

# O etanol na estrutura dos biocombustíveis no Brasil

## *Ethanol on biofuels structure in Brazil*

Daniela Ferreira Cordellini<sup>1</sup>

### Resumo

Definir a política energética do país é uma questão de soberania. Discussões sobre a participação de fontes renováveis nas matrizes energéticas estão em pauta há algum tempo, e levam em conta o problema atual do aquecimento global. A 21ª Conferência das Partes, COP21, ocorrida em dezembro de 2015 em Paris, reuniu países em torno da discussão sobre o enfrentamento dos problemas ambientais. O Brasil concluiu, em 12 de setembro de 2016, o processo de ratificação do acordo e instituiu metas de redução das emissões de gases de efeito estufa. As políticas em torno do etanol são chave para que o país atinja as metas sustentáveis e seja referência no tema. Esse biocombustível é majoritariamente produzido a partir da cana-de-açúcar, mas outras fontes renováveis, como o milho, estão ganhando espaço na linha de produção. A proposta desse artigo é explorar os fatores que podem influenciar a continuidade e importância do etanol na matriz energética brasileira, os quais podem ser de natureza política, econômica e tecnológica. Como fator político citamos o Programa RenovaBio, o qual vem para estruturar as políticas públicas em torno das obrigações assumidas pelo Brasil na COP 21. Como fator econômico, citamos, por exemplo, o alto investimento necessário (US\$ 15 bilhões), até 2023, para suprir a demanda de etanol no país. Por fim, o fator tecnológico remete à produtividade no campo e nas usinas.

Palavras-chave: Etanol. Cana. Produção. Milho. Biocombustíveis.

### Abstract

Defining the country's energy policy is a matter of sovereignty. Discussions about the share of renewable sources in the energy matrix have been on the agenda for some time, and consider the current problem of global warming. The 21st Conference of the Parties, COP21, held in December 2015 in Paris, brought together countries around the discussion on tackling environmental problems. Brazil concluded, on September 12, 2016, the process of ratification of the agreement and established targets for reducing greenhouse gas emissions. Policies around ethanol are key for the country to reach sustainable goals and be a reference in the theme. This biofuel is mostly produced from sugar cane, but other renewable sources, such as corn, are gaining space on the production line. This article aims to explore the factors that can influence the continuity and importance of ethanol in the Brazilian energy matrix, which may be of a political, economic and technological nature. As a political factor, we mention the RenovaBio Program, which comes to structure public policies around the obligations assumed by Brazil at COP 21. As an economic factor, we mention, for example, the high investment required (US \$ 15 billion), by 2023, for the ethanol supply in the country. Finally, the technological factor refers to productivity in the field and in the mills.

Keywords: Ethanol. Cane. Production. Corn. Biofuels.

---

<sup>1</sup> Engenheira Bioquímica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). MBA em Gestão pela FAE Business School. Gerente Comercial LATAM. E-mail: danielacrd@gmail.com

Definir a política energética do país é uma questão de soberania. Os governos, em sua maioria, preocupam-se em garantir que a matriz energética sustente uma robustez econômica e um posicionamento estratégico. Discussões sobre a participação de fontes renováveis nas matrizes energéticas estão em pauta há algum tempo. O petróleo, derivado de fonte fóssil (não renovável), ditou a geopolítica por anos. No entanto, o aquecimento global e a busca por fontes alternativas – etanol, gás de xisto, biodiesel, biogás – mudaram o cenário energético mundial.

A 21ª Conferência das Partes, COP21, ocorrida em dezembro de 2015 em Paris, reuniu países em torno da discussão sobre o enfrentamento dos problemas ambientais. A ratificação de um acordo global entre as 195 partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) foi decisivo para mostrar o compromisso de reduzir os riscos da mudança climática. O Brasil concluiu, em 12 de setembro de 2016, o processo de ratificação do Acordo de Paris e apresentou através da NDC<sup>2</sup> (sigla em Inglês para Contribuição Nacionalmente Determinada) a meta de reduzir em 37%, até 2025, as emissões de gases de efeito estufa, em comparação com 2005. Subsequentemente, reduzir 43% abaixo dos níveis de 2005, até 2030. Para isso, o país se comprometeu a aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030 (expansão do etanol, do biodiesel, da bioeletricidade e novos biocombustíveis), restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, bem como alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis (incluindo eólica, biomassa e solar, além da hidroeletricidade) na composição da matriz energética.

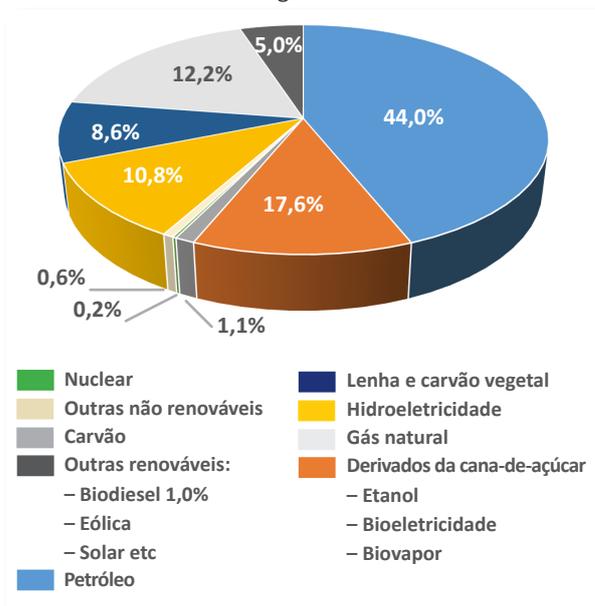
<sup>2</sup> *Intended Nationally Determined Contribution (iNDC).*

FIGURA 1 – Contribuições nacionalmente determinadas do Brasil na COP 21



FONTE: Brasil (2015)

GRÁFICO 1 – Matriz energética brasileira 2015



FONTE: Brasil (2016)

No contexto ambicioso da COP 21, o Ministério de Minas e Energia (MME) lançou, em 2017, o Programa RenovaBio. A proposta é revitalizar o setor de biocombustíveis, trazendo regulamentações que encorajem a produção e o abastecimento do país através de diferentes fontes renováveis, como o etanol de primeira geração e de biomassa, o biodiesel, o biogás/biometano, o bioquerosene, entre outros.

A proposta deste artigo é explorar os fatores que podem influenciar a continuidade e importância do etanol na matriz energética brasileira, os quais podem ser de natureza política, econômica e tecnológica. Como fator político, citamos o Programa RenovaBio, que vem para estruturar as políticas públicas em torno das obrigações assumidas pelo Brasil COP 21. Como fator econômico, citamos, por exemplo, o alto investimento necessário (US\$ 15 bilhões), até 2023, para suprir a demanda de etanol no país. Por fim, o fator tecnológico remete à produtividade no campo e nas usinas.

