inclusive por meio do aumento da parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração), e aumentando a parcela de biodiesel na mistura do diesel;*
- *No setor da energia, alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030, incluindo: - expandir o uso de fontes renováveis, além da energia hídrica, na matriz total de energia para uma participação de 28% a 33% até 2030; - expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de eólica, biomassa e solar; - alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030.*

Nesse contexto, em dezembro de 2017 o Brasil estabeleceu a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), por intermédio da Lei nº 13.576/2017 (BRASIL, 2017b), que tem como objetivo principal reconhecer o papel estratégico dos biocombustíveis na matriz energética brasileira, com relação à segurança energética e à mitigação das emissões de gases causadores do efeito estufa no setor de combustíveis.

O presente artigo tem como objetivo elencar os principais pontos de impacto decorrentes do estabelecimento da Política Nacional de Biocombustíveis. O estudo apresenta os trabalhos desenvolvidos pela Empresa de Pesquisa Energética com vistas a subsidiar o Ministério de Minas e Energia (MME) na elaboração do RenovaBio, desde sua fase inicial de concepção até a formulação de modelos matemáticos de suporte à decisão do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) sobre as metas de descarbonização, possibilitando a análise dos impactos econômicos, sociais e ambientais associados.

10.2. Concepção do RenovaBio

O RenovaBio surgiu como uma iniciativa de valorização do potencial nacional de fontes renováveis, associado aos compromissos assumidos pelo Brasil em âmbito internacional sobre mudança do clima. A iniciativa foi lançada em dezembro de 2016, pelo Ministério de Minas e Energia, e instituída como Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) com a promulgação da Lei nº 13.576, em 26 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017b).

Seus objetivos incluem:

I - contribuir para o atendimento aos compromissos do País no âmbito do Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima;

³⁵ Há outras medidas elencadas no anexo à proposta brasileira relativas a: setor florestal e mudança do uso da terra; setor agrícola (fortalecer o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono); setor industrial; e setor transportes.

II - contribuir com a adequada relação de eficiência energética e de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa na produção, na comercialização e no uso de biocombustíveis, inclusive com mecanismos de avaliação de ciclo de vida;

III - promover a adequada expansão da produção e do uso de biocombustíveis na matriz energética nacional, com ênfase na regularidade do abastecimento de combustíveis; e

IV - contribuir com previsibilidade para a participação competitiva dos diversos biocombustíveis no mercado nacional de combustíveis.

O RenovaBio se baseia nos seguintes fundamentos: *i) a contribuição dos biocombustíveis para a segurança do abastecimento nacional de combustíveis, da preservação ambiental e para a promoção do desenvolvimento e da inclusão econômica e social; ii) a promoção da livre concorrência no mercado de biocombustíveis; iii) a importância da agregação de valor à biomassa brasileira; e, iv) o papel estratégico dos biocombustíveis na matriz energética nacional.*

Para tal, o Programa utiliza-se, entre outros, de instrumentos de metas de redução de emissões de GEE na matriz de combustíveis, créditos de descarbonização, adições compulsórias de biocombustíveis aos combustíveis fósseis, incentivos fiscais, financeiros e creditícios e ações no âmbito do Acordo de Paris.

Essa moderna política pública consiste na valoração das externalidades ambientais positivas dos biocombustíveis e, com isso, na promoção do processo de descarbonização do mercado de combustíveis. E para que o ganho ambiental seja efetivo, foi necessária a estruturação de metas de descarbonização, baseadas na intensidade de carbono³⁶. Essa meta é definida pelo Comitê RenovaBio (CRBio)³⁷ e submetida, posteriormente, ao CNPE para aprovação, em junho de 2018. Cabe ressaltar que o CNPE também recebe recomendações neste sentido do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM)³⁸. É importante dar acento que diversas medidas legais adotadas pelo Brasil nos últimos anos ajudaram a diminuir a intensidade de carbono no país, e o RenovaBio intenta contribuir para incentivar ainda mais esta mitigação.

O funcionamento do RenovaBio baseia-se em três instrumentos principais: 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).

³⁶ Intensidade de carbono relação da emissão de gases causadores do efeito estufa, com base em avaliação do ciclo de vida, computada no processo produtivo do combustível, por unidade de energia.

³⁷ Comitê instituído pelo decreto nº 9.308, de 15 de março de 2018 e formado por Ministério de Minas e Energia, Casa Civil da Presidência da República, Ministério da Fazenda, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão e Ministério do Meio Ambiente. A EPE participa das reuniões do comitê como convidado, conforme parágrafo 1º do Art. 2º deste decreto (BRASIL, 2018).

³⁸ Comitê formado por 16 Ministérios e pela Casa Civil, conforme decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007 (BRASIL, 2007).

As metas anuais serão desdobradas para todos os distribuidores de combustíveis, proporcionalmente à respectiva participação de mercado na comercialização de combustíveis fósseis. A lei prevê multas em casos de não atendimento às metas.

