



São Paulo, 29 a 31 de Julho de 2020

**XX USP International Conference in Accounting**

*"Accounting as a Governance mechanism"*

## **Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Etanol**

**ADRIANO PEREIRA DA SILVA**

*Universidade do Estado da Bahia*

### **Resumo**

Fatores relevantes no aspecto ambiental e econômicos têm impulsionado mundialmente a produção de biocombustíveis. Nesse sentido, dentro do cenário ambiental, observa-se a utilização de matérias-primas renováveis que possam, por sua vez, gerar energia autossustentável. No âmbito econômico, tem-se como premissa diminuir a dependência em combustíveis fósseis e incentivar a agroindústria, assim como outros critérios sociais empregados mediante conjuntura financeira disposta. Portanto, o presente artigo tem como objetivo central analisar os aspectos técnicos, econômicos e ambientais do etanol nos últimos cinco anos. Paralelo a isso, busca mensurar a quantidade de empregos diretos e indiretos gerados através da produção de Etanol; Apresentar o impacto ambiental através da redução de emissão de CO<sub>2</sub>; Investigar o reflexo gerado no PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro através das receitas de exportação do Etanol; Discutir a relação de preço e custo do Etanol em comparação com o combustível fóssil; Verificar a destinação/aplicações dos subprodutos gerados na produção de Etanol. Consonantemente, pretende contribuir com a literatura existente no âmbito das pesquisas de viabilidade técnica, econômica e ambiental, ademais, consolidar as informações no que diz respeito a estratégias de melhoria da eficiência desta avaliação. Por conseguinte, a pesquisa foi caracterizada como fundamental e descritiva, no que diz respeito à natureza e de abordagem quantitativa e qualitativa. Para a coleta dos dados, foram verificados documentos disponibilizados pelas entidades nacionais e internacionais voltados a energia, cuja modelagem matemática possibilitou identificar parâmetros de consumo de produção do etanol nacional. Os resultados demonstraram que a crescente demanda deste produto, principalmente vinculada à indústria açucareira, havendo necessidade de geração mais limpa para proporcionar uma viabilidade ambiental adequada, comparada aos bons índices técnicos e econômicos mundiais.

**Palavras chave:** Produção de biocombustíveis, Etanol, Modelagem matemática, Viabilidade técnica, econômica e ambiental.

### **1 INTRODUÇÃO**

A introdução do programa de produção e consumo do etanol na matriz energética brasileira tinha como fundamentação reduzir a emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, promover o desenvolvimento econômico sustentável a partir de geração de emprego e renda no campo, ademais, o etanol reduziu significativamente a dependência externa de divisas com o choque de preço de petróleo e derivados (MELO et al, 2018). Nesta perspectiva, Campos et al (2018), informa que, com o êxito Governo Federal no planejamento do desenvolvimento produtivo, vem aumentando significativamente o grau de mistura obrigatória do etanol à gasolina no Brasil nos últimos anos. No entanto, o resultado desse programa tende a ser muito limitado às grandes agroindústrias. Por outro lado, é importante analisar a contribuição do programa na economia do país e no meio ambiente, tendo em vista que um dos seus objetivos consiste em promover o desenvolvimento sustentável.

Dessa forma, observa-se que a produção de etanol é inviável em termos ambientais no Brasil, visto que a produção e consumo de etanol não contribui de forma significativa no desenvolvimento sustentável local. Assim, a questão norteadora deste trabalho é: Quais fatores de análise são aplicáveis para um estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental relacionados a produção do etanol nos últimos cinco anos?

A partir deste cenário, observamos como objetivo desta pesquisa é analisar os aspectos técnicos, econômicos e ambientais do etanol no Brasil nos últimos cinco anos. Para tal, foram estabelecidos alguns objetivos específicos: i – Mensurar a quantidade de empregos diretos e indiretos gerados através da produção de Etanol; ii – Apresentar o impacto ambiental através da redução de emissão de CO<sub>2</sub>; iii – Investigar o reflexo gerado no PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro através das receitas de exportação do Etanol; iv – Discutir a relação de preço e custo do Etanol em comparação com o combustível fóssil; v – Verificar a destinação/aplicações dos subprodutos gerados na produção de Etanol.

Assim, o presente estudo pretende contribuir com a literatura existente no âmbito das pesquisas de viabilidade técnica, econômica e ambiental nos últimos cinco anos e contemplar linhas de pensamento comuns e divergentes entre os autores sobre o tema de pesquisa ao passo de contribuir para consolidação das informações no que diz respeito a estratégias de melhoria da eficiência desta avaliação. Ressalta-se ainda que, a maioria dos trabalhos existentes não realiza esta confluência de parâmetros de análise de viabilidade.

Por conseguinte, o restante do trabalho está estruturado como segue: a sessão dois apresenta uma revisão da literatura sobre mercado do etanol; políticas de preço de combustíveis; tecnologia de produção do etanol; a terceira sessão descreve o método e a amostra utilizados na pesquisa; a quarta sessão discute os resultados obtidos pelo modelo aplicado e; as considerações finais da pesquisa são apresentadas na sessão final.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A fundamentação teórica permite verificar o estado do problema sob a ótica da pesquisa. Assim, sustenta à análise dos conceitos e modelos que irão abordar a argumentação acerca dos aspetos inerente ao desenvolvimento do trabalho. Assim, nesta sessão, são apresentados histórico de produção e consumo do etanol através do mercado macroeconômico, políticas de preço de combustíveis e tecnologia de produção do etanol, abordando uma discussão teórica dos conceitos fundamentais.

### 2.1 MERCADO DO ETANOL

A partir da crise do petróleo na década de 1970, quando identificaram que o recurso natural não é renovável, decorreram altas variações no preço do petróleo, propiciando a urgência de reduzir a interdependência aos seus derivados. Mediante isto, Brandão (2015), revela a relação da concentração geográfica e a instabilidade ética, religiosa e política dos principais produtores, que por sua vez, conduz o aumento da instabilidade da oferta e consequentemente, dos preços do combustível. Entretanto, o maior obstáculo não se limita apenas com necessidade de segurança energética, como também o viés ambiental da produção e do uso da energia. O padrão tradicional de desenvolvimento, com base no uso dos derivados do petróleo, tem implicações ambientais, sobretudo, no que diz respeito às emissões de GEE (Gases do Efeito Estufa), que refletem no equilíbrio e na qualidade de vida no planeta.

