Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis

Ano 2016

Empresa de Pesquisa Energética

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

BRASIL GOVERNO FEDERAL

GOVERNO FEDERAL
Ministério de Minas e Energia

Empresa de Pesquisa Energética

Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis
Ano 2016

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
Luiz Augusto Nóbrega Barroso

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis
José Mauro Ferreira Coelho

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais
Ricardo Gorini

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
Patrícia Feitosa Bonfim Stelling
Rachel Martins Henriques
Rafael Barros Araujo

Assistente Administrativo
Sérgio 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-SDB-Bios-NT-05-2017-r1
Data: 19 de junho de 2017

Histórico de Revisões

Empresa de Pesquisa Energética		***ANÁLISE DE CONJUNTURA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS***
Revisões	***Data***	***Descrição sucinta***
r0	**01.06.2017**	**PUBLICAÇÃO ORIGINAL**
r1	**19.06.2017**	**O GRÁFICO 42 FOI ALTERADO**

Apresentação

A EPE apresenta sua oitava edição da Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, com foco no ano de 2016. 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 órgãos mais relevantes 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 2016, o documento apresenta um texto, em anexo, sobre a diferenciação tributária como instrumento de política pública de incentivo ao mercado de biocombustíveis no Brasil.

Sumário

APRESENTAÇÃO 3

1. OFERTA DE ETANOL 8

1.1. ÁREA, PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E RENDIMENTO DA CANA 8
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 18

2. DEMANDA DO CICLO OTTO 20

2.1. LICENCIAMENTO E FROTA DE VEÍCULOS LEVES 20
2.2. DEMANDA DE COMBUSTÍVEIS DA FROTA CICLO OTTO 21

3. ANÁLISE ECONÔMICA 23

3.1. MERCADO NACIONAL DE ETANOL 23

4. CAPACIDADE DE PRODUÇÃO E INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE DE ETANOL 28

4.1. CAPACIDADE PRODUTIVA 28
4.2. DUTOS E HIDROVIAS 30
4.3. PORTOS 30

5. BIOELETRICIDADE 31

5.1. EXPORTAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA 31
5.2. INCENTIVOS FINANCEIROS PARA A BIOELETRICIDADE 34

6. BIODIESEL 35

6.1. LEILÕES E PREÇOS DE BIODIESEL 35
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 40

7. MERCADO INTERNACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS 41

8. NOVOS BIOCOMBUSTÍVEIS 43

9. EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA 44

10. IMPACTOS DA DIFERENCIAÇÃO TRIBUTÁRIA ENTRE COMBUSTÍVEIS: O CASO DE MINAS GERAIS 46

10.1. INTRODUÇÃO 46
10.2. POLÍTICAS DE DIFERENCIAÇÃO TRIBUTÁRIA DE COMBUSTÍVEIS LEVES 46
10.3. O CASO DE MINAS GERAIS 48
10.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 58

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 61

Lista de gráficos

Gráfico 1 – Área de cana colhida e produtividade do setor sucroalcooleiro (Brasil) 9
Gráfico 2 – Participação da cana planta na área total colhida e produtividade (Região Centro-Sul) 10
Gráfico 3 – Idade média do canavial (Região Centro-Sul) 11
Gráfico 4 – Valor captado de financiamentos públicos para o cultivo da cana 12
Gráfico 5 – Colheita e Plantio mecanizados x Rendimento da cana (Região Centro-Sul) 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 – Preço do ATR para açúcar e etanol (São Paulo) 19
Gráfico 14 – Licenciamentos de veículos leves 20
Gráfico 15 – Demanda do ciclo Otto e participação dos diferentes combustíveis 22
Gráfico 16 – Demanda anual de etanol hidratado e gasolina C 22
Gráfico 17 – Produção, demanda e importação líquida de gasolina A 23
Gráfico 18 – Preços de etanol hidratado 24
Gráfico 19 – Histórico da relação PE/PG 25
Gráfico 20 – Relação PE/PG mensal em 2016 26
Gráfico 21 – Diferenciação Tributária - ICMS (etanol x gasolina) 2016 27
Gráfico 22 – Entrada/Fechamento de usinas no Brasil 29
Gráfico 23 – Participação da biomassa na geração elétrica total 31
Gráfico 24 – Autoconsumo e energia exportada pelas usinas de biomassa de cana 32
Gráfico 25 – Histórico de energia exportada para o SIN e cana processada 33
Gráfico 26 – Geração térmica a biomassa versus PLD 33
Gráfico 27 - Investimentos do BNDES – Bioeletricidade 34
Gráfico 28 –Preços médios deflacionados - biodiesel e diesel sem ICMS 36
Gráfico 29 – Produção regional de Biodiesel – 2016 37
Gráfico 30 – Capacidade instalada de produção e consumo de biodiesel 37
Gráfico 31 – Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel (%) 38
Gráfico 32- Mercado de óleo de soja 39
Gráfico 33 – Exportação de glicerina bruta e glicerol 40
Gráfico 34 – Importação de metanol exclusivo para biodiesel 41
Gráfico 35 – Exportações brasileiras de etanol – 2002 a 2016 42
Gráfico 36 – Emissões Evitadas com Biocombustíveis em 2016 – Brasil 45
Gráfico 37 – Consumo versus produção de etanol – Minas Gerais 49

Gráfico 38 – Preços mensais de etanol hidratado e gasolina C – Minas Gerais 50

Gráfico 39 – Relação PE/PG 2014 – 2016 em Minas Gerais 51

Gráfico 40 – Demanda do ciclo Otto e participação de combustíveis na frota de veículos leves do ciclo Otto – Minas Gerais 52

Gráfico 41 – Consumo de etanol hidratado – Minas Gerais 53

Gráfico 42 – Consumo e arrecadação de etanol hidratado e gasolina C 54

Gráfico 43 – Emissões evitadas pelo uso de etanol e bioeletricidade – Minas Gerais 57

Lista de tabelas

Tabela 1- Preços médios anuais de etanol hidratado, gasolina C e relativo (PE/PG) 25

Tabela 2 – Complexo soja 38

Tabela 3 – Volumes finais da RFS (bilhões de litros) 43

Tabela 4 – Mix de produção – Minas Gerais 49

Tabela 5 – Preços médios anuais de etanol hidratado, gasolina C e relativo (PE/PG) 50

Lista de figuras

Figura 1 – Alíquota de ICMS do etanol e relação PE/PG por estado em 2016 27

Figura 2 – Sistema integrado de logística para o etanol 30

Figura 3 – ICMS dos estados brasileiros 48

1. Oferta de Etanol

O setor sucroenergético apresentou recordes de produção em 2016, em processamento de cana-de-açúcar, que atingiu cerca de 670 milhões de toneladas e em produção de açúcar, com 39 milhões de toneladas. Já a produção de etanol caiu 7%, totalizando 28,3 bilhões de litros (MAPA, 2017a).

Destaca-se em 2016 o RenovaBio, iniciativa lançada pelo Ministério de Minas e Energia (MME), que tem como objetivo expandir a produção de biocombustíveis no Brasil, baseada na previsibilidade, na sustentabilidade ambiental, econômica e social, e que seja compatível com o crescimento do mercado. O seu núcleo coordenador é composto por: MME, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Para atingir os objetivos almejados, serão propostos aprimoramentos nas políticas e nos aspectos regulatórios dos biocombustíveis, que contribuirão para superar os desafios técnicos e econômicos enfrentados pelo setor, possibilitando um melhor aproveitamento das oportunidades que se colocam ao país. A iniciativa tem por base um amplo debate com todos os agentes que compõem o mercado de biocombustíveis (MME, 2016).

1.1. Área, Produtividade Agrícola e Rendimento da Cana

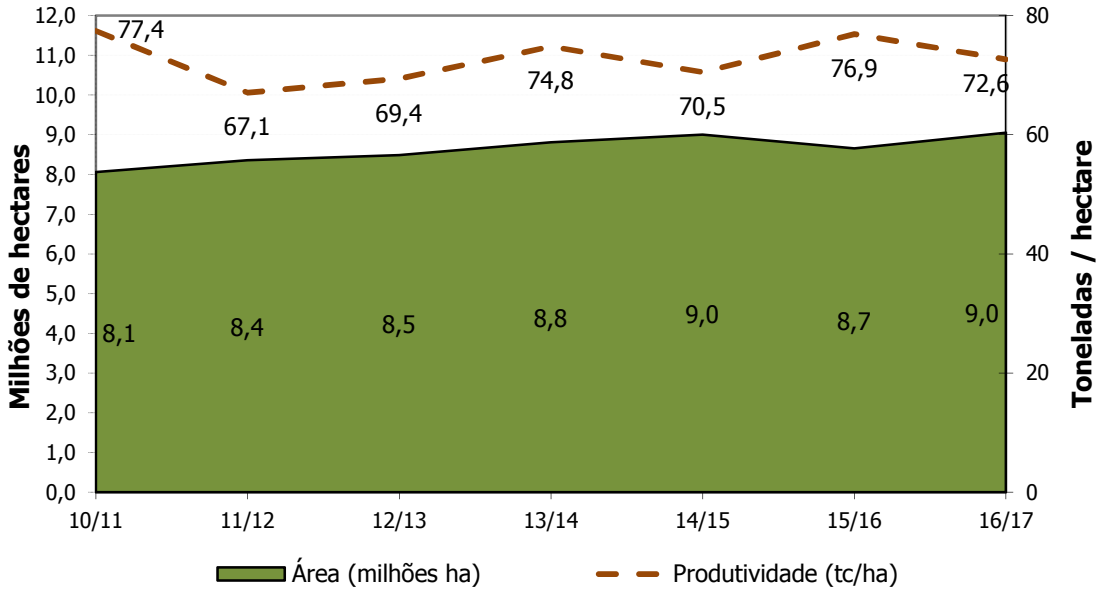
Área

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a área total colhida pelo setor sucroenergético, na safra 2016/17, foi de 9 milhões de hectares, um aumento de 4,6%, com relação à safra anterior. Isso é resultado da cana bisada da safra de 2015/16, além do aumento de área em alguns estados, principalmente São Paulo (6,1%) e Paraná (19,8%), que acrescentaram 275 mil e 102 mil hectares, respectivamente[1] (CONAB, 2017a).

Desde a safra 2013/14, a área de cana colhida tem oscilado em torno de 8,9 milhões de hectares (Gráfico 1). Os principais motivos consistem em: poucos projetos *greenfields*, paralisação de unidades produtoras existentes e baixa capacidade ociosa de moagem (vide Item 4.1).

[1] Observa-se que o crescimento da área poderia ter sido um pouco maior, caso a região Nordeste não tivesse sofrido com um déficit hídrico, que ocasionou uma queda de 50 mil ha (CONAB, 2017a).

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



Fonte: EPE a partir de CONAB (2017a)

Para a safra 2017/18, estima-se uma redução de 2,3% para a área colhida de cana destinada ao setor sucroenergético, atingindo 8,8 milhões de hectares. Esta queda é resultado de um fraco desempenho do setor, principalmente do estado de São Paulo (-4,5%), devido ao grande número de empresas em recuperação judicial, às oscilações observadas nas cotações do açúcar e à baixa competitividade dos preços internos do etanol (CONAB, 2017a).

No que tange à área de plantio[2], ocorreu uma redução de 17,4% no cultivo realizado na safra 2016/17 com relação à anterior. Em números absolutos, a área de plantio caiu 220 mil hectares, atingindo 1,02 milhão de hectares. Enquanto a Região Norte-Nordeste apresentou um pequeno aumento de 2%, a Região Centro-Sul foi responsável por uma queda de 19% (CONAB, 2017a).

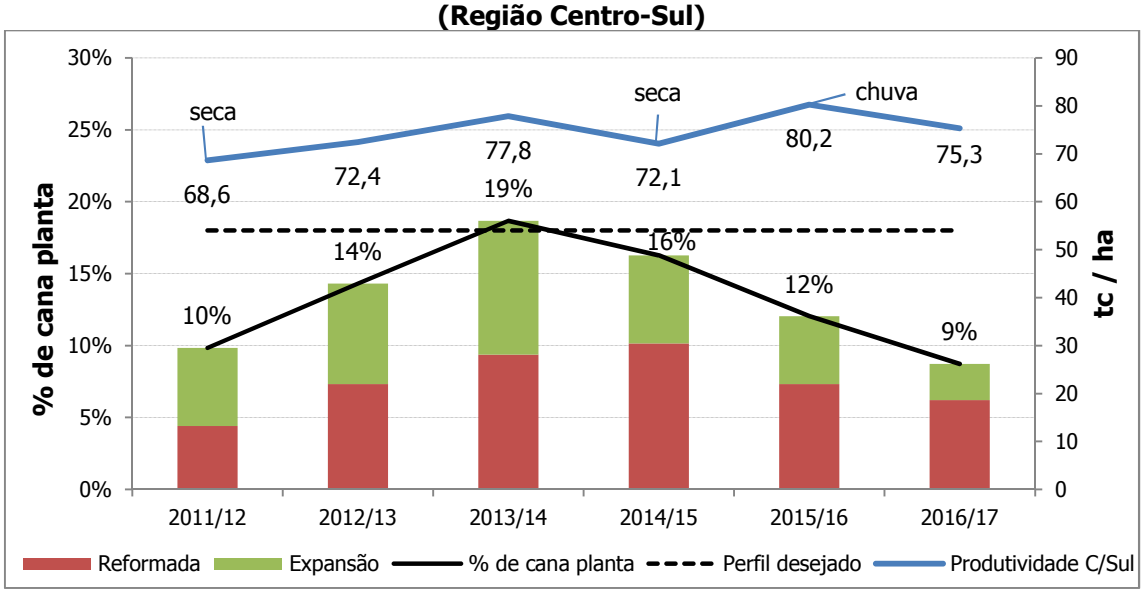
Produtividade Agrícola

A produtividade média do setor sucroenergético brasileiro diminuiu 5,6% na safra 2016/17 com relação à anterior, atingindo 72,6 tc/ha. As retrações foram observadas tanto na Região Centro-Sul (-6,1%), que representa 93% da produção total, quanto na Região Norte-Nordeste (-3,5%). Essa diminuição da produtividade agrícola está relacionada a vários fatores que impactaram os Estados produtores em diferentes intensidades. Condições climáticas adversas, como estiagem (mais forte na região Nordeste), precipitações intensas e geadas, além de tratos culturais insuficientes[3] e envelhecimento do canavial causaram essa redução (CONAB, 2017a).

[2] Cana de ano e cana de inverno serão colhidas na safra subsequente e cana de 18 meses na segunda safra.
[3] Ao contrário do que acontece nas lavouras de cana própria das unidades produtoras, que utilizam tecnologia tradicional, como irrigação, adubação e aplicação de defensivos agrícolas, alguns fornecedores descapitalizados deixam suas lavouras por conta dos fatores da natureza.

A avaliação do desempenho da produção sucroenergética requer também verificar como a área de cultivo da cana está distribuída. Esta pode ser diferenciada em: área reformada, em reforma, de expansão e de cana soca[4]. A participação da cana planta[5] (cana planta/cana total) considerada ideal é de 18% a 20%, percentual relativo a uma renovação do canavial após cinco safras (UNICA, 2017). O Gráfico 2 apresenta a evolução da participação da cana planta no total de cana colhida (exclui área de cana em reforma) destinada a todos os fins, para os principais estados produtores da Região Centro-Sul (INPE, 2014; UNICA, 2017).

Gráfico 2 – Participação da cana planta na área total colhida e produtividade (Região Centro-Sul)



Nota: A área total colhida refere-se à área de cana para todos os fins em GO, MG, MT, MS, PR e SP (setor sucroalcooleiro e outros fins).
Fonte: EPE a partir de CONAB (2017a), INPE (2014) e UNICA (2017).

Verifica-se que o percentual de cana planta na safra 2016/17 apresentou um decréscimo de 3% com relação à anterior, saindo de 12% para 9%, distanciando-se do ideal (18% a 20%). Evidencia-se também o movimento conjugado entre tal razão e a produtividade agrícola, desconsiderando- se os anos nos quais os eventos climáticos foram severos.

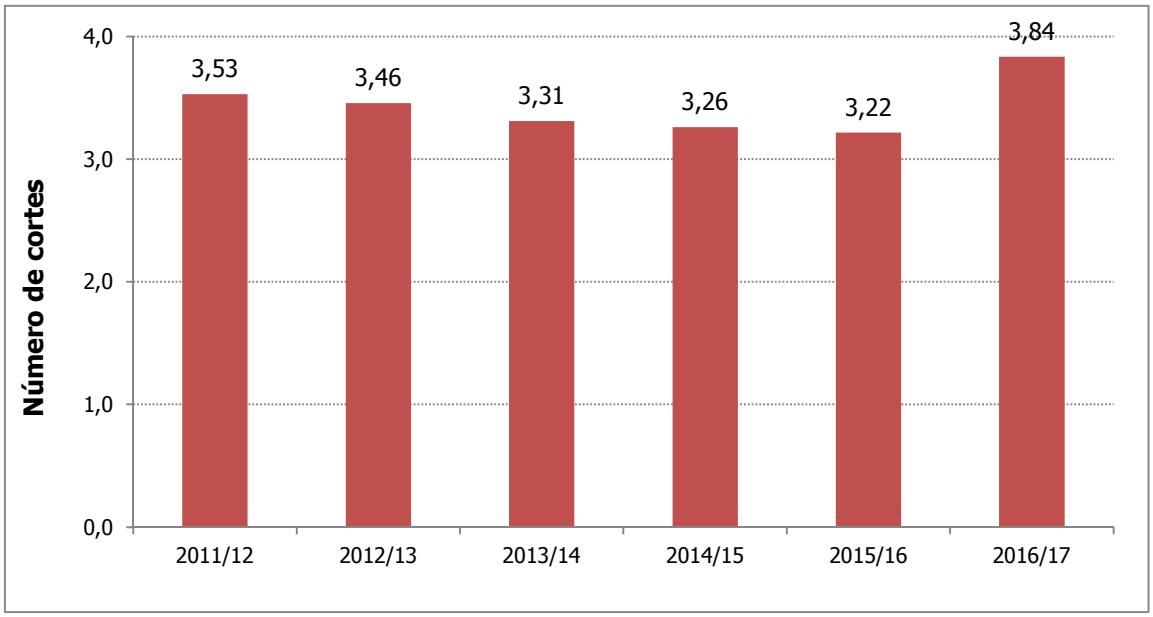
Para a safra 2017/18, a CONAB (2017a) estima que haverá um aumento de 16% na área de plantio, com relação à safra 2016/17, o que elevará o percentual de cana planta na safra 2018/19.

A idade média do canavial impacta diretamente no resultado da produção. Quanto maior for o estágio médio de corte, menor será a área com cana mais nova e, consequentemente, menor a produtividade média, pois a produtividade da cana

[4] 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.
[5] Área de cana planta equivale ao somatório das áreas reformada e de expansão.

decresce a cada corte. O Gráfico 3 apresenta a idade média do canavial de toda a Região Centro-Sul.

Gráfico 3 – Idade média do canavial (Região Centro-Sul)



Fonte: EPE a partir de CONAB (2017b)

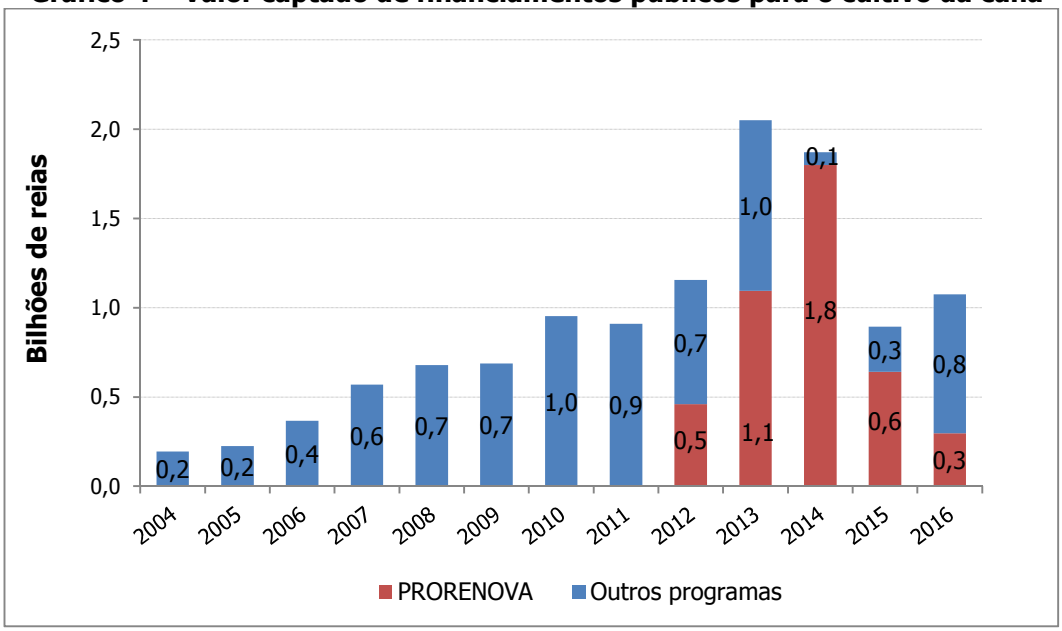
Observa-se que a idade média do canavial de toda a Região Centro-Sul estava bastante elevada na safra 2011/12. Com a introdução do PRORENOVA (Programa de Apoio à Renovação e Implantação de Novos Canaviais) do BNDES em 2012, a idade média do canavial começou a se reduzir e a produtividade média também começou a apresentar certa recuperação. No entanto, no ano de 2016, alguns produtores optaram por amortizar parte de suas dívidas, diminuindo a destinação orçamentária para renovação do canavial. Além disso, o programa foi lançado com alguns meses de atraso (BNDES, 2017a).

Oportuno destacar que, em 2016, o PRORENOVA apresentou algumas alterações nos critérios de concessão do crédito, restringindo sua utilização para novas variedades de cana, de maior produtividade, de forma a promover a sua difusão no setor. Atualmente, a maioria das variedades empregadas foi liberada há mais de quinze anos, o que limita os ganhos de produtividade. O programa também ampliou o limite de financiamento de 7.000 R$/ha em 2015 para 7.265 R$/ha em 2016 (BNDES, 2017a).

Em resumo, a safra 2016/17 apresenta uma idade média do canavial elevada e, ainda, uma redução na área de cana planta. Desta forma, estima-se que a safra 2017/18 exibirá os efeitos da falta de renovação dos canaviais.

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 valor 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 (2017b)

Conforme mostra o Gráfico 4, os desembolsos do BNDES na área agrícola para o cultivo da cana em 2016 foram de 1,1 bilhão de reais, 20% superiores aos realizados em 2015, entretanto, ainda correspondem a aproximadamente metade do patamar observado em 2013 e 2014. Especificamente para o PRORENOVA[6], o programa apresentou em 2016 o menor valor captado para o cultivo da cana, com quedas de 54% considerando o ano de 2015, e de 36%, em relação a 2012 (início do programa) (BNDES, 2017b).

Rendimento da Cana (ATR[7]/tc)

O rendimento da cana-de-açúcar na safra 2016/17 foi de 134,6 kg ATR/tc, aumento de 2,4% em relação à safra anterior (131,4 kg ATR/tc), mas ainda inferior à média de 138,2 kg ATR/tc, relativa ao período entre as safras 2006/07 e 2015/16. Os baixos índices pluviométricos observados em vários estados tiveram grande relevância no aumento deste indicador, ao contrário do impacto causado na produtividade (CONAB, 2017a).

O clima na época da colheita, a presença de 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.

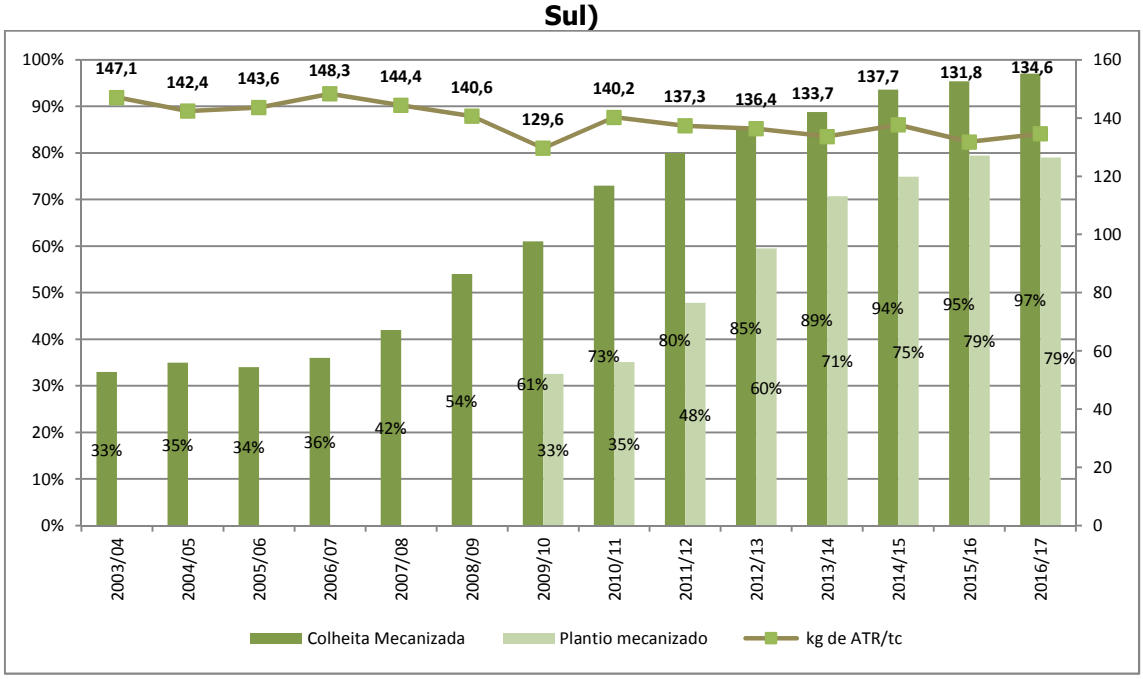
Dentre esses fatores, destaca-se a influência da quantidade de impurezas vegetais e minerais que é conduzida para dentro da unidade industrial junto com a cana, degradando sua qualidade. Esta foi agravada pelo estabelecimento de acordos adicionais para antecipar as metas impostas pelas leis ambientais de redução das queimadas. Com isso, os agentes do setor não implementaram todos os ajustes

[6] Além do PRORENOVA, há no BNDES o PASS (Programa de Apoio ao Setor Sucroalcooleiro) e o PAISS (Plano conjunto de apoio à inovação tecnológica industrial dos setores sucroenergético e sucroquímico) (BNDES, 2017a).
[7] Açúcares Totais Recuperáveis.

necessários para a introdução da colheita mecanizada. Assim, o teor de impurezas vegetais na cana colhida cresceu cerca de 4 pontos percentuais[8], entre 2007 e 2016, comprometendo a qualidade da matéria-prima que entra na usina e, por consequência, o rendimento (kg de ATR/tc) (CONSULCANA, 2017; CTC, 2014, 2017).

Analisando a mecanização da cultura da cana na região Centro-Sul, verifica-se que ainda existe uma defasagem entre a colheita e o plantio, 18% na safra 2016/17, patamar observado desde a safra 2013/14, conforme mostra o Gráfico 5.