## 1 Revisão da Literatura

### 1.1 Etanol: do Proálcool ao Renovabio

O Brasil é pioneiro na produção e uso em larga escala de álcool combustível. O Programa Nacional do Álcool, Proálcool, lançado na década de 1970, alavancou a força do etanol anidro, inicialmente usado como aditivo da gasolina em uma mistura de 24% – hoje no patamar de 27%. O programa visava substituir a escassa gasolina pelo álcool etílico carburante. A segunda crise do petróleo, vivida em 1979, revelou a necessidade de adaptação dos motores veiculares para comportar o etanol hidratado, como opção à gasolina. Como consequência, observou-se a expansão agrícola da cana-de-açúcar juntamente com o aumento do número de usinas produtoras de etanol (destilarias), majoritariamente instaladas no Centro-Sul.

Na segunda metade dos anos 1980, as subvenções para a produção do etanol tiveram que ser drasticamente reduzidas em razão da situação econômica do país e da inflação naquela

**O Brasil é pioneiro na produção e uso em larga escala de álcool combustível.**

época. Quando, em 1986, os preços do petróleo caíram (a US\$ 13-14/barril), o Programa Proálcool, que havia se tornado rentável pelo alto preço do petróleo, acima de US\$ 40/barril, não era mais economicamente atrativo. O aumento do preço do açúcar e a liberalização da exportação do produto em 1988 levaram à redução da produção do etanol. Depois de 1989, com o crescente aumento do preço desse combustível, aumentaram as vendas de veículos movidos a gasolina, levando, nos anos 1990, ao final da produção de motores movidos somente a etanol (KOHLHEPP, 2010). A eficiência deste Programa sempre esteve condicionada às cotações do petróleo, sendo que, em situações de baixa, os custos de manutenção do Proálcool não pareciam se justificar. Ainda nos anos 1990, mesmo sob as altas cotações do petróleo devido ao conflito no Golfo Pérsico, outras forças trouxeram questionamentos à existência de políticas de proteção ao álcool de cana-de-açúcar. A onda liberal observada no início do governo Collor promoveu a desregulamentação da maioria das cadeias agroindustriais brasileiras, o que levou à extinção do IAA (Instituto do Açúcar e do Álcool) e mudou completamente a forma como o governo atuava na cadeia. Ainda assim, alguns pilares deste Programa, como a mistura de álcool anidro à gasolina, permaneceram intocáveis (SHIKIDA, 2012).

FIGURA 2 – Fiat 147 foi o primeiro carro a álcool lançado no mercado



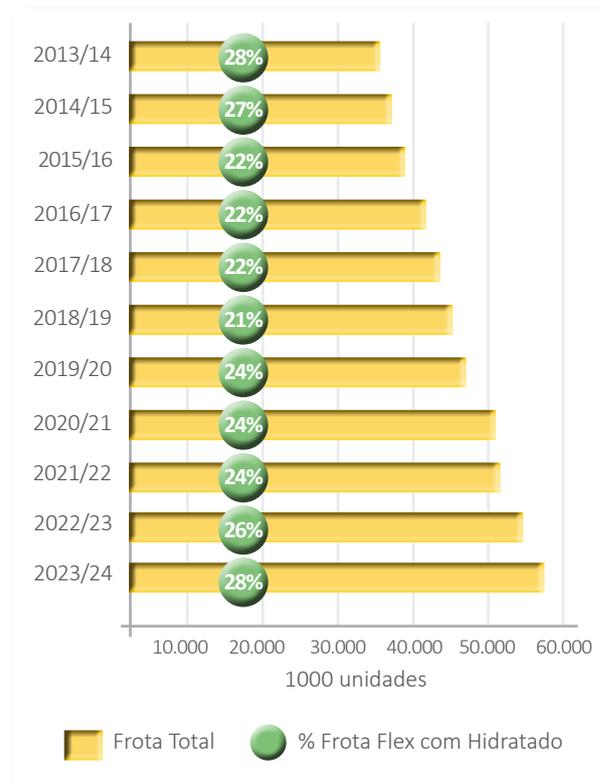
FONTE: G1 (2009)

A retomada do tema veio em 2002, quando houve queda no preço mundial do açúcar (*commodity* derivada da mesma matéria-prima do etanol, a cana-de-açúcar) e a introdução dos veículos flex-fuel, os quais são movidos a gasolina, etanol ou mistura dos dois. Dados da ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) revelam que os flex-fuel representaram 88% dos licenciamentos de automóveis e comerciais leves em 2016. Outro dado interessante, da FIESP (2013), mostra que até 2023/24 a frota flex, rodando com etanol hidratado, representará 28% da frota total brasileira de veículos, conforme o GRÁF. 2.

Discussões em torno da eficiência de combustão e de consumo dos motores flex estão presentes há tempos, e dividem opiniões. Muitos entendem que, para atingir um máximo de eficiência, o motor deve estar adaptado a um tipo de combustível. As montadoras fizeram seus engenheiros trabalharem muito no tema, e novidades surgiram desde 2003. O ganho de potência veio aliado à tecnologia de flexibilidade do combustível. A eletrônica auxiliou a taxa de compressão e a meta é sempre o desempenho máximo dos motores. A ANFAVEA (apud FIESP, 2013) declara que

automóveis não flex, além dos flex, podem usar gasolina com 27% de etanol sem riscos.

GRÁFICO 2 – Evolução da frota brasileira de veículos



FONTE: FIESP (2013)