Para participar do Programa, as unidades produtoras de biocombustíveis terão que passar por um processo de certificação, no qual uma firma inspetora avalia os aspectos relativos à produção/importação de biocombustíveis, em função da intensidade de carbono. Os três critérios de elegibilidade definidos são:

- A matéria-prima certificada não pode ter origem de área desmatada depois do dia 26 de dezembro de 2017, data de assinatura da lei do RenovaBio;
- Os produtores de cana-de-açúcar devem ter Cadastro Ambiental Rural (CAR) com *status* atualizado ou pendente ; e
- As áreas de cultivo devem respeitar os zoneamentos agroecológicos da cana-de-açúcar (ZAE Cana) e da palma de óleo.

O CBIO será um ativo financeiro que será negociado em mercados organizados e sua quantidade variará de acordo com o volume de biocombustíveis comercializado com as distribuidoras e a Nota de Eficiência Energética-Ambiental³⁹ de cada emissor primário. Assim, quanto menor a intensidade de carbono no ciclo de vida dos biocombustíveis (poço à roda), maior será a quantidade de CBIO a ser emitida para um determinado volume comercializado. Desta forma, com as metas de descarbonização definidas, haverá um estímulo para produção de biocombustíveis, o que aumentará a busca pelos CBIO. Com tal sinalização econômica, espera-se que as usinas se sintam impulsionadas a produzirem mais biocombustíveis e de forma mais eficiente, aumentando a oferta deste certificado e regulando seu preço no mercado, onde ele será comercializado. Esse mecanismo deverá garantir a segurança necessária para investimentos em novas usinas, uma vez que os CBIO irão oferecer maior receita para os produtores.

A lógica teórica que embasa o RenovaBio consiste no reconhecimento de que o setor de biocombustíveis, além de ofertar uma cesta de bens no mercado de combustíveis (etanol, biodiesel, biogás, bioquerosene, etc.), presta também um serviço de abatimento de emissões de GEE, para o qual, por ausência de um mercado específico, não é remunerado. Nesse sentido, ao criar um mercado de certificado de descarbonização dos combustíveis (CBIO), o RenovaBio permite a internalização das externalidades ambientais positivas dos biocombustíveis e, por conseguinte, a remuneração do setor por este serviço prestado de abatimento das emissões de GEE. É essa remuneração adicional que, ao ampliar o *pool* de receitas e contribuir para o rateio dos custos, permite a expansão da oferta de biocombustíveis até o ótimo social.

10.3. Ações da EPE no RenovaBio

A EPE, dentre suas inúmeras atribuições, tem como objetivo subsidiar, através de seus estudos técnicos, a tomada de decisão do MME no âmbito do planejamento energético

³⁹ Valor atribuído no Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis, chancelado pela firma inspetora, que representa a diferença entre a intensidade de carbono de seu combustível fóssil substituto e sua intensidade de carbono estabelecida no processo de certificação.

nacional. Dentro deste escopo, as demandas ministeriais, sendo elas funções complexas e relevantes para o desenvolvimento nacional, são incorporadas às atividades já elaboradas pela EPE e passam a figurar como práticas regulares.

Desde a concepção inicial do RenovaBio, a EPE vem colaborando com diversos trabalhos e estudos, bem como provendo informações, de forma a possibilitar ao poder público e à sociedade as condições de analisar com critérios técnicos e transparência os principais objetivos e funcionamento do Programa.

Em fevereiro de 2017, com vistas a cooperar com o MME, a Área de Biocombustíveis da Diretoria de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis da EPE elaborou quatro notas técnicas com base nos principais eixos estratégicos desta iniciativa: o papel dos biocombustíveis na matriz energética, a sustentabilidade ambiental, social, econômica e financeira do mercado de biocombustíveis, a definição de regras de comercialização e os novos biocombustíveis.

A primeira nota técnica analisou o papel dos biocombustíveis na matriz energética brasileira, apresentando experiências nacionais e internacionais, além dos desafios técnicos e econômicos para a ampliação de seu papel na oferta interna de energia. A segunda apresenta os critérios de sustentabilidade, que incluem aspectos ambientais, sociais, econômicos e financeiros, que devem nortear a expansão dos biocombustíveis. A terceira nota técnica discorre sobre os novos biocombustíveis (etanol de segunda geração, diesel avançado, bioquerosene e biogás/biometano), ressaltando os aspectos positivos de sua produção, suas vantagens ambientais e os desafios técnicos para o seu desenvolvimento. E a quarta e última, expõe sumariamente as regras de comercialização, adotadas no Brasil, para o etanol, o biodiesel e a bioeletricidade. Todos esses documentos também apresentam as experiências internacionais relacionadas aos biocombustíveis (EPE, 2017a).

Em agosto de 2017, a EPE elaborou um fluxograma explicativo do funcionamento do RenovaBio, de acordo com a Proposta de Aprimoramento do Marco Legal de Biocombustíveis, a partir da Consulta Pública nº 26 do Ministério de Minas e Energia (MME, 2017c). Este documento busca detalhar o papel e as ações a serem desempenhados pelas entidades governamentais e agentes econômicos do setor, bem como os documentos que serão gerados ao final dos processos, além das ferramentas a serem empregadas (EPE, 2017b).

Além das ações citadas, a EPE está desenvolvendo uma série de modelos matemáticos de suporte ao MME na regulamentação do RenovaBio para avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais, além da simulação do preço do CBIO e dos investimentos necessários para o setor de biocombustíveis, de acordo com as metas de descarbonização. Ademais, tais modelos permitirão à EPE aperfeiçoar seus estudos e projeções ao incorporar à dinâmica do setor de biocombustíveis os instrumentos do RenovaBio, bem como embasar seu posicionamento e voto no CNPE. Cada um desses modelos será descrito na próxima seção.

