



UFBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

MESTRADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

UBIRAJARA SOUZA DA SILVA

ETANOL CARBURANTE NO BRASIL:
EVOLUÇÃO, CENÁRIOS E O SEU DESEMPENHO
SOB OS CRITÉRIOS DA RENOVABIO



SALVADOR
2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

UBIRAJARA SOUZA DA SILVA

**ETANOL CARBURANTE NO BRASIL: EVOLUÇÃO, CENÁRIOS E O
SEU DESEMPENHO SOB OS CRITÉRIOS DA RENOVABIO**

SALVADOR
2021

UBIRAJARA SOUZA DA SILVA

**ETANOL CARBURANTE NO BRASIL: EVOLUÇÃO, CENÁRIOS E O
SEU DESEMPENHO SOB OS CRITÉRIOS DA RENOVABIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Escola Politécnica, da Universidade Federal da Bahia como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Ednildo Andrade Torres
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Santana Silva

**SALVADOR
2021**

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

SILVA, UBIRAJARA SOUZA DA
ETANOL CARBURANTE NO BRASIL: EVOLUÇÃO, CENÁRIOS E
O SEU DESEMPENHO SOB OS CRITÉRIOS DA RENOVABIO /
UBIRAJARA SOUZA DA SILVA. -- SALVADOR, 2021.
160 f.

Orientador: Ednildo Andrade Torres.
Coorientador: Marcelo Santana Silva.
Dissertação (Mestrado - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA INDUSTRIAL) -- Universidade Federal da
Bahia, ESCOLA POLITÉCNICA, 2021.

1. Etanol. 2. RenovaBio. 3. Descarbonização. 4.
Desenvolvimento regional. I. Torres, Ednildo Andrade.
II. Silva, Marcelo Santana. III. Título.

**ETANOL CARBURANTE NO BRASIL: EVOLUÇÃO, CENÁRIOS E SEU
DESEMPENHO SOB OS CRITÉRIOS DA RENOVABIO**

UBIRAJARA SOUZA DA SILVA

Dissertação submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Industrial.

Examinada por:



Prof. Dr. Ednildo Andrade Torres
Doutor em Engenharia Mecânica, pela Universidade Estadual de Campinas,
Brasil, 1999.



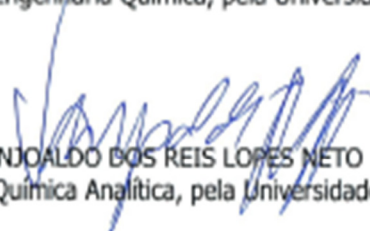
Prof. Dr. Marcelo Santana Silva
Doutor em Energia e Ambiente, pela Universidade Federal da Bahia, BRASIL, 2015



Prof. Dr. ELIAS RAMOS-DE-SOUZA
Doutor em Ciências Biológicas (Biofísica), pela Universidade Federal do Rio de Janeiro,
BRASIL, 1998



Prof. Dr. LUCIANO SERGIO HOCEVAR
Doutor em Engenharia Química, pela Universidade Federal da Bahia, BRASIL, 2012



Prof. Dr. VANJOALDO DOS REIS LOPES NETO
Doutor em Química Analítica, pela Universidade Federal da Bahia, BRASIL, 2012

Salvador, BA - BRASIL
Novembro/2021

Dedico este trabalho, por ordem cronológica, a Deborah Dias Gonçalves da Silva, Maria Dias Gonçalves da Silva, Marina Souza da Silva, Ana Paula Leite da Silva, Ana Rosa Leite da Silva, Ubirajara Souza da Silva Junior e Paulo Hugo de Oliveira Leite Netto, com admiração e sincera gratidão por seu apoio, carinho, delicadeza e presença ao longo de toda a minha existência nesta Terra.

AGRADECIMENTOS

Ao meu bom Senhor Deus e PAI pela vida que tem me dado, pelas alegrias, pelas quedas, pelos sucessos, pelos fracassos e por me fazer entender que a vida é um processo e aprender a conviver com os processos da vida é a melhor forma de se viver.