Em consequência disso, o desenvolvimento do mercado do açúcar está intimamente ligado aos biocombustíveis, pois a produção e uso de etanol e biodiesel são mais sensíveis à incerteza macroeconômica. De fato, conforme *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), a insegurança do mercado afeta o consumo e o comércio de biocombustíveis, porque há substituição entre etanol e biodiesel, uma vez que o nível de substituição depende dos preços relativos. Além disso, os vínculos políticos condicionam uma relação entre o petróleo bruto e o consumo de biocombustíveis, de modo que as incertezas em torno do preço mundial do petróleo sejam transmitidas diretamente mercados de biocombustíveis e açúcar. Além disso, a incerteza proveniente do crescimento do PIB afeta a demanda por combustíveis fósseis nos quais os mandatos se baseiam (OECD, 2014).

Dentro desta perspectiva, o mercado de combustível brasileiro tem se revelado um grande interessado da produção do etanol. Isto é observado desde a década de 1970, cujo programa Proálcool (Programa Nacional do Álcool), criado a partir do decreto n° 76.593, com o objetivo de estimular a produção, assim, buscou-se atender as necessidades do mercado interno/externo e a política de combustíveis automotivos. Por outro lado, a gasolina consumida pelos usuários de veículos através de combustível fóssil era, por sua vez, misturada com etanol - chamado de etanol anidro -, visando a estabilização do preço doméstico da gasolina, mas reduzindo emissões poluentes (DE SOUZA; SAMPAIO, 2014).

Nesse sentido, o desenvolvimento de um mercado macroeconômico exige níveis suficientes de oferta e demanda, visto pelo estímulo de medidas políticas de incentivo à produção e consumo de biocombustíveis. Não obstante, observa-se limitação da produção do etanol em escala global, com destaque para Estados Unidos e Brasil, como destaca Shikida e Perosa (2012), nos quais são os *players* desse mercado, haja vista em 2017, cujo Brasil importou 1.825,6 mil m<sup>3</sup> de etanol, uma elevação do volume de importações de 119,4% em relação ao ano anterior. Desse volume, 99,9% vieram dos Estados Unidos. Por outro lado, as exportações de etanol atingiram 1,4 milhão m<sup>3</sup>, queda de 20,2% em relação a 2016. O principal destino foi a América do Norte, em particular, os Estados Unidos, que importaram do Brasil 988,5 mil m<sup>3</sup>, uma elevação de 24,3% em relação a 2016, representando 69,3% do volume total exportado pelo país (ANP, 2018).

Dessa forma, mesmo a demanda apresentando potencial de crescimento, a oferta constituirá um empecilho de crescimento, uma vez que o mercado exige grande número de participantes, tanto na produção, como no consumo, além da forma de garantir a estabilidade de preços. Em contrapartida, tais barreiras comerciais podem ser superadas mediante a diversificação da produção, proporcionando a participação de novos países produtores.

## 2.2 POLÍTICAS DE PREÇO DE COMBUSTÍVEIS

Os combustíveis derivados de petróleo são commodities e têm seus preços atrelados aos mercados internacionais, cujas cotações variam diariamente. Por isso, a variação dos preços nas refinarias e terminais é importante para o preço aplicado seja competitivo no mercado brasileiro.

Dentro desse contexto, os preços para a gasolina e o diesel vendido às distribuidoras tem como base o preço de paridade de importação, formado pelas cotações internacionais destes produtos mais os custos que importadores teriam, como transporte e taxas portuárias, por exemplo. A paridade é necessária porque o mercado brasileiro de combustíveis é aberto à livre concorrência, dando às distribuidoras a alternativa de importar os produtos. Além disso,

o preço considera uma margem que cobre os riscos (como volatilidade do câmbio e dos preços). Por outro lado, a gasolina e o diesel vendidos às distribuidoras são diferentes dos produtos no posto de combustíveis. São os combustíveis tipo "A", ou seja, gasolina antes da sua combinação com o etanol e diesel também sem adição de biodiesel. Os produtos vendidos nas bombas ao consumidor final são formados a partir do tipo "A" misturados a biocombustíveis. Por conseguinte, o preço de venda às distribuidoras não é o único determinante do preço final ao consumidor, cuja lei brasileira garante liberdade de preços no mercado de combustíveis e derivados, as revisões feitas pela Petrobras podem ou não se refletir no preço final, que incorpora tributos e repasses dos demais agentes do setor de comercialização: distribuidores, revendedores e produtores de biocombustíveis, entre outros (PETRBRAS, 2019).

A partir dessa estrutura comercial, a indecência de tributos começa a ser discutida, visto que na história da formação de preços e do desenvolvimento dos tributos incidentes sobre os combustíveis no Brasil é descrita em Cavalcanti (2011), aclarando que desde a liberalização dos preços dos combustíveis, em 2002, sua estrutura tributária não sofreu alterações significativas. Assim, Maneira (2017), expõe a respeito da incidência monofásica, também conhecida por tributação diferenciada ou concentrada, na qual abrange um grupo de produtos que estão sujeitos à aplicação de alíquotas específicas, superiores às básicas de 0,65% e 3% (regime cumulativo) e 1,65% e 7,6% (regime não cumulativo). O ônus tributário de toda a cadeia de comercialização de um determinado produto recai em seu fabricante ou importador. Assim, as alíquotas aplicáveis a essa modalidade de tributação são maiores que as gerais. Além desses aspectos, o grande diferencial entre a substituição tributária e a incidência monofásica está no fato das receitas desta não estarem sujeitas obrigatoriamente ao regime cumulativo, como ocorre com a substituição tributária. Regida por: Arts. 4.º e 5.º da Lei 9.718/1998; art. 2.º da Lei 10.560/2002; art. 14 da Lei 10.336/2001; art. 3.º da Lei 11.116/2005; art. 56 da Lei 11.19620/05.

Por outro lado, Goldschmidt (2018), informa que as empresas fabricantes ou importadoras de "combustíveis e álcool" podem optar por regime especial em que as contribuições são calculadas a partir de "unidade de medida" do produto. Em vez da aplicação de alíquotas diferenciadas sobre a receita auferida, são aplicados valores em Reais sobre a quantidade produzida. Na opção por esse regime, é obrigatório a instalação de medidores de vazão para controlar a quantidade produzida.

### 2.3 TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DO ETANOL

O etanol é uma substância química com fórmula molecular  $C_2H_6O$ , produzida especialmente via fermentação de açúcares. É um biocombustível utilizado em motores de combustão interna com ignição por centelha (Ciclo Otto) em substituição especialmente à gasolina e em contraponto a outros combustíveis fósseis (ANP, 2019). Para tanto, a produção de etanol aumentou 4% em todo o mundo, sendo o Brasil o segundo maior produtor de biocombustível do mundo, aumentando os níveis de fabricação de etanol e biodiesel em 2015, devido a boas colheitas de cana e mistura.