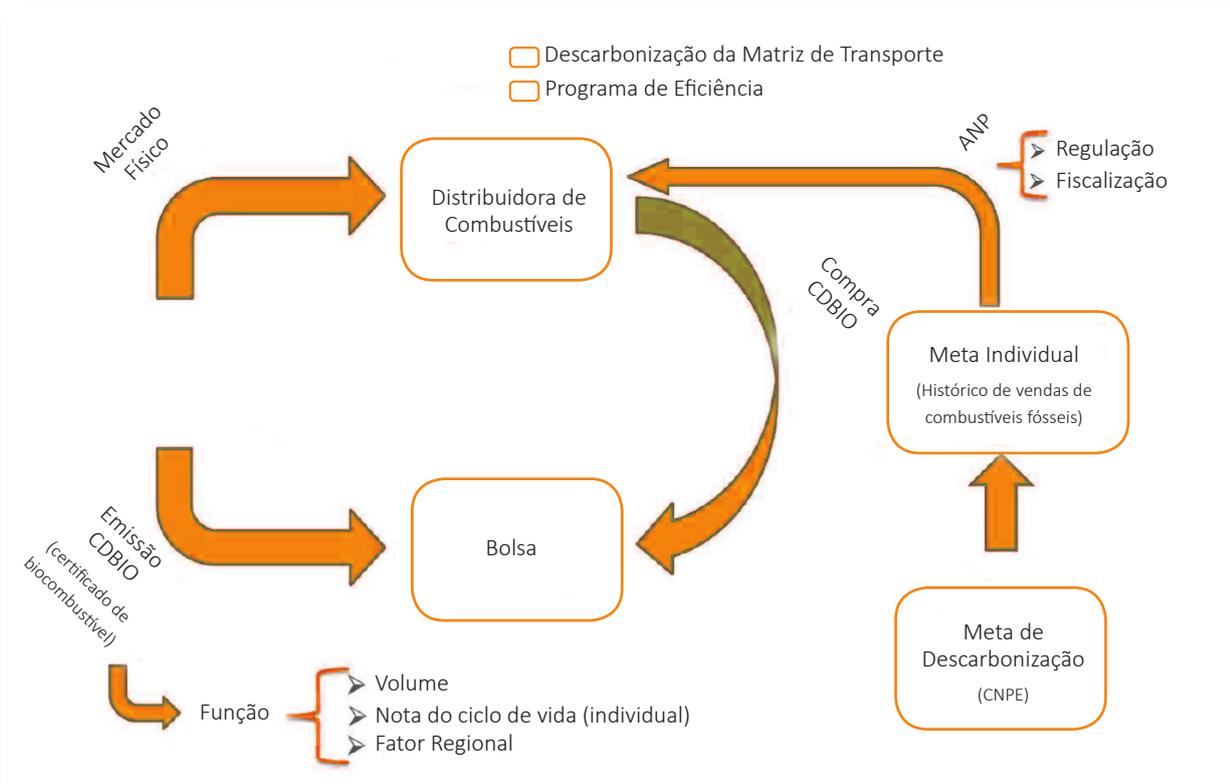
É fato, então, que o Brasil segue investindo para melhorar o aproveitamento dos combustíveis hoje disponíveis. Pensando na sustentabilidade da nossa matriz energética, o Programa RenovaBio vem para estruturar as políticas públicas em torno das obrigações assumidas pelo Brasil na Conferência do Clima de Paris, a COP 21, de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> em 43% até 2030 em relação aos níveis de 2005. Segundo João Irineu Medeiros, diretor de assuntos regulatórios e *compliance* da Fiat Chrysler Automobiles (FCA), durante sua participação no *Ethanol Summit*, encontro bienal organizado pela União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica), que reúne empresários, autoridades, pesquisadores, investidores, fornecedores e acadêmicos do Brasil e do exterior,

Pela primeira vez em 40 anos as cadeias de produção de veículos e de agroenergia convergem esforços para o desenvolvimento tecnológico de soluções conjuntas, políticas e normas de longo prazo para aumentar a eficiência energética e reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>. Este é um fato novo e importante, que pode ser decisivo para o Brasil alcançar as metas de redução de emissões de CO<sub>2</sub> assumidas internacionalmente. (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2017)

O Ministério de Minas e Energia (MME) define o RenovaBio como uma política de Estado que objetiva traçar uma estratégia conjunta para reconhecer o papel estratégico de todos os tipos de biocombustíveis na matriz energética brasileira, tanto para a segurança energética quanto para mitigação de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa. Ainda segundo o MME, diferentemente de medidas tradicionais, o RenovaBio não propõe a criação de imposto sobre carbono, subsídios, crédito presumido ou mandatos volumétricos de adição de biocombustíveis a combustíveis.

As conversas e definições sobre o RenovaBio não param. O Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) reuniu, em 18 de agosto de 2017, os principais atores envolvidos para discussões. A ideia é que os produtores de biocombustíveis sejam premiados com um crédito de redução de carbono (os certificados), os quais terão um valor financeiro dentro do programa. Distribuidores e importadores de combustíveis (incluindo gasolina, diesel e biocombustíveis) terão metas de redução de emissão de carbono que poderão ser atingidas através da compra de Certificados. A FIG. 3 a seguir, apresentada por Miguel Ivan do Departamento de Biocombustíveis do Ministério de Minas e Energia, no evento supracitado do CTBE, sintetiza esse modelo de funcionamento.

FIGURA 3 – Modelo de funcionamento do RenovaBio



FONTE: Ministério de Minas e Energia (2017)

Plínio Nastari, Representante da Sociedade Civil no CNPE (Conselho Nacional de Política Energética), também apresentou no evento do CTBE as justificativas para instaurar esse programa: maior previsibilidade para os agentes econômicos (produtores, distribuidores e outros); incentivo de investimentos privados; menor volatilidade, no curto prazo, na participação dos biocombustíveis no mercado; ganhos de eficiência na produção e no uso dos combustíveis; maior competitividade e menor custo final para os consumidores e sociedade em geral; meritocracia relacionada à eficiência energética e ambiental. De acordo com o Representante, o RenovaBio abre espaço para a plataforma do biofuturo, possibilitando a internacionalização do modelo brasileiro, aumento da influência geopolítica do país, e a exportação do modelo tecnológico de produção de energia de biomassa e motorização por eletrificação baseada em combustível líquido com baixa pegada de carbono.

Programas dessa dimensão possibilitam diferentes atuações de empresários, governos e sociedade civil. Há um Projeto de Lei tramitando no Senado (304/2017), de autoria de Ciro Nogueira (PP-PI), que prevê mudança no Código de Trânsito Brasileiro, para proibir a circulação de automóveis movidos com combustíveis fósseis. Haveria proibição de comercializar veículos novos movidos a gasolina ou diesel a partir de 1º de janeiro de 2030. O projeto mostra-se favorável à continuidade dos carros movidos a etanol e reconhece o esforço e o pioneirismo brasileiros na produção desse biocombustível, cujo uso também contribui para a sustentabilidade ambiental do setor de transportes. Outros países, como Alemanha, possuem iniciativas similares. Montadoras também propõem que no futuro haja apenas lançamentos de carros elétricos ou híbridos. O texto está em tramitação no Senado e será encaminhado para

**Montadoras também propõem que no futuro haja apenas lançamentos de carros elétricos ou híbridos.**

a Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania (CCJ) e pela Comissão de Meio Ambiente (CMA), que poderá decidir pela aprovação ou rejeição do Projeto de Lei em caráter terminativo. Se nada for alterado, ele será encaminhado à Câmara e depois para sanção pelo presidente.

O Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços lançou, em abril de 2017, o 9º Ciclo do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV). A partir desse ano, todos os carros comercializados no país trarão a informação de eficiência de consumo e emissão de gases, tanto poluentes como de efeito estufa (CO2).

Desde 2008, os veículos são avaliados e recebem etiqueta com faixas coloridas de “A” (mais eficiente) até “E” (menos eficiente). O PBEV brasileiro é considerado um dos mais avançados do mundo. Como exemplo podemos citar que os EUA, um dos líderes mundiais em etiquetagem veicular, só em 2015 uniu as informações de consumo e emissão de gases na mesma etiqueta, melhoria que o Brasil passou a adotar já em 2016. Conhecendo as classificações de eficiência energética por categoria e geral, bem como as informações de

emissões de gases, o consumidor poderá exercer uma decisão de compra mais consciente que pode lhe proporcionar uma economia financeira grande e um benefício para a indústria do país. A regra já atinge 915 modelos e versões e ao longo do primeiro semestre, outros 87 modelos e versões serão incluídos, fechando 2017 com mais de 1.000 modelos e versões de veículos enquadrados no programa. A tabela do PBEV, com a lista de todos os modelos e a suas respectivas classificações, está disponível na página do Inmetro na internet<sup>3</sup>.