Aos ilustres mestres Prof. Dr. Ednildo Andrade Torres e Prof. Dr. Marcelo Santana Silva pelo exemplo, por terem dividido comigo os momentos mais difíceis, dedicação na orientação desta dissertação, paciência, correções e por me terem ajudado a amadurecer tanto científica quanto pessoalmente. Agradecimentos especiais à Prof.^a. Dr.^a Maria Cândida pelos importantes conselhos de ajustes na redação do texto.

Aos professores e funcionários do Programa de Engenharia Industrial/Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Aos professores e funcionários das Escolas Públicas que eu estudei durante toda a minha vida: Escola de Puericultura "Raimundo Pereira de Magalhães", Colégio João das Botas, Escola Sátiro Dias, Colégio Estadual Raphael Serravalle, Colégio Estadual da Bahia e Universidade Federal da Bahia.

Ao Brasil, por ter sido um privilegiado, ao ter uma educação, pública, gratuita e de qualidade, desde o meu início ainda na pré-escola, que robustece a meu compromisso de devolver à sociedade brasileira todo o investimento público feito na minha formação.

Aos meus amigos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Francisco Nelson de Castro Neves, Paulo Alexandre Souza da Silva, Luís Polybio Brasil Teixeira, Noel Moreira Santos, Leila Vianna Chaoui Silva, Othon Luiz Guimaraes de Carvalho e Marcelo Raymundo Rodrigues de Miranda, pelo apoio e luta para que eu pudesse concluir esta tese. Ao Amigo Pr. Roberto Ferreira pelas orações.

Aos colegas do LEN – Laboratório de Energia (não tenho como agradecer nominalmente a todos) que se tornaram amigos e muito me ajudaram muito na conclusão desse trabalho.

À minha sogra, ao meu sogro e à família da minha esposa, pelo apoio.

Aos membros da Banca, pelas recomendações, que melhoraram a qualidade do trabalho.

“Para ser sábio, é preciso primeiro temer a Deus o Senhor. Se você conhece o Deus Santo, então você tem compreensão das coisas”.

Provérbios 9:10 NTLH.

SILVA, Ubirajara Souza da. Etanol carburante no Brasil: evolução, cenários e o seu desempenho sob os critérios da RenovaBio. 2021. Orientadores: Ednildo Andrade Torres e Marcelo Santana Silva. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Industrial) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

RESUMO

A RenovaBio é a nova Política Nacional de Biocombustíveis do Brasil com o objetivo de contribuir com a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa - GEE, promover a expansão da produção e estimular o uso de biocombustíveis. Seus princípios são a contribuição do mercado de biocombustíveis para a geração de emprego, de renda e para o desenvolvimento regional e a promoção de cadeias de valor relacionadas à bioeconomia sustentável. O principal objetivo deste trabalho é realizar um estudo exploratório sobre a expansão da produção e do consumo do Etanol Carburante no Brasil focalizando nas diferentes regionais brasileiras e, em face as projeções da RenovaBio, realizar uma análise regionalizada dos resultados do plano de certificação deste programa. Para isso, é apresentada uma visão atual e histórica da produção deste biocombustível, bem como, do consumo relacionando à mitigação dos gases de efeito estufa, aos panoramas de desenvolvimento, apresentando uma previsão para crescimento regional a produção deste biocombustível. Esta pesquisa é um estudo exploratório, descritivo, quantitativo, bibliográfico e documental da literatura atualizada, embasando-se em uma análise de informações públicas referentes ao crescimento do biocombustível etanol, seus efeitos e suas perspectivas. Este trabalho conclui que a RenovaBio é um marco para amparar as ações de mitigação do clima, ao estímulo para produção e consumo do etanol no Brasil e está parcialmente adequada para gerar sustentabilidade ao crescimento do mercado de biocombustível no Brasil em sua totalidade. O elevado número de unidades de produção de biocombustíveis que aderiram ao programa indica uma expectativa de sucesso do programa por parte da sociedade. Entretanto, a legislação brasileira para o etanol irá requerer um esforço regulatório maior para o êxito ao estímulo à produção e consumo do etanol, tendo como grande desafio as grandes diferenças entre as regiões do Brasil. Quanto às estimativas de crescimento, finaliza este trabalho que, as estimativas governamentais quanto ao crescimento na produção de etanol podem ser atingidas devendo se ter uma maior atenção com os aspectos regionais. Isso demandará intenso acompanhamento do desempenho da regulação em face das desigualdades entre as regiões menos intensivas em produção e consumo de etanol.