Gráfico 5 – Colheita e Plantio mecanizados x Rendimento da cana (Região Centro-Sul)



Nota: Não inclui fornecedores.
Fonte: CONAB (2017a), CTC (2014, 2017) e UNICA (2013a, 2013b, 2014, 2017)

Assinala-se que o principal fator que tem mantido o rendimento da cana em patamares inferiores aos registrados entre 2003 e 2007 é o aumento das impurezas minerais e vegetais presentes na cana colhida, decorrente da introdução da colheita mecanizada e potencializado pela defasagem da mecanização do plantio. Torna-se necessário atuar sobre esse fator, de forma a recuperar uma parcela do rendimento que foi perdido.

Nesse sentido, o manejo varietal e o agronômico são ações essenciais ao melhor desempenho da produção em termos de produtividade e rendimento, as quais devem ser conjugadas à equalização da mecanização da cultura. Entende-se como manejo varietal o plantio da variedade de cana mais adequada para cada tipo de solo e colheita[9]. Algumas ações importantes nesse sentido são: a adequação do espaçamento entre as linhas do canavial, o dimensionamento do talhão, de forma a

[8] As impurezas totais que entram nas usinas estão na faixa de 8 a 11%, sendo que as minerais não têm se alterado, situando-se na faixa de 1,0% – 1,5% (CONSULCANA, 2017; CTC, 2014, 2017).
[9] Para a colheita mecanizada, quanto mais ereta a cana permanecer na época da colheita, menor a quantidade de impurezas vegetais e minerais que serão trazidas para dentro da unidade industrial, dada a regulagem da altura de corte das ponteiras na colhedora.

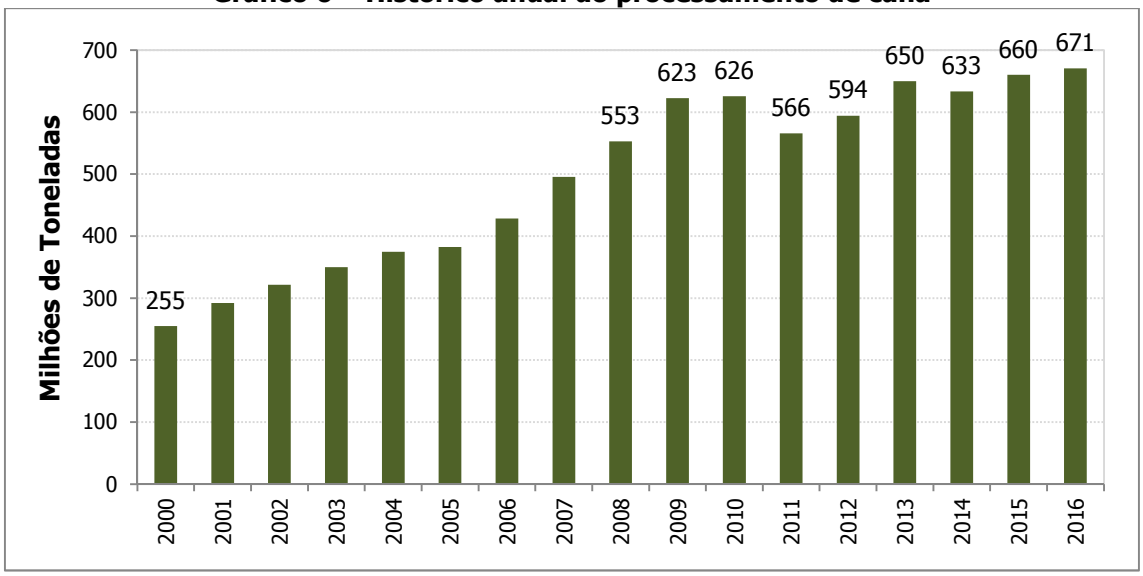
evitar o pisoteio durante as manobras das colhedoras e o agrupamento de variedades e altura das leiras, para realizar o corte o mais próximo ao solo[10], bem como o plantio de variedades mais adequadas para cada tipo de solo e colheita.

1.2. Processamento de cana-de-açúcar

O ano de 2016 registrou novo recorde de cana processada e o motivo principal foi a quantidade de cana bisada proveniente da safra 2015/16, estimada em cerca de 30 milhões de toneladas.

Foram moídas aproximadamente 670 milhões de toneladas, o que representou um crescimento de 1,6% em relação a 2015, conforme mostra o Gráfico 6 (MAPA, 2017a).

Gráfico 6 – Histórico anual do processamento de cana



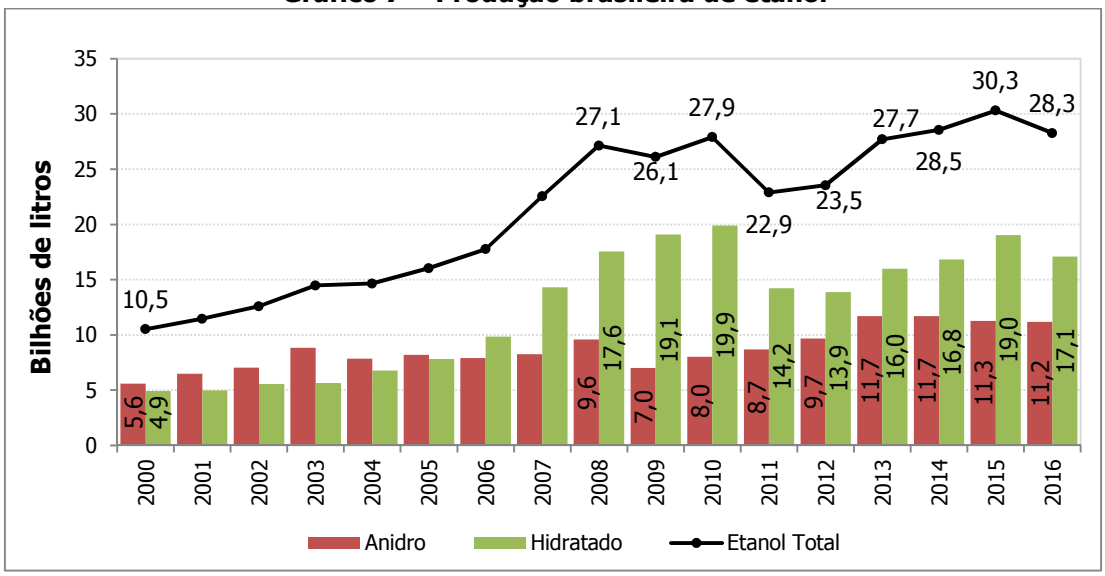
Fonte: EPE a partir de CONAB (2017a) e MAPA (2017a)

1.3. Produção de etanol

Em 2016, foram produzidos cerca de 28 bilhões de litros de etanol, divididos em 17,1 de hidratado (queda de 10,2%) e 11,2 de anidro (queda de 0,8%). Assim, o volume total de etanol produzido foi 6,7% inferior a 2015, conforme ilustra o Gráfico 7 (MAPA, 2017a).

[10] 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 (2017a)

A queda na produção de etanol em 2016 se deve a dois principais fatores:

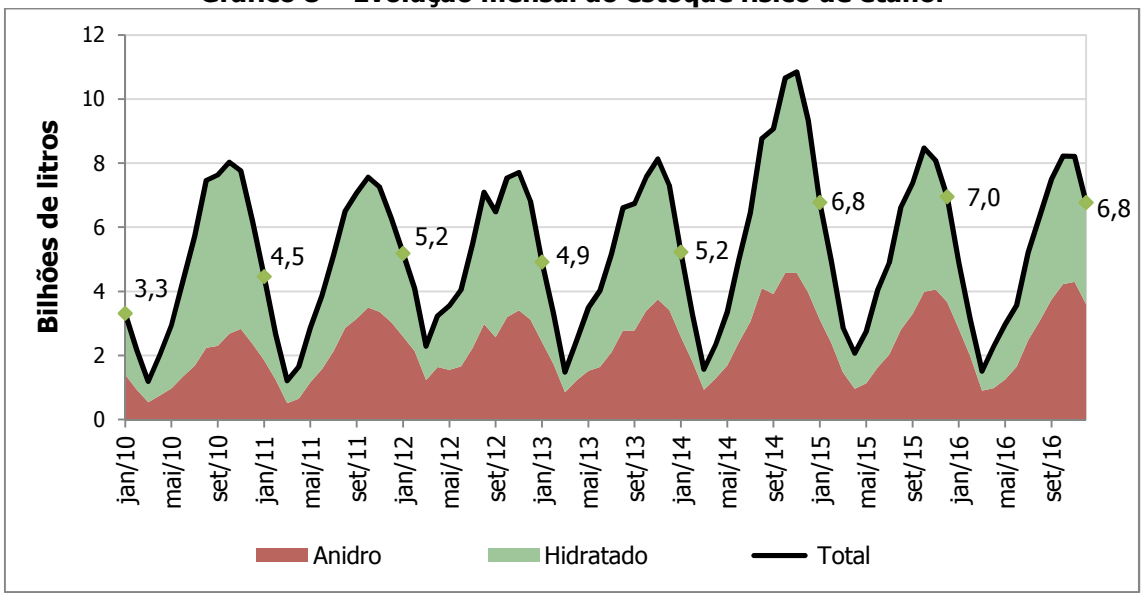
- O preço médio do açúcar no mercado internacional apresentou forte elevação quando comparado ao ano de 2015, devido à expectativa de inversão do balanço produção / consumo, que antes era positivo (mais detalhes no Item 1.4); e
- A relação entre os preços médios do etanol hidratado e da gasolina C[11] (PE/PG) manteve-se desfavorável ao etanol em vários estados, na maior parte do ano. Em 2016, a relação PE/PG média do Brasil foi de 0,71, contra 0,66 em 2015 (maiores detalhes no Item 3).

Estoque de etanol

O Gráfico 8 apresenta o histórico da variação de estoque físico[12] mensal de etanol declarado ao MAPA. Pode-se observar que o estoque de passagem[13] de etanol, em 31 de dezembro de 2016, foi de 6,8 bilhões de litros. Destes, 3,6 foram de etanol anidro, o que correspondeu a uma variação de -1,8% em relação ao estoque em dezembro de 2015. Neste período, houve queda de 18% no volume total de etanol carburante consumido, o que será analisado no Item 2 deste estudo (MAPA, 2017a).

[11] Gasolina C: Gasolina A acrescida do percentual mandatório de etanol anidro.
[12] Estoque Físico corresponde ao volume real armazenado nos tanques da unidade produtora, inclusive o volume já vendido e não retirado.
[13] Estoque de Passagem corresponde ao armazenado nos tanques da unidade produtora no fim do ano civil.

Gráfico 8 – Evolução mensal do estoque físico de etanol



Fonte: EPE a partir de MAPA (2017a)

O estoque disponível de etanol anidro em 31 de janeiro de 2017 foi de 2,3 bilhões de litros e, em 31 de março, foi de 789 milhões de litros. Estes volumes foram, respectivamente, 21% e 15% inferiores ao estipulado através da Resolução ANP n° 67 (ANP, 2011)[14]. Ressalta-se que, desde o início de sua vigência, esta foi a primeira vez em que não houve o cumprimento do estabelecido pela regulação. Esse fato pode ser apontado como um dos principais motivos para os grandes volumes importados no começo de 2017 (maiores detalhes no Item 7).

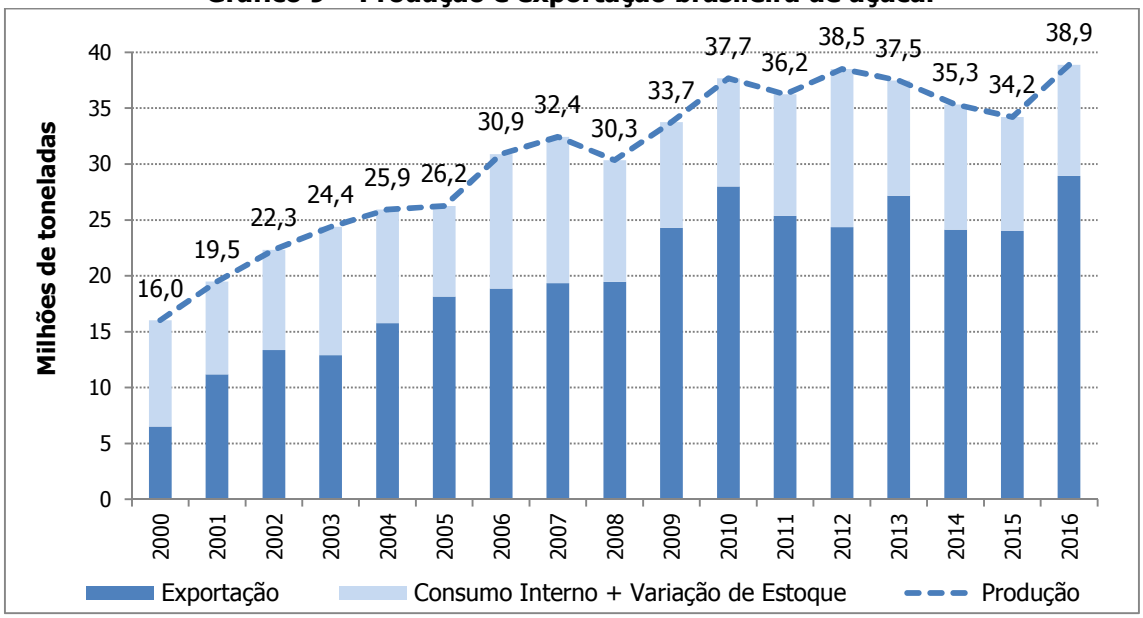
1.4. Produção de açúcar

Em 2016, a produção brasileira de açúcar foi recorde, devido à alta do preço internacional desta *commodity*.

A produção alcançou 39 milhões de toneladas (14% superior ao ano de 2015), conforme pode ser observado no Gráfico 9. A componente "consumo interno + variação de estoques" apresentou redução de apenas 240 mil toneladas, sendo que os estoques nacionais tiveram um aumento de cerca de 1 milhão. Em 2016, as exportações foram bastante elevadas, alcançando um recorde histórico de 29 milhões de toneladas (MAPA, 2017a).

[14] Segundo a Resolução ANP nº 67 (ANP, 2011), o produtor de etanol anidro, a cooperativa de produtores de etanol ou a empresa comercializadora deverá possuir, em 31 de janeiro e em 31 de março, de cada ano subsequente, estoque próprio em volume compatível com, no mínimo, 25 % e 8%, respectivamente, de sua comercialização de etanol anidro combustível com o distribuidor de combustíveis, no ano civil anterior, considerando o percentual de mistura obrigatória vigente.

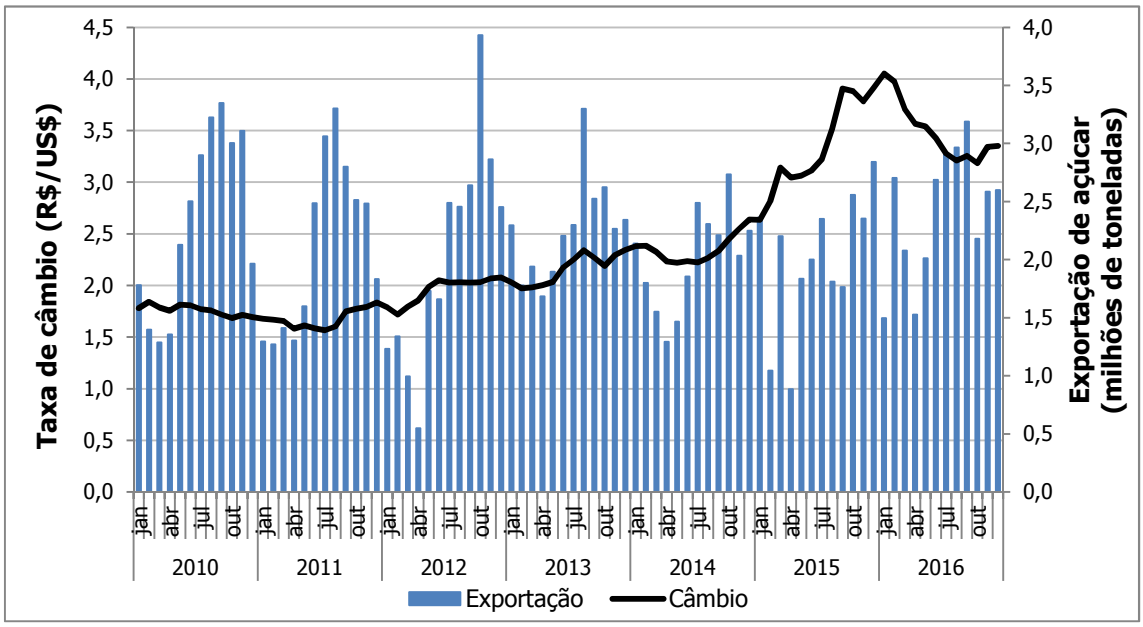
Gráfico 9 – Produção e exportação brasileira de açúcar



Fonte: EPE a partir de MAPA (2017a)

O Gráfico 10 mostra o comportamento das exportações brasileiras de açúcar com a variação da taxa de câmbio. Nota-se que apesar da queda na cotação do dólar a partir de fevereiro de 2016, o perfil exportador do Brasil não sofreu alteração. De outubro de 2016 em diante, as exportações se reduziram, mas os valores realizados foram similares aos observados no mesmo período de 2015.

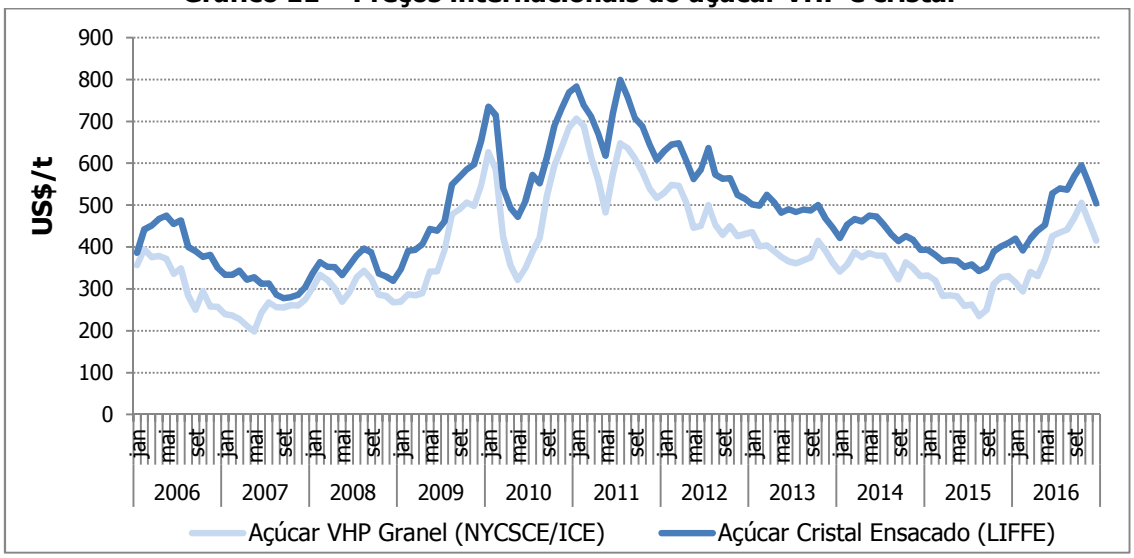
Gráfico 10- Exportação brasileira de açúcar e câmbio



Fonte: EPE a partir de MAPA (2017a) e MDIC (2017)

No que concerne aos preços médios do açúcar VHP (NYCSCE/ICE) e cristal (LIFFE), houve um aumento, em relação ao ano de 2015, respectivamente, de 38% e 33%, 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 (2017a)

Durante o ano de 2016, os preços, tanto do açúcar VHP quanto do cristal, tiveram cotação máxima em outubro, respectivamente, de US$505/t e US$595/t. A partir de novembro, começaram a diminuir. Mesmo assim, terminaram o ano em valores superiores aos exibidos em janeiro. A safra[15] 2015/16 resultou em um balanço mundial (oferta/demanda) negativo superior a 7 milhões de toneladas e uma relação estoque/consumo de 42,5%, a menor desde a safra 2012/13 (DATAGRO, 2017).

Para a safra mundial (2016/17), o balanço deverá permanecer negativo, na ordem de 7 milhões de toneladas, com a relação estoque/consumo estimada em 38% (DATAGRO, 2017). Dessa forma, espera-se que, em 2017, a produção brasileira mantenha-se nos mesmos patamares observados em 2016.

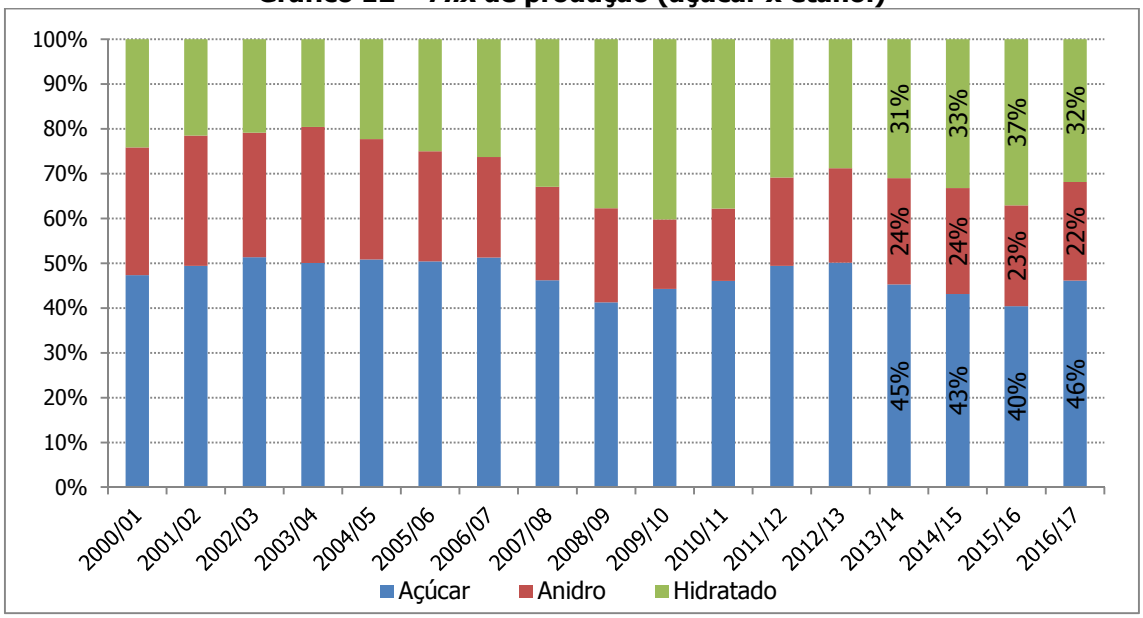
A Organização Mundial da Saúde recomendou que o consumo diário de açúcar livre seja menor que 10% do consumo diário de energia, de forma a reduzir o sobrepeso e a obesidade (WHO, 2015). México, França, Noruega e Reino Unido já possuem iniciativas nesse sentido, o que poderá reduzir suas demandas. Pelo lado da oferta, alguns países deverão aumentar a produção da *commodity*, como Europa, Rússia e Ucrânia, com a expansão do cultivo de beterraba; e Índia e Tailândia, com a cana-de-açúcar (DATAGRO, 2017).

1.5. Mix de produção

Na safra 2016/17, o percentual de ATR destinado à produção do etanol recuou para 54%, conforme mostra o Gráfico 12 (MAPA, 2017a), alterando a tendência crescente observada desde a safra 2013/14, em que as usinas brasileiras vinham destinando a maior parte do ATR para o etanol. Esse movimento deverá se manter na próxima safra, com o preço do açúcar no mercado internacional permanecendo em patamares elevados.

[15] A safra mundial de açúcar termina no mês de setembro. Exemplo: a safra 2016/17 terminará em setembro de 2017.

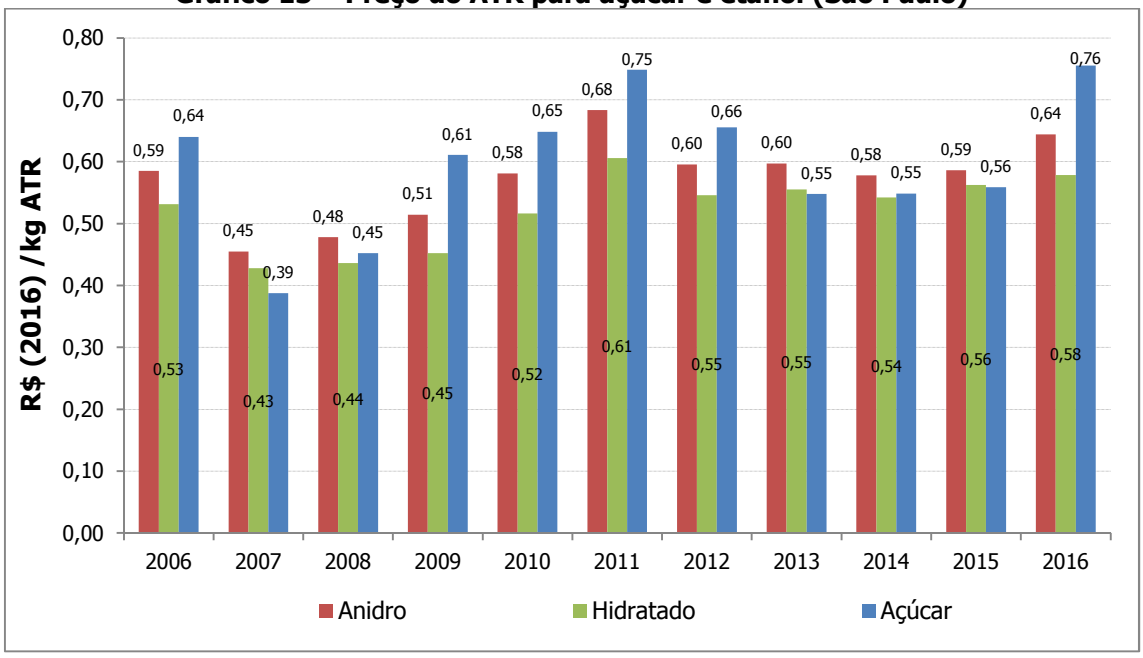
Gráfico 12 – *Mix* de produção (açúcar x etanol)



Fonte: EPE a partir de MAPA (2017a)

Em 2016, houve um aumento da remuneração média do ATR no estado de São Paulo para os três principais produtos da cana, quando comparada a 2015, como pode ser observado no Gráfico 13.

Gráfico 13 – Preço do ATR para açúcar e etanol (São Paulo)



Nota: Para o ano de 2016, foi feita uma estimativa com base na remuneração agregada dos produtos da cana CONSECANA/SP (2017).
Fonte: EPE a partir de CEPEA/ESALQ (2017a), CONSECANA/SP (2017), MAPA (2017a), MDIC (2017) e PECEGE (2015)

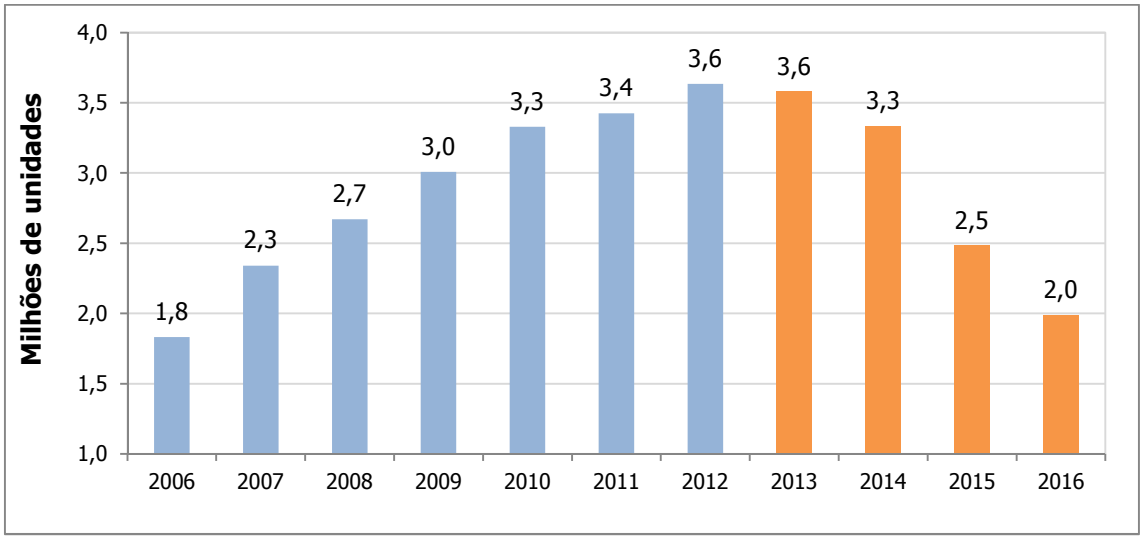
Destaca-se o açúcar, que apresentou a máxima elevação anual do período analisado 0,20 R$/kg ATR. Para o etanol anidro e hidratado, os incrementos foram de 0,05 e 0,02 R$/kg ATR, respectivamente.