Portanto, a utilização de biocombustíveis aponta como instrumento imprescindível para obtenção de níveis desejáveis de consumo mundial de fontes renováveis na matriz energética. Assim, a Empresa de Pesquisa Energética revela que a matriz energética do Brasil diferencial das demais existentes, pois, apesar do consumo de energia de fontes não renováveis ser maior do que o de renováveis, é utilizado mais fontes renováveis, como lenha e

carvão vegetal, hidráulica, derivados de cana e outras renováveis, totalizando 42,9% do total produzido (EPE, 2018). Nesse sentido, a legislação brasileira dispõe considerações acerca do biocombustível, conceituando-o como “todo derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil” (BRASIL, 2005).

Mediante este cenário, observa-se no Brasil a alta produção de cana-de-açúcar com intuito de atender as necessidades e metas ligadas à produção de etanol do mercado interno e externo. Entretanto, o aumento da produção e a busca pela melhoria da qualidade do produto final, agregados a tecnologia e o crescimento das plantações de cana-de-açúcar, causam uma enorme geração de resíduos, sendo os principais o bagaço e o vinhoto. Estes resíduos podem ser denominados como subprodutos, desde que sejam aproveitados de maneira eficiente. Por conseguinte, Bonassa et al (2015), citam os principais subprodutos gerados na indústria alcooleira, sendo este: Palhagem/Palhiça: Proveniente da matéria-prima; Água de lavagem: Usada excessivamente para o processamento industrial da cana-de-açúcar, a fim de retirar excessos de terra e infecções da cultura; Bagaço: Resíduo gerado na etapa de extração do caldo de cana; Vinhaça e torta de filtro: Resíduos de alto potencial poluidor, provenientes da destilação (para recuperação do álcool) e clarificação do mosto (para fermentação).

Por conseguinte, a produção de etanol celulósico – alternativa mais sustentável na produção de combustível por meio de biomassa – através de várias fábricas adicionais começaram produzir em meados de 2015, incluindo a fábrica da DuPont, no estado americano de Iowa, projetado para produzir 140 milhões de litros de etanol por ano, a maior produção desse tipo no mundo. No Brasil, o etanol de celulose em larga escala advém da Grandbio e Raizen, fábricas em Alagoas e em São Paulo, das quais espera-se que produzam respectivamente 82 e 42 milhões de litros de etanol celulósico anualmente. (REN21, 2016).

A partir desse contexto, a avaliação da possível redução de emissões de CO<sub>2</sub> pelo desenvolvimento de etanol se torna valiosa, tanto para estabelecer contramedidas às mudanças climáticas, quanto para formular políticas de bioetanol. Dessa forma, Li, Wang e Shen (2010), conduzem, com base nas propriedades de ocupação do solo, classificação e seleção de matérias-primas, identificação de sorgo-doce, mandioca e batata-doce como matérias-primas para plantações a partir de recursos de terras marginais aráveis de baixa qualidade e palhas agrícolas como matérias-primas não-vegetais derivadas de subprodutos agrícolas. Assim, o grau de utilização da matéria-prima, o coeficiente de redução de CO<sub>2</sub> do bioetanol e o modelo de avaliação do potencial de redução de emissões de CO<sub>2</sub> do bioetanol são propostos e estabelecidos para avaliar a redução potencial de emissão de CO<sub>2</sub> pelo desenvolvimento de bioetanol não baseado em grãos. Como resultado, revela-se potencial de redução de emissões de 10.947 e 49.027 Mt CO<sub>2</sub> com bioetanol não à base de grãos em 2015 a 2030, que são muito maiores que a capacidade atual. Em paralelo, vem a contribuir, mesmo que limitada, para a redução de emissões de gases de efeito estufa. Além disso, este estudo revela que as regiões com baixo e muito baixo potencial de redução de emissões dominam a distribuição espacial em 2015 e as regiões com alto e muito alto potencial serão a maioria em 2030.

Nesse sentido, surge a inovação do Etanol de segunda geração, chamado de E2G – E2G é produzido a partir de materiais lignocelulósicos. Esses materiais têm em sua composição basicamente celulose, hemicelulose e lignina, na proporção aproximada de 40% a 50%, 20% a 30% e 25% a 30%, respectivamente. Este pode se tornar um grande diferencial competitivo, ao permitir aproveitar “resíduos” da produção (no caso da cana-de-açúcar, bagaço e palha) para produzir etanol. Assim, sem precisar ampliar a área de produção de cana,

é possível produzir mais etanol. Testes iniciais apontam para um potencial de aumento de produtividade por hectare em torno de 45%. Adicionalmente, o E2G enfraquece o argumento relativo à diminuição da oferta e ao aumento de preço de alimentos na fabricação de etanol a partir de matéria-prima que é utilizada para alimentação, pois torna a produção de etanol complementar à de alimentos. Sem mencionar que a receita adicional derivada do E2G serve como um importante benefício ao produtor agrícola (MILANEZ; SOUZA, MANCUSO, 2017).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente artigo segue uma estrutura lógica de classificação, a saber: natureza, objetivos, abordagem e método. Quanto à natureza, esta pesquisa é considerada ou fundamental, pois está focada na melhoria de teorias científicas para melhoria da compreensão de fenômenos naturais, ou seja, refere-se ao estudo destinado a aumentar a base de conhecimento científico. Quanto ao objetivo, a pesquisa é descritiva por apresentar características de determinado fenômeno e o estabelecimento de relações entre variáveis de modo que possam ser envolvidos os usos de técnicas padronizadas de coleta de dados.

Neste trabalho, têm-se como objeto analisar os aspectos técnicos, econômicos e ambientais do etanol no Brasil nos últimos cinco anos, especificamente, utilizando uma modelagem matemática, sendo:  $cv = \lambda pv$ ;  $\lambda < 1$   $L = pv - cv * d - cf$ , na qual o Modelo Simplificado é:  $L = pv 1 - \lambda * d - cf$   $Lucro = pv 1 - \lambda * d - 9.573.934,28$ . A partir disso, gráficos são gerados através do método de Monte Carlo com auxílio do software Crystal Ball. Além disso, para uma visão geral do caso, foram realizadas pesquisa bibliográfica estruturadas através de sites de buscas, tais como: SPELL (*Scientific Periodicals Electronic Library*); SCIELO (*Scientific Electronic Library Online*), ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), Ministério de Minas e Energia, Ministério do Desenvolvimento Agrário, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), IEA (*International Energy Agency*), REN21 (*Renewable Policy Energy Network*) e Scopus. Portanto, quanto à abordagem, esta pesquisa é considerada qualitativa. Assim, o estudo versa descrever o impacto econômico e ambiental do etanol no Brasil.