Palavras-Chave: Etanol; RenovaBio; Descarbonização; Desenvolvimento regional.

SILVA, Ubirajara Souza da. Fuel ethanol in Brazil: evolution, scenarios and its performance under RenovaBio criteria. 2021. Advisors: Ednildo Andrade Torres and Marcelo Santana Silva. Dissertation (Professional master's in industrial engineering) - Polytechnic School, Federal University of Bahia, Salvador, 2021

ABSTRACT

RenovaBio is the new National Biofuel Policy in Brazil with the objective of contributing to the reduction of greenhouse gas emissions - GHG, promoting the expansion of production and encouraging the use of biofuels. Its principles are the contribution of the biofuels market to the generation of jobs, income and regional development and the promotion of value chains related to a sustainable bioeconomy. The main objective of this work is to carry out an exploratory study on the expansion of production and consumption of Ethanol Fuel in Brazil, focusing on different Brazilian regions and, in view of RenovaBio's projections, to carry out a regionalized analysis of the results of the certification plan for this program. For this, a current and historical view of the production of this biofuel is presented, as well as the consumption related to the mitigation of greenhouse gases, to the development scenarios, presenting a forecast for regional growth in the production of this biofuel. This research is an exploratory, descriptive, quantitative, bibliographical and documentary study of the updated literature, based on an analysis of public information regarding the growth of the ethanol biofuel, its effects and perspectives. This work concludes that RenovaBio is a milestone for supporting climate mitigation actions, stimulating the production and consumption of ethanol in Brazil and is partially adequate to generate sustainability for the growth of the biofuel market in Brazil as a whole. The high number of biofuel production units that joined the program indicates an expectation of success for the program by society. However, the Brazilian legislation for ethanol will require a greater regulatory effort to be successful in stimulating the production and consumption of ethanol, having as a great challenge the great differences between the regions of Brazil. As for growth estimates, this work concludes that government estimates regarding the growth in ethanol production can be achieved, with greater attention to regional aspects being required. This will require intense monitoring of the performance of regulation in the face of inequalities between regions that are less intensive in ethanol production and consumption.