10.4. O Modelo de Suporte ao RenovaBio

O Modelo de Suporte ao RenovaBio é constituído pelos seguintes modelos satélites: (i) Simulação do Preço do CBIO, que apresentará o comportamento de seu preço no horizonte do programa; (ii) Impacto Inflacionário, que indicará quais os possíveis reflexos na inflação, decorrentes das alterações de preços nos combustíveis; (iii) Impactos Socioambientais, através da quantificação do consumo de água, da ocupação da área agrícola, da geração de efluentes líquidos, resíduos sólidos e da emissão de poluentes atmosféricos, que afeta a qualidade do ar; (iv) Impactos na Saúde, que quantificará as internações, mortes e seus custos decorrentes, (v) Investimentos, que indicará o capital a ser aplicado nas áreas agrícola e industrial; e (vi) Matriz Insumo Produto, para quantificar os impactos na atividade econômica, na renda e na ocupação de pessoal. A Figura 3 apresenta de forma esquemática esses modelos, que serão detalhados a seguir.

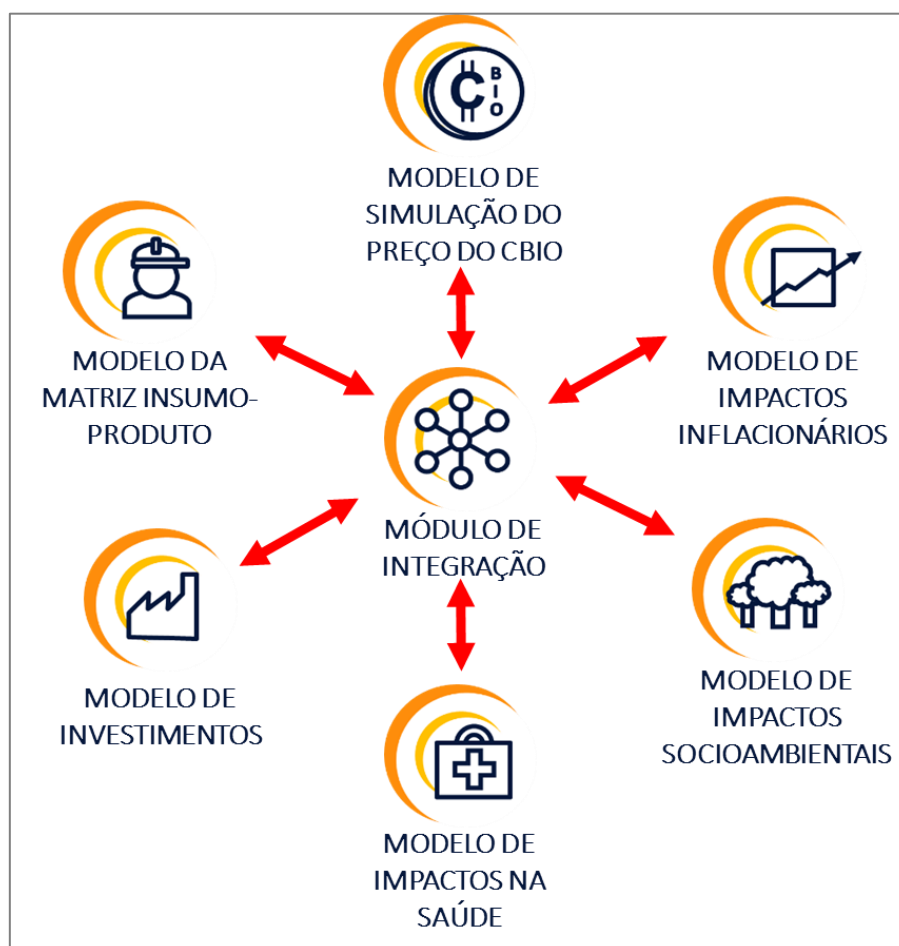


Figura 3 - Modelo de Suporte ao RenovaBio da EPE

Fonte: EPE

A partir de dados de demanda total de combustíveis (ciclo Otto, ciclo Diesel e setor de aviação) e da meta de descarbonização, são estimados os valores de CBIO. Os resultados obtidos, que incluem a segmentação das demandas entre combustíveis fósseis e renováveis, servem como dados de entrada aos demais modelos de suporte. O módulo

de integração é uma interface amigável com o usuário, que sintetiza as entradas e saídas de todos os modelos.

Os modelos permitirão a simulação de diferentes cenários de descarbonização da matriz nacional de combustíveis e, com isso, a avaliação permanente dos impactos econômicos, sociais e ambientais da meta proposta e de sua ratificação. Através de metodologia transparente, e embasada em critérios técnico-científicos, a EPE visa reduzir as assimetrias de informação acerca desta Política Pública entre poder público, sociedade e agentes de mercado.

A elaboração do modelo matemático de suporte ao RenovaBio envolveu vários profissionais de toda EPE, com diversas competências, destacando as específicas em biocombustíveis, combustíveis fósseis, economia e socioambiental, além de *experts* em programação e modelagem matemática. A seguir encontra-se uma sumária descrição de cada módulo.