### 1.3 As Diferentes Tecnologias de Produção do Etanol

O Brasil é o segundo maior país produtor de etanol do mundo, com cerca de 28% do volume total produzido, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, o qual tem a parcela de 58%. Além desses dois países principais, a Europa ocupa a 3ª posição, produzindo 5% do volume total mundial. China segue com 3% e Canadá com 2%. Outras regiões, juntas, completam os 4% restantes. Em 2016, o volume total de etanol produzido no Brasil excedeu os 28 bilhões de litros.

De acordo com Agência Nacional do Petróleo, ANP, a capacidade total instalada no país é de aproximadamente 334 mil m<sup>3</sup>/dia, sendo dividida entre 217 m<sup>3</sup>/ dia de etanol hidratado e 117 m<sup>3</sup>/dia de etanol anidro. São 384 plantas produtoras autorizadas. Segundo um estudo realizado pela FIESP (2013), a produção de etanol no Brasil terá um crescimento médio anual de 1% ao ano, chegando ao volume de 38,9 bilhões de litros em 2026/27.

<sup>3</sup> Disponível em: [www.inmetro.gov.br/pbev](http://www.inmetro.gov.br/pbev)

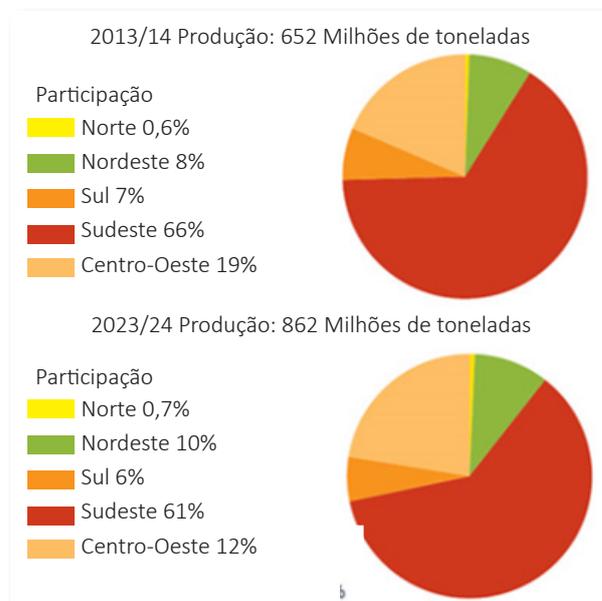
GRÁFICO 3 – Projeção da produção de etanol no Brasil



FONTE: FIESP (2013)

A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima utilizada na produção do biocombustível, atingindo 97,1% de participação. A principal região produtora no Brasil é o Sudeste, com 57% da produção, seguido pelo Centro-Oeste, Nordeste, Sul e Norte.

GRÁFICO 4 – Participação regional na produção de cana-de-açúcar



FONTE: FIESP (2013)

Nos Estados Unidos, o milho é a matéria-prima prioritária na produção do etanol e o Brasil, principalmente na região Centro Oeste, adotou o grão como fonte alternativa de produção. A região citada comporta o maior estado produtor de milho, o Mato Grosso, que consegue entregar sacas a preços muito mais baixos do que a média nacional. O aumento da produção do milho nos últimos anos gerou um excedente do produto na região de Mato Grosso. Os principais fatores que influenciaram esse crescimento foram o preço relativamente mais baixo da terra, presença de duas safras e disponibilidade de área para expansão agrícola. Devido à distância com os portos, observa-se altos custos logísticos e dificuldade de escoamento da produção. A melhor alternativa é usar excedente para produzir etanol, o que gera renda, receitas ao município e garantia de abastecimento de regiões próximas.

Os processos de produção a partir da cana e do milho são distintos. A sacarose, presente na cana, simplifica o processo, pois já é um açúcar disponível para ser fermentado pela levedura, microrganismo produtor do etanol. Já as fontes amiláceas, como o milho, requerem a transformação enzimática do amido em glicose, tornando-o disponível para a conversão fermentativa.

O processo produtivo do etanol inicia-se logo com a chegada da matéria-prima à indústria, onde amostras de cana são colhidas e levadas para análise. A cana é então lavada para a eliminação de terra e impurezas e conduzida para a realização do preparo básico. A extração do caldo pode ser realizada por difusão ou, mais usualmente empregado, por moendas. O bagaço remanescente é levado para a planta de energia da indústria para ser utilizado para a cogeração combustível através de sua queima. O caldo proveniente das moendas ou dos difusores deve ser submetido a um peneiramento, a fim de eliminar impurezas

**A via seca está consolidada como o processo mais comum na produção de etanol de milho.**

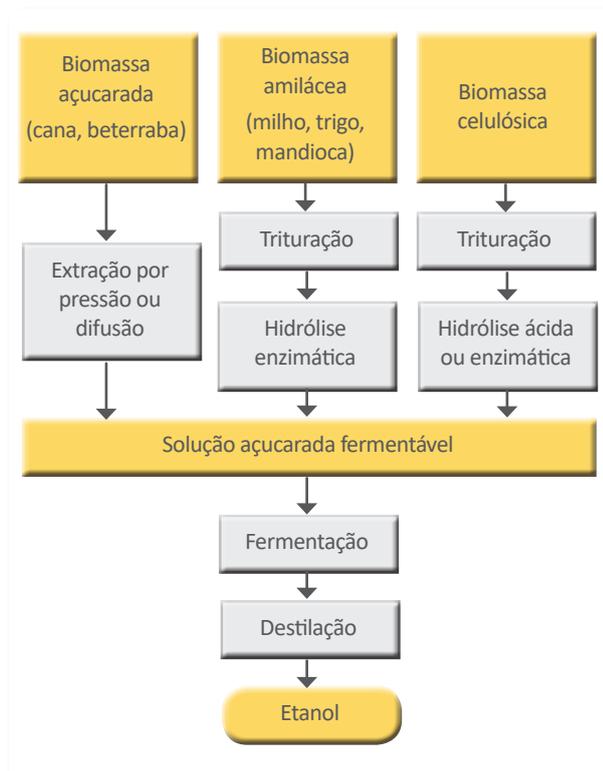
grosseiras. A produção de etanol utilizando cana-de-açúcar como matéria-prima pode dar-se através da fermentação do caldo da cana de forma direta ou de misturas de caldo e melaço, este proveniente da produção do açúcar.