Keywords: Ethanol; RenovaBio; Decarbonization; Regional Development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Síntese do mercado de distribuição de combustíveis no Brasil.....	34
Figura 2 - Esquema de funcionamento da RenovaBio	55
Figura 3 - Metas para aquisição de CBIOs pelos Distribuidores	69
Figura 4 - Oferta total de etanol no Brasil (2020 a 2030).....	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Legislação da RenovaBio.....	57
Quadro 2- Parâmetros quantificados na fase agrícola da produção de biocombustíveis.....	64
Quadro 3- Parâmetros quantificados na fase industrial da produção de biocombustíveis.....	65
Quadro 4- Metodologia de cálculo da a quantidade de emissões de gases de efeito estufa	73
Quadro 5- Descritivo do Total de emissões de combustíveis fósseis.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área colhida, quantidade produzida, rendimento médio no Brasil	29
Tabela 2 - Área colhida, quantidade produzida, rendimento médio - percentuais no Brasil	29
Tabela 3 - Metas estabelecidas pela RESOLUÇÃO N° 8/2020 do CNPE	58
Tabela 4 - Número de plantas e Produção média de etanol total/unidade por região.....	63
Tabela 5 - Quantidade de CBIOS emissíveis pelo produtor ou importador de biocombustível.....	67
Tabela 6- Massa específica e poder calorífico inferior de combustíveis.	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Vendas do Etanol Hidratado - 2019 (bep) no Brasil	31
Gráfico 2- Produção de etanol anidro e hidratado - 2019 (litros)	31
Gráfico 3- Vendas de Gasolina C - 2019 (bep) no Brasil.....	32
Gráfico 4- Cronologia da evolução dos teores de mistura carburante no Brasil (etanol anidro - gasolina)39	
Gráfico 5- Vendas de gasolina C e EHC pelas distribuidoras (mil m ³), 1991 – 2019 no Brasil	40
Gráfico 6- Percentual das vendas de gasolina C e EHC pelas distribuidoras, 1991 – 2019 no Brasil.....	41
Gráfico 7- Consumo de Etanol Total e Gasolina A; 1991-2019 (mil m ³) no Brasil	43
Gráfico 8- Consumo de Etanol Total, 1991-2019 (mil m ³) no Brasil	44
Gráfico 9- Vendas de gasolina A e Etanol Total pelas distribuidoras (mil m ³), 1991 – 2019, no Brasil.....	45
Gráfico 10- Produção de Etanol Total, 1991-2019 (mil m ³) no Brasil.....	47
Gráfico 11- Produção de etanol anidro e hidratado em 2019 (mil m ³)	48
Gráfico 12- Produção anual mundial de etanol combustível (milhões de litros), 2015-2020	50
Gráfico 13 - 15 melhores países geradores de emprego em biocombustíveis líquidos.....	52
Gráfico 14- Metas estabelecidas pelas Resoluções CNPE: 2018, 2019, 2020	59
Gráfico 15- Etanol total participação percentual: produção nacional X produção regional.....	83
Gráfico 16- Etanol total participação percentual: produção nacional X produção regional.....	84
Gráfico 17 - Previsão da produção de etanol total para Região Norte, 2020-2030	85
Gráfico 18- Previsão da produção de etanol total para Região Nordeste, 2020-2030.....	86
Gráfico 19- Previsão da produção de etanol total para Região Sudeste (-SP), 2020-2030	87
Gráfico 20- Previsão da produção de etanol total para São Paulo, 2020-2030.....	88
Gráfico 21- Previsão da produção de etanol total para Região Sul, 2020-2030	89
Gráfico 22- Previsão da produção de etanol total para Região Centro-Oeste, 2020-2030	90
Gráfico 23- Previsão de produção de etanol total do Brasil, 2020 – 2030, em m ³	91
Gráfico 24- Percentual de aumento da produção – análise entre regiões.....	91
Gráfico 25- Quantidade de Plantas de etanol autorizadas, certificadas e Percentual por região.....	93
Gráfico 26- Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO ₂ eq/MJ) - Etanol Anidro e hidratado.....	94
Gráfico 27- Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO ₂ eq/MJ) - Etanol Total por Região.....	95
Gráfico 28- Fração do volume de biocombustível elegível – Valores Nacionais	96
Gráfico 29- Fração do volume de biocombustível elegível – Valores Regionais	97
Gráfico 30- Fator para emissão de CBIO (tCO ₂ eq/m ³) – Valores Nacionais.....	98
Gráfico 31- Fator para emissão de CBIO (tCO ₂ eq/m ³) – Valores Regionais.....	99
Gráfico 32- Certificação por região brasileira– valores médios	100
Gráfico 33 - Percentual de energia vendida (bep) através do etanol hidratado em 2019 por UF.....	102
Gráfico 34- Vendas de Etanol Hidratado (bep) – 2019 no Brasil	104
Gráfico 35- Milhões de toneladas de CO ₂ eq gerados (em CO ₂ eq)	105
Gráfico 36- Milhões de toneladas (CO ₂ eq) - - Intensidade de Carbono – 2019	107
Gráfico 37- Milhões de toneladas evitadas (em CO ₂ eq), pelo consumo de EAC e EHC – 1991 a 2019....	108

Gráfico 38- Milhões de toneladas evitadas (em CO2eq) em 2019.....	109
Gráfico 39- Somatório em MM de toneladas evitadas (em CO2eq) 1991 A 2019	110
Gráfico 40- Milhões de toneladas (CO2eq) evitadas - ET e MM t (CO2eq) geradas - 2019	111
Gráfico 41- Participação nacional X Crescimento entre 1991 e 2019	114
Gráfico 42 - Meta regional, potencial regional de venda e saldo final de CBIOS.....	118