2. Demanda do Ciclo Otto

2.1. Licenciamento e frota de veículos leves

Em 2016, foram licenciados 2 milhões de veículos leves novos no Brasil, 20% a menos que em 2015 (ANFAVEA, 2017). Esta foi a quarta queda consecutiva no licenciamento anual, o que reduziu o montante de veículos comercializados em 2016 aos patamares registrados em 2006 e 2007, conforme mostra o Gráfico 14.

Gráfico 14 – Licenciamentos de veículos leves



Fonte: EPE a partir de ANFAVEA (2017)

Do total de licenciamentos de veículos leves, na segmentação por porte, 84% foram automóveis e 16% comerciais leves. Na separação por combustível, a categoria *flex fuel* apresentou a maior participação no licenciamento total, com 88%, seguida pelos veículos movidos a diesel com 8%, a gasolina com 4%, e um pequeno percentual de veículos híbridos (1.091 unidades, 0,05% do total). No que tange à motorização, pelo sétimo ano consecutivo, foram licenciados majoritariamente veículos com motores entre 1.0 e 2.0 (65% do total) (ANFAVEA, 2017).

Ao contrário do mercado de veículos novos, a comercialização de usados em 2016 manteve o mesmo patamar registrado em 2014 e 2015, cerca de 10 milhões de veículos leves vendidos, 83% das vendas. Neste segmento de usados, de 2015 para 2016, houve crescimento nas vendas de usados seminovos (0 a 3 anos)[16], na ordem de 24% (5,0 milhões de unidades em 2016) e ocorreu queda de 11% nas vendas de usados mais antigos[17] (8,3 milhões de unidades em 2016) (FENAUTO, 2017). O incremento na venda de seminovos sinaliza uma substituição das vendas de veículos novos por este tipo de veículo no Brasil.

[16] Inclui motos e comerciais pesados usados.
[17] Veículos usados com idades superiores a 3 anos. Inclui motos e comerciais pesados.

Quanto às motocicletas, o número de unidades novas licenciadas caiu pelo quinto ano consecutivo, conforme dados da ABRACICLO (2017). Em 2016, foram licenciadas 0,9 milhão de unidades, queda de 27,9% em relação a 2015.

Nos últimos anos, a concessão de crédito tem sido o principal mecanismo fomentador para a aquisição de veículos por pessoas físicas no Brasil. Com a manutenção do cenário econômico negativo em 2016, ocorreu nova redução nos valores concedidos de crédito neste ano (queda de 10,2%), quando comparado a 2015, totalizando R$ 71,4 milhões (BCB, 2017a).

Em 2016, o rendimento médio real das pessoas ocupadas sofreu redução de 2% (BCB, 2017b) e a taxa de desocupação aumentou significativamente (36%) (BCB, 2017c). Por outro lado, no segundo semestre de 2016, observou-se uma estabilização do percentual de inadimplência na aquisição de veículos (BCB, 2017a), bem como a redução do comprometimento de renda das famílias com amortização de dívidas com o Sistema Financeiro Nacional (-6%) (BCB, 2017d). Todos estes fatores contribuem para uma menor propensão ao consumo de bens duráveis e de maior valor, como automóveis. A pesquisa de Intenção de Consumo das Famílias (ICF) [18] aponta uma retomada do crescimento do consumo das famílias, após um primeiro semestre de queda (CNC, 2017). Já o Índice Nacional de Expectativa do Consumidor (INEC)[19] de 2016, indica certa estabilização em compra de bens de maior valor (CNI,2017).

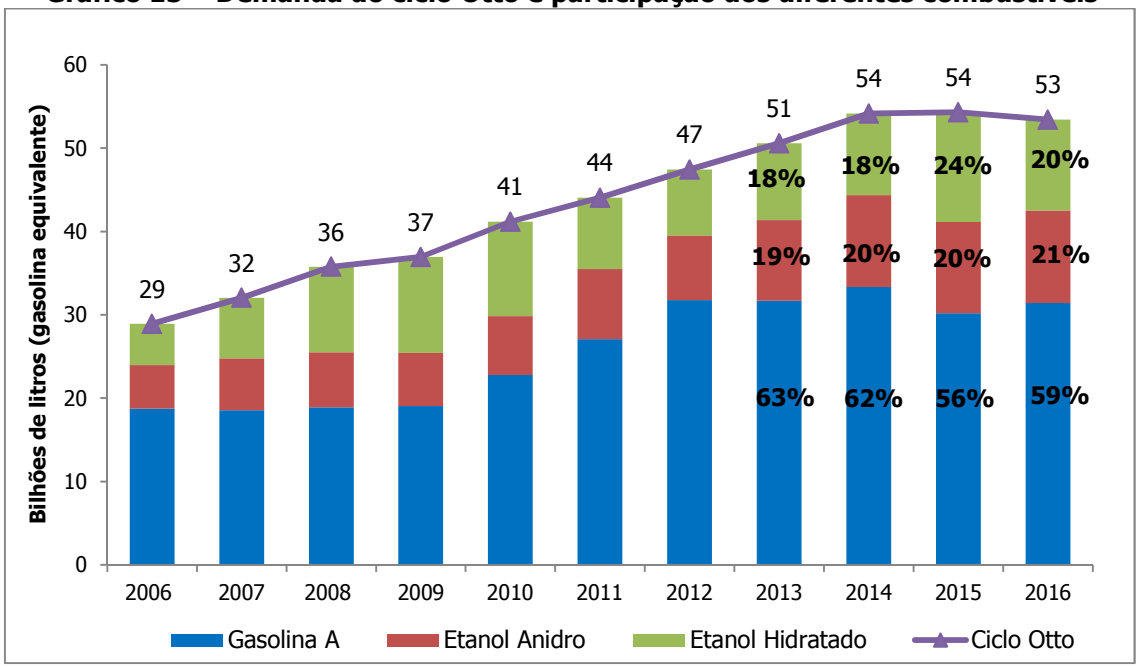
Como resultado do baixo licenciamento observado em 2016, a frota brasileira de veículos leves ciclo Otto cresceu 0,8% e manteve-se em cerca de 36 milhões de unidades, com a tecnologia *flex fuel* representando 71% do total. Neste cenário de menor renovação, ocorre um aumento da idade média da frota.

2.2. Demanda de combustíveis da frota Ciclo Otto

A demanda total de energia dos veículos leves do Ciclo Otto, em 2016, foi de 53,4 bilhões de litros de gasolina equivalente. Na distribuição por combustíveis, a gasolina A representou 59%, contra 56% em 2015, conforme mostra o Gráfico 15. A participação do etanol hidratado caiu de 24% para 20% e a do anidro aumentou de 20% para 21%. Este movimento fez com que o etanol total carburante reduzisse sua participação de 44% para 41% (EPE, 2017). Os motivos para esse comportamento serão citados na próxima seção deste documento.

[18] A pesquisa nacional de Intenção de Consumo das Famílias (ICF) é um indicador que tem como objetivo antecipar o potencial das vendas do comércio, sendo realizada pela Confederação Nacional do Comércio.
[19] O Índice Nacional de Expectativa do Consumidor (INEC) é um indicador criado pela Confederação Nacional da Indústria que sintetiza a opinião dos brasileiros sobre alguns aspectos capazes de afetar as suas decisões de consumo, capturada em pesquisa de opinião pública.

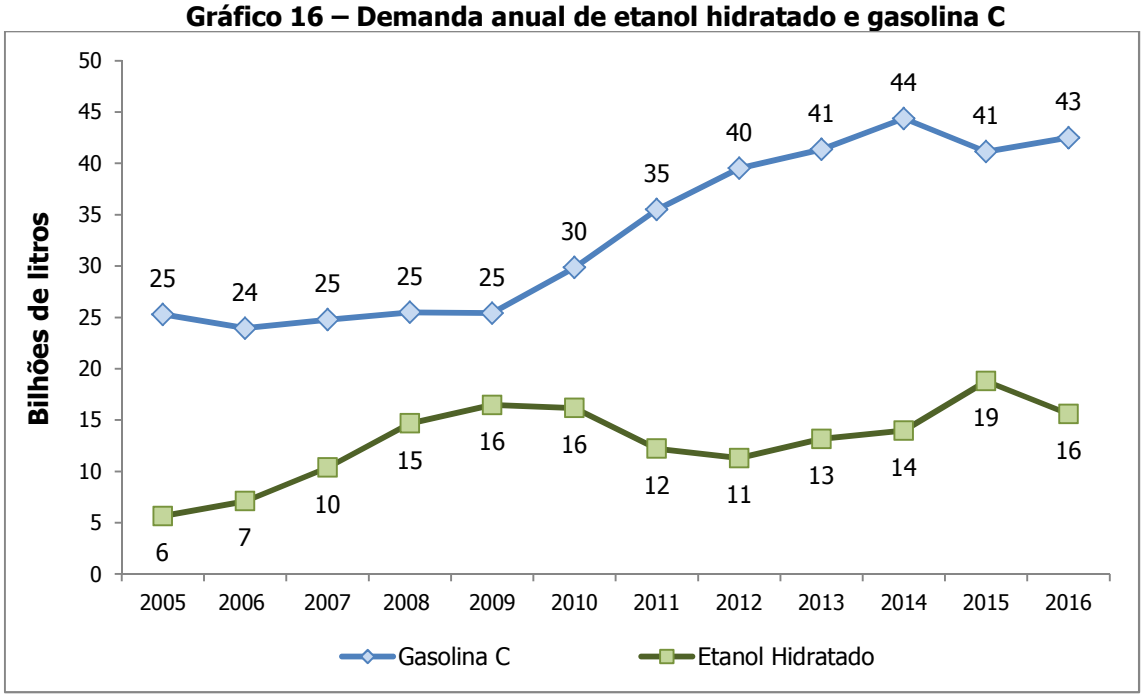
Gráfico 15 – Demanda do ciclo Otto e participação dos diferentes combustíveis



Nota: Os dados de demanda excluem a parcela relativa ao GNV.
Fonte: EPE a partir de EPE (2016a, 2017)

A demanda do etanol hidratado em 2016 totalizou 15,6 bilhões de litros, decréscimo de 17% em relação ao ano anterior e o consumo de gasolina C perfez 42,5 bilhões de litros, elevação de 3,3% em relação a 2015 (EPE, 2017), como ilustra o Gráfico 16.

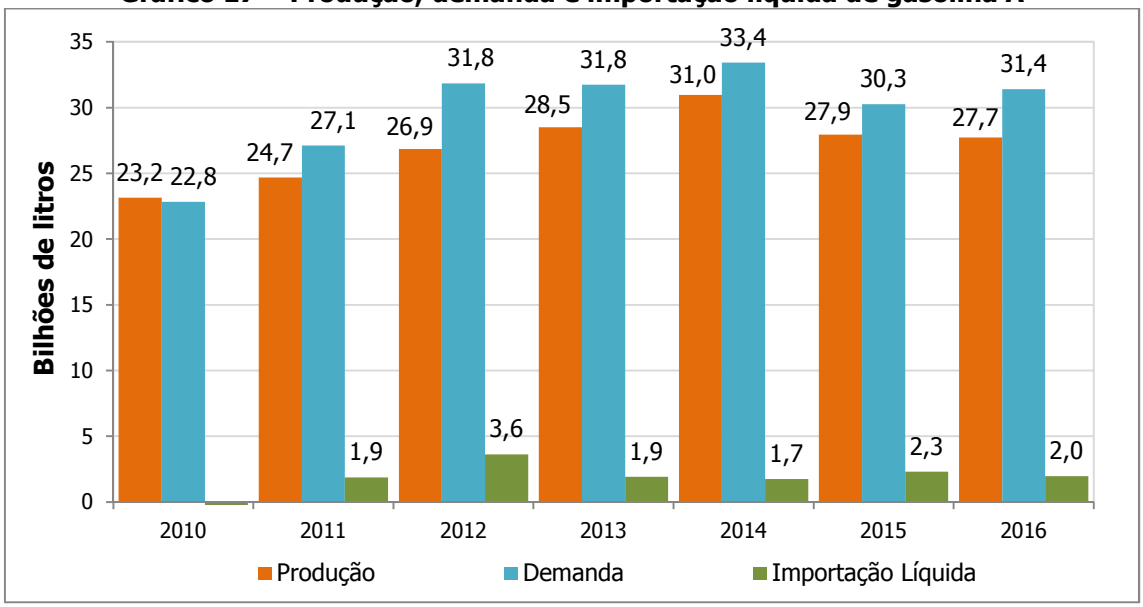
Gráfico 16 – Demanda anual de etanol hidratado e gasolina C



Fonte: EPE a partir de EPE (2016a, 2017)

O Gráfico 17 apresenta a evolução da demanda, produção e importação líquida de gasolina A, para o período 2011-2016.

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



Nota: Os valores de 2016 foram estimados a partir de ANP (2017a).
Fonte: EPE a partir de ANP (2017a) e EPE (2016a)

Em 2016, a demanda nacional de gasolina A aumentou 4% em relação ao ano anterior, chegando a 31,4 bilhões de litros e sua produção diminuiu 0,7%, alcançando 27,7 bilhões de litros. A carga de petróleo processada nas refinarias foi reduzida em aproximadamente 7%, com a diminuição da produção de nafta petroquímica (corte similar ao da gasolina) em 31% e de diesel em 8%, em relação aos valores de 2015 (ANP, 2017a). O saldo comercial de gasolina foi de 2 bilhões de litros de importação líquida.

3. Análise Econômica

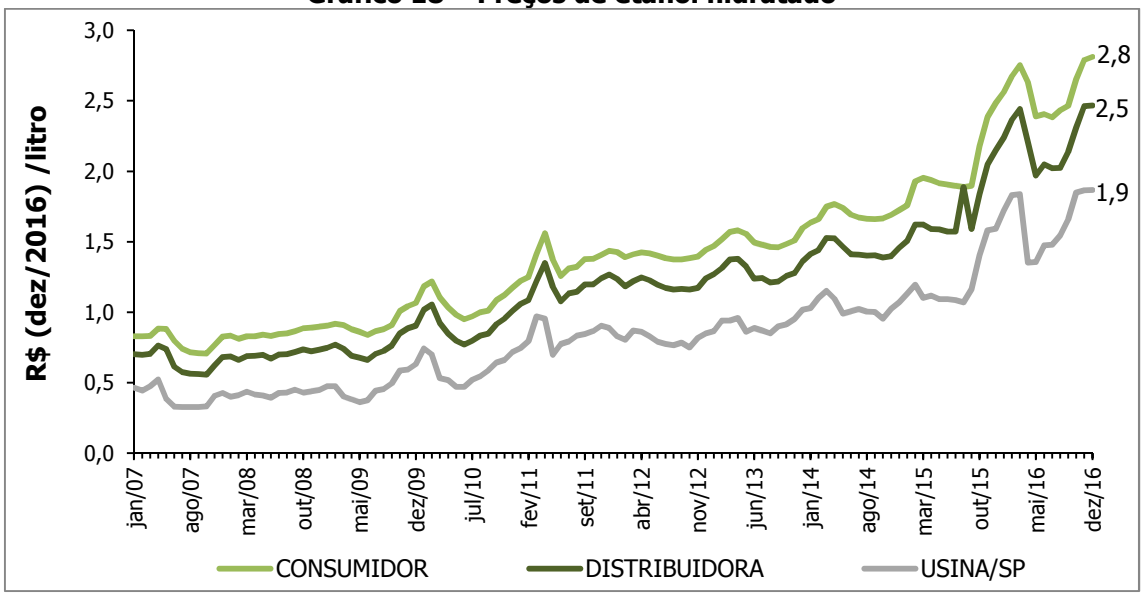
3.1. Mercado nacional de etanol

O ano de 2016 foi marcado pela alta dos preços do etanol hidratado, motivada principalmente pela sua menor oferta. Isto porque a produção das usinas foi deslocada para o açúcar, que apresentou preços elevados no mercado internacional desde o final de 2015. Além disso, a região Centro-Sul, que concentra a maior parte da produção nacional, antecipou o término da safra pelo clima adverso. Em relação à gasolina, em 2016, a Petrobras anunciou mudanças na metodologia de determinação de preços na refinaria, o que ocasionou quedas em outubro (3,2%) e novembro (3,1%) e aumento em dezembro (8,1%).

Dessa forma, para uma demanda de combustíveis do ciclo Otto mantida em patamar ligeiramente inferior ao do ano anterior, o consumo de etanol hidratado apresentou uma redução de 17%, em relação a 2015, enquanto que para a gasolina C e etanol anidro o aumento foi de 4,6% e 5,4%, respectivamente (EPE, 2016a; 2017).

O Gráfico 18 apresenta um comparativo dos preços[20] médios de etanol hidratado para o consumidor[21] (Brasil), no distribuidor (Brasil) e nas usinas (São Paulo).

Gráfico 18 – Preços de etanol hidratado



Fonte: EPE a partir de ANP (2017a, 2017b) e CEPEA/ESALQ (2017a)

A diferença entre os preços mínimo e máximo do etanol hidratado ao consumidor foi de R$ 0,43 / litro (18%), em 2016 (julho e dezembro), enquanto que em 2015 foi de R$ 0,73 / litro (41%) (janeiro e dezembro). Ressalta-se que em 2013 e 2014 essa variação foi bem menor, R$ 0,13 / litro. Em 2015, a alta de preços foi motivada pelo aumento do percentual[22] de anidro na gasolina (março), além da elevação dos preços do açúcar. Com o início da safra em 2016, os preços do hidratado retrocederam, retomando a trajetória de subida em outubro, com o fraco desempenho da produção e com a manutenção dos preços internacionais do açúcar em um patamar elevado.

Nesse sentido, é importante ressaltar que os estoques de hidratado no início de 2016 nas usinas estavam em níveis inferiores aos observados no ano anterior, cujo consumo foi significativamente superior a 2016, o que também contribuiu para o aumento dos preços nesse período. Como resultado, comparando-se os meses de janeiro de 2015 e de 2016, a variação do preço ao consumidor foi 46% superior. Com relação aos preços nas distribuidoras e nas usinas, esse valor foi de 49% e 52%, respectivamente (patamares que se mantiveram em fevereiro e março).

As margens médias de preços entre distribuidor, usina e consumidor mantiveram-se em níveis similares aos dos períodos pregressos.

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.

[20] Os preços de etanol hidratado e gasolina C, apresentados nessa seção, foram deflacionados pelo IPCA, em relação a dezembro de 2016 (valores a preços constantes).
[21] Preços praticados pelos postos revendedores; inclui impostos.
[22] Em 2015, o aumento do percentual de anidro na gasolina (março) retirou uma parcela do hidratado do mercado.

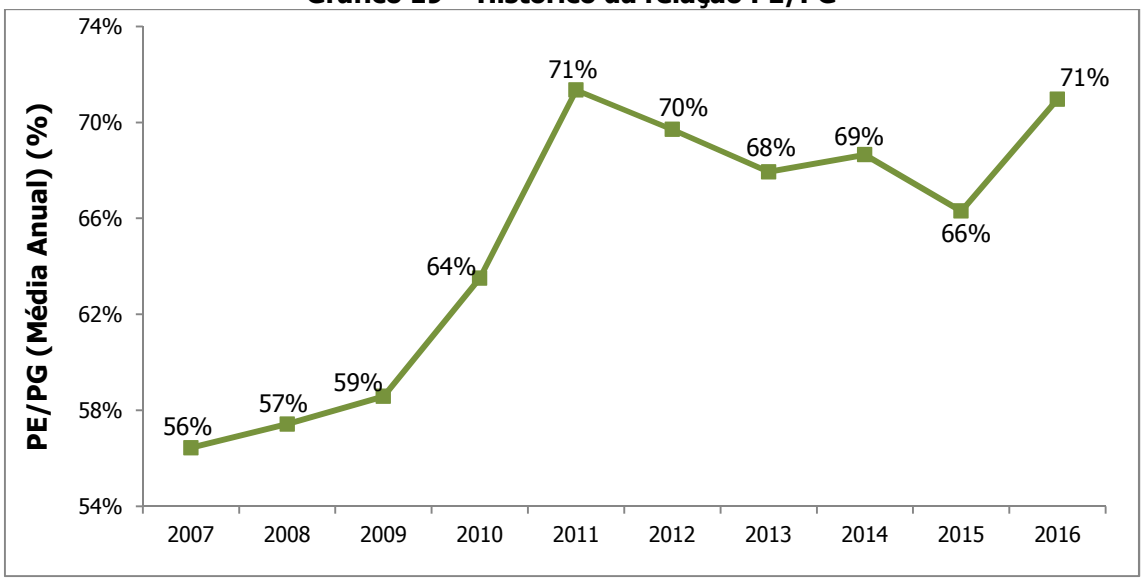
Tabela 1- Preços médios anuais de etanol hidratado, gasolina C e relativo (PE/PG)

Ano	Etanol Hidratado (R$/litro)	Var. (% a.a.)	Gasolina C (R$/litro)	Var. (% a.a.)	PE/PG	Var. (% a.a.)
2007	0,79	-7,5	1,41	1,7	0,56	-9,1
2008	0,85	7,3	1,48	5,4	0,57	1,8
2009	0,92	8,5	1,57	6,3	0,59	2,0
2010	1,07	15,9	1,68	7,0	0,63	8,3
2011	1,36	27,0	1,90	13,0	0,71	12,4
2012	1,40	3,2	2,01	5,7	0,70	-2,3
2013	1,52	8,1	2,23	10,9	0,68	-2,5
2014	1,69	11,7	2,47	10,6	0,69	1,0
2015	2,01	18,7	3,03	22,7	0,66	-3,2
2016	2,58	28,3	3,63	20,0	0,71	6,9

Nota: Os preços de etanol hidratado e gasolina C foram deflacionados pelo IPCA, em relação a dezembro de 2016.
Fonte: EPE a partir de ANP (2017a; 2017b)

O valor médio do etanol hidratado foi de R$ 2,58/litro em 2016, um aumento de 28% comparado com o ano anterior, enquanto que a gasolina C ficou 20% mais cara. O preço do biocombustível teve um incremento maior que o da gasolina C, o que resultou em um aumento de 6,9 pontos percentuais do preço relativo (PE/PG), em relação ao observado em 2015. Com isso, em 2016, a razão média entre preços foi de 71%, valor considerado pouco favorável ao consumo do biocombustível[23]. O Gráfico 19 ilustra a variação do preço médio anual relativo (PE/PG) desde 2007.

Gráfico 19 – Histórico da relação PE/PG



Fonte: EPE a partir de ANP (2017a; 2017b)

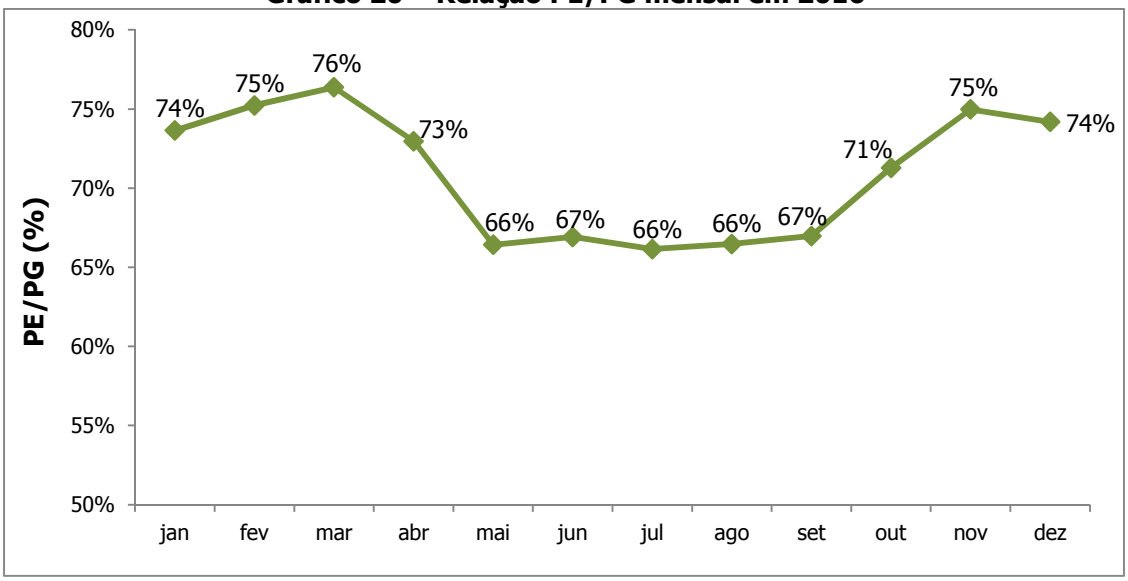
A redução do preço da gasolina na refinaria, em outubro e novembro, não teve impacto direto no preço da gasolina C ao consumidor, diferentemente do aumento anunciado em dezembro, que ocasionou um acréscimo de 2%. Por outro lado, o etanol hidratado teve altas de preços consideráveis em outubro (7,6%) e novembro (5,2%),

[23] O valor considerado de indiferença para o consumidor ocorre quando o preço do etanol hidratado corresponde a 70% do preço da gasolina C (PE/PG = 70%). Ressalte-se que a razão de preços apresentada foi calculada em termos de média ponderada Brasil. Em função do ICMS adotado e dos custos de distribuição, os preços do etanol podem variar muito entre os diferentes estados.

enquanto que em dezembro esse valor foi de 0,8% (essas variações foram inferiores às constatadas em 2015). Pode-se inferir, desta forma, que os aumentos de preço do biocombustível foram pautados, principalmente, pela diminuição da oferta, com a proximidade da entressafra, e não pelas alterações nos preços do derivado fóssil.

O preço relativo mensal ao longo de 2016 está ilustrado no Gráfico 20. Em janeiro, a relação PE/PG era de 74% e exibiu um crescimento até março, mês anterior ao início da safra. Em maio, essa relação atingiu o valor mínimo de 66%, mantendo-se nesse patamar até setembro, a partir do qual a safra sucroalcooleira começou a diminuir sua produção, proporcionando um crescimento do preço relativo, que chegou em dezembro ao mesmo patamar de janeiro (74%). Dessa forma, durante sete meses do ano de 2016, o etanol hidratado mostrou-se pouco competitivo. No período de maio a setembro, os estados de São Paulo, Mato Grosso e Minas Gerais apresentaram uma relação PE/PG favorável ao consumo do biocombustível (no Mato Grosso, até outubro).