O mosto, antes de chegar à fermentação, deve ser aquecido à temperatura de até 105°C para a eliminação de alguns microrganismos contaminantes. Em seguida, o mosto deve passar por resfriamento para que sua temperatura esteja a aproximadamente 30°C para ser enviado às dornas de fermentação. Nas dornas, são adicionados microrganismos (geralmente fungos unicelulares da espécie *Saccharomyces cerevisiae*), chamados de “levedo”, “pé-de-cuba” ou “fermento”. A fermentação dura cerca de 8 a 12 horas, período em que o caldo é transformado em vinho, que possui de 7% a 10% de álcool. O biocombustível resultante da destilação do vinho encontra-se na forma hidratada, uma mistura binária álcool-água (teor de 96º GL, etanol hidratado). O etanol anidro possui pelo menos 99,6ºGL e é obtido por processo de desidratação do etanol hidratado.

Existem dois processos utilizados para a produção do etanol de milho, sendo um a partir de moagem via úmida e outro por moagem via seca. Apesar de a via úmida ser a mais comumente

utilizada até os anos 1990, hoje a via seca está consolidada como o processo mais comum na produção de etanol de milho. No caso da via seca, o grão de milho moído é adicionado à água e enzimas para promover a hidrólise do amido em cadeias menores de açúcar. Após esta etapa, as cadeias de açúcares formadas sofrem a ação da glicoamilase para serem sacarificadas, e a solução resultante segue para as dornas de fermentação, assim como ocorre na produção de etanol a partir da cana-de-açúcar (MANOCHIO, 2014).

FIGURA 4 – Diferentes rotas tecnológicas para a produção do etanol



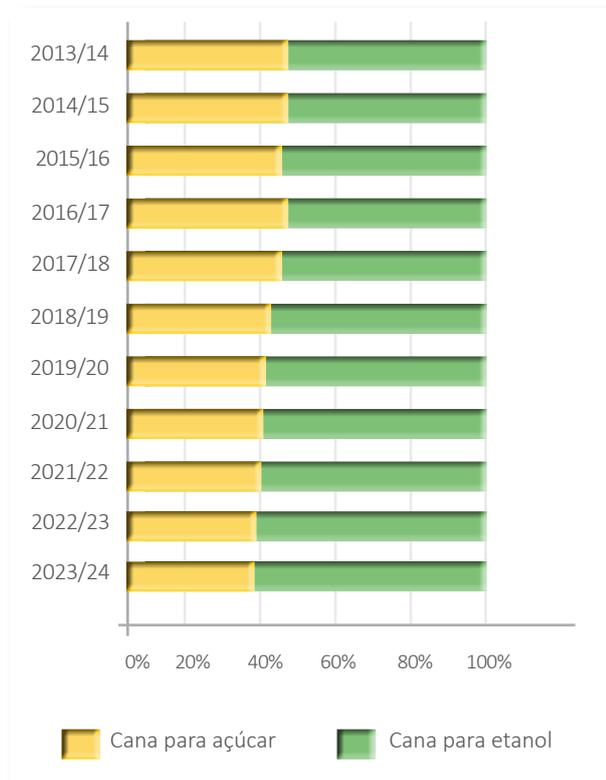
FONTE: Manochio (2014, p. 09)

Diferenças significativas entre produzir etanol de cana-de-açúcar e de milho estão na tecnologia e na produtividade, o que afeta o balanço econômico. Enquanto o milho pode ser estocado por longos períodos, permitindo uma

estratégia de compra da saca, a cana precisa ser colhida e processada na usina, em seguida. A maior desvantagem da produção de etanol de milho está ligada ao rendimento por área produzida. Cid Sanches, Gerente de planejamento da Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso (Aprosoja), comenta que atualmente uma tonelada de cana produz entre 80 e 90 litros de etanol, enquanto a mesma tonelada de milho produz de 390 e 410 litros. Entretanto, a cana-de-açúcar produz em média 77 toneladas/ha e o milho 6 toneladas/ha, ou seja, enquanto um hectare de cana-de-açúcar tem o potencial de produzir cerca de 6.400 litros de etanol, um hectare de milho pode produzir 2.400 litros (MARINHO, 2016).

Os demais produtos gerados em cada processo variam. O CO<sub>2</sub>, gás carbônico, é gerado em ambos, mas seu recolhimento e tratamento é custoso e pouco comum. O bagaço da cana é usado como fonte de energia para caldeiras das usinas, produzindo vapor e energia elétrica. O excedente desta pode ser vendido no mercado nacional de energia, regulado pela Aneel, Agência Nacional de Energia Elétrica. O etanol de segunda geração pode ser produzido pelo bagaço e/ou palha da cana e no Brasil, duas usinas instaladas dispõem dessa tecnologia: BioFlex, da Gran Bio e Costa Pinto, da Raízen. O açúcar pode ser considerado um outro produto gerado pela cana-de-açúcar e o melaço, resíduo dessa produção, é utilizado para produzir o etanol. Até a criação do carro Flex Fuel, em 2003, a produção do setor sucroalcooleiro do Centro-Sul do País era prioritariamente voltada para o açúcar. A partir dessa data, houve uma inversão em favor do etanol, e a projeção é positiva para o biocombustível, conforme mostra o GRAF. 5.

GRÁFICO 5 – Destino da cana-de-açúcar



FONTE: FIESP (2013)

O milho é uma matéria-prima que pode prover óleo e DDGS, sigla em inglês para *Dried Distillers Grains with Solubles*, cujo significado é “Grãos Secos de Destilaria com Solúveis”. O óleo pode ser usado para diversas aplicações, como produção de biodiesel ou de insumos agrícolas. O DDGS apresenta-se como uma alternativa nutricional e econômica de substituição dos cereais na dieta dos animais, podendo substituir parcialmente o farelo de milho e o de soja.

#### 1.4 Os Investimentos e o Futuro do Etanol Brasileiro

O futuro do etanol brasileiro dependerá de investimentos em novas usinas e na modernização do setor agrícola. O setor sucroenergético foi

estimulado, a partir de 2004, durante o governo de Luis Inácio Lula da Silva, a investir em novos projetos e na ampliação da capacidade produtiva. Estima-se que o investimento chegou a mais de 30 bilhões de dólares. Desde o anúncio do Pré-Sal, em 2007, os incentivos governamentais diminuíram, abrindo espaço para uma preferência aos combustíveis fósseis, levando ao marco de início da crise para os usineiros, em 2008. A crise financeira que, no Brasil, aparentemente não provocou um impacto tão grande como na Europa e nos Estados Unidos reduziu, no entanto, as atividades de investimentos estrangeiros. Além disso, o preço do petróleo caiu drasticamente nos primeiros meses de 2009, diminuindo assim a rentabilidade do etanol, rentabilidade essa que somente se inicia quando o barril de petróleo custar mais que 40 dólares. Empresas que conseguiram fazer uma gestão austera e se capitalizaram no momento da crise, em vez de acumular mais dívidas, estão hoje em situação confortável. Grande parte das empresas encontrava-se altamente endividada, cenário que foi potencializado pelo aumento da oferta mundial de açúcar. Não obstante, os custos de produção no Brasil se elevaram e, mesmo com a recuperação dos preços do açúcar e do etanol na safra 2009/2010, a situação financeira desfavorável da maioria das empresas estava longe de ser equacionada. O setor passou a experimentar um forte movimento de fusões e aquisições, ao mesmo tempo em que parte da capacidade de moagem passou para empresas multinacionais e que fatores modificaram de forma importante o seu perfil. Desde o final de 2015, no entanto, o setor sucroenergético tem aproveitado a elevação dos preços internacionais do açúcar para engordar seu faturamento e quitar parte de suas dívidas.