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Nível	72
Equação 2 - Tendência	72
Equação 3 – Sazonalidade.....	72
Equação 4 – Previsão	72
Equação 5 - Cálculo das emissões de gases de efeito estufa por combustível fóssil comercializado	73
Equação 6 - Cálculo do total de emissões por distribuidor de combustíveis	74
Equação 7 - Cálculo da participação de mercado na comercialização de combustíveis fósseis.....	75
Equação 8 - Fórmula de Cálculo do Fator para emissão de CBIO:	76
Equação 9 – Percentual de Vendas de etanol hidratado (bep)	77

LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Acre
ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
AEHC	Álcool Etílico Hidratado Combustível ou EHC
AL	Alagoas
AM	Amazonas
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
AP	Amapá
AR4	Quarto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
AR5	Quinto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
BA	Bahia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBIOS	Créditos de descarbonização ¹
CE	Ceará
CFE	Combustíveis fósseis equivalentes
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CO	Região Centro-Oeste
CO ₂ eq	Dióxido de carbono equivalente
COP	Conferência das Partes ²
COP-21 21 ^a	Conferência das Partes
CPLC	Carbon Pricing Leadership Coalition
DF	Distrito Federal
EAC ³	Etanol ⁴ Anidro Combustível

¹ Instrumento registrado sob a forma escritural com a finalidade de comprovação da meta individual do distribuidor de combustíveis de que trata o art. 7º da Lei nº 13.576 (RenovaBio)

² Conferência do órgão supremo da UNFCCC, compreendendo países que ratificaram ou aderiram à convenção. Reúne-se todos os anos para analisar o progresso na implementação dos objetivos da Convenção e negociar compromissos futuros.

³ Etanol Combustível destinado para mistura com gasolina A na formulação da gasolina C, (ANP, 2016)

⁴ O etanol pode ser produzido de modo sintético pela hidratação do etileno, pela fermentação (da cana-de-açúcar ou do milho). Também pode ser fabricado utilizando-se os resíduos que são rejeitados do processo produtivo do etanol, resíduos tipo palha, bagaço etc. Além destes também existem outros processos de produção do etanol. Este trabalho analisa apenas o Etanol originado da biomassa que pode ser denominado mais especificamente como

EHC ⁵	Etanol Hidratado Combustível ou Etanol hidratado ou AEHC
EIA	U.S. Energy Information Administration
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	U.S. Environmental Protection Agency
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ES	Espírito Santo
EUA	Estados Unidos da América
E.U.A.	European Union Allowances
FAO	Food and Agriculture Organization
FFV	<i>Flex Fuel Vehicles</i>
Fig.	Figura
FMI	Fundo Monetário Internacional
GA	Gasolina A ⁶
GAW	Global Atmosphere Watch Program
GC	Gasolina C ⁷
GEE	Gases de Efeito Estufa
GO	Goiás
GWP	Potencial de aquecimento global ⁸
IAA	Instituto do Açúcar e do Álcool
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intensidade de carbono
ICAP	International Carbon Action Partnership
IEA	International Energy Agency
iNDC	Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada ⁹
IPCC AR5	Quinto relatório de avaliação do IPCC

bioetanol Mills, et al., (1987); Schell, et al., (1996); Geller, (1985)

⁵ Etanol Combustível destinado à utilização direta em motores a combustão interna, (ANP, 2016)

⁶ Combustível produzido a partir de processos utilizados nas refinarias, nas centrais de matérias-primas petroquímicas e nos formuladores, destinado aos veículos automotivos dotados de motores de ignição por centelha, isento de componentes oxigenados. (ANP, 2016)

⁷ Combustível obtido da mistura de gasolina A e etanol anidro combustível, nas proporções definidas pela legislação em vigor. (ANP, 2016)