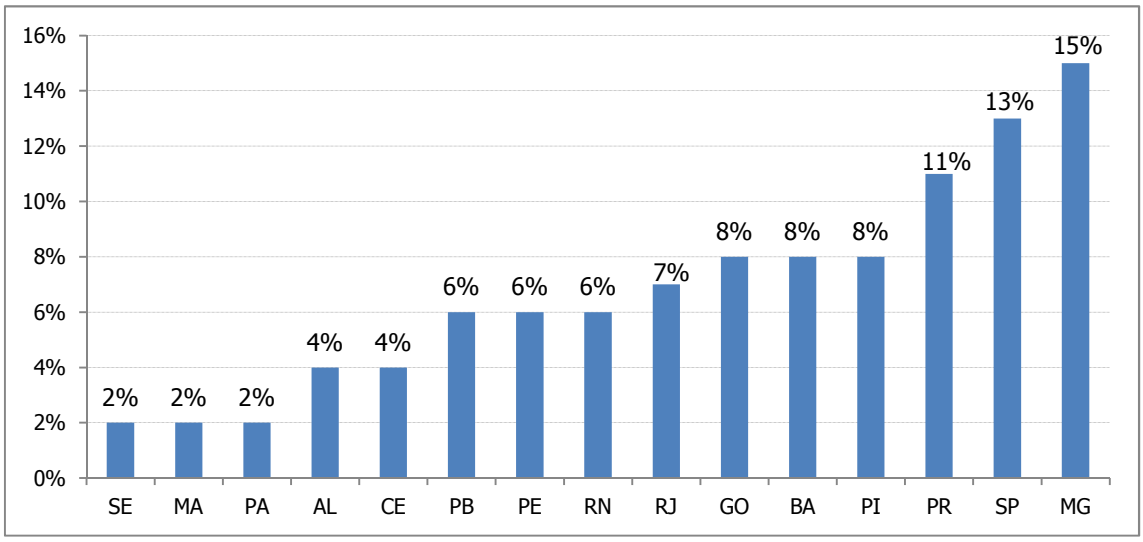
Gráfico 20 – Relação PE/PG mensal em 2016



Fonte: EPE a partir de ANP (2017a; 2017b)

Em 2016, 15 estados possuíam diferenciação nas alíquotas de ICMS do etanol e da gasolina, como forma de fomento ao mercado do biocombustível, conforme apresenta o Gráfico 21. Nesse ano, Rio Grande do Norte, Alagoas, Pernambuco, Piauí e Paraíba reduziram a alíquota do etanol e aumentaram a da gasolina.

Gráfico 21 – Diferenciação Tributária - ICMS (etanol x gasolina) 2016

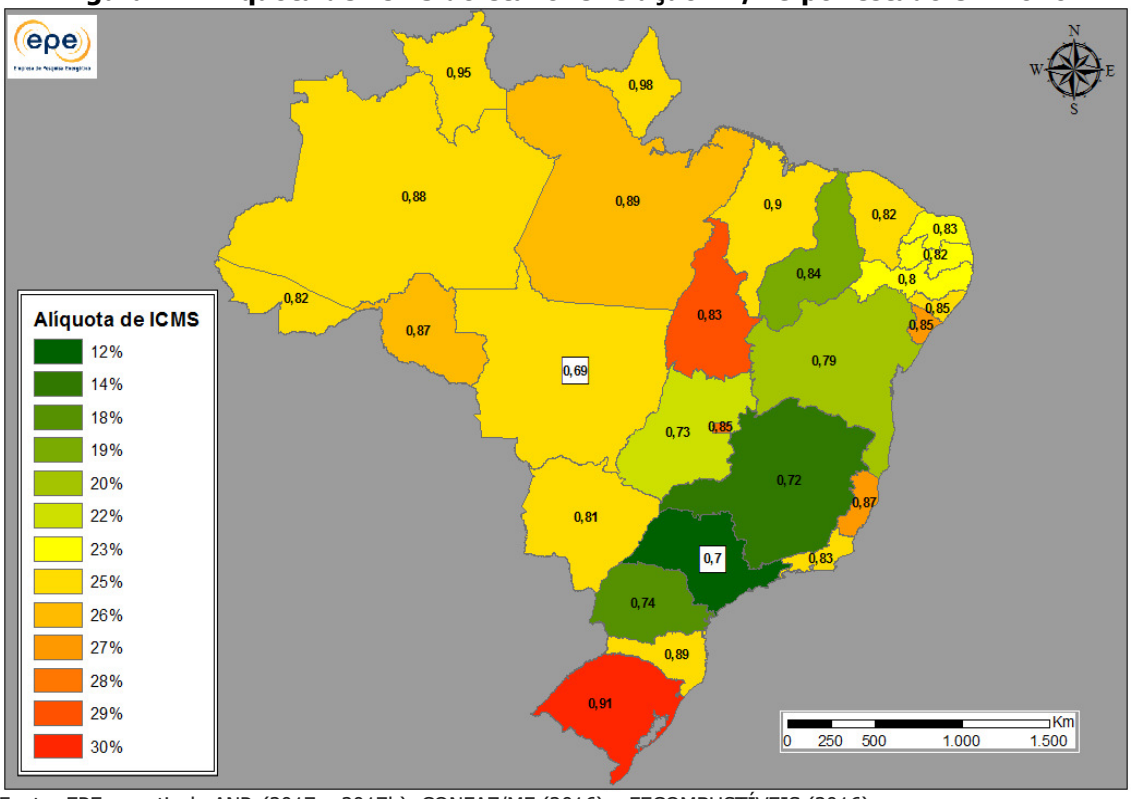


Fonte: CONFAZ/MF (2017) e FECOMBUSTÍVEIS (2016)

Pode-se observar que Minas Gerais apresenta a maior diferença de ICMS entre os estados brasileiros, seguido de São Paulo. Para avaliar os impactos da diferenciação tributária, entre etanol e gasolina, bem como as consequências nas arrecadações estaduais, o artigo final desse documento apresenta o estudo de caso de Minas Gerais.

A Figura 1 ilustra a relação entre a taxação 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 2016



Fonte: EPE a partir de ANP (2017a; 2017b), CONFAZ/MF (2016) e FECOMBUSTÍVEIS (2016).

No Mato Grosso, a relação média anual foi de 69%, apesar da queda de seu consumo em 5,5 pontos percentuais. No estado de São Paulo, que tem a maior produção do biocombustível (49,5%) e é o maior consumidor de etanol hidratado (45,5%), a relação média foi de 70% (a alíquota de ICMS é de 12%). Em Minas Gerais, que possui um dos menores ICMS para o etanol (14%), o valor de PE/PG foi de 72%. O estado menos competitivo foi Amapá, onde o preço do etanol atingiu, em média, 98% do preço da gasolina C, sendo que a partir de maio a relação PE/PG esteve igual ou maior que 100%. O estado de Minas Gerais será foco de artigo detalhando os desdobramentos desta alteração do ICMS para o etanol hidratado e gasolina C.

A partir de 31 de dezembro de 2016, com o fim do vigor da Lei nº 12.859 (BRASIL, 2013), as alíquotas de PIS/COFINS do etanol hidratado deixaram de ter o crédito presumido, em relação às vendas, no valor de R$ 120/m^3.

4. Capacidade de Produção e Infraestrutura de Transporte de Etanol

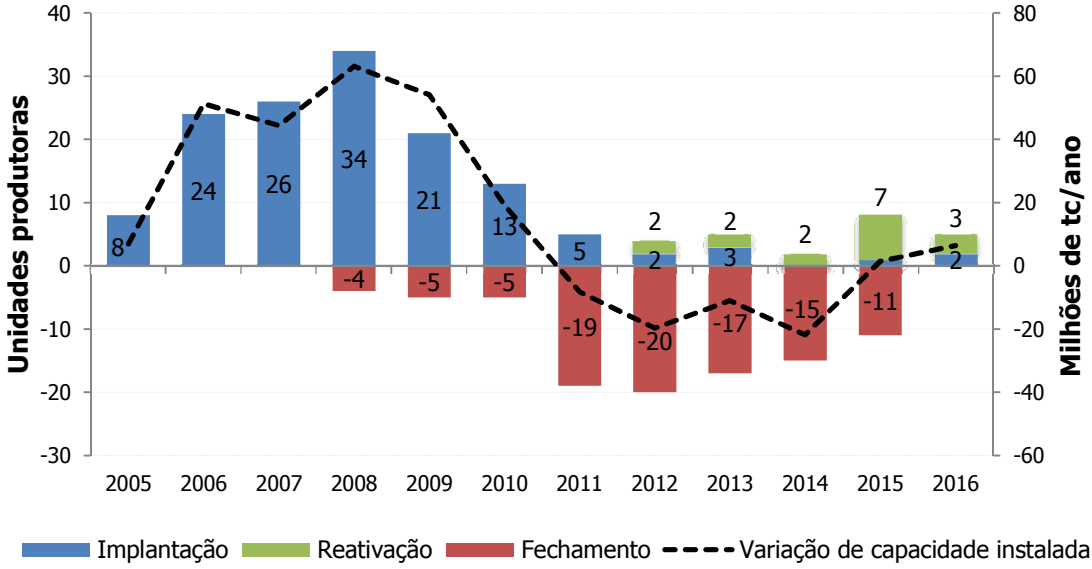
4.1. Capacidade produtiva[24]

Em 2016, foram implantadas duas unidades produtoras, com capacidade de moagem agregada de cerca de um milhão de toneladas, localizadas nos estados de Goiás e Maranhão. Outras três unidades, com capacidade acumulada de 5,5 milhões de toneladas, foram reativadas, duas em São Paulo e uma no Acre. Neste ano, não houve fechamento de nenhuma unidade[25]. Desta forma, o saldo equivale a um aumento de 6,5 milhões de toneladas em 2016.

O Gráfico 22 mostra o fluxo de implantação, reativação e fechamento de unidades entre 2005 e 2016. Verifica-se que o número de novas implantações caiu significativamente desde 2008 e não há expectativa de que esse cenário de estagnação se altere no curto prazo, apesar de iniciativas pontuais de alguns empreendimentos. Contudo, é possível observar que o número de unidades fechadas por ano tem diminuído, enquanto as reativações continuam ocorrendo. Estima-se que a capacidade nominal de moagem de cana tenha aumentado 186 milhões de toneladas ao longo do período, considerando as unidades implantadas, desativadas e reativadas.

[24] Na contabilidade atual não são consideradas: unidades identificadas como produtoras de aguardente (mesmo que estejam no cadastro do MAPA); unidades produtoras de etanol não derivados de cana e aquelas que paralisaram e retornaram no mesmo ano civil.
[25] Apenas uma unidade paralisou as operações durante cinco meses, mas retornou. Portanto, não foi contabilizada como unidade parada.

Gráfico 22 – Entrada/Fechamento de usinas no Brasil



Fonte: EPE a partir de MAPA (2017b) e UNICA (2014)

De acordo com o MAPA (2017b), o número de unidades em operação em dezembro de 2016 era 378, correspondendo a uma capacidade de moagem efetiva de cerca de 765 milhões de toneladas[26]. Portanto, adotando a moagem realizada no ano de 2016, que foi de aproximadamente 670 milhões de toneladas, a taxa de ocupação da indústria sucroalcooleira foi de 87,6%.

Segundo a ANP (2017c), ao final de dezembro de 2016, 385 unidades estavam aptas a comercializar etanol anidro e hidratado[27]. Suas capacidades de produção de anidro e hidratado eram de aproximadamente 120 mil m³/dia e 219 mil m³/dia, respectivamente. Adicionalmente a essas unidades, o Boletim de Etanol da ANP reportou que, em outubro de 2016, havia 4 solicitações para construção e 8 solicitações para ampliação de capacidade (ANP, 2016a).

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.

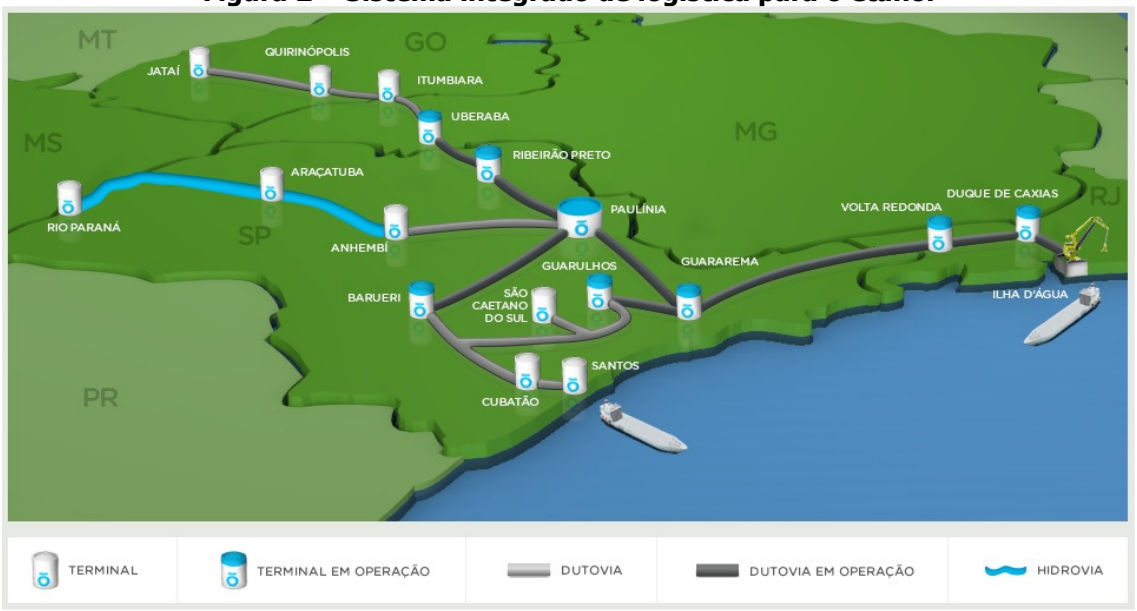
[26] O cálculo considera as unidades que paralisaram as operações até 31 de dezembro de 2016, assim como as ampliações de capacidade de moagem realizadas no mesmo ano. Também considera um fator de capacidade médio de 90%. Em 2016, quinze unidades expandiram a capacidade de moagem de cana em cerca de 18,5 milhões de toneladas e realizaram-se ajustes nas capacidades em outras.

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

4.2. Dutos e hidrovias

A Figura 2 apresenta o sistema integrado de logística para o etanol da Logum, que consiste de um projeto de polidutos e hidrovias[28], cuja extensão é de 1.330 km, capacidade anual de transporte de até 22 bilhões de litros de etanol e capacidade total de armazenamento de 920 mil m³ (LOGUM, 2017).

Figura 2 – Sistema integrado de logística para o etanol



Fonte: LOGUM (2017)

A construção do projeto começou no final de 2010 e, no momento, conta com dois trechos de dutos instalados (no total de cinco projetados), o primeiro ligando Uberaba (MG) a Ribeirão Preto (SP) e o segundo, Ribeirão Preto (SP) a Paulínia (SP). O sistema dos dutos e terminais tem uma capacidade atual de seis bilhões de litros/ano.

Em 2016, a movimentação em todo o complexo, incluindo o trecho sob contrato[29], foi de 2,3 milhões de litros, 123 mil litros a mais do que no ano anterior. A capacidade de armazenamento instalada permaneceu em 617 milhões de litros, ou seja, 67% da planejada em projeto (LOGUM, 2017).

4.3. Portos

A via portuária permaneceu como a majoritária via de exportação, abrangendo 99,9% dos volumes exportados de 2016 (1,8 bilhão de litros). O porto de Santos representou 92,2% destes volumes, seguido pelo de Paranaguá, com 7,1% e o de Suape, com 0,5% (MDIC, 2017).

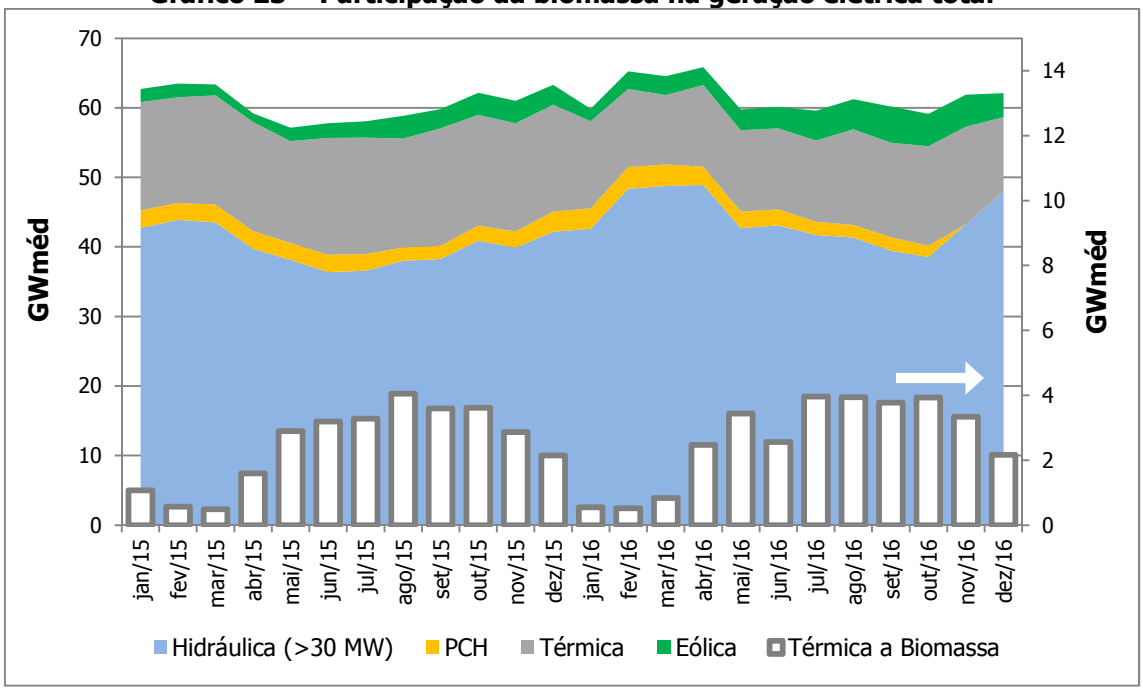
Em 2016, São Luís (80,8%), Santos (7,6%), Recife (5,2%) e Aratu (BA) (2,4%) foram os principais portos de entrada para o biocombustível no Brasil (MDIC, 2017).

[28] O sistema hidroviário (Rio Tietê-Paraná, notoriamente utilizado para transporte de cargas) terá uma capacidade de transporte de 7,6 milhões de litros, o que corresponderá a uma movimentação total de 4 bilhões de litros de etanol por ano. O projeto também se utiliza de uma infraestrutura de dutos já existente e operada pela Transpetro.
[29] Trecho operado pela Transpetro.

5. Bioeletricidade

Em 2016, a participação da bioeletricidade na geração nacional foi de 4,1%, mantendo o mesmo patamar do ano anterior. As usinas sucroenergéticas injetaram no Sistema Interligado Nacional (SIN) 2,8 GWméd, valor 11,6% superior ao total verificado em 2015. O Gráfico 23 apresenta a participação sazonal da biomassa de cana na geração elétrica em 2015/2016. 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, 2017).

Gráfico 23 – Participação da biomassa na geração elétrica total



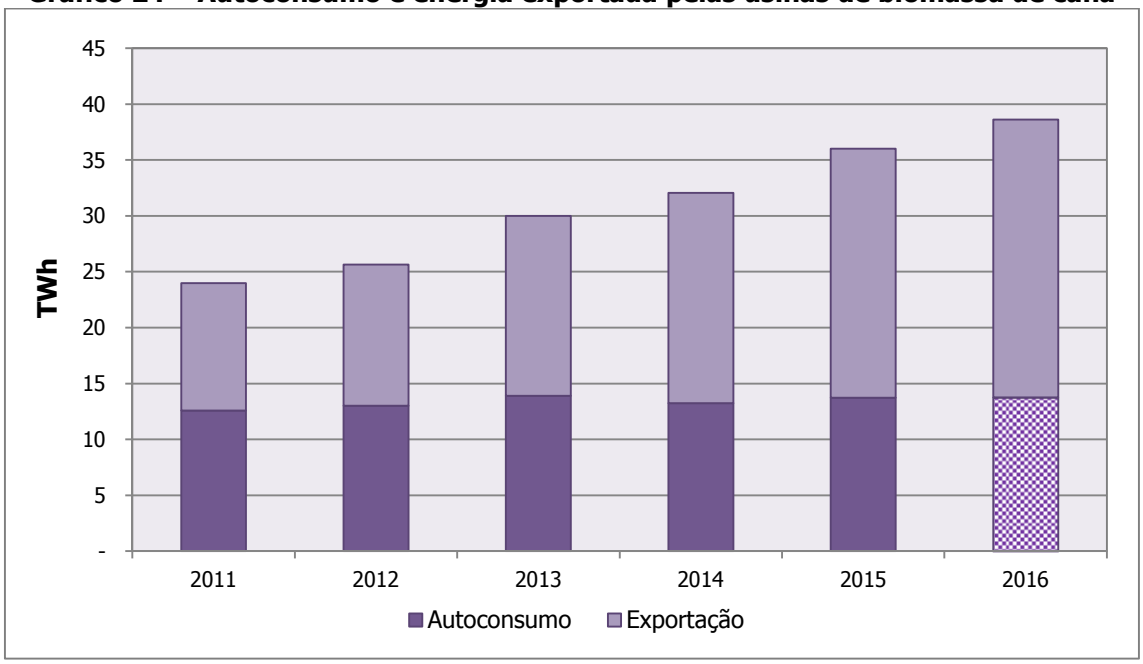
Nota: Os valores de energia referentes à PCH estão apresentados em conjunto às hidrelétricas nos meses de nov/2016 e dez/2016.
Fonte: EPE a partir de CCEE (2017)

5.1. Exportação e Comercialização de energia

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

Foi observado no último quinquênio um crescimento na geração de energia elétrica com esta fonte, seja para o autoconsumo, em decorrência do aumento da produção de etanol e açúcar, seja para a exportação de energia, de acordo com o Gráfico 24.

Gráfico 24 – Autoconsumo e energia exportada pelas usinas de biomassa de cana



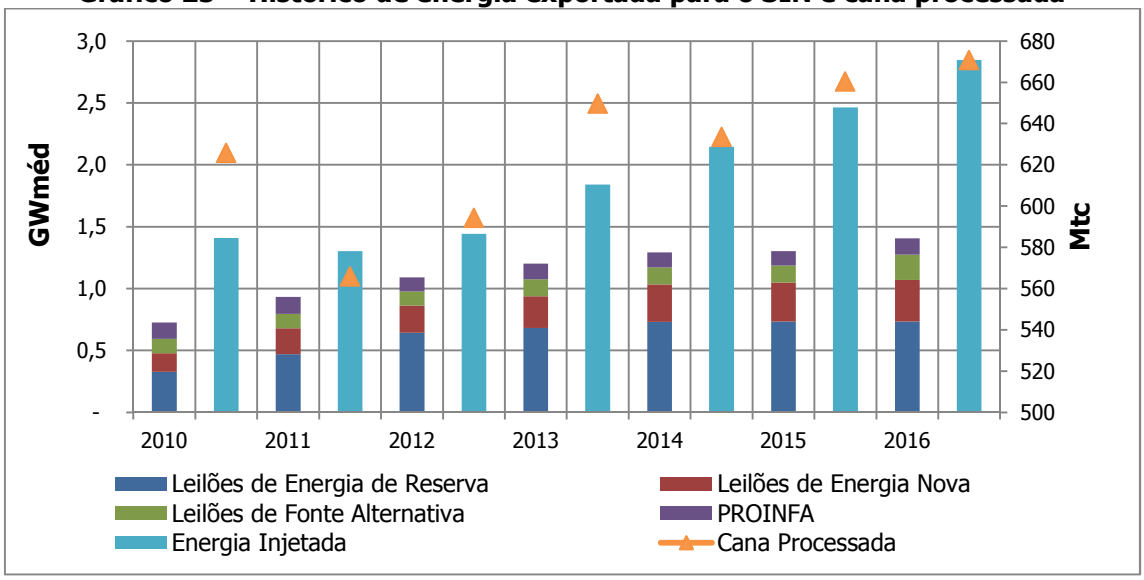
Nota: Para o ano de 2016, o dado de autoconsumo foi estimado.
Fonte: EPE a partir de CCEE (2017) e EPE (2016a)

Dentre as 378 usinas a biomassa de cana-de-açúcar em operação em 2016, 44% comercializaram eletricidade. Este número apresenta um leve aumento em relação ao ano anterior, de 40%. Das que exportam energia para o SIN[30], parte atua exclusivamente no ACL (57%) ou no ACR (8%) e o restante (35%) vende em ambos os ambientes de contratação.

A quantidade de energia total comercializada no ACR é crescente. Em 2016, as usinas sucroenergéticas possuíam contratos da ordem de 1,4 GWméd. Considerando os certames ocorridos neste ano, as usinas de cana adicionaram cerca de 40 MWméd através do leilão A-5 (CCEE, 2017). O Gráfico 25 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.

[30] 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 (A-3 e A-5), 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, 2017; ELETROBRAS, 2017).

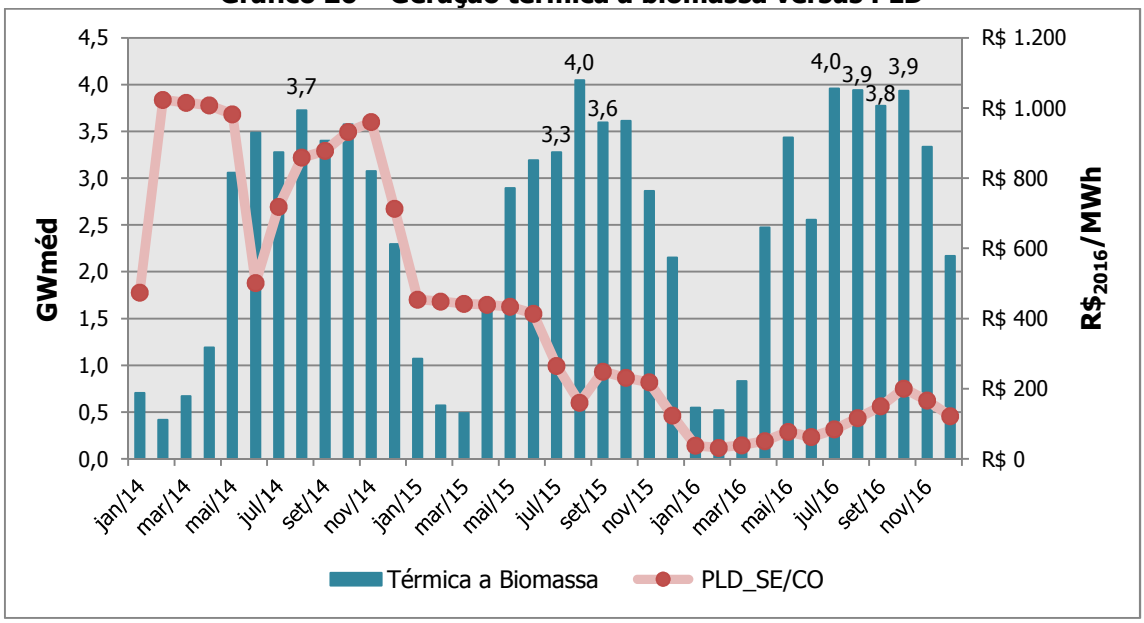
Gráfico 25 – Histórico de energia exportada para o SIN e cana processada



Fonte: EPE a partir de CCEE (2017) e MAPA (2017a)

Em 2016, as térmicas continuaram participando de maneira significativa no atendimento da carga. O Gráfico 26 ilustra a injeção mensal de energia no SIN pelas térmicas a biomassa versus o preço do PLD (Preço de Liquidação das Diferenças[31]), em reais de 2016. Em 2016, a geração ocorreu de forma mais homogênea na safra, mesmo com o preço médio do PLD (R$95) abaixo do praticado no mesmo período no ano de 2015, R$323. Neste período de safra é observada a menor contribuição das hidrelétricas, o que aumenta a demanda da energia térmica.