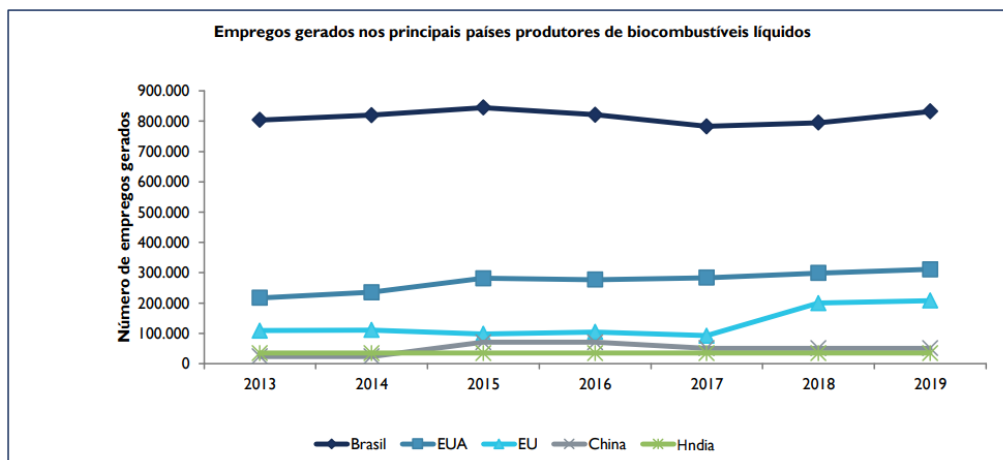
Sob o ponto de vista dos procedimentos adotados, partiu-se da concepção de Gil (2002), que ressalta a essencialidade de levantamento de dados e informações. Cujas propostas do tema abordado permeou a estruturação de banco de arquivos, composto por documentos que contemplasse a parte teórica e dados históricos. O período de pesquisa foi dado no ano de 2019, durante o terceiro trimestre.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a coleta de dados referente aos empregos gerados, os gráficos a seguir sugerem a comparação ao Brasil com outras regiões do mundo a partir de 2013, assim como da indústria canavieira, sendo esta a principal fonte geradora de empregos desse segmento produtivo.

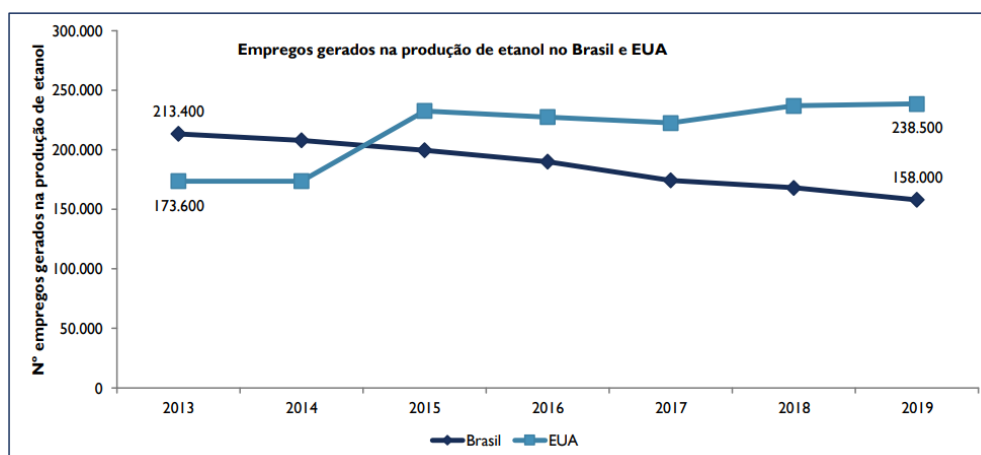
São Paulo, 29 a 31 de Julho de 2020

Figura 01 – Empregos gerados nos principais países produtores de biocombustíveis líquidos



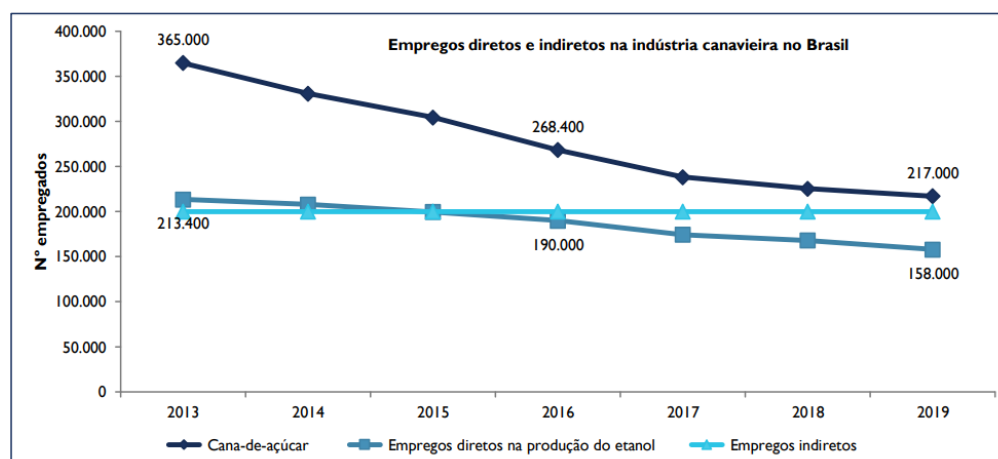
Fonte: REN21 (2019)

Figura 02 – Empregos gerados na produção de etanol no Brasil e EUA



Fonte: REN21 (2019)

Figura 03 – Empregos diretos e indiretos na indústria canieira no Brasil

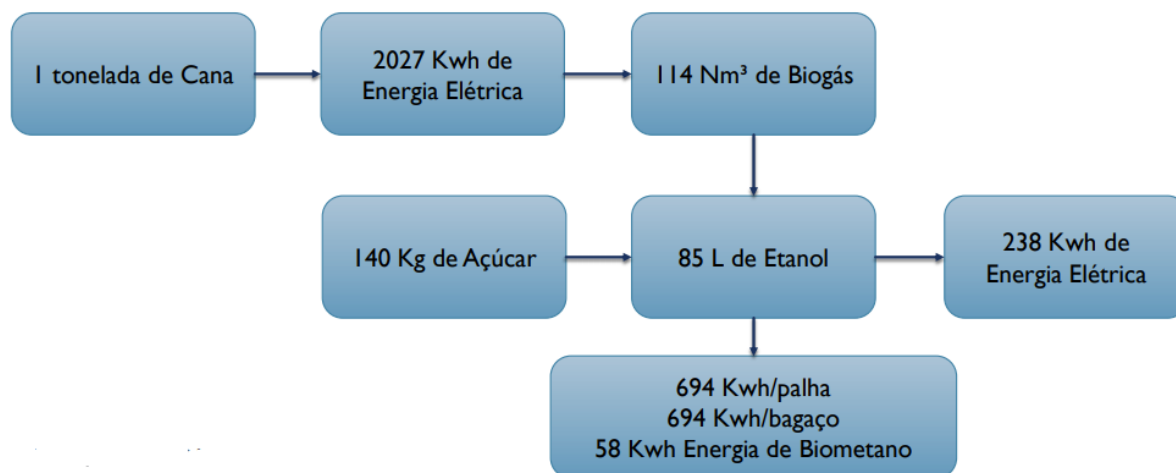


Fonte: REN21 (2019)