⁸ Potencial de Aquecimento Global (GWP), um índice baseado nas propriedades radiativas dos gases de efeito estufa, comparado ao do dióxido de carbono. O GWP representa o efeito combinado dos diferentes períodos em que esses gases permanecem na atmosfera e sua relativa eficácia na absorção da radiação infravermelha de saída

⁹ Intended Nationally Determined Contribution

IPCC	Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas ¹⁰
IRENA	International Renewable Energy Agency
MA	Maranhão
MAE	Erro médio absoluto ¹¹
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MASE	Erro médio absoluto em escala ¹²
MG	Minas Gerais
MME	Ministério de Minas e Energia
MS	Mato Grosso do Sul
MT	Mato Grosso
N	Região Norte
NE	Região Nordeste
ONU	Organização das Nações Unidas
PA	Pará
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
PI	Piauí
PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PR	Paraná
PRCOMB	Posto Revendedor de Combustíveis Automotivos
Proálcool	Programa Nacional do Álcool
RenovaBio	Política Nacional de Biocombustíveis ¹³
RFA	Renewable Fuels Association
RFS	Renewable Fuel Standard

¹⁰ Intergovernmental Panel on Climate Change - (IPCC), um organismo científico global para a avaliação das mudanças climáticas, criado em 1988 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e pela Organização Meteorológica Mundial. Seu objetivo é relatar o estado atual do conhecimento científico sobre as mudanças climáticas e suas possíveis consequências ambientais e socioeconômicas. A preparação dos Relatórios de Avaliação sobre Mudanças Climáticas é uma atividade essencial do IPCC, revisando e avaliando as informações científicas, técnicas e socioeconômicas mais recentes produzidas em todo o mundo, relevantes para o entendimento das mudanças climáticas. Até agora, existem quatro deles, desde o primeiro em 1990 até o quarto em 2007.

¹¹ *Mean absolute error*

¹² *Mean absolute scaled error*

¹³ Instituída pela Lei nº 13.576/2017 e parte integrante da política energética nacional de que trata o art. 1º da Lei nº 9.478/1997 (Lei do Petróleo) (BRASIL, 1997).

RJ	Rio de Janeiro
RMSE	Erro quadrático médio ¹⁴
RN	Rio Grande do Norte
RNG	Compressed and liquid renewable natural gas
RO	Rondônia
RR	Roraima
RS	Rio Grande do Sul
S	Região Sul
SC	Santa Catarina
SE	Sergipe
Se.	Região Sudeste
SERPRO	Serviço Federal de Processamento de Dados
SMAPE	Erro percentual absoluto médio simétrico ¹⁵
SP	São Paulo
Sudeste (-SP)	Região Sudeste excluindo o estado de São Paulo
Tab.	Tabela
TO	Tocantins
UE	União Europeia
UF	Unidade da Federação
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima ¹⁶

¹⁴ *Root-mean-square error*

¹⁵ *Symmetric mean absolute percentage error*

¹⁶ *United Nations Framework Convention on Climate Change* - A UNFCCC, assinada na Cúpula do Rio em 1992 por mais de 150 países, estabelece uma estrutura geral para os esforços intergovernamentais para enfrentar o desafio colocado pelas mudanças climáticas. Seu objetivo final é a 'estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que evite interferências antropogênicas perigosas no sistema climático'. A Convenção goza agora de uma adesão quase universal, com 192 países a ratificando (NEWELL e PATERSON, 2010).