10.4.1. Modelo de Simulação do Preço do CBIO



O modelo de simulação do preço do CBIO tem como objetivo avaliar o comportamento do preço do crédito de descarbonização. Trata-se de um modelo de equilíbrio parcial (oferta x demanda), que utiliza linguagem de programação dinâmica de alto nível (**Julia**) projetada para atender os requisitos da computação de alto desempenho.

10.4.2. Modelo da Matriz Insumo-Produto

Com o objetivo de avaliar os impactos na atividade econômica, renda e geração de emprego, será construído um modelo de insumo-produto, que se baseia nas tabelas do sistema de contas nacionais elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A partir da matriz inversa de Leontief derivada das tabelas de insumo-produto das Contas Nacionais do Brasil, extraem-se os multiplicadores de atividade econômica, renda e emprego para cada setor, conforme abordagem apresentada por Miller e Blair (2009).



As entradas do modelo contemplam o aumento da produção, o preço, renda e ocupação de pessoal e os investimentos adicionais em biocombustíveis, tendo como parâmetros os diversos coeficientes da matriz. E, ainda, para que a análise seja completa, é necessário deduzir os impactos socioeconômicos resultantes da substituição dos combustíveis fósseis, quando apropriado.

10.4.3. Modelo de Investimento



A partir da demanda de biocombustíveis e de combustíveis fósseis, esse modelo gera como resultado os investimentos que serão necessários nos setores agrícola e industrial. Os parâmetros utilizados são os CAPEX para refinarias e para as unidades produtoras de biocombustíveis, sua capacidade instalada e os custos envolvidos nas diversas etapas do processo produtivo.

10.4.4. Modelo de Impactos na Saúde

Com base no consumo energético dos combustíveis, a emissão de poluentes atmosféricos é contabilizada no modelo de impactos na saúde. O uso de biocombustíveis contribui para a redução das emissões de GEE e de alguns poluentes locais, mas pode ocasionar o aumento de outros. Os estudos referem-se às regiões metropolitanas e as saídas do modelo contemplam o número de internações e mortes, além dos custos para o setor de saúde relativos à maior emissão destes poluentes.



10.4.5. Modelo de Impactos Socioambientais



Abordando parâmetros relacionados à produção e ao consumo de combustíveis, tais como emissões atmosféricas (CO_2 , NO_x , MP, COVs, etc), efluentes líquidos, resíduos sólidos, uso de água, geração ou consumo de resíduos e ocupação de área por lavoura e unidades industriais, é possível elaborar uma análise dos impactos socioambientais relacionados ao aumento do consumo de combustíveis fósseis e renováveis.

10.4.6. Modelo de Impactos Inflacionários

Com base nas demandas e nos preços dos combustíveis fósseis e renováveis, este modelo tem como *output* o impacto inflacionário resultante das metas de descarbonização propostas. Os parâmetros utilizados compreendem a composição do IPCA e os impactos inflacionários diretos e indiretos decorrentes das alterações nos preços dos combustíveis.



Conforme exposto, os modelos matemáticos para suporte ao RenovaBio, em desenvolvimento pela EPE, propõem-se a avaliar todos os aspectos relacionados com a implementação de uma política para a redução das emissões de gases de efeito estufa, com o objetivo de auxiliar o poder público e a sociedade civil na tomada de decisão, no entendimento do programa e nos seus desdobramentos.

10.5. Considerações Finais

O Brasil apresenta-se na vanguarda da participação dos combustíveis renováveis na matriz energética nacional, não somente pelo seu enorme potencial, como também em virtude de seu histórico de políticas públicas, o que fortalece sua posição de destaque internacional nos acordos de mudança do clima.

Em linha com a posição que o Brasil tem assumido nas negociações internacionais de mudanças climáticas, cabe ressaltar que a maior parte da concentração atual de GEE na atmosfera é resultado das emissões ocorridas desde a Revolução Industrial (a partir de 1750). As gerações atuais arcam com o ônus da interferência no passado decorrentes das atividades antrópicas, principalmente, dos países desenvolvidos, assim como as atividades humanas atuais em todo o mundo impactará o sistema climático para as gerações futuras.

Seguindo o Princípio da “responsabilidade comum, mas diferenciada”, que fundamenta as negociações internacionais de mudanças climáticas, o Brasil, mais uma vez, defendeu em sua proposta na COP 21 (BRASIL, 2015) que *para a construção de uma resposta global justa e equitativa ao fenômeno da mudança do clima, é portanto fundamental relacionar causa (emissões antrópicas líquidas de gases de efeito estufa) e efeito (aumento da temperatura e mudança global do clima)*. Ainda assim, a proposta brasileira, que se transformou em sua NDC, foi, ao menos, equivalente em forma, escopo e escala às contribuições dos países desenvolvidos com maior responsabilidade pela mudança do clima, conforme destacado nas informações adicionais da proposta. Não é demais enfatizar que a NDC do Brasil, originada da proposta apresentada no âmbito do Acordo de Paris, é consistente com as circunstâncias e capacidades nacionais, sendo muito mais ambiciosa do que corresponderia à responsabilidade do país no aumento de temperatura média global (BRASIL, 2015).