Gráfico 26 – 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 (2017)

[31] 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.

Quando do estresse hídrico em 2014, a participação das térmicas foi impulsionada pelo elevado preço pago pelo PLD, que atingiu o extremo de R$822,83/MWh em fevereiro de 2014 (CCEE, 2017). Em 2015, ocorreu uma redução do preço-teto, sendo estipulado em R$ 388,48/MWh. Para 2016, a ANEEL definiu um novo patamar, aumentando-o para R$ 422,56/MWh, superior ao preço médio observado nos leilões de energia realizados em 2014 e 2015 para as usinas de biomassa (R$ 225/MWh, reais de 2016). Os valores definidos pela ANEEL para o ano de 2017 foram de R$533,82/MWh como limite superior e R$33,68/MWh para o valor inferior (ANEEL, 2017). Ressalta-se que o reajuste foi cerca de 20% acima da inflação medida pelo índice INPC do IBGE para o ano de 2016, de 6,6% (IBGE, 2017).

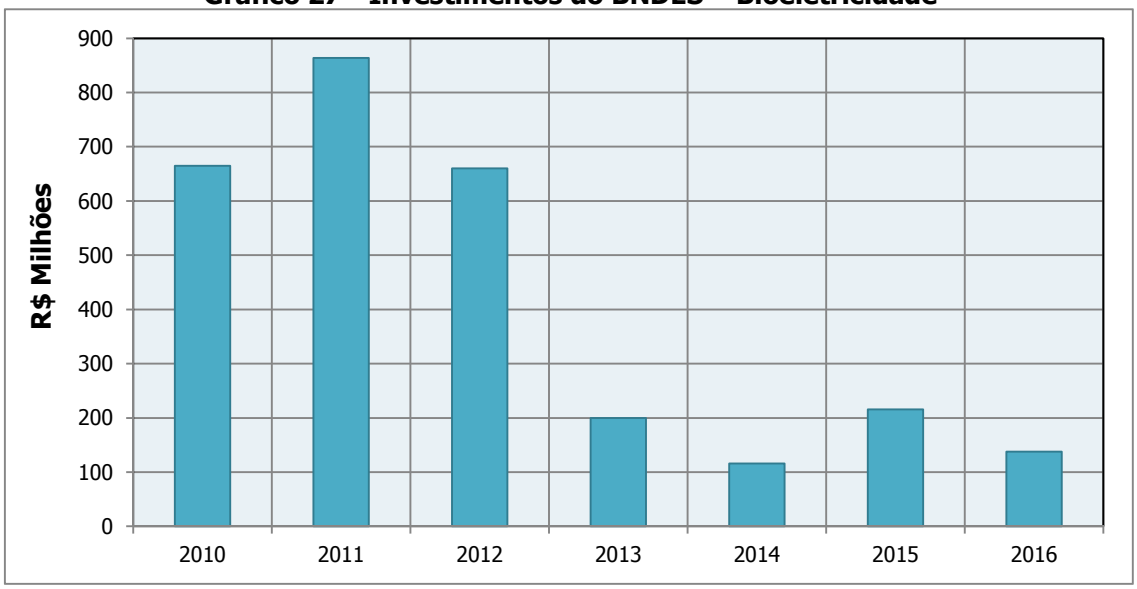
Conforme observado nos anos anteriores, as unidades continuaram seu movimento de eficientização, com a troca de caldeiras antigas por outras de maior pressão de operação. Contribuíram para esta trajetória os incentivos federais, a exemplo de linhas de financiamento do BNDES para eficientização do parque gerador, e dos movimentos de fusão ocorridos no setor.

5.2. Incentivos financeiros para a bioeletricidade

No que se refere aos montantes direcionados para incentivar a bioeletricidade no ano de 2016, os valores alcançaram R$ 138 milhões, correspondendo a 7% do total financiado pelo BNDES para o setor sucroenergético. Esse valor foi aproximadamente 40% inferior a 2015, conforme Gráfico 27.

Registra-se que houve uma retração de 26% nos investimentos para o segmento sucroenergético: em 2015 o montante total foi de R$ 2,7 bilhões e de R$2,0 bilhões em 2016. Observa-se que em 2010, o investimento no setor sucroenergético atingiu o ápice histórico com a cifra de R$ 7,5 bilhões. (BNDES, 2017b).

Gráfico 27 - Investimentos do BNDES – Bioeletricidade



Fonte: EPE a partir de BNDES (2017b)

6. Biodiesel

Em 2016, foram produzidos 3,8 bilhões de litros de biodiesel no Brasil, diminuição de 3% em relação a 2015. O principal motivo para esta redução foi a queda no consumo de diesel. Desde 2005, ano de implantação do Programa de Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), até dezembro de 2016, já foram produzidos 25 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 Resolução CNPE n° 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 diesel[32]. 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.

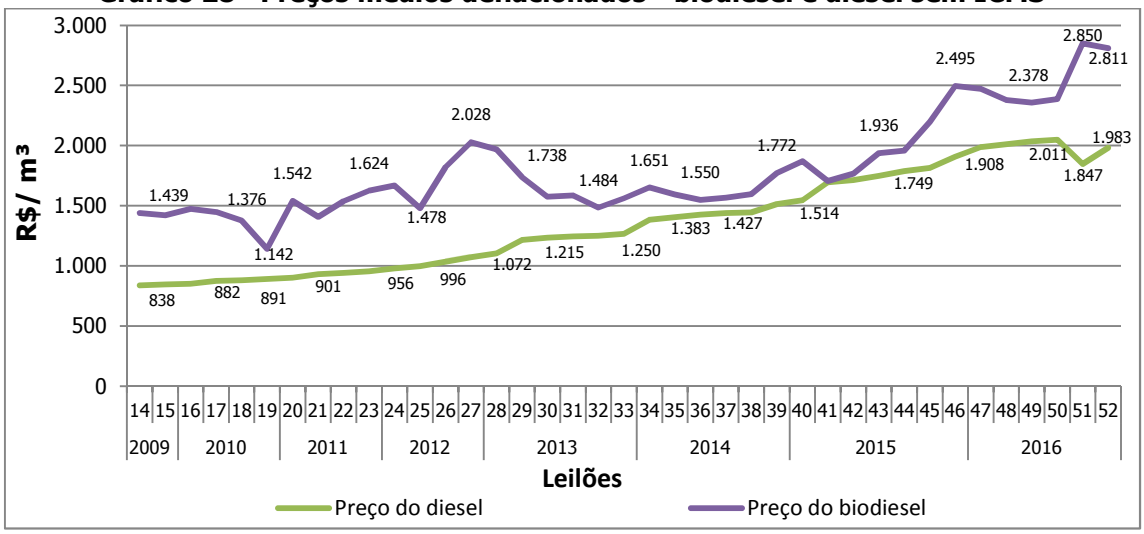
A Lei nº 13.263, publicada em 24 de março de 2016 (BRASIL, 2016), alterou o percentual mandatório de biodiesel para 8%, 9% e 10%. A Resolução CNPE nº 11 (CNPE, 2017), publicada em 1º de março de 2017, dispõe sobre a adição destes novos percentuais mandatórios, alterando as datas para o início do mês 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 testes têm como novo prazo para a finalização e validação do B10, fevereiro de 2018, e B15, janeiro de 2019, com relatório final a ser publicado, respectivamente, em abril de 2018 e março de 2019.

6.1. Leilões e preços de biodiesel

A ANP realizou seis leilões para a compra de biodiesel pelas distribuidoras de combustível em 2016, totalizando 52 desde o início do programa. O último certame teve as entregas previstas para o início do ano de 2017. Tal como demonstra o Gráfico 28, embora existisse uma tendência de aproximação de preços entre diesel e biodiesel até o ano de 2015, houve um distanciamento entre os preços médios de venda entre o biodiesel e o diesel fóssil em 2016, com um perfil crescente do valor do biodiesel.

[32] A Resolução CNPE n° 3 (CNPE, 2015) limitou os percentuais máximos em volume de adição de biodiesel ao óleo diesel em: 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.

Gráfico 28 –Preços médios deflacionados - biodiesel e diesel sem ICMS



Nota 1: Os preços foram deflacionados em relação a dezembro de 2016.
Nota 2: Os preços do biodiesel correspondem aos leilões indicados. O preço do diesel corresponde a seu valor na refinaria.
Fonte: EPE a partir de ANP (2017d)

O volume comercializado nos leilões regulares realizados em 2016 foi de 3,8 bilhões de litros. O biodiesel autorizativo seria comercializado através dos leilões[33] já realizados pela ANP. No entanto, no primeiro certame de 2016 (47º), não houve proposta de aquisição da parcela destinada para este fim. Para viabilizar a aquisição desta parcela de biodiesel, algumas regras vigentes foram alteradas a partir do leilão seguinte (48°), sendo então suprimidas: a autorização dos órgãos ambientais estaduais, as declarações de concordância dos fabricantes de motores (ou declaração de usuário final assumindo qualquer risco), a identificação do responsável pela análise do combustível utilizado e a relação dos veículos que utilizariam a mistura autorizativa. Projetos específicos que usem misturas distintas daquelas previstas na Resolução CNPE nº 3 (CNPE, 2015) são isentos de submeterem-se aos leilões, podendo haver a compra do biodiesel direto dos produtores. Essas mudanças foram sugeridas pelo setor para aproveitar a capacidade ociosa existente e a possibilidade de fortalecimento desse mercado.

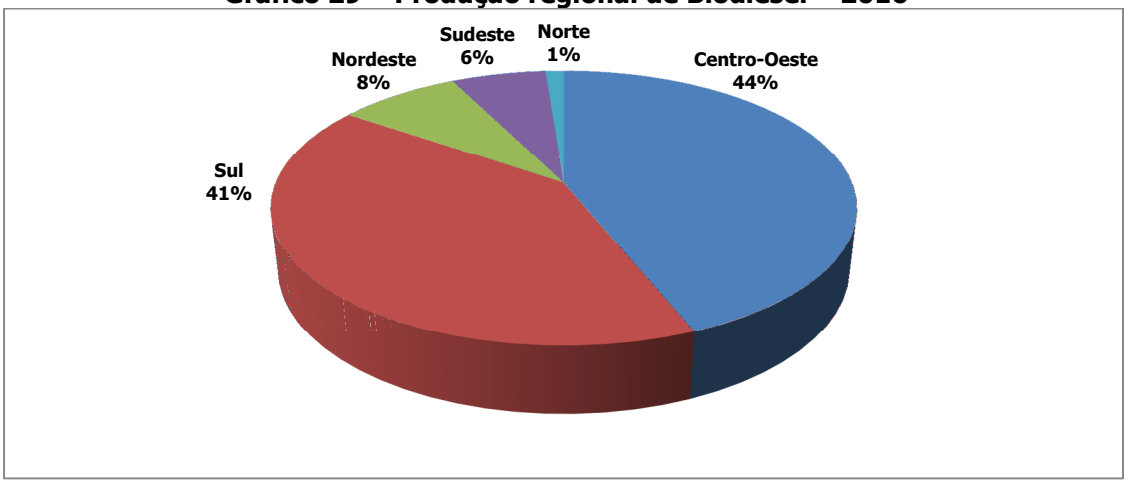
A comercialização de biodiesel para uso voluntário ocorreu nos leilões 49° e 50°, com vendas totais de 1,6 milhão de litros e movimentação de 4 milhões de reais (ANP, (2017d).

6.2. Produção regional e capacidade instalada

As regiões Centro-Oeste e Sul produziram 85% de todo o biodiesel consumido no país no ano de 2016, como indica o Gráfico 29.

[33]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 7% 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.

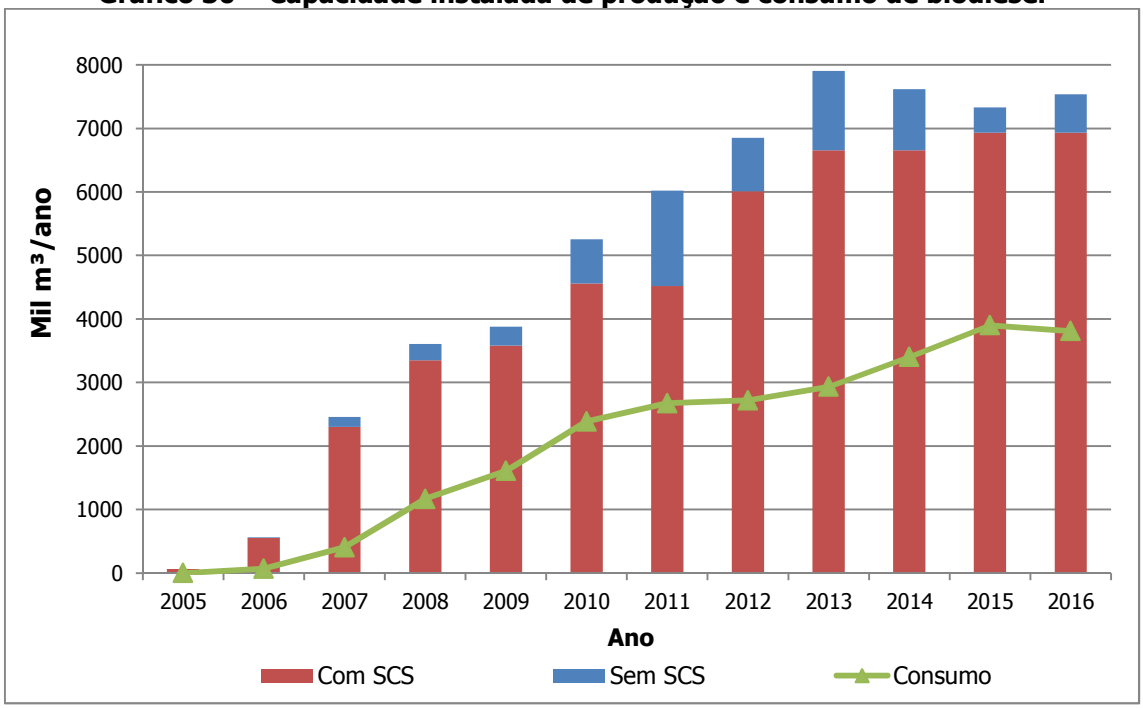
Gráfico 29 – Produção regional de Biodiesel – 2016



Fonte: EPE a partir de ANP (2017e) e MME (2017a)

A capacidade instalada de processamento de biodiesel no país atingiu 7,5 bilhões de litros em dezembro de 2016, 3% superior a dezembro de 2015, conforme Gráfico 30 (ANP, 2017e). Na mesma figura é possível observar que o consumo de biodiesel (3,8 bilhões de litros) correspondeu a apenas 51% da capacidade instalada no país, o que demonstra que há ainda um enorme potencial para o crescimento da produção deste biocombustível (ANP, 2017e).

Gráfico 30 – Capacidade instalada de produção e consumo de biodiesel



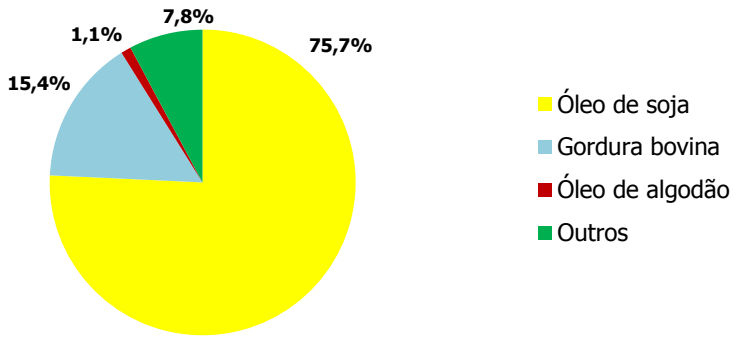
Nota: O Selo Combustível Social (SCS) é uma distinção conferida às empresas produtoras de biodiesel que utilizam, em sua cadeia produtiva, produtos oriundos da agricultura familiar. O objetivo é a garantia de renda e estímulo à inclusão social das famílias produtoras. As empresas produtoras de biodiesel e detentoras do SCS são beneficiadas com o acesso a melhores condições de financiamento junto às instituições financeiras.
Fonte: EPE a partir de ANP (2017e).

6.3. Matéria-prima para o biodiesel

De todo o biodiesel consumido em 2016, 2,9 bilhões de litros foram produzidos a partir do óleo de soja, quantidade ligeiramente inferior àquela de 2015 (3,0 bilhões de litros).

O óleo de soja permaneceu como a principal matéria-prima para biodiesel, com participação de 75,7% na cesta de insumos, seguido pelo sebo bovino, com 15,4 %. A participação percentual das matérias-primas para obtenção de biodiesel, no ano de 2016, pode ser observada no Gráfico 31.

Gráfico 31 – Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel (%)



Fonte: EPE a partir de ANP (2017e) e MME (2017a)

Contrariando a tendência de forte crescimento, a produção de soja em grãos e em óleo no Brasil em 2016 foi de 96,1 e 7,8 milhões de toneladas, respectivamente, mantendo-se no mesmo patamar daquela de 2015 (96,9 e 8,1 milhões de toneladas). O processamento doméstico decresceu 4% em relação a 2015.

A capacidade de processamento de soja, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2016a, 2017b) é de 65 milhões de toneladas anuais. Pelo fato da legislação em vigor privilegiar a exportação da soja em grão, essa indústria opera com ociosidade. A Tabela 2 resume a situação do complexo da soja em 2016.

Tabela 2 – Complexo soja[34]

Milhões de toneladas	2016	Δ % (2016-2015)
Produção de soja	96,1	-1%
Capacidade Instalada de processamento de soja	65,0	0%
Exportação de soja em grão	51,5	-5%
Soja processada	39,0	-4%
Farelo de soja produzido	29,6	-4%
Óleo de soja produzido	7,8	-4%
Exportação de óleo de soja	1,3	-26%
Consumo de óleo alimentício e outros	3,8	12%
Consumo de óleo de soja para biodiesel	2,7	-10%

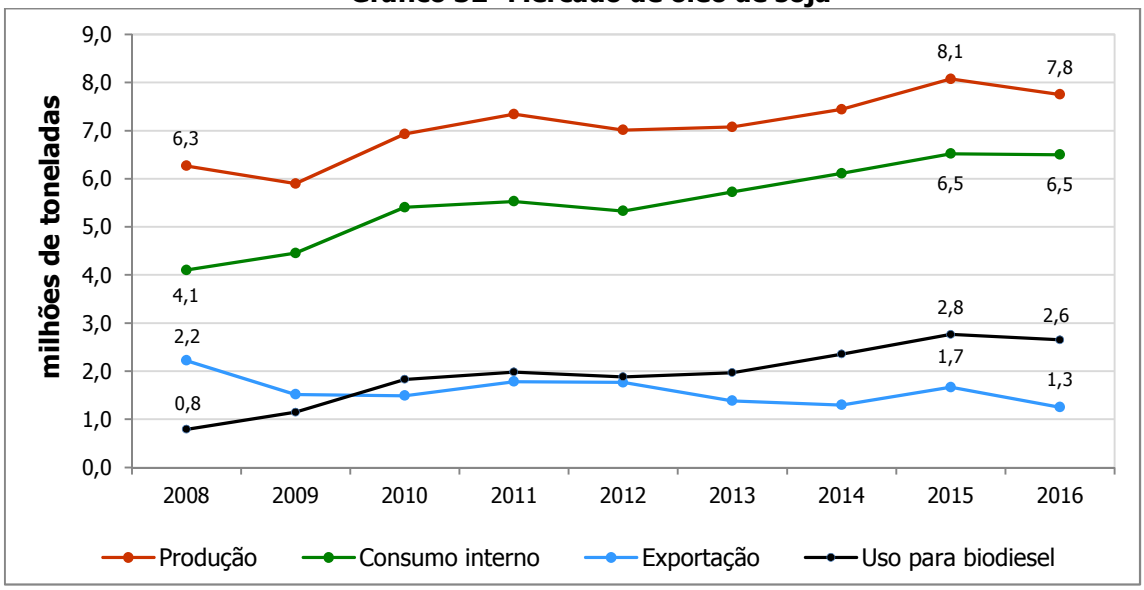
Nota: A densidade considerada para o óleo de soja foi 0,92kg/l.
Fonte: ABIOVE (2017a; 2017b), ANP (2017e) e MME (2017)

A produção de óleo de soja decresceu 4%, observa-se também um decréscimo de 26% em sua exportação, bem como a redução de 10% em relação a seu consumo como biodiesel, quando comparado a 2015.

O Gráfico 32 ilustra o comportamento do mercado de óleo de soja brasileiro desde 2008.

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

Gráfico 32- Mercado de óleo de soja



Nota 1: O consumo interno compreende o óleo para biodiesel, consumo alimentício e outros usos.
Nota 2: Para o ano de 2016, apresenta-se os valores preliminares assumidos pela ABIOVE (2017b) e MAPA (2016).
Fonte: EPE a partir de ABIOVE (2017b) e MAPA (2016)

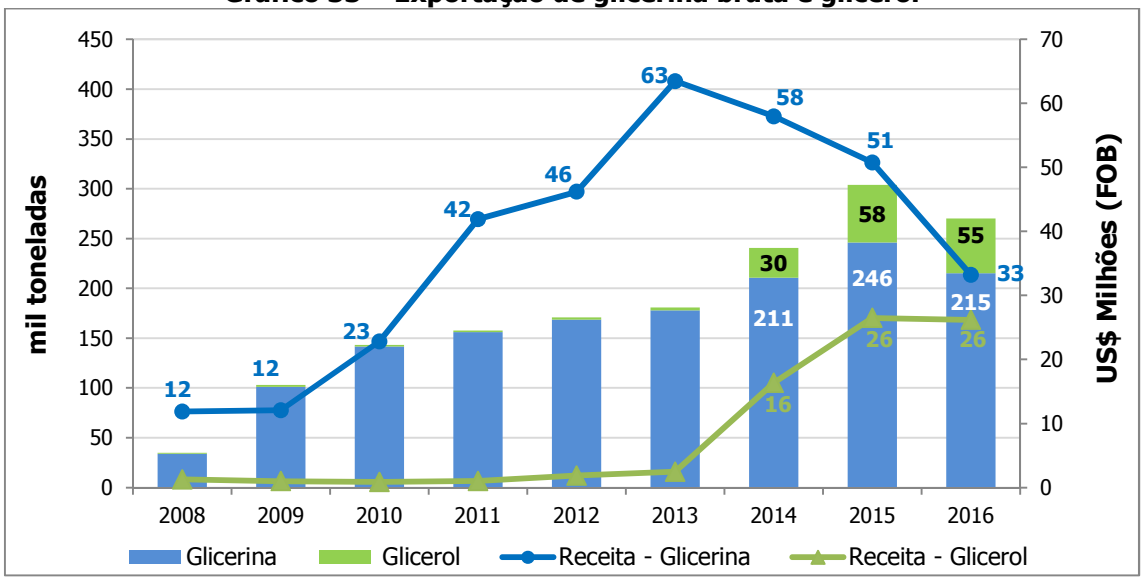
Segundo dados da ABIOVE (2017b), a produção de óleo de soja entre 2008 e 2016 cresceu 24%. Esta taxa de crescimento é muito inferior ao aumento do volume de óleo de soja para obtenção do biodiesel, que saiu de 0,8 milhão para 2,6 milhões de toneladas, ou seja, um crescimento de mais de 220% neste mesmo período.

6.4. Coprodutos do biodiesel

A glicerina bruta é um coproduto da cadeia do biodiesel, que corresponde a 10% em massa do biocombustível produzido. Em 2016, foram produzidas cerca de 340 mil toneladas e sua exportação total, embora 12,5% inferior ao ano anterior, atingiu 215 mil toneladas, conforme mostra o Gráfico 33. Já a receita obtida com a exportação de glicerina bruta foi de 33 milhões de dólares, 35% inferior à de 2015. A China continua como o maior destino das exportações, com cerca de 80% do total (MDIC, 2017).

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 2015. Em 2016, totalizou 55 mil toneladas, uma queda de 5% em relação ao ano anterior. Apesar disso, não houve impactos na receita obtida, que permaneceu no patamar de 26 milhões de dólares.

Gráfico 33 – Exportação de glicerina bruta e glicerol



Fonte: MDIC (2017)

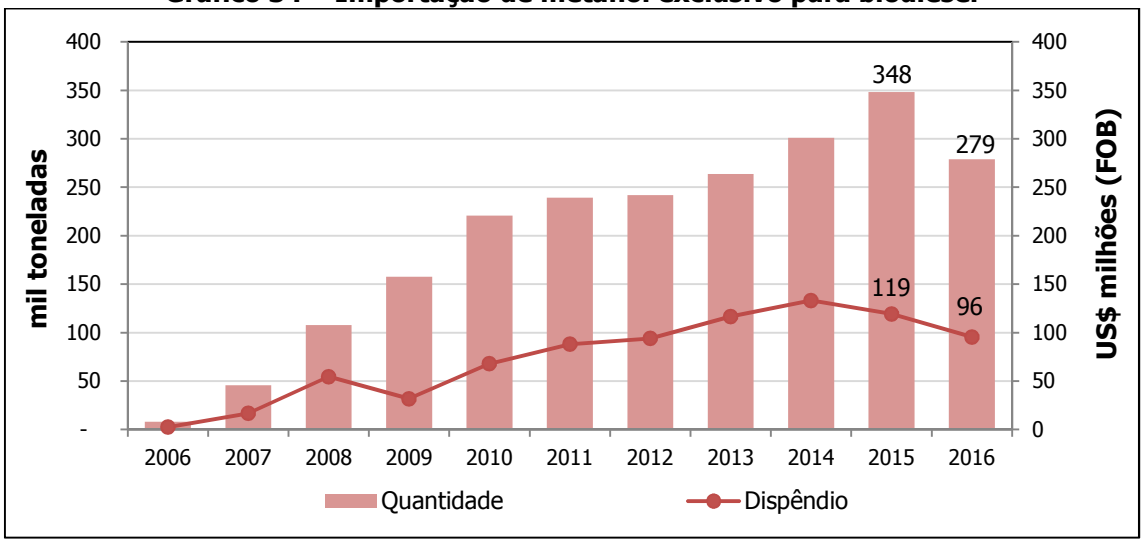
Observa-se um avanço na instalação de novas unidades industriais, que utilizam outros processos de obtenção de diesel a partir de biomassa renovável, basicamente óleos e gorduras[35]. Este processo, à medida que produz um similar ao diesel fóssil, pode representar uma tendência à diminuição do número de unidades produtoras de biodiesel por transesterificação no mundo (MME, 2017a).

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 Gráfico 34 mostra a quantidade de metanol importado e o dispêndio resultante desde 2006. O total importado em 2016 foi de 279 mil toneladas e o dispêndio totalizou 95 milhões de dólares, ambos 20% inferiores em relação a 2015. A queda nas importações está diretamente relacionada à redução nos volumes produzidos de biodiesel, como consequência do menor consumo de diesel observado em 2016.

[35] Processos de obtenção por hidrotratamento, como a tecnologia *HVO (Hydrotreatment Vegetable Oil*) ou *HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids)*.