A partir da observação dos gráficos, observa-se que o Brasil assume uma supremacia em relação aos empregos gerados relacionados à produção de biocombustível, comparado com o restante do mundo. Em contrapartida, perde para os EUA em relação ao Etanol. Muito se deve ao fato das fábricas americanas estarem cada vez mais apostando em novas tecnologias. Não obstante, dentro do alhar interno, a cana-de-açúcar ainda gera mais empregos diretos e indiretos, isto porque continua sendo a principal responsável pela produção de Etanol no país.

Dentro desta perspectiva, o fluxograma abaixo representa o potencial de energia da cana-de-açúcar.

Figura 04 – Parâmetros do potencial de energia da cana



Fonte: REN21 (2019)

Assim, identifica-se que a produção de 1 tonelada gera uma vantagem competitiva, pois como resultado proporciona uma quantidade elevada de Kwh de energia elétrica, açúcar, biogás e etanol, sendo derivados com vasta aplicação e mercado consumidor. Em relação à energia elétrica, pode-se identificar na tabela a seguir os valores a partir de 2008.

Tabela 01 – Energia elétrica de bagaço e palha de cana

Ano	Cana Processada Etanol (Toneladas)	Bagaço e Palha (Tonelada)	Energia da Palha e Bagaço (Gwh)
2008	319.214.012	178.759.847	443.069
2009	307.095.212	171.973.319	426.248
2010	331.804.941	185.810.767	460.545
2011	269.323.576	150.821.203	373.821
2012	279.894.097	156.740.694	388.493
2013	323.966.167	181.421.053	449.665
2014	331.297.593	185.526.652	459.841
2015	352.043.143	197.144.160	488.635
2016	337.560.872	189.034.089	468.534
2017	336.600.417	188.496.233	467.201
2018	388.899.308	217.783.612	539.792
2019	262.006.786	146.723.800	363.665

Fonte: ANP (2019)



Tabela 02 – Energia elétrica de biogás de vinhaça

Ano	AEHC e AEAC (m <sup>3</sup> )	Vinhaça (m <sup>3</sup> )	EE biogás (Gwh)
2008	27.133.191	325.598.292	158
2009	26.103.093	313.237.116	152
2010	28.203.420	338.441.040	164
2011	22.892.504	274.710.048	133
2012	23.790.998	285.491.979	139
2013	27.537.124	330.445.490	160
2014	28.160.295	337.923.545	164
2015	29.923.667	359.084.006	174
2016	28.692.674	344.312.090	167
2017	28.611.035	343.332.425	167
2018	33.056.441	396.677.294	193
2019	22.270.577	267.246.922	130

Fonte: ANP (2019)

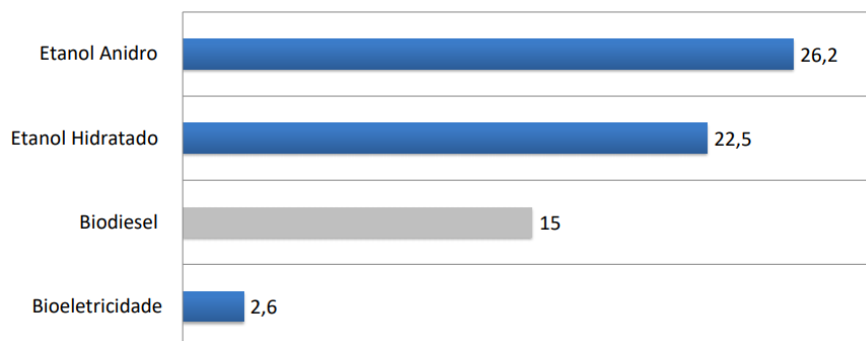
Desta forma, confirma-se uma redução da produção global, tanto na energia gerada através do bagaço e palha de cana-de-açúcar, como do biogás de vinhaça nessa última década. Contudo, ainda demonstra números elevados comparados aos outros países neste mesmo período. Por conseguinte, isso afeta o número de emissão de poluentes a atmosfera, como revela os dados a seguir.

Tabela 03 – Emissões de CO2 na produção de cana

Emissões	Kg de CO2 /Tonelada de Cana	
	Situação 1	Situação 2
Combustíveis Fósseis	19,2	17,7
Metano e N2O da Queima do Bagaço	9	9
N2O do Solo	6,3	6,3
Total de Emissões/T Cana	34,5	33
<b>Total Geral das emissões Kg CO2 eq</b>	<b>13.417.026</b>	<b>12.833.677</b>

Fonte: NOVA CANA (2004)

Figura 05 – Emissões evitadas com Biocombustíveis no Brasil (milhões de tCO2 eq.), 2018



Fonte: EPE (2019)

Mediante exposto, nota-se o pouca preocupação, investimento ou tecnologia aplicada a bioeletricidade para evitar emissões de CO<sub>2</sub> à atmosfera, visto que apresenta um valor muito menor comparado com os demais.

Esta preocupação com meio ambiente também fica claro ao observar o racionamento do consumo de água na produção através da cana-de-açúcar, cuja tabela aixa representa os valores a partir de 2008.