Tal ambição do Brasil no Acordo de Paris foi possível porque o país dispõe de um considerável potencial de abatimento das emissões de GEE associados, em boa medida, ao setor florestal e à mudança do uso da terra, bem como à disponibilidade de recursos energéticos renováveis e de baixo teor de carbono para moderar o crescimento de suas emissões no setor energético.

Neste contexto, de circunstâncias e capacidades nacionais, o Brasil estabeleceu, em dezembro de 2017, a Política Nacional de Biocombustíveis – RenovaBio, que visa contribuir com parte do esforço de atingimento das metas de redução das emissões de GEE assumidas pelo país no Acordo de Paris: 37% abaixo das emissões de 2005, em 2025; e, 42% abaixo das emissões de 2005, em 2030 (contribuição indicativa subsequente).

A Política Nacional de Biocombustíveis elenca entre seus objetivos principais o de promover a adequada expansão da produção e do uso de biocombustíveis na matriz energética nacional, com ênfase na regularidade do abastecimento de combustíveis, e

também o de contribuir com previsibilidade para a participação competitiva dessas fontes de energia no mercado de combustíveis do país.

Considerando que o eixo ambiental é uma das principais diretrizes deste Programa, as metas de descarbonização devem considerar a redução da intensidade de carbono da matriz brasileira de combustíveis ao longo do tempo, observando a proteção dos interesses do consumidor quanto a preço, qualidade e oferta de combustíveis.

A EPE realizou diversas ações no âmbito do RenovaBio, almejando auxiliar o MME a obter êxito no desenvolvimento e na implementação da Política Nacional de Biocombustíveis. Entre as ações destaque-se a elaboração das notas técnicas com base nos eixos estratégicos, do fluxograma de funcionamento do Programa e o desenvolvimento dos modelos matemáticos de suporte à tomada de decisão. Para a EPE, o RenovaBio consiste em uma oportunidade para promover a expansão da produção e do uso de biocombustíveis, de forma custo-efetiva, visando garantir a segurança energética e contribuir para a consecução das metas de redução das emissões de GEE. A previsibilidade de longo prazo para o setor de biocombustíveis dependerá do adequado balanceamento das metas de descarbonização para os agentes de mercado de combustíveis e para a sociedade civil como um todo.

Referências Bibliográficas

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO
[1]	ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Estatística Mensal do Complexo Soja , 2018a. Disponível em: www.abiove.org.br/ . Acesso em: 25 abr. 2018.
[2]	_____. Pesquisa de Capacidade Instalada da Indústria de Óleos Vegetais , 2018b. Disponível em: www.abiove.org.br/ . Acesso em: 25 abr. 2018.
[3]	ABRACICLO – Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares. Dados do Setor: vendas atacado , 2018. Disponível em: http://www.abraciclo.com.br/images/pdfs/Motocicleta/Vendas-Atacado/2016_12_Vendas.pdf . Acesso em: 11 abr. 2018.
[4]	ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Aneel homologa limites do PLD , 2018. Disponível em: www.aneel.gov.br . Acesso em: 13 abr. 2018.
[5]	ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Anuário da indústria automobilística brasileira 2018 . São Paulo: ANFAVEA, 2018. Disponível em http://www.anfavea.com.br/anuario.html . Acesso em 11 abr. 2018.
[6]	ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução ANP nº 67, de 09 de dezembro de 2011. Dispõe sobre as definições para fins de aquisição de etanol anidro combustível. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 13 dezembro. 2016. Disponível em: www.anp.gov.br . Acesso em: 20 abr. 2018.
[7]	_____. Resolução nº 63, de 05 de dezembro de 2014. Estabelece as especificações dos querosenes de aviação alternativos. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 08 dezembro. 2014. Disponível em: < http://www.anp.gov.br >. Acesso em: 20 abr. 2018.
[8]	_____. Resolução ANP nº 719, de 22 de fevereiro de 2018. Altera a Resolução ANP nº 67. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 22 de fevereiro. 2018a. Disponível em: www.anp.gov.br . Acesso em: 05 abr. 2018.
[9]	_____. Comunicação Pessoal , 2018b.
[10]	_____. Comunicação pessoal , 2018c.
[11]	_____. Dados Estatísticos , 2018d. Disponível em: www.anp.gov.br . Acesso em: 14 mar. 2017.
[12]	_____. Informações de mercado , 2018e. Disponível em: www.anp.gov.br . Acesso em: 09 mai. 2018.
[13]	_____. Leilões de biodiesel , 2018f. Disponível em: www.anp.gov.br . Acesso em: 18 abr. 2018.
[14]	_____. Levantamento de preços , 2018g. Disponível em: www.anp.gov.br . Acesso em: 20 abr. 2018.
[15]	_____. Sistema de informações de movimentação de produtos (SIMP) , 2018h. Disponível em: www.anp.gov.br . Acesso em: 20 abr. 2018