LISTA DE SÍMBOLOS

bep	Barril equivalente de petróleo.
B_i	Bilhões de litros
MM	Milhões.
ND	Não Disponível
Gl	Giga litros ou Bilhões de litros
ha	Hectares
IC_i	Intensidade de carbono do combustível fóssil i (em toneladas de CO_2 equivalente/mega Joule;
kg	Quilograma
MJ	Mega Joule
PCI_i	Poder calorífico inferior do combustível fóssil i (em mega Joule/quilograma.
tCO ₂ eq	Tonelada de dióxido de carbono equivalente
V_i^{Total}	Volume total comercializado do combustível fóssil i pelo distribuidor de combustíveis no período (em litro);
t	Toneladas
ρ_i	Massa específica do combustível fóssil i (em quilogramas/litro.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	24
1.1 JUSTIFICATIVA PARA O ESTUDO DO TEMA.....	25
1.2 OBJETIVOS.....	26
1.2.1 Geral.....	26
1.2.2 Específicos	26
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	27
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
2.1 BRASIL, ‘ETANOL’ – DA PERSPECTIVA HISTÓRICA AOS DIAS ATUAIS	28
2.1.1 O Instituto do Açúcar e do Alcool – IAA	32
2.1.2 Síntese do mercado de distribuição de combustíveis	33
2.1.3 O Proálcool	35
2.1.4. O consumo de combustíveis em motores do ciclo Otto no Brasil.....	37
2.1.5. Participação do Brasil na produção mundial de etanol.....	49
2.1.6. A geração de emprego	50
2.2. RENOVABIO	53
2.2.1 Metas estabelecidas pelo CNPE.....	58
2.2.2 A certificação	61
2.2.3 A emissão dos Créditos de Descarbonização.....	66
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	70
3.1. LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS.....	70
3.2. ESTIMATIVA DOS VALORES DA PRODUÇÃO DE ETANOL TOTAL.....	71
3.3. CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA	72
3.3.1. Cálculo das emissões de GEE por combustível fóssil comercializado.....	73
3.3.2. Cálculo do total de emissões por distribuidor de combustíveis	74
3.3.3. Cálculo da participação de mercado de combustíveis fósseis	75
3.3.4. Cálculo das emissões de GEE evitadas por consumo de EAC e EHC.....	75
3.4. CÁLCULO DO PERCENTUAL DAS VENDAS - EHC (BEP)	76
3.5. ANÁLISE DA CERTIFICAÇÃO DA RENOVABIO EM ASPECTOS REGIONAIS	77
4. ESTIMATIVAS DA PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL.....	79
4.1. ESTIMATIVAS DA PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL.....	79
4.2. ESTIMATIVA OBTIDA PARA REGIÃO NORTE.....	84
4.3. ESTIMATIVA PARA REGIÃO NORDESTE.....	85
4.4. ESTIMATIVA PARA REGIÃO SUDESTE (-SP).....	86

4.5.	ESTIMATIVA PARA SÃO PAULO	87
4.6.	ESTIMATIVA PARA REGIÃO SUL	88
4.7.	ESTIMATIVA PARA REGIÃO CENTRO-OESTE	89
4.8.	ESTIMATIVA PARA TOTAL DO BRASIL	90
5.	ANÁLISE DO MERCADO REGIONAL DE ETANOL E DA RENOVABIO	92
5.1.	ANÁLISE DO RESULTADO DA CERTIFICAÇÃO DA RENOVABIO	92
5.2.	PERCENTUAL DAS VENDAS - ETANOL HIDRATADO (BEP) – 2019	101
5.3.	GEE LIBERADOS POR COMBUSTÍVEL– tCO ₂ EQ. 2019	105
5.4.	tCO ₂ EQ EVITADAS PELO CONSUMO DE ETANOL	107
6.	ANÁLISE E DISCUSSÃO	112
6.1.	O DISPÊNDIO COM CBIOIS POR REGIÃO	116
6.2.	. AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DOS COMBUSTÍVEIS EM FACE A RENOVABIO	118
6.3.	ASPECTOS SETORIAIS	119
7.	CONSIDERACOES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	122
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128
	ANEXO A - PRODUÇÃO DE EAC E EHC	144
	ANEXO B - MEMÓRIA DE CÁLCULO I.....	145
	ANEXO C - MEMÓRIA DE CÁLCULO II	146
	ANEXO D - MEMÓRIA DE CÁLCULO III.....	147
	ANEXO F - CONSUMO DE EHC E EAC	149
	APÊNDICE A - HISTÓRICO DA MISTURA CARBURANTE	150
	APÊNDICE B – ESTRUTURA DE FORMAÇÃO DO PREÇO DO EHC	152
	APÊNDICE C - METAS INDIVIDUAIS DE REDUÇÃO DE GEES.....	153
	APÊNDICE D - GRÁFICO DAS METAS DE REDUÇÃO.....	162
	APÊNDICE E - SOMATÓRIO DAS EMISSÕES.....	163
	APÊNDICE F - CERTIFICADOS DA PRODUÇÃO OU IMPORTAÇÃO	164
	APÊNDICE G - TRIBUTAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS POR ESTADO	165