Tabela 04 – Consumo de água no processamento de etanol

Ano	Cana (Toneladas)	Consumo de Água (m <sup>3</sup> )
2008	319.214.012	6.703.494.247
2009	307.095.212	6.448.999.447
2010	331.804.941	6.967.903.765
2011	269.323.576	5.655.795.106
2012	279.894.097	5.877.776.032
2013	323.966.167	6.803.289.498
2014	331.297.593	6.957.249.447
2015	352.043.143	7.392.906.011
2016	337.560.872	7.088.778.322
2017	336.600.417	7.068.608.752
2018	388.899.308	8.166.885.461
2019	262.006.786	5.502.142.511

Fonte: ANP (2019)

Nesse sentido, foi desenvolvida uma análise dos riscos da produção do Etanol dentro das esferas ambientais, técnicas e econômicas, como segue:

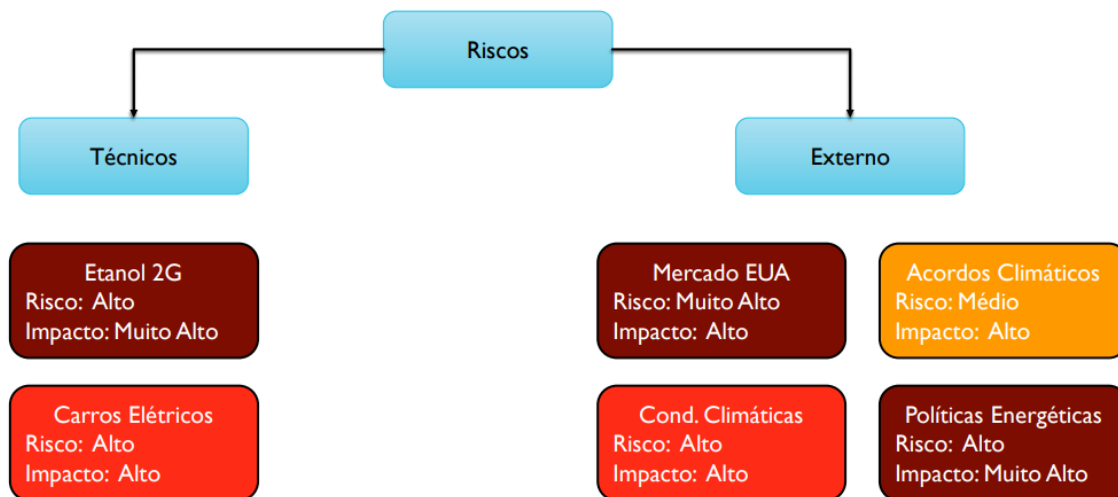
Tabela 05 – Riscos

classificação	impacto	classificação	impacto	probabilidade
muito alto	5	muito alto	5	> 80%
alto	4	alto	4	60% a 80%
médio	3	médio	3	40% a 60%
baixo	2	baixo	2	20% a 40%
muito baixo	1	muito baixo	1	0 a 20%

Fonte: Autoria própria (2019)

Assim, foi aplicado um valor muito alto de impacto, sendo maior do que 80% de probabilidade do evento acontecer. Portanto, um fluxograma de riscos foi desenvolvido para entender como se comporta dentro do meio externo como tecnicamente.

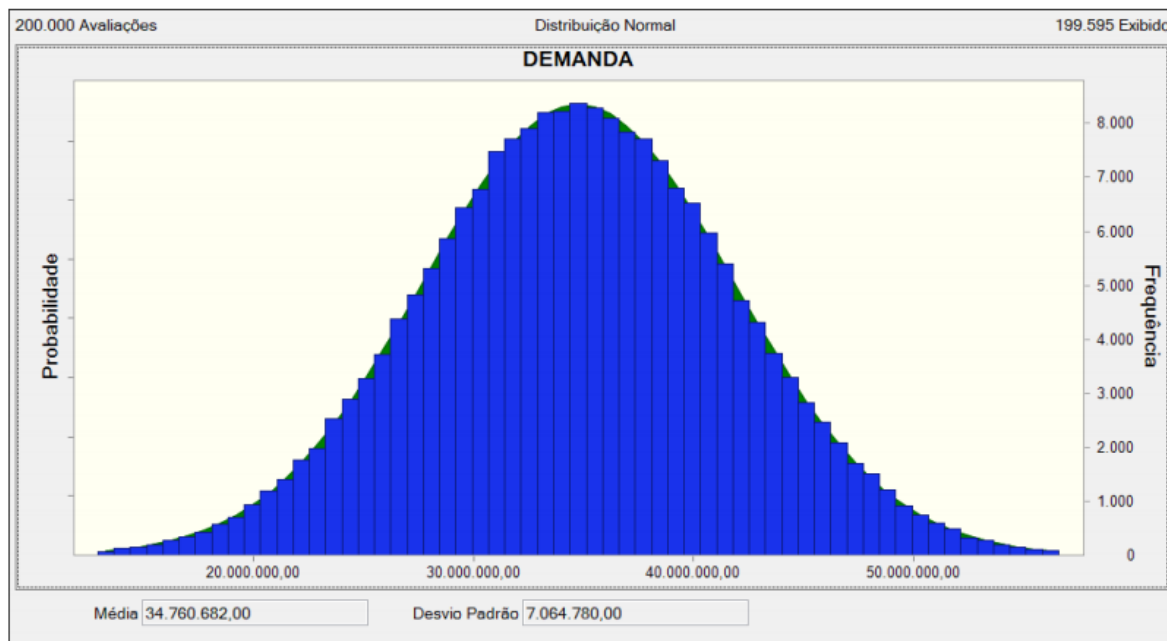
Figura 06 – Fluxograma de Riscos



Fonte: Autoria própria (2019)

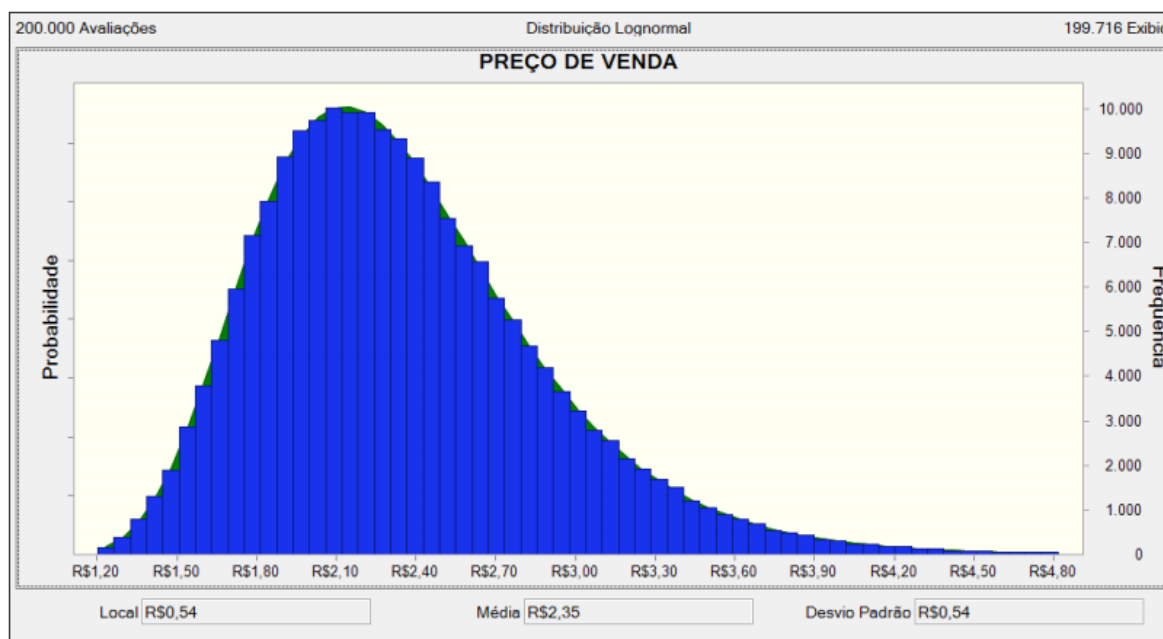
Esta organização demonstra a exposição da disposição dos riscos intrínsecos na produção do Etanol, caracterizando o alto risco técnico na segunda geração, com impacto muito alto, dentro do âmbito nacional. Não obstante, a função lucratividade é explorada a seguir, com as distribuições normais de demanda, preço de venda e lucro bruto.