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO
[16]	ASTM – American Standard Testing Materials. Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons. ASTM D7566 – 16b, 2016.
[17]	BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. BNDES Prorenova , 2018a. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-prorenova . Acesso em: 20 mar. 2018.
[18]	_____. BNDES PAISS Agrícola , 2018b. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/plano-inova-empresa/paiss-agricola . Acesso em: 20 abr. 2018
[19]	_____. Comunicação Pessoal , 2018c.
[20]	BRASIL. Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007. Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM, orienta a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, e dá outras providências. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 22 nov. 2007. Disponível em: www.planalto.gov.br . Acesso em: 20 abr. 2018
[21]	_____. Lei nº 12.859, de 10 de setembro de 2013. Institui crédito presumido da Contribuição para o PIS/PASEP e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) na venda de álcool, inclusive para fins carburantes. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 11 set. 2013. Disponível em: www.planalto.gov.br . Acesso em: 20 abr. 2018.
[22]	_____. Decreto nº 8.395, de 28 de janeiro de 2015. Altera os decretos que reduzem as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a importação e a comercialização de gasolina, óleo diesel, gás liquefeito de petróleo e querosene de aviação e as alíquotas da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico incidente sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados e álcool etílico combustível. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 25 set. 2014. Disponível em: www.planalto.gov.br . Acesso em: 20 abr. 2018.
[23]	_____. Documento-base para subsidiar os diálogos estruturados sobre a elaboração de uma estratégia de implementação e financiamento da contribuição nacionalmente determinada do Brasil ao Acordo de Paris, 2015. Disponível em http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/ndc/documento_base_ndc_2_2017.pdf Acesso em: 13 abr. 2018
[24]	_____. 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, DF, 24 março. 2016. Disponível em: www.planalto.gov.br . Acesso em: 20 abr. 2018.
[25]	_____. 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 Social – COFINS incidentes sobre a importação e a comercialização de gasolina, óleo diesel, gás liquefeito de petróleo (GLP), querosene de aviação e álcool. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 21 jul. 2017a. Disponível em: www.planalto.gov.br . Acesso em: 20 abr. 2018

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO
[26]	_____. 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, DF, 27 dezembro 2017b. Disponível em: www.planalto.gov.br . Acesso em: 28 dez. 2018
[27]	_____. Decreto nº 9.308, de 15 de março de 2018. Dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 16 março 2018. Disponível em: www.planalto.gov.br . Acesso em: 19 mar. 2018
[28]	BRASILAGRO, Logum quer retomar expansão em 2019 , 2018. Disponível em: http://www.brasilagro.com.br/conteudo/logum-quer-retomar-expansao-em-2019.html . Acesso em 04 mai. 2018.
[29]	CAMEX – Resolução CAMEX nº72, de 31 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)”. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 01 set. 2017. Disponível em: www.planalto.gov.br . Acesso em: 13 abr. 2018
[30]	CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. InfoMercado: Dados individuais , 2018. Disponível em: www.ccee.org.br . Acesso em: 20 abr. 2018.
[31]	CEPEA/ESALQ. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Preços Agropecuários: Etanol (indicador mensal), 2018. Disponível em: www.cepea.esalq.usp.br/br . Acesso em: 20 abr. 2018.
[32]	CNPE – Conselho Nacional de Política Energética. Resolução CNPE nº 3, de 21 de setembro de 2015 . Autoriza e define diretrizes para comercialização e uso voluntário de biodiesel. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 14 outubro. 2015. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe/cnpe-2015 . Acesso em: 03 fev. 2017.
[33]	_____. Resolução CNPE nº 11, de 14 de dezembro de 2016. Dispõe sobre adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 01 março 2017a. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/3201726/Resolu%C3%A7%C3%A3o_CNPE_11_Biodiesel.pdf/db551997-10a9-4ce6-9695-7479b41ead2f . Acesso em: 04 abr. 2018.
[34]	_____. Resolução CNPE nº 23, de 09 de novembro de 2017. Estabelece a adição obrigatória de diesel, em volume, de dez por cento de biodiesel vendido ao consumidor final. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 30 dez. 2017b. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe/cnpe-2017 . Acesso em: 04 abr. 2018.
[35]	CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Comunicação Pessoal , 2018a.
[36]	_____. Levantamentos de Safra: cana-de-açúcar . Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. Brasília: CONAB, 2018b. Disponível em: www.conab.gov.br . Acesso em: 07 mai. 2018.