Gráfico 34 – Importação de metanol exclusivo para biodiesel



Fonte: EPE a partir do ANP (2016b, 2017f) e MDIC (2017)

7. Mercado Internacional de Biocombustíveis

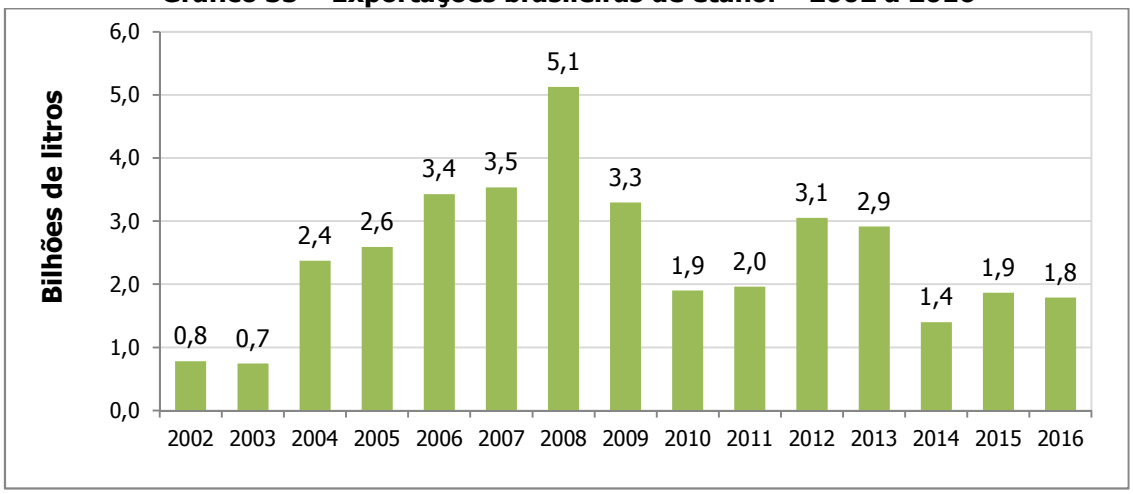
Em 2016, o mercado internacional permaneceu com: diminuição dos incentivos para os biocombustíveis tradicionais; ênfase nas políticas de incentivo à eficiência energética e/ou promoção de fontes energéticas mais avançadas; modestos volumes comercializados (principalmente entre Brasil, Estados Unidos e União Europeia).

Brasil e Estados Unidos mantiveram-se como os principais países produtores e exportadores de etanol, concentrando 85% da produção e comercialização (RFA, 2017). As exportações brasileiras totalizaram 1,8 bilhão de litros em 2016 (Gráfico 35), sendo principalmente destinadas aos Estados Unidos, que demandaram 0,8 bilhão de litros do etanol da cana. No entanto, seguindo a tendência dos últimos anos, o Brasil continua importando volumes significativos de etanol dos Estados Unidos[36], tendo adquirido 0,8 bilhão de litros em 2016 (MDIC, 2017)[37].

[36] As exportações e importações entre Brasil e Estados Unidos devem-se à janela de oportunidade tanto para o distribuidor americano, que utiliza o etanol de cana para atendimento da demanda de biocombustível avançado estabelecida pela EISA, quanto para o produtor brasileiro que se aproveita do custo de oportunidade gerado por esta demanda americana pela força da lei e pela própria necessidade de abastecimento do mercado brasileiro.

[37] Nos quatro primeiros meses de 2017, as importações de etanol alcançaram um valor recorde para o período (0,7 bilhão de litros). Efetivamente, considerando as exportações para o período, o país importou um volume líquido de 0,4 bilhão de litros (MDIC, 2017).

Gráfico 35 – Exportações brasileiras de etanol – 2002 a 2016



Fonte: EPE a partir de MDIC (2017)

Em relação ao biodiesel, o comércio mundial permaneceu concentrado entre a Europa, Argentina, Indonésia e Estados Unidos. Não ocorreram exportações significativas de biodiesel do Brasil para outros destinos.

Estados Unidos

Em 2016, os Estados Unidos alcançaram um novo recorde de produção de etanol de milho, de 58 bilhões de litros, sendo grande parte deste volume destinado ao mercado interno (55 bilhões de litros) (EIA, 2017). Nos últimos anos, a demanda tem se mantido estável, em torno dos 50 bilhões de litros (EIA, 2017), correspondendo a 10% da gasolina demandada (500 bilhões de litros anuais). Isto reflete a política americana dos últimos anos compromissada com a eficiência energética[38].

Uma das saídas para os produtores de etanol tem sido direcionar os volumes excedentes para o mercado externo, tornando o país o maior exportador mundial do biocombustível. Em 2016, as exportações líquidas alcançaram 3,8 bilhões de litros, sendo a maior parte destinada ao Brasil (RFA, 2017).

Em relação aos biocombustíveis avançados, a dificuldade no estabelecimento da produção a nível comercial do etanol celulósico permaneceu. Assim como em anos anteriores, A EPA (*Environment Protection Agency*) se viu forçada a diminuir as metas da RFS para esta parcela de biocombustível, como mostrado na Tabela 3.

[38] Característica da administração Obama. Ressalta-se que a vitória de Donald Trump nas eleições americanas de 2016 representa um ponto de incerteza em relação à continuidade da política energética do país, podendo significar uma total quebra de paradigma neste modelo, visto que o atual presidente já se disse favorável a incentivar fortemente o mercado interno (em especial a indústria automobilística), o que resultaria em um aumento da demanda energética, incluindo o incentivo às fontes fósseis, como o gás de xisto.

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

	2016	2017	2018
Biocombustíveis celulósicos	0,9	1,2	26,5
Diesel de biomassa	7,2	7,6	8,0
Biocombustíveis avançados	13,7	16,2	41,6
Combustíveis renováveis	68,6	73,0	98,4

Nota: Os valores previstos para 2018 referem-se aos volumes originais estabelecidos, exceto para o diesel de biomassa.
Fonte: EPA (2017)

União Europeia

A União Europeia anunciou em 2016 os planos de implementação da atual política de segurança energética, juntamente com objetivos de mitigação de GEE, com 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 incremento na eficiência energética). Para 2030, as metas são aumentadas, respectivamente, para 40%, 27% e 27%. Em 2050, a Europa tem planos para alcançar uma redução de 85% a 90% nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), comparadas às de 1990 (EC, 2017).

A nova proposta pretende focar em fontes avançadas de energia, inclusive nos biocombustíveis de segunda geração. A União Europeia reforçou a posição de desfavorecer os biocombustíveis tradicionais (etanol de cana e milho e biodiesel de oleaginosas), limitando a um máximo de 7% de participação na demanda energética em 2020 e reduzindo para 3,8% em 2030. A proposta recebeu duras críticas de diversos setores da indústria e comércio (EURACTIV, 2016).

8. Novos Biocombustíveis

O cenário de baixos 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 segue em ritmo lento. Os principais problemas enfrentados em 2016 ocorreram ainda na fase de pré-tratamento, dificultando a identificação de entraves nas fases posteriores[39], e a solução é essencial para atingir o máximo rendimento em escala industrial. Em 2016, existiam duas usinas de E2G de escala comercial no Brasil: a planta 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 nominal de 42 milhões de litros. Ambas têm operado bem abaixo desses valores. Além destas, existe também a planta-piloto do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), em São Manoel (SP), com capacidade de 3 milhões de litros (GRANBIO, 2017; QD, 2015; RAÍZEN, 2015).

[39] Alguns problemas futuros já podem ser identificados, como a dificuldade na fermentação das pentoses presentes na matéria lignocelulósica, que permitiria um maior aproveitamento da matéria celulósica e o alto custo das enzimas, que aumenta o custo final do processo.

Apesar das dificuldades de implantação dos biocombustíveis de segunda geração, destaca-se o HVO *(Hydrotreated Vegetable Oil,* ou Óleo Vegetal Hidrogenado em português), um combustível obtido através de reações de redução de triglicerídeos vegetais por hidrogênio, apresentando estrutura química idêntica ao dos hidrocarbonetos obtidos do petróleo e, assim, se caracterizando como um combustível *"drop-in"*[40]. A tecnologia HVO, além de produzir um produto similar ao diesel, também pode ser adaptada para a produção de outros combustíveis, como o bioquerosene. Atualmente existem 14 unidades (entre plantas dedicadas e unidades associadas a refinarias) e três projetos em construção. A capacidade das unidades em operação é de 4,7 milhões de toneladas (GREENEA, 2017).

9. Emissões de Gases de Efeito Estufa

O Acordo de Paris, celebrado na 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), realizada naquela cidade, em dezembro de 2015, representou uma importante articulação mundial para enfrentar as causas antrópicas do fenômeno da mudança do clima em escala global e promover a adaptação aos seus efeitos (EPE, 2016b).

O Brasil é um dos signatários deste Acordo, que propõe que cada país declare, voluntariamente, quais são suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC, na sigla em inglês) para redução das emissões de GEE. Dentre os diversos itens que integram o escopo nacional, destaca-se para o setor de energia: "i) 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".

Embora tenha tido adesão de cerca de 190 países, as NDCs não seriam suficientes para manter as metas pretendidas no Acordo de Paris. Com o intuito de suprir esta lacuna, surgiu a iniciativa *Mission Innovation* (MI[41]), que propõe: (i) criar novas metodologias para inovações tecnológicas, melhorar as existentes e reduzir custos; (ii) atrair negócios, interesse de investidores para estímulo de ações globais; e (iii) permitir o acesso à população mundial às energias limpas. A iniciativa visa permitir que haja industrialização e difusão em larga escala das novas tecnologias limpas (MI, 2017).

Na COP22, realizada em novembro de 2016 em Marraqueche (Marrocos), em sinergia com a MI, foi lançada a Plataforma Biofuturo. Coordenada pelo Brasil e com a participação de 20 países, a proposta é construir um diagnóstico atualizado da economia de baixo carbono nos países envolvidos, um plano de visão para 2030, somados a uma série de políticas focadas em 2017 (BIOFUTURE PLATAFORM, 2017).

[40] Combustível alternativo que pode substituir o equivalente fóssil, oriundo do petróleo, sem necessidade de adaptação pelo motor automotivo.
[41] A MI propõe a criação de 7 eixos de Desafio da Inovação, e um deles foca em Biocombustíveis Sustentáveis (*Sustainable Biofuels Innovation Challange*), no qual a EPE é ponto focal e a DPG atua na coordenação das atividades.

A contrapartida doméstica na Plataforma Biofuturo é o RenovaBio, lançado internacionalmente em dezembro de 2016, também na COP22. O programa objetiva expandir a produção de biocombustíveis no Brasil, reduzindo a emissão de carbono total dos combustíveis vendidos (MME, 2016).

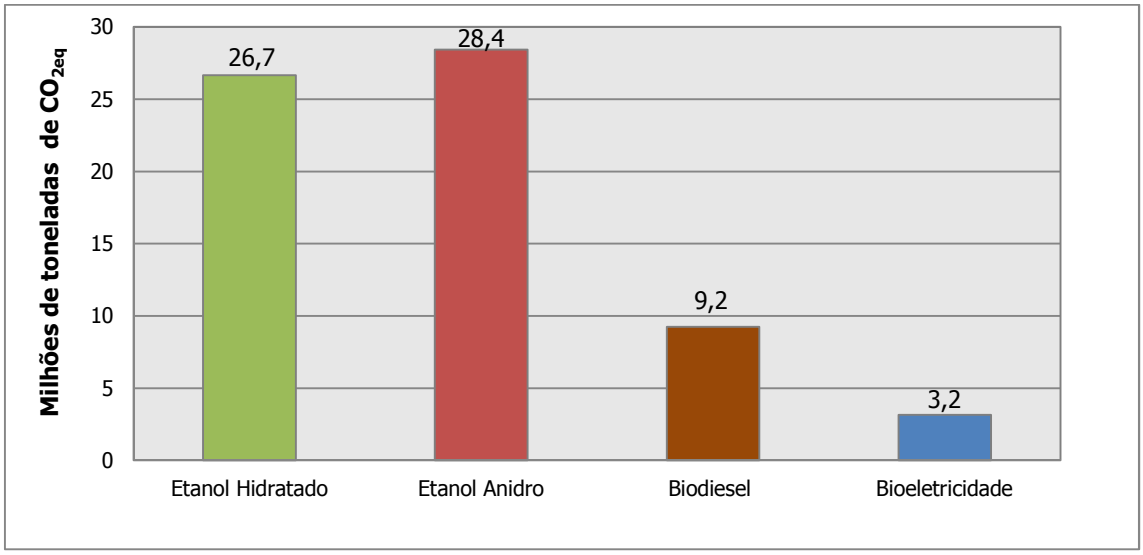
O Brasil destaca-se na participação de renováveis na matriz energética nacional, o que proporciona uma significativa redução nas emissões de GEE. No que se refere aos biocombustíveis líquidos, as emissões evitadas pelo uso de etanol (anidro e hidratado), e biodiesel em comparação aos equivalentes fósseis (gasolina e diesel) somaram 64,3 $MtCO_2$ em 2016.

Além dos biocombustíveis líquidos, a bioeletricidade da cana-de-açúcar também contribui para a redução das emissões de CO_2. Para estimar as emissões evitadas foi utilizado o fator de emissão de tCO_2 por MWh gerado, calculado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, 2017). 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 2016, repetindo o movimento observado em 2015, este fator de emissão sofreu uma queda, passando de 0,124 tCO_2/MWh para 0,082 tCO_2/MWh.

Considerando a energia exportada e o autoconsumo pelas unidades sucroenergéticas, os valores de CO_2 evitados são expressivos. A quantidade das emissões evitadas em 2016 foi 30% inferior à de 2015 (4,5 $MtCO_2$), somando 3,1 $MtCO_2$, sendo 1,1 advindas do autoconsumo e 2,0 $MtCO_2$ da energia exportada.

O Gráfico 36 ilustra as emissões evitadas decorrentes do uso de biocombustíveis (etanol anidro e hidratado e biodiesel) e da bioeletricidade da cana.

Gráfico 36 – Emissões Evitadas com Biocombustíveis em 2016 – Brasil



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

10. Impactos da diferenciação tributária entre combustíveis: O Caso de Minas Gerais

10.1. Introdução

A frota brasileira é composta majoritariamente por veículos *flex fluel* (71% em 2016), o que permite aos consumidores optarem por etanol e/ou gasolina. Múltiplas variáveis (econômicas e não econômicas) influenciam o comportamento do usuário quanto à escolha do combustível, tais como autonomia, confiabilidade e preocupações relacionadas ao meio-ambiente. No entanto, EPE (2013) evidenciou que o fator decisório para o abastecimento é o valor final do combustível na bomba.

A possibilidade de escolha entre esses combustíveis automotivos faz com que qualquer variação do preço relativo (entre etanol e gasolina) influencie a decisão do consumidor. Tal comportamento somado à alta participação dos veículos *flex fuel* na frota nacional resultam em grandes desafios ao planejamento energético. Além disso, o setor sucroenergético possui outro ativo importante, o açúcar, que compete com o etanol e, consequentemente, modifica também a sua oferta e preços.

O Brasil se destaca no mundo por sua liderança na produção e uso de biocombustíveis. Para estimular o seu mercado, o governo tem lançado mão de políticas públicas, como o Proálcool, o PNPB, mandatos de adição obrigatória aos derivados fósseis e, mais recentemente, iniciativas como o RenovaBio. Diversos instrumentos econômicos também resultaram em incentivos aos biocombustíveis. Como os tributos são fatores de grande impacto no preço (EPE, 2016c), sejam de origem federal ou estadual, a autonomia dos estados da federação para alterar determinados tributos mostra-se relevante para favorecer o consumo de um combustível em detrimento a outro.

Nesse artigo, será analisado o caso de uma unidade da federação brasileira, Minas Gerais, que utilizou a diferenciação tributária como forma de incentivo ao mercado de etanol. Com isso, objetiva-se avaliar os impactos na produção e consumo desse biocombustível. Pretende-se, ainda, estimar as consequências destas alterações sobre a arrecadação estadual. Os efeitos resultantes sobre a redução de emissões de gases de efeito estufa também foram analisados. Além disso, esse artigo apresenta uma análise da oferta de bioeletricidade e da geração de empregos associados ao setor sucroenergético no estado.

10.2. Políticas de diferenciação tributária de combustíveis leves

No Brasil, o preço final ao consumidor dos combustíveis automotivos possui uma parcela considerável de tributos. Essa carga tributária é diferenciada para cada tipo de combustível, o que influencia diretamente a sua competitividade (CAVALCANTI, 2011). Conforme apontou EPE (2016c), a diferenciação tributária vem sendo utilizada no Brasil como um eficiente instrumento de política pública de incentivo aos biocombustíveis.

O tributo está definido no artigo 3º do Código Tributário Nacional (BRASIL, 1966) como um pagamento obrigatório, abrangendo os impostos, as taxas e as contribuições de melhoria. Os tributos atualmente incidentes nas operações com combustíveis automotivos são: (I) Contribuição para o Programa de Integração Social do Trabalhador e de Formação de Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP); (II) Contribuição Social para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS); (III) Contribuição de Intervenção do Domínio Econômico (CIDE); (IV) Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) e (V) Imposto sobre Importação (II), quando aplicável.

O PIS/PASEP, a COFINS, a CIDE e o Imposto de Importação são de competência do governo federal, enquanto que o ICMS é determinado por cada estado da federação e suas alíquotas podem ser estabelecidas no âmbito do Conselho Nacional de Política Fazendária – Confaz[42].

No que tange aos tributos da esfera federal, a CIDE encontra-se zerada para o etanol desde 2004, enquanto que, para a gasolina, o valor incidente é de R$100,00/m³. A PIS e COFINS, para a cadeia do etanol, incidem sobre o produtor/importador e distribuidor, e permaneceram zeradas de setembro de 2013 até 31 de dezembro de 2016, quando a alíquota passou a ser de R$120,00/$m^3$. Para a gasolina, desde maio de 2015, esses tributos totalizam R$381,60/$m^3$ e incidem no produtor ou importador, estando zerados para as distribuidoras (BRASIL, 2013, 2015). Desta forma, a soma atual dos tributos federais é de R$120,00/m³ para o etanol e R$481,60/m³ para a gasolina, o que equivale a uma diferença entre os combustíveis de quatro vezes, que, em termos absolutos, representa R$361,60/m³.

Já na esfera estadual, o ICMS possui alíquotas diferenciadas em cada estado brasileiro, conforme apresenta a Figura 3.

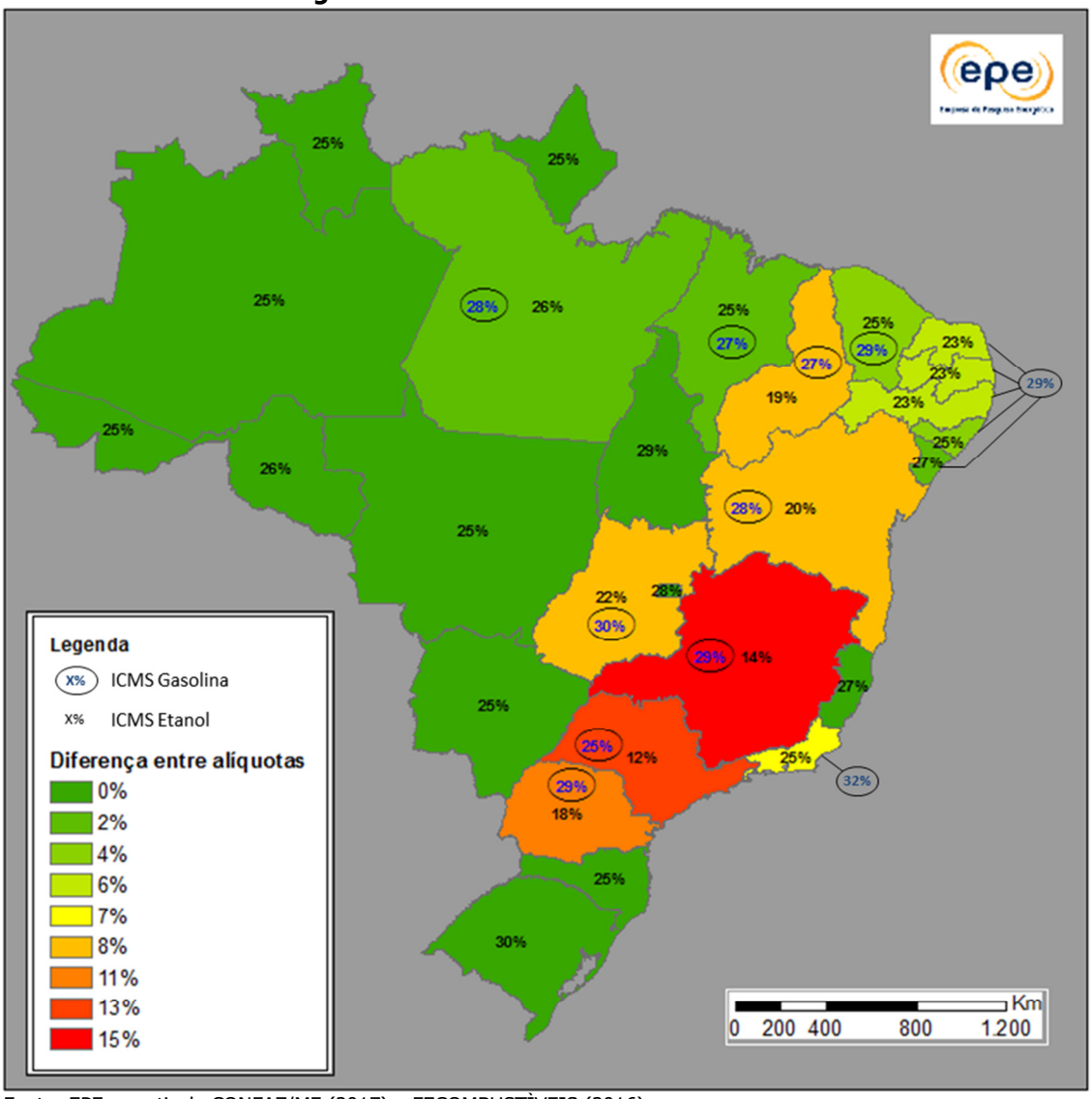
Observa-se que 12 dos 27 estados aplicam as mesmas alíquotas de ICMS para etanol e gasolina, enquanto 15 se utilizam da diferenciação tributária como instrumento de incentivo ao biocombustível. Dentre os últimos, Minas Gerais é o que possui a maior diferença entre as alíquotas de ICMS incidentes sobre os combustíveis, 15 pontos percentuais. Note-se que São Paulo tem o menor valor de ICMS para o etanol, 12%, seguido de Minas Gerais com 14%, enquanto que o Rio Grande do Sul tem a maior alíquota, 30%. Já para a gasolina, o maior valor é 32%, no Rio de Janeiro, e o menor é de 25%, incidente em oito unidades da federação, destacando-se São Paulo.

Ressalta-se que os tributos, federais e estaduais, representam parcela expressiva do preço final dos combustíveis na bomba, que é a principal variável que determina a escolha do consumidor no momento do abastecimento. Considerando que a diferença entre a tributação federal incidente sobre o etanol e a gasolina é uniforme em todo o território nacional, o presente artigo avalia o papel estadual no fomento ao

[42] Constituído pelos Ministérios da Fazenda e do Planejamento e os Secretários da Fazenda dos Estados e do Distrito Federal.

biocombustível. Para tanto, será analisado o caso de Minas Gerais, que promoveu uma série de alterações tributárias voltadas a este fim.

Figura 3 – ICMS dos estados brasileiros



Fonte: EPE a partir de CONFAZ/MF (2017) e FECOMBUSTÌVEIS (2016)

10.3. O Caso de Minas Gerais

Produção, consumo e preços

Minas Gerais possui 35 usinas produtoras de etanol e açúcar em operação, sendo que destas, três encontram-se em recuperação judicial. Sua capacidade nominal instalada é de 75 milhões de toneladas, em abril de 2017. Em 2016, a produção de cana e de açúcar foi de 64 milhões e 4 milhões de toneladas, respectivamente, enquanto que a de etanol (anidro e hidratado) totalizou 2,7 milhões de m^3 (MAPA, 2017a, 2017b).

Com o objetivo de aumentar a competitividade e incentivar o consumo de etanol, o estado vem realizando alterações nas alíquotas de ICMS incidentes sobre os combustíveis automotivos. Em 2011, a alíquota para o etanol com fins carburantes foi

reduzida de 25% para 22%, enquanto que a da gasolina aumentou de 25% para 27%. Ocorreram outras reduções para o etanol: em 2012, de 22% para 19%, e em 2015, de 19% para 14%. Já a alíquota incidente sobre a gasolina foi aumentada para 29%, em 2015 (MINAS GERAIS, 2010, 2011 e 2014). É importante ressaltar que o estado tem uma carga tributária de 12% nas operações internas com etanol para fins carburantes, da usina para as distribuidoras (MINAS GERAIS, 2007).

A Tabela 4 apresenta o *mix* de produção para Minas Gerais, com base no ATR. Observa-se que a destinação do ATR para açúcar manteve-se em valores inferiores a 50%, na maior parte do período analisado, com um perfil similar ao do país (Gráfico 12). Ressalte-se que desde 2013, as usinas vinham aumentando a destinação do ATR para a produção de etanol, em relação à de açúcar (média de 42%), tendência fortemente revertida em 2016, devido aos patamares elevados de preço alcançados pela *commodity* no mercado internacional (Item 1.4).

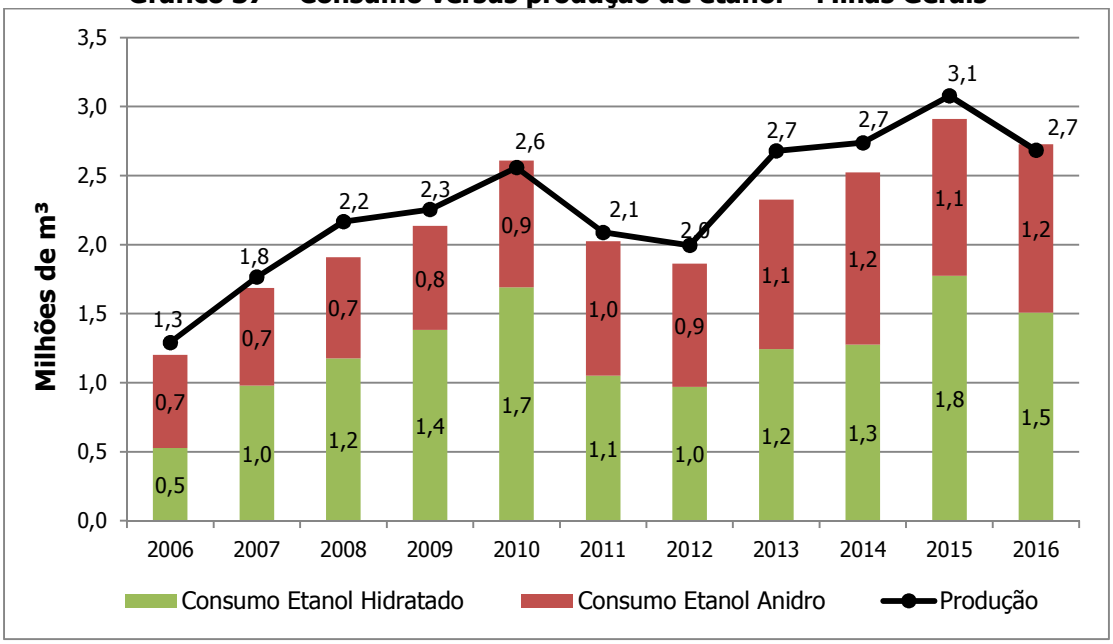
Tabela 4 – Mix de produção – Minas Gerais

ATR	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Açúcar	47%	47%	35%	42%	44%	49%	51%	44%	42%	38%	48%
Hidratado	28%	35%	47%	45%	42%	33%	27%	31%	33%	40%	31%
Anidro	25%	18%	18%	13%	13%	19%	21%	25%	25%	21%	22%

Nota: Os dados de produção de açúcar foram obtidos de MAPA (2017a). Para a produção de etanol, de 2006 a 2015, foram usados os dados de CEMIG (2016, 2017) e, para 2016, os valores divulgados pelo MAPA (2017a).
Fonte: CEMIG (2016, 2017) e MAPA (2017a)

No que tange ao balanço de etanol em Minas Gerais, a produção do biocombustível vem se mantendo superior à demanda em todo o período, como pode ser visto no Gráfico 37, indicando que o estado figura como exportador do biocombustível.