Gráfico 01 – Demanda



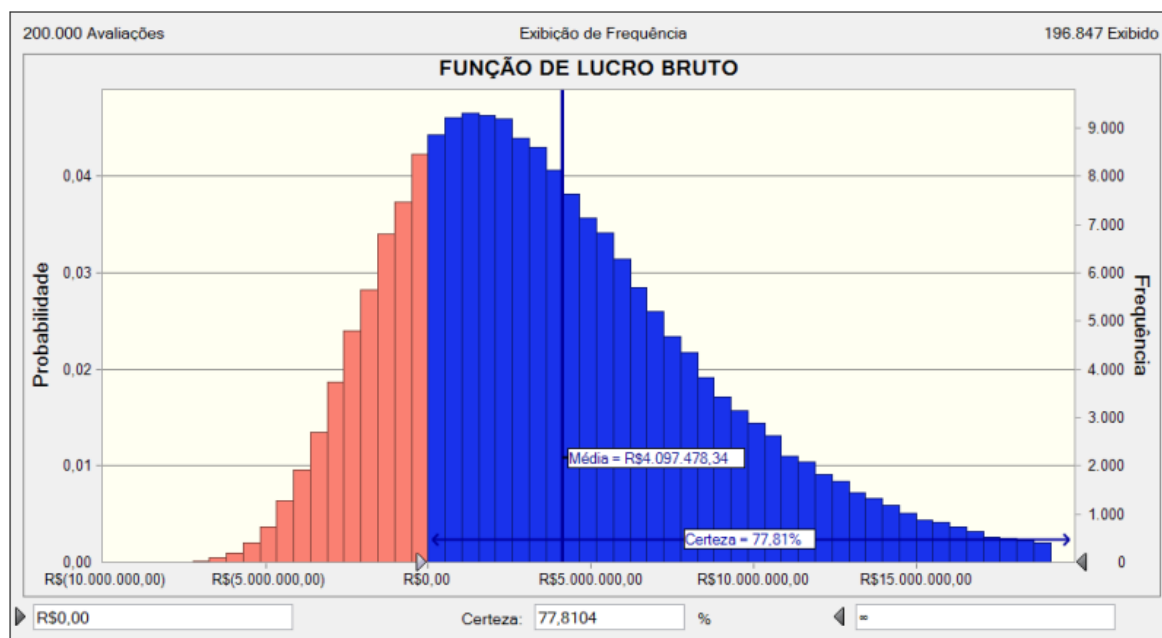
Fonte: Autoria própria (2019)

Gráfico 02 – Preço de venda



Fonte: Autoria própria (2019)

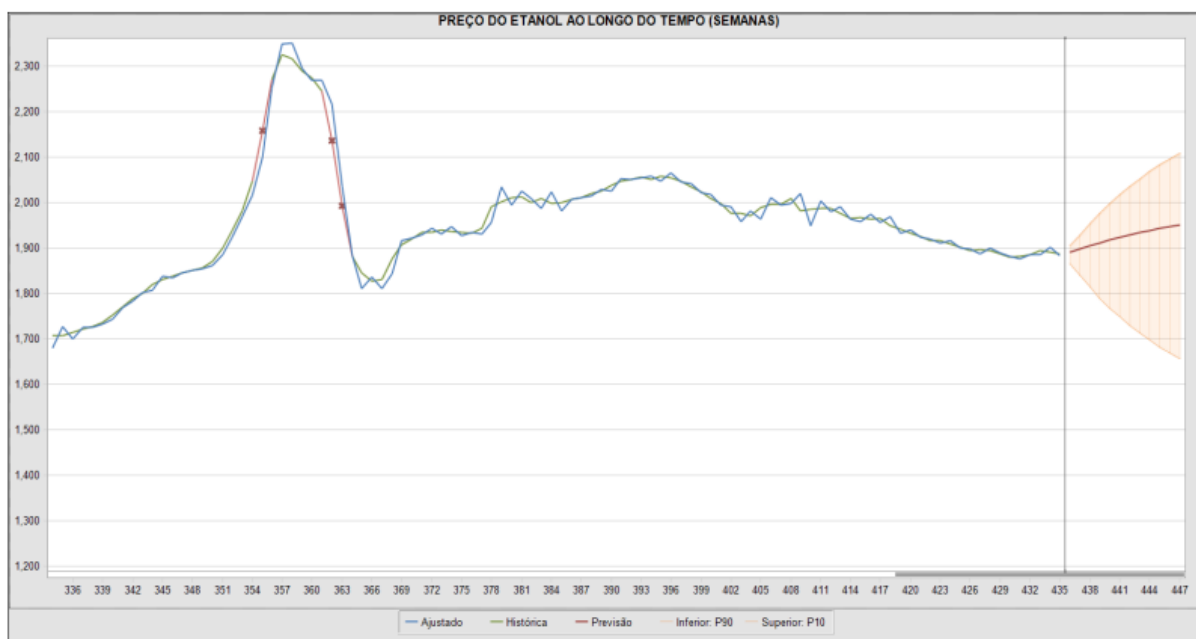
Gráfico 03 – Lucro bruto



Fonte: Autoria própria (2019)

Nesse formato, observa-se que a zona em vermelho é a faixa na qual haverá prejuízo, sendo bem menor do que a faixa do lucro, uma vez que a média está justamente nessa região. Assim, foi simulado o preço do Etanol nas próximas semanas, como segue:

Gráfico 04 – Preço do Etanol (semanal ampliado)



Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 06 – Modelo de previsão (método de amortecimento)