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO
[37]	CONFAZ/MF. Conselho Nacional de Política Fazendária/Ministério da Fazenda. Ato COPETE/PMPF nº 15/2017 , publicado no Diário Oficial da União de 09 de agosto
[38]	_____. Alíquotas e reduções de base de cálculo nas operações internas dos Estados e do Distrito Federal , 2018. Disponível em: www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/aliquotas-icms-estaduais . Acesso em: 20 abr. 2018.
[39]	CONSECANA/SP, 2018. Conselho de Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo. Circulares CONSECANA , 2018. Disponível em: www.orplana.com.br . Acesso em: 07 mai. 2018.
[40]	CTC – Centro de Tecnologia Canavieira. Comunicação Pessoal , 2016.
[41]	CTC – Centro de Tecnologia Canavieira. Comunicação Pessoal , 2017.
[42]	CTC – Centro de Tecnologia Canavieira. Comunicação Pessoal , 2018.
[43]	DATAGRO. Balanço mundial de açúcar . Edição 01-18, Barueri: DATAGRO, 02 fev. 2018. Disponível em: www.datagro.com/ . Acesso em: 10 mai. 2018.
[44]	EC – European Commission. Energy: Energy Strategy and Energy Union , 2017. Disponível em: http://ec.europa.eu/energy/em/topics/energy-strategy-and-energy-union . Acesso em: 13 abr. 2018.
[45]	EIA – U. S. Energy Information Administration. Monthly energy review: renewable energy . Total Energy Data, 2018a. Disponível em: http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/index.cfm . Acesso em: 10 mai. 2018.
[46]	_____. Energy . Petroleum and Other Liquids. Imports/exports & movements, 2018b. Disponível em: https://www.eia.gov/petroleum/data.php . Acesso em: 29 mai. 2018.
[47]	ELETRONBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.. Dados de geração e consumo das CGEE participantes do PROINFA , 2018. Disponível em: http://eletronbras.com/pt/Paginas/Proinfa.aspx . Acesso em: 10 mar. 2018
[48]	EPA, 2018. Final Renewable Fuel Standards for 2018, and the Biomass-Based Diesel Volume for 2019 . Disponível em: https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/final-renewable-fuel-standards-2018-and-biomass-based-diesel-volume . Acesso em: 28 mai. 2018.
[49]	EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Estudo das condições estabelecidas no Tratado de Quioto e resoluções internacionais de sua atualização . Rio de Janeiro: EPE, 2009. Disponível em: www.epe.gov.br . Acesso em: 15 mai. 2018
[50]	_____. Documento-Base para a elaboração de uma estratégia de implementação e financiamento da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil ao Acordo de Paris. Documentação Interna. Rio de Janeiro: EPE, 2016a. Disponível em: www.epe.gov.br . Acesso em: 15 mai. 2018
[51]	_____. Análise de conjuntura dos biocombustíveis : ano 2015. Rio de Janeiro: EPE, 2016b. Disponível em: www.epe.gov.br . Acesso em: 15 mai. 2018.

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO
[52]	_____. RenovaBio – Documentos Produzidos pela EPE . Rio de Janeiro. EPE, 2017a. Disponível em: www.epe.gov.br . Acesso em: 15 mai. 2018
[53]	_____. Fluxograma de funcionamento RenovaBio , 2017b. Disponível em: www.epe.gov.br . Acesso em 07 mar. 2018.
[54]	_____. Balanço Energético Nacional 2018 : ano base 2017. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: www.epe.gov.br . Acesso em: 15 mai. 2018.
[55]	ETHANOL PRODUCER MAGAZINE. Abengoa completes sale of European ethanol business . 2017a. Disponível em: http://ethanolproducer.com/articles/14391/abengoa-completes-sale-of-european-ethanol-business . Acesso em 04 mai. 2018.
[56]	_____. DuPont announces plans to sell cellulosic ethanol plant . 2017b. Disponível em: http://ethanolproducer.com/articles/14784/dupont-announces-plans-to-sell-cellulosic-ethanol-plant . Acesso em 04 mai. 2018.
[57]	EURACTIV – Efficacité et Transparence des Acteurs Européens. Advanced Biofuels 'Not Yet Viable', Industry Study Warns . 2018. Disponível em: https://www.euractiv.com/section/agriculture-food/news/advanced-biofuels-cannot-yet-stand-on-its-own-two-legs-industry-study-says/ . Acesso em 04 mai 2017.
[58]	FECOMBUSTÍVEIS – Fundação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes. Comunicação Pessoal , 2018. Disponível em: http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/ . Acesso em: 04 mai. 2018.
[59]	FENAUTO – Federação Nacional das Associações dos Revendedores de Veículos Automotores, 2018. Venda de veículos usados cresce 6,5% em 2017 com ajuda dos mais 'velhinhos' . FENAUTO, 2018. Disponível em: http://www.fenauto.org.br/index.php?view=single&post_id=487 . Acesso em: 04 mai 2018.
[60]	GRANBIO. Biocombustíveis , 2017. Disponível em: www.granbio.com.br/conteudos/biocombustiveis/ . Acesso em: 03 mar 2017.
[61]	GREENEA. New Players Join the HVO Game , 2017. Disponível em: www.greenea.com/publication/new-players-join-the-hvo-game/ . Acesso em: 28 mar. 2017.
[62]	ICAO – International Civil Organization. Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA) , 2018. Disponível em https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/market-based-measures.aspx . Acesso em: 04 mai. 2018
[63]	IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : volume 2, Energy. IPCC, 2006. Disponível em: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html . Acesso em: 02 de abr. 2017.
[64]	LOGUM LOGÍSTICA S.A. Comunicação pessoal , 2018.