Gráfico 37 – Consumo versus produção de etanol – Minas Gerais



Nota: Para 2006 – 2015, os dados de consumo de etanol foram obtidos de CEMIG (2016, 2017). Em 2016, os dados de consumo de etanol hidratado foram de MAPA (2017a). O etanol anidro foi calculado com base em seu teor na gasolina C, conforme ANP (2017a).
Fonte: ANP (2017a), CEMIG (2016, 2017) e MAPA (2017a)

A relação entre os preços médios anuais do etanol hidratado e da gasolina C, para o consumidor (PE/PG) e sua variação são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5 – Preços médios anuais de etanol hidratado, gasolina C e relativo (PE/PG) – Minas Gerais

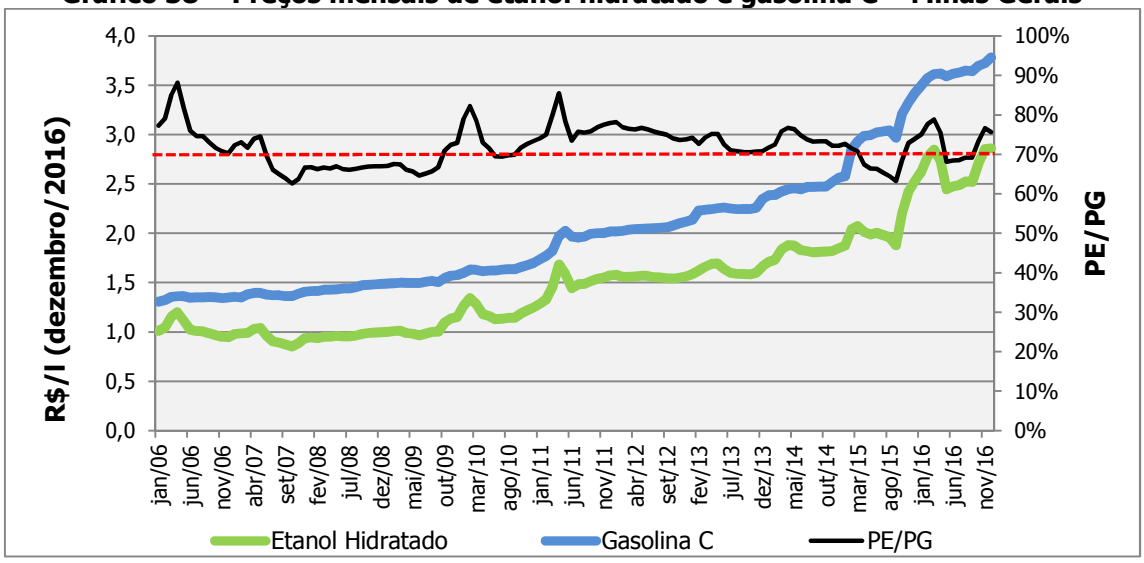
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Etanol Hidratado (R$/litro)	1,03	0,94	0,96	1,03	1,20	1,49	1,56	1,63	1,81	2,08	2,66
Gasolina C (R$/litro)	1,35	1,38	1,45	1,64	1,64	1,94	2,06	2,25	2,46	3,03	3,64
PE/PG	0,76	0,68	0,67	0,68	0,73	0,76	0,76	0,72	0,74	0,68	0,72

Fonte: EPE a partir de ANP (2017a, 2017b)

No ano de 2014, o preço médio dos combustíveis na bomba de abastecimento foi de R$1,81/litro do etanol hidratado e de R$ 2,46/ litro de gasolina C, o que equivale a uma relação média de PE/PG de 74%. Em 2015, houve um aumento no preço médio dos combustíveis em relação ao ano anterior, inferior para o etanol (14,7%), que chegou a R$ 2,08/litro, e de 23,3% para a gasolina C, que subiu para R$ 3,03/litro, resultando em uma relação PE/PG de 68%, favorável ao consumo do biocombustível. Esta redução do PE/PG indica que a alteração no ICMS promovida pelo governo do estado resultou no aumento da competitividade do etanol. Já em 2016, com a alta do preço do açúcar no mercado internacional, o aumento no preço do etanol (27,6%) foi superior ao da gasolina C (20%), levando os combustíveis a alcançarem R$2,66/litro e R$3,64/litro, respectivamente. Com isso, o PE/PG subiu para 72%.

O Gráfico 38 apresenta a evolução mensal dos preços[43] de etanol hidratado e gasolina C e a relação PE/PG em Minas Gerais, para o período 2006-2016.

Gráfico 38 – Preços mensais de etanol hidratado e gasolina C – Minas Gerais



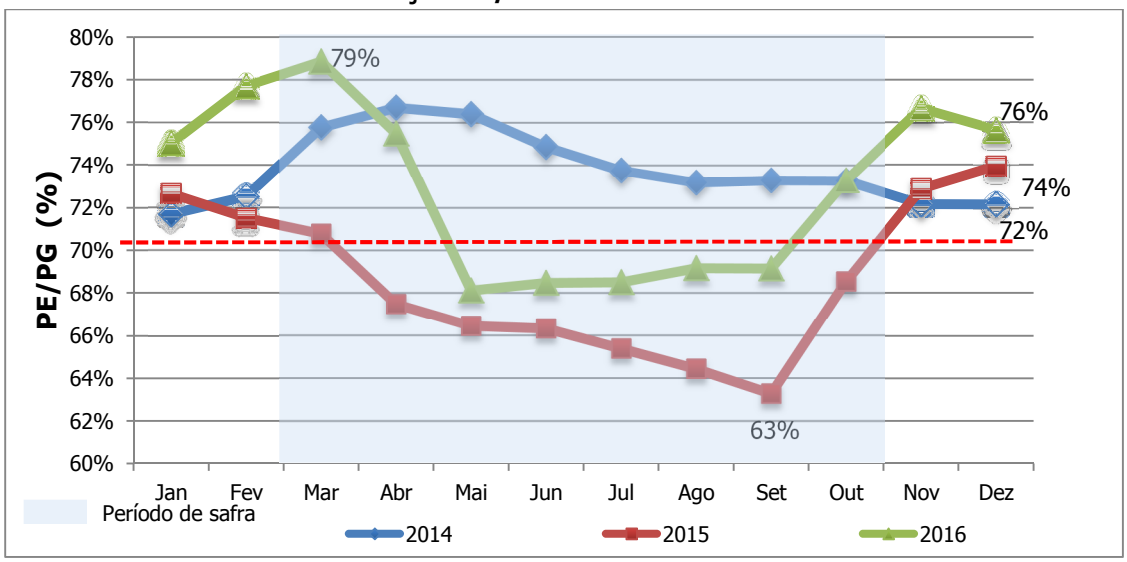
Fonte: EPE a partir de ANP (2017a, 2017b)

Os preços do etanol hidratado e da gasolina C em MG apresentaram uma tendência crescente no período, similar àquela observada no país. É importante destacar, no entanto, que a partir de outubro de 2015, os valores para o etanol hidratado aumentaram consideravelmente. Com o início da safra 2016/17, houve queda dos preços, muito embora não tenham atingido os valores praticados em 2015.

[43] Os preços de etanol hidratado e gasolina C foram deflacionados pelo IPCA, em relação a dezembro de 2016 (valores a preços constantes).

Com o objetivo de avaliar o efeito decorrente da safra da cana-de-açúcar, o Gráfico 39 apresenta, em detalhe, o comportamento do preço relativo mensal para os anos de 2014, 2015 e 2016.

Gráfico 39 – Relação PE/PG 2014 – 2016 em Minas Gerais

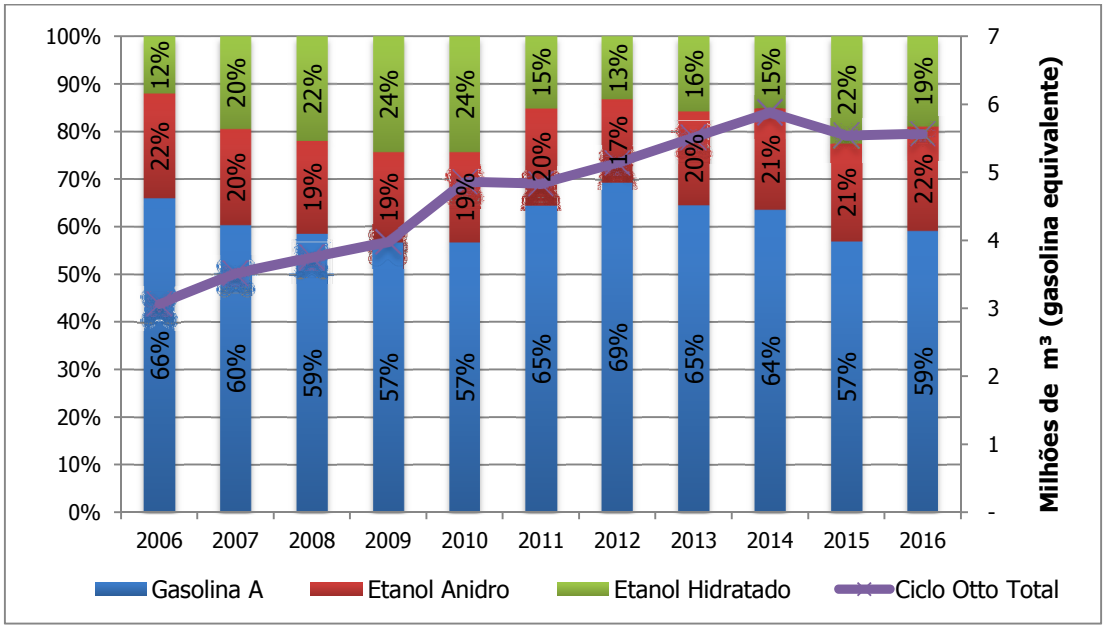


Fonte: EPE a partir de ANP (2017a, 2017b)

Observa-se que os valores de PE/PG em 2014 situaram-se em todo o ano acima de 70%. Com a alteração tributária promovida no ano de 2015, estes permaneceram inferiores a 70% em sete meses do ano, patamar que favorece o consumo do biocombustível. Já em 2016, os valores de PE/PG foram inferiores a 70% em cinco meses do ano. Além disso, ressalta-se que em sete dos oito meses da safra em 2016, situaram-se em patamares inferiores àqueles observados em 2014, mesmo com o aumento do preço do biocombustível. Com isso, evidencia-se que a alteração ocorrida em PE/PG em 2015, impulsionou o consumo do etanol hidratado.

A demanda total de energia de veículos leves do ciclo Otto em MG e sua distribuição entre os combustíveis são apresentadas no Gráfico 40. Verifica-se uma trajetória de crescimento até 2014, comportamento semelhante ao exibido pelo Brasil (Item 2.2).

Gráfico 40 – Demanda do ciclo Otto e participação de combustíveis na frota de veículos leves do ciclo Otto – Minas Gerais



Nota 1: Exclui GNV.
Nota 2: Para 2006 – 2015, os dados de consumo foram obtidos de CEMIG (2016, 2017). Em 2016, os dados de consumo de etano l hidratado foram de MAPA (2017a). A gasolina A e o etanol anidro foram calculados com base no teor de anidro na gasolina C, conforme ANP (2017a).
Fonte: Elaboração própria a partir de ANP (2017a), CEMIG (2016, 2017) e MAPA (2017a)

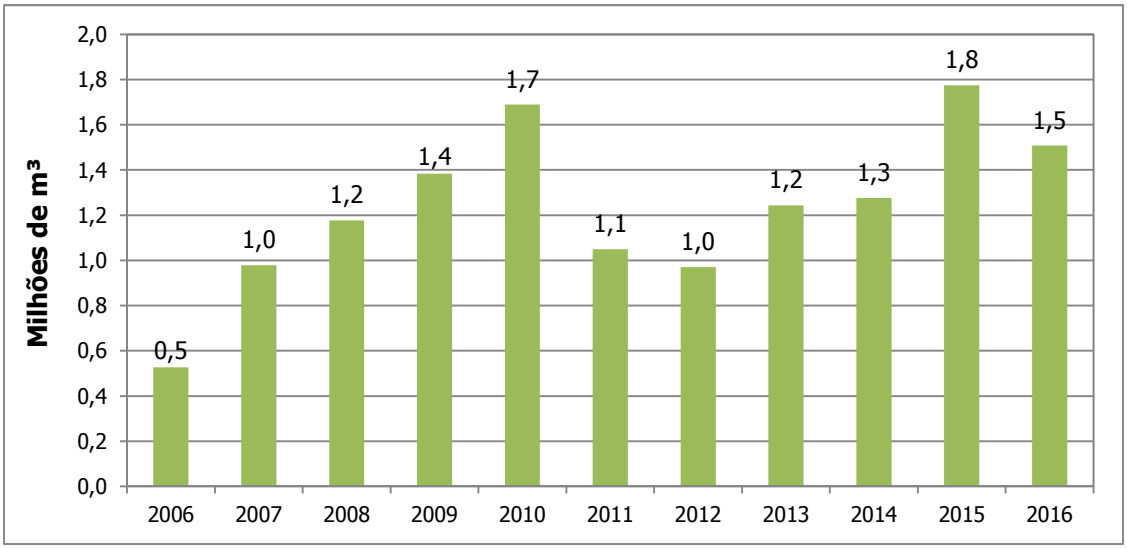
Em Minas Gerais, a participação do etanol hidratado na demanda do ciclo Otto[44], no intervalo compreendido entre 2011 e 2014, manteve-se em torno de um valor médio de 14,9%. Essa evoluiu de 15,2% em 2014 para 22,4% em 2015, quando o governo do estado elevou para 15% a diferença de ICMS entre o biocombustível e a gasolina. Já em 2016, a participação caiu, atingindo 19%.

Ressalte-se que o comportamento de queda foi observado em todo o Brasil e que, apesar do maior direcionamento do *mix* para a produção de açúcar em 2016 (aumentando de 38% para 48%), a participação do hidratado em MG foi 3,8% superior ao observado em 2014. Comparando com o Brasil, observa-se que a participação do hidratado em MG no período 2011-2014 foi inferior em 3,2 pontos percentuais à média nacional para o mesmo período (18,1%). Essa diferença entre MG e Brasil caiu a 1,8% em 2015, em decorrência das alterações tributárias promovidas no estado, com participação dos combustíveis no ciclo Otto em valores similares. Em 2016, com a alta no preço do açúcar no mercado internacional, tal diferença foi de 1,5%, cerca de metade da média do período 2011-2014.

O consumo do etanol hidratado para o período 2006-2016 é apresentado no Gráfico 41.

[44] No Brasil, a participação do hidratado na demanda do ciclo Otto evoluiu de 18,1% em 2014 para 24,2% em 2015 e 20,1% em 2016, conforme Item 2.2.

Gráfico 41 – Consumo de etanol hidratado – Minas Gerais



Nota: Para 2006 – 2015, os dados foram obtidos de CEMIG (2016, 2017). Em 2016, os dados são de MAPA (2017a).
Fonte: CEMIG (2016, 2017) e MAPA (2017a)

Observa-se que o consumo de etanol hidratado em Minas Gerais oscilou em torno de um valor médio de 1,2 milhão de m³ no intervalo compreendido entre 2011 e 2014, com uma relação PE/PG superior a 70%. Esse volume evoluiu de 1,3 milhão em 2014 para o recorde histórico de 1,8 milhão de m³ em 2015, por intermédio da redução do ICMS sobre o biocombustível a 14% e da simultânea elevação do imposto sobre a gasolina a 29%. O aumento em relação a 2014 foi de cerca de 39%, indicando que essa diferenciação tributária aplicada pelo governo estadual logrou alterar os preços dos combustíveis em tal medida que foi possível observar a modificação na escolha do consumidor.

No ano de 2016, em decorrência de um aumento do direcionamento do *mix* para a produção de açúcar, com consequente redução na oferta do biocombustível, o consumo de etanol hidratado foi de 1,5 milhão de m^3, queda de 15%, quando comparado com 2015. Apesar disso, manteve-se superior ao observado em 2014 (18% maior).

Estimativa da arrecadação estadual com o ICMS

As alterações no ICMS do etanol e gasolina, feitas pelo governo de Minas Gerais, em 2015, ocasionaram uma mudança no perfil de consumo destes combustíveis. Visando avaliar que consequências esta alteração trouxe para a receita estadual, foi construída uma estimativa simplificada de arrecadação entre 2014 e 2016. É importante ressaltar que, nesse período, não havia incidência de PIS/COFINS e de CIDE sobre o hidratado, diferentemente da gasolina, sobre a qual incidiam estas alíquotas (BRASIL, 2013 e 2015).

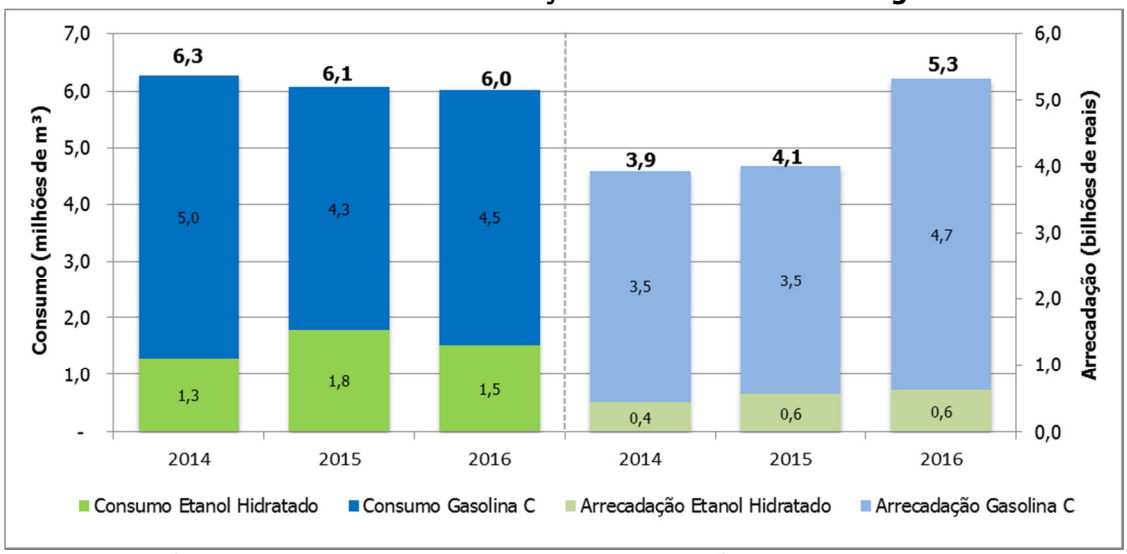
A estimativa de arrecadação do ICMS baseou-se em uma análise dos tributos incidentes em toda a cadeia produtiva do etanol (anidro e hidratado) e da gasolina (A e C), desde o produtor até o consumidor, com base na Estrutura de Formação de Preços da ANP (2017d), conforme Anexo I. Foram utilizados dados mensais para cada uma das variáveis consideradas.

Para o etanol hidratado combustível, utilizou-se o preço médio de realização do produtor em Minas Gerais, conforme CEPEA (2017b). As margens de distribuição e de revenda foram determinadas com base nos preços do estado de Minas Gerais praticados nesses pontos da cadeia produtiva. O custo logístico foi 0,71% do preço do hidratado no revendedor (BRASIL/TCU, 2012).

O preço de realização da gasolina A (com a margem do agente econômico) foi considerado como sendo em torno de 35% do preço da gasolina C no revendedor (em Minas Gerais) (BRASIL/TCU, 2012; PETROBRAS, 2017). O preço do etanol anidro é referente ao do produtor em Minas Gerais (CEPEA, 2017b). As margens de distribuição e revenda da gasolina C foram determinadas de maneira similar às do etanol hidratado. Para calcular o custo logístico total, utilizou-se 0,50% do preço ao consumidor da gasolina C (BRASIL/TCU, 2012).

O Gráfico 42 resume as informações de consumo e as arrecadações estaduais, de cada um desses combustíveis, no período de 2014 a 2016.

Gráfico 42 – Consumo e arrecadação de etanol hidratado e gasolina C



Nota 1: Arrecadação apurada com preços deflacionados pelo IPCA, em relação a dezembro de 2016.
Nota 2: Para 2014 e 2015, os dados de consumo foram obtidos de CEMIG (2016, 2017). Em 2016, os dados de consumo de etanol hidratado foram de MAPA (2017a). A gasolina A e o etanol anidro foram calculados com base no teor de anidro na gasolina C, conforme ANP (2017a).
Fonte: ANP (2017a, 2017b, 2017g), CEMIG (2016, 2017), CEPEA (2017b), MINAS GERAIS (2007, 2014) e BRASIL/TCU (2012)

Pode-se observar que, em 2015, com a diminuição da alíquota de ICMS do etanol hidratado, houve um aumento de 39% do seu consumo e a arrecadação com esse imposto totalizou R$ 0,6 bilhão, o que representou um aumento de 26% em relação ao ano anterior. Dessa forma, verifica-se que a redução de ICMS de fato foi capaz de provocar um aumento do consumo do biocombustível, o que ainda trouxe como benefício ao estado um aumento da arrecadação com este produto. Em relação à gasolina C, a alteração na alíquota de ICMS (de 27% para 29%) resultou no aumento do seu preço final e teve como consequência a redução do seu consumo em 14%. Contudo, apesar do aumento do seu preço final, a arrecadação resultante de suas vendas manteve-se no mesmo patamar. Logo, pode-se observar que as mudanças

tributárias, visando o estímulo ao uso do etanol, conseguiram alcançar seu objetivo, sem impactar negativamente as receitas do estado.

Já em 2016, embora o consumo do etanol hidratado tenha sido reduzido em cerca de 15%, a arrecadação foi 12% superior à do ano anterior. Creditam-se estes fatos como resultantes do maior preço do etanol hidratado ao consumidor, quando comparado aos anos anteriores. Evidencia-se também que o efeito desejado de estímulo ao consumo do etanol, em face à redução do ICMS em 2015, continuou sendo observado no ano de 2016, já que em relação ao ano de 2014, houve incremento no consumo de 18%. A receita obtida com a gasolina C sofreu um aumento de 36% em relação ao ano anterior (embora as vendas tenham sido incrementadas em apenas 5%).

Benefícios Colaterais

Como pode ser observado, a política tributária adotada pelo estado de Minas Gerais resultou na elevação do consumo do etanol. Derivam deste movimento não somente os benefícios financeiros assinalados acima, como também demais externalidades positivas, com destaque à redução das emissões de GEE, advinda tanto do consumo do etanol quanto da bioeletricidade.

O 30° Balanço Energético do Estado de Minas Gerais - ano base 2014 aponta a relevância dos produtos da cana na matriz energética mineira que, assim como na matriz nacional, ocuparam o segundo lugar em participação, 16,3%, atrás somente de petróleo, gás natural e derivados com 39,8%. Considerando o consumo final dos derivados da cana, nota-se um crescimento de 11% a.a. entre 2004 e 2014, mais que o dobro do observado no Brasil, quando o uso desta fonte aumentou 5% a.a.. O destino do bagaço de cana para uso como fonte representou 5,7% dos insumos em 2014, prioritariamente no setor industrial. Para o segmento de alimentos e bebidas, este recurso energético respondeu por 53,6% (CEMIG, 2016).

Bioeletricidade da cana-de-açúcar

Das 35 usinas do setor sucroalcooleiro localizadas em Minas Gerais, cerca de 70% possuem contratos de venda de energia, sendo a maior parte através dos leilões (ACR). O estado desempenha um papel de relevo na oferta de bioeletricidade da cana-de-açúcar, respondendo por cerca de 10% do total injetado no SIN no período de 2014 a 2016, conforme a Tabela 6. O montante exportado no ano de 2016 foi de 2,6 TWh, o que representa um crescimento expressivo de 9% nos últimos três anos.

Tabela 6 – Participação da bioeletricidade de MG no cenário Nacional (GWh)

	2014	2015	2016
Brasil	24,9	27,1	28,6
MG	2,2	2,5	2,6
%	9%	9%	9%

Fonte: CCEE (2016) e CONAB (2017a)

Oportuno assinalar que, muito embora a potência instalada em Minas Gerais não tenha se alterado de forma significativa no último triênio, mantendo-se em torno de 1,2 GW,

a energia injetada apresentou um movimento crescente, resultante tanto do aumento da moagem quanto de uma maior eficientização do segmento (ANEEL, 2017). Nesse sentido, observa-se que a quantidade de energia exportada ao SIN por tonelada de cana processada no estado foi crescente para o período observado (CCEE, 2017; CONAB, 2017a). Cabe destacar que as usinas de MG que comercializam energia nos leilões exportaram 60% a mais de energia por tonelada de cana moída do que a média estadual em 2016.

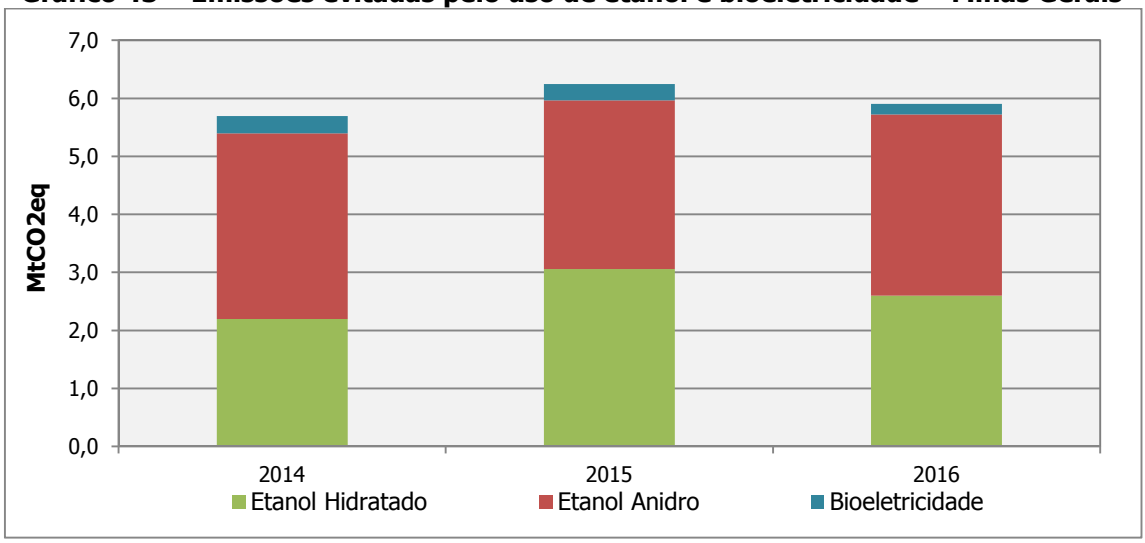
Emissões evitadas

O Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais (PEMC), lançado em 2014, identificou os principais setores responsáveis pelas emissões no estado. O setor industrial ocupa a primeira posição, seguido pelo de transporte. Embora não haja nenhuma meta estadual, as iniciativas neste sentido baseiam-se nas premissas nacionais, que, para sua consecução, utilizaram-se de planos de mitigação e adaptação setoriais, com estabelecimento de metas de redução e planos de ação com horizonte até 2020. Para o setor de transporte, a *Meta Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbano para a Mitigação da Mudança do Clima* vislumbra que o aumento do uso de biocombustíveis é fator relevante para que os resultados esperados sejam alcançados (FEAM, 2014).