DATAS	PREÇO DO ETANOL (SEMANAS)	PREVISÃO COM MEDIANA	PREVISÃO COM PERCENTIL P=35	ERRO MEDIANA	ERRO P = 35
30/09/2012	1,887	1,886	1,892	0,001	0,005
07/10/2012	1,889	1,885	1,898	0,004	0,009
14/10/2012	1,893	1,884	1,905	0,009	0,012
21/10/2012	1,883	1,884	1,912	0,001	0,029
28/10/2012	1,888	1,884	1,918	0,004	0,030
04/11/2012	1,888	1,883	1,924	0,005	0,036
11/11/2012	1,884	1,883	1,929	0,001	0,045
18/11/2012	1,897	1,883	1,934	0,014	0,037
25/11/2012	1,917	1,883	1,939	0,034	0,022
02/12/2012	1,927	1,883	1,943	0,044	0,016
09/12/2012	1,933	1,883	1,947	0,050	0,014
16/12/2012	1,941	1,883	1,951	0,058	0,010
23/12/2012	1,944	-	-	<b>0,019</b>	<b>0,022</b>

Fonte: Autoria própria (2019)

Vale ressaltar que esse modelo refere-se apenas as próximas 12 semanas, pois a partir desse período observa-se uma distorção do valor real, necessitando de uma retroalimentação constante para se manter preciso como no início da simulação.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de questões econômicas, geopolíticas e ambientais, trouxeram as atenções do mundo para fontes alternativas de energia, em especial para o etanol. Assim, o objetivo de governos, empresas e pesquisadores levaram ao estabelecimento de metas extremamente ambiciosas para aumento do consumo do etanol nos próximos anos, principalmente nos países desenvolvidos, por requererem um aumento substancial da produção de etanol e nesse

sentido, estimulando a pesquisa e o desenvolvimento de novas matérias-primas para o etanol, tecnologias e fontes de desenvolvimento sócio-econômicos.

Não obstante, o novo cenário alerta para as fontes de matérias-primas (químicas) utilizadas em diversos setores da indústria de transformação, na qual proporciona um panorama para a consolidação mundial do etanol sob dois aspectos centrais devem ser considerados, no qual, por um lado, o desenvolvimento de novas tecnologias de produção e, por outro, o conceito de biorrefinarias. Esses aspectos são considerados nos recentes planos dos governos da União Europeia e dos Estados Unidos (EUA), que contemplam até medidas específicas de estímulo à construção de refinarias baseadas no etanol. Ressaltando o lento avanço brasileiro no que diz respeito às novas tecnologias empregadas ao desenvolvimento de processos de produção do bioetanol.

Em linhas gerais, são necessárias medidas específicas de apoio a produção do etanol, contemplando tanto o estímulo ao consumo quanto à sua produção, com incentivos fiscais, creditícios e de preços para unidades industriais que empreguem o etanol como matéria-prima, proporcionando assim, maior crescimento econômico e geração de emprego e renda para população. Especificamente, apoio em projetos de desenvolvimento de tecnologias da bioetanol e, inclusive, no conceito de biorrefinaria.

A partir dessa conjectura, observa-se frente os resultados obtidos, a viabilidade técnica, econômica da produção do etanol no contexto atual dos meios de produção global. A questão ambiental ainda está refém da escassa tecnologia adequada a preservação ecológica. Pode-se inferir ainda, que dentre as condições estudadas, o nível ótimo de demanda proporciona um aumento substancial do preço, pois esta diretamente relacionado a consumo elevado, caracterizando um lucro substancial a curto prazo. Nesse sentido, sugere-se para estudos posteriores um modelo matemático que identifique essa vantagem competitiva a longo prazo.

## REFERÊNCIAS

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Brasil). Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis: 2018. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro: ANP, 2018.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Etanol. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/etanol>>. Acesso em: 29 de Set. de 2019.

BONASSA, Gabriela et al. Subprodutos Gerados na Produção de Bioetanol: Bagaço, Torta de Filtro, água de Lavagem e Palhagem<sup>1</sup>. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 4, n. 3, 2015.

BRANDÃO, Emily. A geoeconomia do etanol: as condicionantes e as oportunidades para a consolidação de um mercado global. Universitas: Relações Internacionais, v. 13, n. 2, 2015.

BRASIL. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005: Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, 2005.

CAMPOS, A. F.; PEREIRA JUNIOR, A. O.; FELIPE, E. S. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DO USO DA BIOMASSA NA PRODUÇÃO DE ENERGIA. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo.

CAVALCANTI, M. (2011). Tributação relativa etanol-gasolina no Brasil: competitividade dos combustíveis, arrecadação do estado e internalização de custos de carbono. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Coppe/ UFRJ, 2011.

DE SOUZA, André; SAMPAIO, Yony. Impactos dos preços da gasolina e do etanol sobre a demanda de etanol no Brasil. *Revista de economia Contemporânea*, v. 18, n. 1, 2014.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional (BEN), Rio de Janeiro: EPE, 2018.

GIL, Antonio. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.

GOLDSCHMIDT, Guilherme. PIS e COFINS a ampliação do conceito de insumos frente ao regime não cumulativo das contribuições. Livraria do Advogado Editora, 2018.

LI, Hongqiang; WANG, Limao; SHEN, Lei. Potential CO<sub>2</sub> Emission reduction by development of non-grain-based bioethanol in China. *Environmental management*, v. 46, n. 4, p. 555-564, 2010.

MANEIRA, Eduardo. Considerações sobre o art. 166 do CTN e a Não-cumulatividade das Contribuições ao PIS e à COFINS. *Revista Dialética de Direito Tributário*, n. 124, p. 42-7, 2010.

MELO, Marcelo et al. Políticas públicas brasileiras de biocombustíveis: estudo comparativo entre os programas de incentivos à produção, com ênfase em etanol e biodiesel. 2018.

MILANEZ, Artur Yabe; SOUZA, José Antônio Pereira de; MANCUSO, Rafael Vizeu. Panoramas setoriais 2030: sucroenergético. 2017.

OECD. Publishing, Food and Agriculture Organization of the United Nations, and . Food and Agriculture Organization. OECD-FAO Agricultural Outlook 2014: 2014-2023. OECD Publishing, 2014.

PETROBRAS. Preços para a Gasolina e o Diesel. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/precos-de-venda-as-distribuidoras/gasolina-e-diesel/>>. Acesso em: 11 de Outubro de 2019.

REN21. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. Renewables 2016: Global Status Report. Paris, 2016.

SHIKIDA, Pery; PEROSA, Bruno. Álcool combustível no Brasil e path dependence. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 50, n. 2, p. 243-262, 2012.