Em julho de 2017, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), organização pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), abriu para consulta pública o Plano Decenal de Expansão de Energia 2026 (PDE), o qual elabora um diagnóstico da situação da produção de cana-de-açúcar, incluindo o que deve marcar os próximos anos para as usinas sucroenergéticas. O órgão afirma que o atual momento das usinas é de “equacionamento da sua situação financeira”. O termo inclui o pagamento de dívidas e, também, investimentos para a melhora dos índices operacionais – redução dos custos e aumento de margem –, elevando a sustentabilidade financeira das usinas brasileiras. Segundo o documento, os investimentos em formação de canavial, que incluem o preparo do solo, plantio e tratamentos culturais, serão da ordem de R\$ 3 bilhões, sem considerar o arrendamento de terra. Para a determinação desses custos, utilizou-se como base o valor médio para as regiões tradicional e de expansão da cana, de cerca R\$ 17,50 por tonelada de cana. Por sua vez, a partir da área de colheita e produtividade, a EPE estimou que a projeção de cana colhida cresça a uma taxa de 2% ano. Dessa maneira, a moagem de cana em todo o Brasil deve passar de 671 milhões de toneladas (dados de 2016) para 830 milhões de toneladas em 2026 – um crescimento de mais de 22%. Vale lembrar que, no PDE 2026, a EPE projetou que o número de usinas deva crescer no período de 378 unidades para 396. Nesse contexto, o percentual de cana destinada ao etanol varia de 54%, em 2016, para 61%, em 2026, aumento que se deve à maior demanda pelo biocombustível.

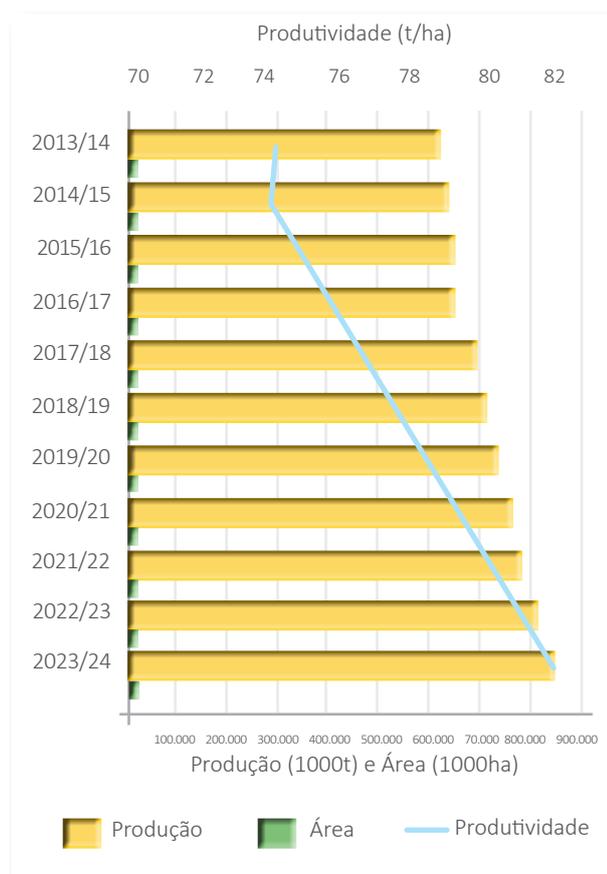
A empresa tem a expectativa de que 24 unidades existentes investirão em expansão da capacidade instalada enquanto 12 novas unidades serão construídas nos próximos 10 anos.

São esperados mais R\$ 11 bilhões referentes às expansões e investimentos na ordem de R\$ 13 bilhões para *greenfields*, termo referente a novas usinas. De acordo com a EPE, para uma nova unidade mista – que produza açúcar e etanol – é estimado que o investimento médio seja de R\$ 344,80 por tonelada de cana. Já no caso de uma destilaria, o valor seria algo em torno de R\$ 310,60 por tonelada de cana. Nos dois casos, o valor inclui a presença de estrutura para cogeração de energia elétrica.

Para suprir a demanda de etanol no país, a qual, segundo o diretor da Archer Consulting, Arnaldo Corrêa, em um relatório sobre as projeções até a safra 2022/2023, a indústria de açúcar e etanol precisará investir um montante superior a US\$ 15 bilhões. Ele prevê aumento progressivo da demanda por açúcar e etanol nos próximos anos. No etanol, a demanda pelo anidro deve passar de 12,25 bilhões para 13,13 bilhões de litros entre os ciclos 2018/2019 e 2022/2023. No mesmo período, a procura pelo hidratado deve passar de 14,53 bilhões para 176,7 bilhões de litros. As exportações também devem aumentar, de 719 milhões de litros na safra 2018/2019 para 762 milhões no ciclo 2022/2023. Daí a necessidade de ampliar a estrutura de processamento no país. Corrêa faz a ressalva, no entanto, de que um aporte de recursos desse nível depende de o governo brasileiro garantir segurança aos investidores.

Segundo a FIESP (2013), em 2023/2024, haverá a necessidade de o Brasil atingir uma área plantada de 10,5 milhões de hectares e um esmagamento de cana-de-açúcar da ordem de 862 milhões de toneladas para atender o crescimento do consumo e das exportações de açúcar e etanol.

GRÁFICO 6 – Produção, área e produtividade de cana-de-açúcar



FONTE: FIESP (2013)

## 1.5 Outros Biocombustíveis

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de Biodiesel. Em 2016, foram produzidos 3,8 bilhões de litros. Biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, que pode ser obtido por diferentes processos tais como o craqueamento, a esterificação ou pela transesterificação. Esta última, mais utilizada, consiste numa reação química de óleos vegetais ou de gorduras animais com o álcool comum (etanol) ou o metanol, estimulada por um catalisador. Desse

processo também se extrai a glicerina, empregada para fabricação de sabonetes e diversos outros cosméticos. Há dezenas de espécies vegetais no Brasil das quais se podem produzir o biodiesel, tais como mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja, dentre outras.

Em 2004, o governo brasileiro lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). O objetivo foi introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional. Desde o lançamento do PNPB, a iniciativa privada vem aportando recursos, realizando investimentos na distribuição do combustível, em laboratórios, em pesquisa, na produção de matérias-primas, tudo isso graças à segurança do ambiente regulatório, proporcionado pela definição de metas e a criação de um marco legal para o biodiesel. A mistura de biodiesel ao diesel fóssil teve início em dezembro de 2004, em caráter autorizativo. Em janeiro de 2008, entrou em vigor a mistura legalmente obrigatória de 2% (B2), em todo o território nacional. Com o

**O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de Biodiesel.**

perceptível amadurecimento do mercado brasileiro, esse percentual foi ampliado pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) sucessivamente até atingir 5% (B5) em janeiro de 2010. Desde março de 2017, a mistura é de 8% (B8), com meta de atingir B10 em março de 2018. Espera-se, com o aumento da produção de biodiesel, reduzir a dependência das importações de petróleo.