O Gráfico 43 apresenta a estimativa das emissões evitadas pelos produtos da cana em Minas Gerais. Com as alterações tarifárias nos biocombustíveis líquidos, as emissões evitadas relacionadas ao uso de etanol no setor de transporte (principal emissor do estado), somaram 5,5 $MtCO_{2eq}$ no ano de 2016. Segundo o PEMC, as emissões deste segmento eram da ordem de 21 $MtCO_{2eq}$ em 2010. No que se refere às relacionadas à bioeletricidade, foi considerada a energia exportada no último triênio, e os fatores de emissões de tCO_{2eq} por MWh gerado[45], calculado pelo MCTI (2016) anualmente. Assim, foi possível estimar a quantidade de tCO_{2eq} evitada com o uso desta fonte renovável, de aproximadamente 200 mil tCO_{2eq}[46] em 2016 para este estado.

[45] Conforme Item 9.
[46] Não foram consideradas as emissões evitadas no autoconsumo.

Gráfico 43 – Emissões evitadas pelo uso de etanol e bioeletricidade – Minas Gerais



Fonte: EPE a partir de ANP (2017a), CCEE (2017), CEMIG (2016, 2017), EPE (2016a) e MCTI (2017)

Emprego

Além dos benefícios ambientais, as unidades sucroenergéticas são responsáveis por um contingente relevante de postos de trabalho. No período de 2006 a 2016, houve uma diminuição na quantidade de trabalhadores por tonelada de cana processada, principalmente devido ao aumento da mecanização na colheita e no plantio da cana. Neste sentido, dados da SIAMIG (2017) apontam queda de 12%a.a. no período de 2011 a 2016, saindo de 1,6 trabalhadores diretos a cada mil toneladas de cana para 0,85. Contudo, simultaneamente, nota-se um crescimento do salário médio pago ao trabalhador, evidenciando um aumento na qualificação da mão-de-obra utilizada neste segmento.

Para alcançar as metas nacionais de produção de etanol assumidas no Acordo de Paris, de 50 bilhões de litros de etanol em 2030, seria necessária a criação de 750 mil postos de trabalho diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva da cana no Brasil, segundo a UNICA (2016).

No estado de Minas Gerais, o início da safra marca também a criação de maior número de postos de trabalho para o setor sucroalcooleiro. Na safra 2015/16, o setor sucroenergético empregava, direta e indiretamente, cerca de 180.000 funcionários (SIAMIG, 2017). Ressalta-se que a região do Triângulo Mineiro é onde se concentra maior parte da produção sucroalcooleira do estado.

10.4. Considerações Finais

A intenção do Governo de Minas Gerais quando realizou as alterações tributárias descritas neste artigo era estimular um aumento do consumo do etanol hidratado em substituição ao uso de gasolina no abastecimento de veículos leves. Os dados apresentados nos Gráfico 40 e Gráfico 41 demonstram que tal objetivo foi alcançado, na medida em que houve crescimento de 39% (2015) e 18% (2016), no consumo de etanol hidratado, em relação ao ano de 2014, quando esta diferenciação tributária ainda não se encontrava implantada.

As alterações de ICMS, obviamente, impactaram ambos os preços e consequentemente a relação PE/PG (Gráfico 39). Como a possibilidade de escolha entre estes dois combustíveis, pelo consumidor final, baseia-se em critérios múltiplos, sendo o mais decisivo, o preço, essa relação manteve-se favorável em vários meses de 2015 e 2016 ao consumo do biocombustível.

É relevante destacar que, ao contrário da suposição de senso comum, a redução dos tributos sobre o etanol hidratado levou ao aumento da arrecadação de ICMS sobre os combustíveis de Ciclo Otto (etanol hidratado e gasolina, majoritariamente) no estado de Minas Gerais. O pleno entendimento desse efeito requer aprofundamentos futuros.

Assim, para o caso analisado, o efeito combinado entre redução de ICMS do etanol hidratado e aumento do mesmo imposto sobre a gasolina, fez com que houvesse uma mudança no perfil de consumo, que levou a uma maior arrecadação de tributos com a venda isolada (e também com a agregada) de ambos os combustíveis.

Dentre os diversos desdobramentos observados, além dos impactos tributários positivos citados, elenca-se a redução das emissões de GEE, advindos tanto do consumo do etanol quanto da bioeletricidade. O estado de Minas Gerais contribui com cerca de 10% da energia injetada no SIN advinda das usinas sucroenergéticas, bem como aproximadamente 10% da produção de etanol. Destaca-se, ainda, o considerável número de postos de trabalho associados à atividade sucroenergética. As iniciativas adotadas por este ator relevante no cenário brasileiro ilustram a importância das políticas públicas nos aspectos sociais, ambientais e econômicos e seus impactos na sociedade. Medidas desta envergadura ressaltam a responsabilidade dos estados no direcionamento das soluções necessárias para o crescimento do Brasil, sustentado pelos pilares da sustentabilidade socioambiental e econômica.

ANEXO I :Estrutura de Formação de Preços (ANP, 2017g)

Etanol Hidratado

Composição do preço do etanol hidratado no produtor

A. Preço de realização (1)
B. Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico = Cide (3)
C. PIS/Pasep e Cofins (4)
D. Preço de faturamento sem ICMS D = A + B + C
E. ICMS produtor E = [(D / (1 - ICMS%)] - D (5)
F. Preço de faturamento do produtor com ICMS F = D + E

Composição do preço a partir da distribuidora

G. Frete até a base de distribuição (2)
H. Custo de aquisição da distribuidora H = F + G
I. Frete da base de distribuição até o posto revendedor
J. Margem da distribuidora
K. PIS/Pasep e Cofins (4)
L. Preço da distribuidora sem ICMS L = H + I + J + K - E
M. ICMS da distribuidora M = [(L / (1 - ICMS%)] - L - E (5)
N. Preço da distribuidora com ICMS e sem Substituição Tributária da revenda N = M + L + E
O. (i) ICMS da Substituição Tributária da revenda (com PMPF) O = (PMPF x ICMS%) - E - M (6)
ou
(ii) ICMS da Substituição Tributária da revenda (na ausência do PMPF) O = % MVA x (E + M) (7)
P. Preço de faturamento da distribuidora P = N + O (i) ou P = N + O (ii)

Composição do preço final de venda do etanol hidratado no posto revendedor

Q. Preço de aquisição da distribuidora Q = P
R. Margem da revenda
S. Preço bomba do etanol hidratado combustível S = Q + R

Observações:

(1) Preço FOB (sem fretes e sem tributos). Já inclui a margem do agente econômico.
(2) Frete até a base de distribuição (quando cobrados separadamente)
(3) Lei nº 10.336, de 12/12/01 e suas alterações, combinada com o Decreto nº 5.060, de 30/04/04 e suas alterações
(4) Lei nº 11.727, de 23/06/08 e suas alterações combinada com o Decreto nº 6.573, de 19/09/08 e suas alterações
(para os contribuintes que optaram pela alíquota específica)
(5) Alíquotas estabelecidas pelos governos estaduais (com reduções das bases de cálculo, se houver) e acrescidas do "Fundo de Pobreza" (se houver).Algumas legislações estaduais diferem o ICMS para a distribuidora ou antecipam para o produtor
(6) Preço Médio ao Consumidor Final (PMPF) estabelecido por Ato Cotepe / PMPF
(7) Margem de Valor Agregado (MVA) estabelecido por Ato Cotepe / MVA (apenas na ausência do PMPF)

Gasolina C

Composição do preço da gasolina "A" (pura, sem a mistura de etanol anidro combustível - EAC) no produtor ou importador

A. Preço de realização (1)
B. Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - Cide (2)
C. PIS/Pasep e Cofins (3)
D. Preço de faturamento sem ICMS D = A + B + C
E. ICMS produtor E = [(D / (1 - ICMS%)] - D (6)
F. Preço de faturamento com ICMS (sem o ICMS da Substituição Tributária) F = D + E
G. (i) ICMS da Substituição Tributária (com PMPF) G = (PMPF x ICMS% / (1 - MIX (9)) - E (7)
ou
(ii) ICMS da Substituição Tributária (na ausência do PMPF) G = F x % MVA x ICMS% (8)
H. Preço de faturamento do produtor sem frete (ex refinaria) com ICMS H = F + G (i) ou + G (ii)

Composição do preço do etanol anidro combustível (EAC) a ser misturado à gasolina "A"

I. Preço do etanol anidro combustível (1)
J. Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - Cide (2)
K. PIS/Pasep e Cofins (4)
L. Preço de faturamento do produtor sem frete e sem ICMS (O ICMS incidente sobre o etanol anidro foi cobrado na etapa de produção da gasolina A na proporção da mistura para formação da gasolina C, conforme item G acima)
L = I + J + K + L (5)

Composição do preço da gasolina "C" (mistura de gasolina "A" e etanol anidro combustível) a partir da distribuidora

M. Frete da gasolina "A" até a base de distribuição
N. Frete do EAC até a base de distribuição (frete de coleta)
O. Custo de aquisição da distribuidora O = M + N + (H x (1- MIX (9)) + (L x MIX (9))
P. Margem da distribuidora
Q. Frete da base de distribuição até o posto revendedor
R. Preço de faturamento da distribuidora R = O + P + Q

Composição do preço final de venda da gasolina "C" no posto revendedor

S. Custo de aquisição do posto revendedor S = R
T. Margem da revenda
U. Preço bomba de gasolina "C" U = S + T

Observações:

(1) Preço FOB (sem fretes e sem tributos). Já inclui a margem do agente econômico.
(2) Lei n° 10.336, de 12/12/01, e suas alterações, combinada com o Decreto n° 5.060, de 30/04/04, e suas alterações
(3) Lei n° 10.865, de 30/04/04, e suas alterações, combinada com o Decreto n° 5.059, de 30/04/04, e suas alterações (para os contribuintes que optaram pela alíquota específica)
(4) Lei n° 11.727, de 23/06/08, e suas alterações, combinada com o Decreto n° 6.573, de 19/09/08, e suas alterações (para os contribuintes que optaram pela alíquota específica)
(5) Em geral, diz-se que há diferimento tributário, quando o recolhimento de determinado tributo é transferido para uma etapa posterior da cadeia. No caso do etanol anidro combustível, o produtor ou importador de gasolina "A" recolhe o tributo incidente sobre a etapa de produção de anidro (usina), nos casos em que este seja utilizado para composição da gasolina "C".
(6) Alíquotas estabelecidas pelos governos estaduais (com reduções das bases de cálculo, se houver) e acrescidas do "Fundo de Pobreza" (se houver).
(7) Preço Médio ao Consumidor Final (PMPF) estabelecido por Ato Cotepe / PMPF
(8) Margem de Valor Agregado (MVA) estabelecido por Ato Cotepe / MVA (apenas na ausência do PMPF) (7)
(9) MIX: Lei n° 8.723, de 28/10/93, e suas alterações, combinada com a Resolução Cima que define o percentual (%) de mistura obrigatória de etanol anidro combustível na gasolina

Referências Bibliográficas

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO
[1]	ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Estatística Mensal do Complexo Soja**, 2017b. Disponível em: www.abiove.org.br/.Acesso em: 02 mar. 2017.
[2]	ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Pesquisa de Capacidade Instalada da Indústria de Óleos Vegetais**, 2017a. Disponível em: www.abiove.org.br/. Acesso em: 02 mar. 2017.
[3]	ABRACICLO – Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares. **Dados do Setor:** vendas atacado, 2017. Disponível em: http://www.abraciclo.com.br/images/pdfs/Motocicleta/Vendas-Atacado/2016_12_Vendas.pdf. Acesso em: 29 mar. 2017.
[4]	ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Aneel homologa limites do PLD**, 2017. Disponível em: www.aneel.gov.br. Acesso em: 14 mar. 2017.
[5]	ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário da indústria automobilística brasileira 2017**. São Paulo: ANFAVEA, 2017 ANFAVEA 2017. Disponível em http://www.anfavea.com.br/anuario.html. Acesso em 04 fev. 2017.
[6]	ANP. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Boletim do etanol nº 08**. Outubro de 2016a. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 08 fev. 2017.
[7]	_____. Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis: 2016. Rio de Janeiro: ANP, 2016b. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 08 fev. 2017.
[8]	_____. **Boletim mensal do biodiesel.** Fevereiro de 2017e. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 22 fev. 2017.
[9]	_____. **Comunicação pessoal**, 2017f
[10]	_____. **Dados Estatísticos**, 2017a. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 14 mar. 2017.
[11]	_____. **Estrutura de formação de preços**, 2017g. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 19 abr. 2017.
[12]	_____. **Leilões de biodiesel**, 2017d. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 14 mar. 2017.
[13]	_____. **Levantamento de preços**, 2017b. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 19 abr. 2017.
[14]	_____. 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: 27 fev. 2017.
[15]	_____. **Sistema de informações de movimentação de produtos** (SIMP), 2017c. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 14 mar. 2017

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO

[16] BCB – Banco Central do Brasil. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais**: Comprometimento de renda das famílias com amortização da dívida com o sistema financeiro nacional – com ajuste sazonal (série nº 19879), 2017d. Disponível em: http://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries. Acesso em: 29 mar 2017.

[17] _____. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais**: Inadimplência da carteira de crédito com recursos livres – pessoas físicas – aquisição de veículos (série nº 21121), 2017ª. Disponível em: http://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries. Acesso em: 29 mar 2017.

[18] _____. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais**: Rendimento médio real habitual das pessoas ocupadas – PNADC (série nº 24382), 2017b. Disponível em: http://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries. Acesso em: 29 mar 2017.

[19] _____. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais**: Taxa de desocupação – PNADC (série nº 24369), 2017c. Disponível em: http://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries. Acesso em: 29 mar 2017.

[20] BIOFUTURE PLATAFORM. **Kickstarting a global, advanced bioeconomy**, 2017. Disponível em: www.biofutureplataform.org. Acesso em: 29 de abr. 2017.

[21] BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. **Financiamentos**, 2017ª. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/financiamentos. Acesso em: 14 mar. 2017.

[22] _____. **Comunicação Pessoal**, 2017b.

[23] BRASIL. Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados e Municípios. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 de outubro. 1966 e retificado em 31 de outubro. 1966. Disponível em: www.planalto.gov.br. Acesso em: 24 abr. 2017.

[24] _____. 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: 24 abr. 2017.

[25] _____. 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: 24 abr. 2017.

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO

[26] _____. 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: 03 fev. 2017.

[27] BRASIL/TCU – Tribunal de Contas da União. **Mercado interno de etanol:** relatório de levantamento. Relator Ministro Raimundo Carreiro. Brasília: TCU, 2012.

[28] CAVALCANTI, M.C.B. Tributação relativa etanol-gasolina no Brasil: competitividade dos combustíveis, arrecadação do estado e internalização de custos de carbono. 2011. 248 p. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Programa de Planejamento Energético/COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

[29] CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **InfoMercado:** Dados individuais, 2017. Disponível em: www.ccee.org.br. Acesso em: 31 mar. 2017.

[30] CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. **30º Balanço energético do Estado de Minas Gerais – BEEMG 2015**: ano base 2014. Belo Horizonte: CEMIG, 2016.

[31] _____. **Comunicação pessoal**, 2017.

[32] CEPEA/ESALQ. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". **Preços Agropecuários:** Etanol (indicador mensal), 2017ª. Disponível em: www.cepea.esalq.usp.br/br. Acesso em: 29 mar. 2017.

[33] _____. **Comunicação pessoal**, 2017b.

[34] CETIP – **Divulgações e resultados:** dados históricos operacionais, 2017 Disponível em: http://ri.cetip.com.br/cetip2013/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=45822. Acesso em: 29 mar. 2017.

[35] CNC – Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo. **Pesquisa de Intenção de Consumo das Famílias (ICF)**, 2017**.** Disponível em: http://cnc.org.br/central-do-conhecimento/pesquisas/economia/pesquisa-de-intencao-de-consumo-das-familias-icf—bril–2. Acesso em: 30 mar 2017.

[36] CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Estatísticas:** Índice Nacional de Expectativas do Consumidor (INEC). Confiança do consumidor segue oscilando. 2017. Disponível em: http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/inec-indice-nacional-de-expectativa-do-consumidor/. Acesso em: 29 mar. 2017.

[37] 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.

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO

[38] _____. 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. 2017. 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: 14 mar. 2017.

[39] CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Comunicação Pessoal**, 2017b.

[40] _____. **Levantamentos de Safra: cana-de-açúcar.** Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. Brasília: CONAB, 2017a. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em: 20 abr. 2017.

[41] CONFAZ/MF. Conselho Nacional de Política Fazendária/Ministério da Fazenda. **Alíquotas e reduções de base de cálculo nas operações internas dos Estados e do Distrito Federal**, 2017. Disponível em: www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/aliquotas-icms-estaduais. Acesso em: 19 abr. 2017.

[42] CONSECANA/SP, 2017. Conselho de Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo. **Circulares CONSECANA**, 2017. Disponível em: www.orplana.com.br. Acesso em: 06 mai. 2017.

[43] CONSULCANA. **Datacana**, 2017. Disponível em: www.consulcana.com/. Acesso em: 26 jan. 2017.

[44] CTC – Centro de Tecnologia Canavieira. **Comunicação Pessoal**, 2017.

[45] _____. **Impurezas e qualidade da cana-de-açúcar**: Levantamento dos níveis de impurezas das últimas safras. Apresentação de Jaime Finguerut e Luiz Antônio Dias Paes na Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil (STAB). Piracicaba, 05 jun. 2014. Disponível em: http://www.stab.org.br/palestra_ws_limpeza_da_cana/JAIME_FINGUERUT.pdf. Acesso em: 26 jan. 2017.

[46] DATAGRO. **Balanço mundial de açúcar**. Edição 04-17, Barueri: DATAGRO, 17 abr. 2017. Disponível em: www.datagro.com/. Acesso em: 27 abr. 2017.

[47] EC – European Comission. **Energy**: Energy Strategy and Energy Union, 2017. Disponível em: http://ec.europa.eu/energy/em/topics/energy-strategy-and-energy-union. Acesso em: 16 jan. 2017.

[48] EIA – U. S. Energy Information Administration. **Monthly energy review: renewable energy**. Total Energy Data, 2017. Disponível em: http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/index.cfm. Acesso em: 10 mar. 2017.

[49] ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.. **Dados de geração e consumo das CGEE participantes do PROINFA**, 2017**.** Disponível em: http://www.eletrobras.com/elb/ProinfA/data/Pages/LUMISABB61D26PTBRIE.htm. Acesso em: 10 mar. 2017

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO

[50] EPA, 2017. **Final Renewable Fuel Standards for 2017, and the Biomass-Based Diesel Volume for 2018.** Disponível em < https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/final-renewable-fuel-standards-2017-and-biomass-based-diesel-volume >. Acesso em: 28 mar 2017.

[51] EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Matriz Energética Nacional 2017: ano base 2016**. Rio de Janeiro: EPE, 2017. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em: 31 mai. 2017.

[52] _____. **Balanço Energético Nacional 2016**: ano base 2015. Rio de Janeiro: EPE, 2016a. Disponível em: www.epe.gov.br . Acesso em: 10 mar. 2017.

[53] _____. 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, 2016b.

[54] _____. **Análise de conjuntura dos biocombustíveis:** ano 2015. Rio de Janeiro: EPE, 2016c. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em: 12 abr. 2017.

[55] _____. **Avaliação do comportamento dos usuários de veículos *flex fuel* no consumo de combustíveis no Brasil** (NT-01-2013). Rio de Janeiro: EPE, 2013. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em: 12 abr. 2017.

[56] _____. Estudo das condições estabelecidas no Tratado de Quioto e resoluções internacionais de sua atualização. Documentação Interna. Rio de Janeiro: EPE, 2009.

[57] EURACTIV – Efficacité et Transparence des Acteurs Européens**. Commission under fire over post-2020 biofuels targets**, 2016**.** Disponível em: http://www.euractiv.com/section/energy/news/commission-under-fire-over-post-2020-biofuels-targets/. Acesso em: 28 mar. 2017.

[58] FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Plano de energia e mudanças climáticas de Minas Gerais**: setor energia. Fundação Estadual do Meio Ambiente; com apoio de Agência Francesa do Meio Ambiente e da Gestão de Energia, Conselho Regional de Nord Pas-de-Calais. Belo Horizonte: FEAM, 2014.

[59] FECOMBUSTÍVEIS – Fundação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes. **Relatório anual da revenda de combustíveis 2016**. Rio de Janeiro: FECOMBUSTÍVEIS, 2016. Disponível em: http://www.fecombustiveis.org.br/relatorios/. Acesso em: 05 abr. 2017.

[60] FENAUTO – Federação Nacional das Associações dos Revendedores de Veículos Automotores, 2017. **Mercado de veículos semi-novos fecha 2016 estável**. Revista FENAUTO, ano 03, edição 12, sec. 08, 2017.. Disponível em: http://issuu.com/fenauto_revista/docs/revista_fenauto_ed12_07-02. Acesso em: 29 mar 2017.

[61] GRANBIO. **Biocombustíveis**, 2017. Disponível em: www.granbio.com.br/conteudos/biocombustiveis/. Acesso em: 3 mar 2017.

[62] 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.

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO

[63] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índice Nacional de Preço ao Consumidor (INPC)**, 2017. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultseriesHist.shtm . Acesso em: 26 jan. 2017.

[64] INPE –. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Mapeamento da cana via imagens de satélites de observação da terra (Canasat)**, 2014. Disponível em: http://150.163.3.3/canasat/tabelas.php. Acesso em: 10 dez. 2014.

[65] 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.

[66] LOGUM LOGÍSTICA S.A. **Sistema Logístico de Etanol**, 2017. Disponível em: http://www.logum.com.br. Acesso em: 07 mar. 2017.

[67] MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agroenergia**, 2017a. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br. Acesso em: 07 mar. 2017.

[68] _____. **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.

[69] _____. **Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira** (Sapcana). Posição 04/2017. Brasília, 2017b Disponível em: http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sapcana/downloadBaseCompletaInstituicao.action?sgJAASAplicacaoPrincipal=sapcana. Acesso em: 14 mar. 2017.

[70] MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Fatores de emissão de CO_2 para utilizações que necessitam do fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil, como, por exemplo, inventários corporativos**, 2017. Disponível em: www.mct.gov.br. Acesso em: 31 mar. 2017.

[71] MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. **Dados estatísticos das exportações e importações brasileiras**. AliceWeb, 2017. Disponível em: http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br. Acesso em: 27 abr. 2017.

[72] MINAS GERAIS. Lei nº 17.247, de 27 de dezembro de 2007. Altera a Lei nº 6.763, de 26 de dezembro de 1975, que consolida a legislação tributária do Estado de Minas Gerais. **Minas Gerais Diário do Executivo**, Belo Horizonte, MG, 28 de dezembro. 2007.

[73] MINAS GERAIS. Lei nº 19.098, de 06 de agosto de 2010. Altera a Lei nº 6.763, de 26 de dezembro de 1975. **Minas Gerais Diário do Executivo**, pp. 1, col. 1, Belo Horizonte, MG, 30 de dezembro. 2011.

[74] MINAS GERAIS. Lei nº 19.989, de 29 de dezembro de 2011. Altera a Lei nº 6.763, de 26 de dezembro de 1975, que consolida a legislação tributária do Estado de Minas Gerais. **Minas Gerais Diário do Executivo**, pp. 3, col. 1, Belo Horizonte, MG, 30 de dezembro. 2011.

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO

[75] MINAS GERAIS. Lei nº 21.527, de 16 de dezembro de 2014. Altera a Lei nº 6.763, de 26 de dezembro de 1975, que consolida a legislação tributária do Estado de Minas Gerais. **Minas Gerais Diário do Executivo**, pp. 1, col. 1, Belo Horizonte, MG, 17 de dezembro. 2014.

[76] MI – Mission Innovation. **Mission Innovation – Accelerating the Clean Energy Revolution**, 2017. Disponível em: http://mission-innovation.net/. Acesso em: 23 de mar. 2017

[77] MME – Ministério de Minas e Energia. **Boletim dos biocombustíveis**. Edição nº 107, janeiro/fevereiro de 2017a. Disponível em: www.mme.gov.br. Acesso em: 14 mar. 2017.

[78] _____. Portaria MME nº 80, de 02 de março de 2017b. 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. 2017. Disponível em: www.mme.gov.br. Acesso em: 07 mar. 2017

[79] _____. **RenovaBio**, 2016. Disponível em: www.mme.gov.br. Acesso em: 13 dez. 2016.

[80] PECEGE – Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas/ESALQ/USP. **Custos de produção agroindustrial cana, açúcar e etanol:** Fechamento da safra 2014/2015 e Acompanhamento 2015/2016. Piracicaba, 2015. Disponível em: http://pecege.dyndns.org/. Acesso em: 07 fev. 2017.

[81] PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.. **Gasolina:** composição de preços ao consumidor, 2017. Disponível em: http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/composicao-de-precos/gasolina/. Acesso em: 19 abr. 2017.

[82] PNUD, IPEA, FJU – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Fundação João Pinheiro. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Brasília: PNUD/IPEA/FJP, 2013. Disponível em: em www.atlasbrasil.org.br. Acesso em: 18 mai. 2017.

[83] QD – Editora Química e Derivados. **Etanol celulósico enfrenta crise setorial e petróleo mais barato**, 2015**.** Disponível em: http://www.quimica.com.br/biocombustiveis-etanol-celulosico-enfrenta-crise-setorial-e-petroleo-mais-barato/. Acesso em: 27 dez 2016.

[84] RAIZEN. **Relatório de Sustentabilidade 2014/2015.** São Paulo: Raizen, 2015. Disponível em: www.raizen.com/relatorio-de-sustentabilidade-2015. Acesso em: 03 mar 2017.

[85] RFA – Renewable Fuels Association. **Statistics**, 2017. World Fuel Ethanol Production. Disponível em: http://www.ethanolrfa.org/resources/industry/statistics/#1454099103927-61e598f7-7643. Acesso em: 28 mar 2017.

[86] SIAMIG – Associação das Indústrias Sucroenergéticas de Minas Gerais/Sindicato da Indústria da Fabricação do Álcool no Estado de MG/Sindicato da Indústria do Açúcar no Estado de MG. **Comunicação Pessoal**, 2017.

Nº.	REFERÊNCIA – TÍTULO

[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: 10 jan.2014.

[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] _____. **Indústria da cana registra saldo positivo na geração de empregos no País.** Notícias, Setor, 04 ago. 2016. Disponível em: http://www.unica.com.br/noticia/76572999203365102 30/industria-da-cana-registra-saldo-positivo-na-geracao-de-empregos-no-pais/. Acesso em: 03 mai. 2017.

[92] _____. **UNICADATA:** área cultivada com cana-de-açúcar/área total por Estado, 2017. Disponível em: www.unica.com.br. Acesso em: 02 mai. 2017.

[93] 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.