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO
[65]	MILLER, R.E.; BLAIR, P.D.; 2009 Input – Output Analysis – Foundations and Extensions . Cambridge University Press. August 2009. Disponível em: http://www.cambridge.org/br/academic/subjects/economics/econometrics-statistics-and-mathematical-economics/input-output-analysis-foundations-and-extensions-2nd-edition?format=HB&isbn=9780521517133#lz803w3gQEKgzMKH.97
[66]	MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do agronegócio Brasil 2015/16 a 2025/26 . Projeções de longo prazo. Brasília: MAPA, 2016. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br . Acesso em: 07 mar. 2017.
[67]	_____. Agroenergia , 2018a. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br . Acesso em: 04 abr. 2018
[68]	_____. Comunicação pessoal , 2018b.
[69]	_____. Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira (Sapcana). Posição 12/2017. Brasília, 2018c Disponível em: http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sapcana/downloadBaseCompletaInstituicao.action?sgJAASAplicacaoPrincipal=sapcana . Acesso em: 04 abr. 2018.
[70]	MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. 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, 2018. Disponível em: www.mct.gov.br . Acesso em: 30 mar. 2018.
[71]	MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Dados estatísticos das exportações e importações brasileiras . AliceWeb, 2018. Disponível em: http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br . Acesso em: 30 mar. 2018.
[72]	MME – Ministério de Minas e Energia. Boletim dos biocombustíveis . Edição nº 109, maio/junho de 2017a. Disponível em: www.mme.gov.br . Acesso em: 30 mai. 2018.
[73]	_____. Portaria MME nº 80, de 02 de março de 2017. Estabelece o cronograma para realização de testes e ensaios em motores e veículos necessários à validação da utilização de misturas com adição de biodiesel. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 03 mar. 2017b. Disponível em: www.mme.gov.br . Acesso em: 07 mar. 2018
[74]	_____. Consulta Pública nº 26 – RenovaBio Diretrizes Estratégicas para Biocombustíveis . Disponível em: www.mme.gov.br . Acesso em: 16 fev. 2017
[75]	_____. RenovaBio , 2018a. Disponível em: www.mme.gov.br . Acesso em: 07 mai. 2018.
[76]	_____. Relatório de consolidação dos testes para validação da utilização de misturas com biodiesel B10 em motores e veículos . Grupo de trabalho para testes com o biodiesel. Brasília: MME, 2018b Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/mme-apresenta-resultado-dos-testes-com-misturas-de-b10 . Acesso em: 30 mai. 2018.

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO
[77]	NOVACANA. GranBio admite atraso em usina, mas espera etanol 2G competitivo em 2019. 2017a. Disponível em: https://www.novacana.com/n/etanol/2-geracao-celulose/granbio-atraso-usina-etanol-2g-competitivo-2019-010617/ . Acesso em: 01 jun 2017.
[78]	_____. Primeira usina de etanol celulósico do mundo, da Beta Renewables, é desativada. 2017b. Disponível em: https://www.novacana.com/n/etanol/2-geracao-celulose/primeira-usina-etanol-celulosico-mundo-beta-renewables-desativada-071117/ . Acesso em 04 mai. 2018.
[79]	_____. Custo é barreira para uso do bioquerosene de cana em aviões, diz especialista. 2017b. Disponível em: https://www.novacana.com/n/industria/tecnologia/custo-barreira-uso-bioquerosene-cana-avioes-030417/ . Acesso em: 04 mai 2018.
[80]	_____. A visão de 11 empresas especializadas para a safra 2018/19 de cana-de-açúcar. 2018. Disponível em: https://www.novacana.com/n/cana/safra/visao-11-empresas-especializadas-safra-2018-19-cana-de-acucar-200218/ . Acesso em: 20 fev 2018.
[81]	_____. Usina de E2G da Raízen deve atingir capacidade máxima em 2019/20. 2018a. Disponível em: https://www.novacana.com/n/etanol/2-geracao-celulose/usina-e2g-raizen-capacidade-maxima-2019-20-190318/ . Acesso em: 08 mai 2018.
[82]	PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.. Petrobras reduz o preço do diesel em 10%, 2018a. Fato Relevante. Disponível em: http://www.petrobras.com.br/ . Acesso em: 30 mai. 2018.
[83]	_____. Programa Temporário de Subvenção do Preço do Diesel, 2018b. Fato Relevante. Disponível em: http://www.petrobras.com.br/ . Acesso em: 30 mai. 2018.
[84]	RAIZEN. Energia do Futuro. Tecnologia em Energia Renovável. Etanol de 2ª Geração. 2018. Disponível em: https://www.raizen.com.br/energia-do-futuro-tecnologia-em-energia-renovavel/etanol-de-segunda-geracao . Acesso em: 04 mai. 2018.
[85]	RFA – Renewable Fuels Association. Statistics, 2018. World Fuel Ethanol Production. Disponível em: http://www.ethanolrfa.org/resources/industry/statistics/#1454099103927-61e598f7-7643 . Acesso em: 04 mai. 2018.
[86]	ROTH, F; 2017 – Life Cycle Cost Analysis (LCCA) of the Production and Supply of Aviation Fuel in Brazil – A Cost Mapping Approach of Comparable Scenarios for the implementation of Alternative Jet Fuels. Disponível em https://th-koeln.sciebo.de/s/6Rsu8InTTT0BxTI#pdfviewer . Acesso em: 08 mai.2018
[87]	UNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar. Coletiva de Imprensa: análise da safra 2013/14. UNICA, 17 de dezembro de 2013a. Disponível em: http://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=6288236 . Acesso em: 04 mai. 2018.

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO
[88]	_____. Coletiva de Imprensa: análise da safra 2013/14 . UNICA, 29 de abril de 2013b. Disponível em: http://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=12655382 . Acesso em: 30 abr.2014.
[89]	_____. Comunicação Pessoal , 2014.
[90]	_____. Comunicação Pessoal , 2017.
[91]	World Health Organization. Guideline: Sugars intake for adults and children . Geneva: WHO, 2015. Disponível em: http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/en/ . Acesso em: 23 fev. 2017.