Esse combustível renovável permite a economia de divisas com a importação de petróleo e óleo diesel e também reduz a poluição ambiental, além de gerar alternativas de empregos em áreas geográficas menos atraentes para outras atividades econômicas e, assim, promover a inclusão social. Durante os primeiros 7 anos do PNPB, reduziram-se as importações de diesel em um montante de US\$ 5,3 bilhões (ou R\$ 9,5 bilhões ao câmbio de 1,80), contribuindo positivamente para a Balança Comercial brasileira. Dados relativos ao agronegócio brasileiro indicam que cada Real de produção agropecuária se transforma em três Reais quando se considera a média desses efeitos multiplicadores, os quais tendem a crescer na medida em que se avança no processo de produção e exportação de produtos com maior valor agregado.

Biometano é um biocombustível gasoso oriundo do biogás. Por sua vez, o biogás é uma mistura de gases resultante do processo de degradação da matéria orgânica na ausência de oxigênio, ou seja, em um processo anaeróbico. O principal componente dessa mistura é o metano, um gás com alto potencial energético, o que faz do biogás uma fonte renovável de energia que reúne características para ser intercambiável com o gás natural em todas as suas aplicações. Os resíduos essencialmente orgânicos são provenientes das atividades agrossilvopastoris ou de certas atividades

**Esse combustível renovável  
permite a economia de  
divisas com a importação  
de petróleo e óleo diesel  
e também reduz a  
poluição ambiental.**

comerciais (por exemplo, os descartes de bares e restaurantes), excluídos daí o gás de aterro e o proveniente de estações de tratamento de esgoto. A qualidade do biometano é regulamentada pela ANP por meio da Resolução ANP n. 8/2015. O biometano de procedência qualificada pode ser misturado ao gás natural e comercializado por meio de conexão à rede de distribuição de gás canalizado, ou então, na forma de gás comprimido. Segundo um levantamento apresentado pela Associação de biogás e biometano (Abiogás), o Brasil possui um potencial de produzir cerca de 78 milhões de metros cúbicos diários de biogás e biometano de segunda geração. Desse total, a maior parte, ou 56 milhões de m<sup>3</sup> são originados do setor sucroenergético, 15 milhões de m<sup>3</sup> da produção de alimentos e outros 7 milhões de m<sup>3</sup> derivam do saneamento básico. Esse volume equivale a cerca de 25% da disponibilidade de Energia no país ou a 73% do gás natural do país. O biogás pode ser um combustível que ajudaria o Brasil a não depender dos investimentos em linhas de transmissão para utilizar os aproveitamentos hidráulicos localizados afastados dos centros de carga ou de regimes hidrológicos.

A bioquerosene, conhecido no Brasil pela sigla QAV, é produzida a partir da cana-de-açúcar e representa um potencial altíssimo para substituir a querosene fóssil empregada na aviação civil. O setor aéreo mundial deve, até 2050, reduzir suas emissões de CO2 aos níveis de 2005, o que significa baixar pela metade os patamares de 2016. Atualmente, o bioquerosene pode representar até 10% na mistura de combustíveis para abastecimento de aviões. O limite está previsto em homologações realizadas pela ASTM (*American Society for Testing and Materials*), e também pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Uma das vantagens do bioquerosene feito a partir da cana está no fato de que a emissão dos gases que provocam efeito estufa é 83% menor. O custo de produção ainda é uma barreira para a utilização em larga escala desse biocombustível. A empresa norte-americana Amyris, com sede atualmente no interior de São Paulo, desenvolveu o material e aposta que a partir de 2020, haverá competitividade de custo.

Dois fabricantes de aeronaves, Boeing e Embraer, possuem metas ambiciosas de incorporar combustíveis mais limpos em seus aviões. Em um programa desenvolvido em parceria entre as duas empresas (ecoDemonstrator), foi apresentada, em 2016, a aeronave Embraer 170, que pode usar a mistura contendo 10% de bioquerosene. No Embraer 170, foram colocadas em operação, além do biocombustível, outras cinco novas tecnologias envolvendo tintas e outros equipamentos para aumentar a segurança do voo e a performance do avião. O primeiro teste com bioquerosene foi realizado em junho de 2012, em voo entre os aeroportos de Viracopos, em Campinas (SP), e Santos Dumont no Rio de Janeiro, cidade sede da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20). O voo experimental do jato Embraer 195 da Azul Linhas

Aéreas contou com a presença de 60 pessoas, entre jornalistas, personalidades acadêmicas, autoridades políticas e executivos das empresas envolvidas no projeto.

## Considerações Finais

O potencial do biocombustível no Brasil fortifica a sua posição como potência regional com influência global e garante a sua pretensão de líder político na América Latina. Os mais recentes desenvolvimentos no setor de biocombustíveis mostram que o Brasil passa por um processo abrangente de transformação, conduzindo não somente a enormes consequências econômicas, mas também na política interna levando a mudanças sociais, socioculturais e ecológicas. Muitas são as razões que alavancam o interesse pelos biocombustíveis, entre elas a diminuição da dependência externa de petróleo, a minimização de emissão de gases do efeito estufa, o controle da poluição e o uso eficiente dos recursos naturais. Cada país define a sua política energética e idealmente deveria priorizar fontes renováveis, o que se alinha a esforços globais para o enfrentamento dos problemas ambientais. O investimento em tecnologia é crucial para garantir a sustentabilidade da produção e distribuição dos biocombustíveis, já que a atratividade econômica depende de processos eficientes e modernos. O Brasil posiciona-se como um país referência nessa questão e o etanol contribui substancialmente para esse destaque. Espera-se que as políticas públicas e os interesses privados sigam em sinergia, através do RenovaBio e outras iniciativas, para vislumbrar-se uma matriz energética cada vez mais sustentável no país.

## Referências

- ASSENCIO, Claudia. Novas usinas de etanol 2G no Brasil vão custar R\$ 2,5 bilhões até 2024. **G1**, jul. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2015/07/novas-usinas-de-etanol-2g-no-brasil-va-custar-r-25-milhoes-ate-2024.html>>. Acesso em: 09 set. 2017.
- AUTOMOTIVE BUSINESS. **Etanol e frota flex são ativos estratégicos, defende diretor da FCA**. 2017. Disponível em: <<http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/26024/etanol-e-frota-flex-sao-ativos-estrategicos-defende-diretor-da-fca>>. Acesso em: 19 jun. 2018.
- BAJAY, Sergio Valdir; NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; SOUSA, Francisco José Rocha de. Ethanol in the Brazilian Energy Matrix. **Ethanol and Bioelectricity**, p. 264-308, jun. 2010. Disponível em: <<http://sugarcane.org/resource-library/books/Ethanol%20in%20the%20Brazilian%20Energy%20Matrix.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2017.
- BERTÃO, Naiara Infante; COSTA, Ana Clara. O problema do etanol não é só a Petrobras – mas a produtividade. **Veja**, ago. 2014. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/economia/o-problema-do-etanol-nao-e-so-a-petrobras-mas-a-produtividade>>. Acesso em: 10 set. 2017.
- BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **MDIC lança 9º Ciclo do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular. Brasília**, abr. 2017. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/noticias/2463-mdic-lanca-9-ciclo-do-programa-brasileiro-de-etiquetagem-veicular>>. Acesso em: 10 set. 2017.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Secretarias: Petróleo, gás natural e biocombustíveis. Programas. RenovaBio. Principal**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/renovabio/principal>>. Acesso em: 10 set. 2017.
- \_\_\_\_\_. **Sobre o Biodiesel**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/perguntas.html>>. Acesso em: 14 out. 2017.
- \_\_\_\_\_. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano decenal de expansão de energia 2026**. Brasília: MME; EPE, 2017. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pde/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 10 set. 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. Paris, 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 05 set. 2017.
- CANAL ENERGIA. Biogás tem potencial equivalente a 25% da energia do país, aponta ABiogás. **Abiogás**, São Paulo, abr. 2017. Disponível em: <<https://www.abiogas.org.br/potencial-biogas-canal-energia>>. Acesso em: 14 out. 2017.
- COSTA, Cinthia Cabral da; BURNQUIST, Heloisa Lee. Impactos do controle do preço da gasolina sobre o etanol biocombustível no Brasil. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 1003-1028, out./dez. 2016.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). **Outlook Fiesp 2023: projeções para o agronegócio brasileiro**. São Paulo: FIESP, 2013. Disponível em: <[https://www.novacana.com/pdf/estudos/Estudo\\_Fiesp\\_MBagro.pdf](https://www.novacana.com/pdf/estudos/Estudo_Fiesp_MBagro.pdf)>. Acesso em: 08 out. 2017.
- G1. Custo é barreira para uso do bioquerosene de cana em aviões, diz especialista. **NovaCana.com**, Curitiba, 03 abr. 2017. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/tecnologia/custo-barreira-uso-bioquerosene-cana-avioes-030417>>. Acesso em: 14 out. 2017.

G1. **Indústria comemora 30 anos do 1º carro a álcool no país.** São Paulo, jul. 2009. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL1234087-9658,00.html>>. Acesso em: 06 set. 2017.

GLOBO RURAL. Indústria de cana precisa investir mais de US\$ 15 bi até 2023, estima consultoria. **Novacana.com**, Curitiba, 14 jul. 2017. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/investimento/industria-cana-investir-us-15-bi-2023-140717>>. Acesso em: 10 set. 2017.

GOVERNO projeta quanto custa a construção de uma nova usina de etanol. **NovaCana.com**, Curitiba, 20 jul. 2017. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/usinas/governo-quanto-custa-construcao-nova-usina-etanol-200717>>. Acesso em: 10 set. 2017.

HIGA, Paulo. Projeto de Lei quer proibir carros a gasolina ou diesel no Brasil até 2040. **Tecnoblog**, set. 2017. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/222865/pl-proibicao-carros-gasolina-diesel-2040>>. Acesso em: 09 set. 2017.

LEITE, Rogério Cezar de Cerqueira; LEAL, Manoel Régis L. V. O biocombustível no Brasil. **Novos Estudos CEBRAP**, São Paulo, n. 78, p. 15-21, jul. 2007.

MACEDO, Isaias. C. Situação atual e perspectivas do etanol. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 157-165, abr. 2007.

MANOCHIO, Carolina. **Produção de Bioetanol de cana-de-açúcar, milho e beterraba**: uma comparação dos indicadores tecnológicos, ambientais e econômicos. 2014. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2014.

MARINHO, Ana Flávia. Etanol de milho é alternativa para usinas na entressafra da cana. **Canal Jornal da Bioenergia**, Goiânia, dez. 2016. Disponível em: <<http://www.canalbioenergia.com.br/producao-de-etanol-de-milho-ganha-espaco-na-entressafra-da-cana>>. Acesso em: 10 set. 2017.

O GLOBO. Boeing e Embraer apresentam avião que irá utilizar querosene de cana-de-açúcar. **Novacana.com**, Curitiba, 08 jul. 2016. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/tecnologia/boeing-embraer-aviao-testar-querosene-cana-de-acucar-080716>>. Acesso em: 14 out. 2017.

ORELLANO, Veronica Fernandez; SOUZA, Alberto De Nes de; AZEVEDO, Paulo Furquim de. Elasticidade-preço da Demanda por Etanol no Brasil: como renda e preços relativos explicam diferenças entre estados. **RESR**, Piracicaba, v. 51, n. 4, p. 699-718, out./dez. 2013.

PANTOJA, David Eduardo Lopez et al. Valoração econômica da flexibilidade de produção em diferentes regiões do setor sucroalcooleiro brasileiro. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, v. 18, n. 60, p. 226-244, abr./jun. 2016.

PARA EPE, setor sucroenergético caminha para a recuperação dos indicadores do campo. **novaCana.com**, Curitiba, jul. 2017. Disponível em: <<https://www.novacana.com/https://www.novacana.com/n/cana/safra/epe-setor-sucroenergetico-recuperacao-indicadores-campo-210717>>. Acesso em: 10 set. 2017.

RESULTADO esperado pelo RenovaBio: 12 novas usinas, 24 ampliações, 12 reativações e 6 fecham as portas. **Nova Cana**, Curitiba, jul. 2017. Disponível em: <<https://www.novacana.com/https://www.novacana.com/n/industria/usinas/resultado-renovabio-12-novas-usinas-24-ampliacoes-12-reativacoes-6-fecham-180717>>. Acesso em: 10 set. 2017.

RIBEIRO, Wagner Costa. Gás “de xisto” no Brasil: uma necessidade?. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 89-94, dez. 2014.

RODRIGUES FILHO, Saulo; JULIANI, Antonio José. Sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 78, p. 195-212, 2013.

SHIKIDA, Pery Francisco Assis; PEROSA, Bruno Benzaquen. Álcool Combustível no Brasil e Path Dependence. **RESR**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 243-262, abr./jun. 2012.

SOUZA, Zilmar José de; AZEVEDO, Paulo Furquim de. Geração de energia elétrica excedente no setor sucroalcooleiro: um estudo a partir das usinas paulistas. **RER**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 02, p. 179-199, abr./jun. 2006.

WEINGRILL, Nina. Quais as diferenças entre o álcool de cana e o de milho? **Superinteressante**, out. 2016. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/saude/quais-as-diferencas-entre-o-alcool-de-cana-e-o-de-milho>>. Acesso em: 09 set. 2017.

- Recebido em: outubro de 2017
- Aprovado em: maio de 2018