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas e o aquecimento global condicionado às emissões de gases de efeito estufa (GEEs) são um desafio que dificulta a promoção do desenvolvimento sustentável, além de representarem um perigo à segurança internacional, tendo em vista, por exemplo, o processo de migração gerado pelas catástrofes ambientais (CLIMAINFO, 2021).

A análise das observações do *Global Atmosphere Watch Programme (GAW)* mostra que a média global de frações calculadas de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nítrico (N₂O) atingiram, em 2017, níveis máximos registrados respectivamente com 146%, 257% e 122% em relação aos níveis pré-industriais (WMO, 2018).

De König, Huppel *et al.*, (2016) entendem não ser possível atingir a meta de 2°C apenas com mudanças na tecnologia. Mudanças profundas nos padrões de consumo também teriam efeitos limitados. Somente soluções tecnológicas combinadas com mudanças comportamentais e uma redução de 50% no crescimento econômico podem nos aproximar da meta de 2°C. Esse cenário certamente não é politicamente atraente, mas apesar disso, a preocupação global quanto aos efeitos das mudanças climáticas tem se expandido na sociedade, gerando um posicionamento de diversas áreas que buscam por soluções que mitiguem os impactos que esses efeitos têm atingido a planeta como um todo.

O Acordo de Paris, celebrado na esfera internacional, convencionou metas de adaptação a longo prazo que ajudem os países a aumentar a suas respectivas capacidades em se adaptarem aos impactos adversos das mudanças climáticas. Ao mesmo tempo o referido acordo busca promover a resiliência climática e a diminuição de emissões de GEEs (MOORE e DIAZ, 2015; VAN DEN BERGH e BOTZEN, 2018; ONU, 2015)

Diante dessas circunstâncias, as nações têm assumido políticas que procurem mitigar os desafios impostos por estas mudanças climáticas como por exemplo através do incentivo aos biocombustíveis em suas regiões. A *RenovaBio* é um desses exemplos. A *RenovaBio*, a Política Nacional de Biocombustíveis, foi criada através da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017 e tem o objetivo de promover a adequada expansão da produção e do uso de biocombustíveis no Brasil. Dentre os seus princípios estão a contribuição para o desenvolvimento de um mercado de biocombustíveis para a geração de emprego, de renda e para o desenvolvimento regional, bem como para a promoção de cadeias de valor relacionadas à bioeconomia sustentável (BRASIL, 2017).

O Conselho Nacional de Política Energética - CNPE estabeleceu as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis como instrumento importante para alcançar os objetivos da RenovaBio, para vigorarem até 31 de dezembro de 2030. Estas metas certamente causarão impacto no aumento da produção de biocombustíveis (ANP, 2018; CNPE, 2019; EPE, 2019; GRASSI e PEREIRA, 2019).

Diante do contexto supracitado, esse trabalho procura responder a seguinte questão de pesquisa: qual seria o impacto na produção de etanol¹⁷ gerado pela RenovaBio e qual a sua abrangência na produção e no consumo desse biocombustível no Brasil, face ao cenário atual? Os estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso produziram 87% do etanol hidratado e São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Goiás e Mato Grosso corresponderam a 86% das vendas deste combustível pelas distribuidoras em 2019. A participação nacional de São Paulo referente a venda e produção atinge respectivamente, 52% e 47% (ANP, 2021c).

A RenovaBio inova ao estabelecer uma política de biocombustíveis fundamentada na eficiência energética, na redução de emissões de gases de efeito estufa com foco na comercialização e no uso de biocombustíveis com mecanismos de Avaliação do Ciclo de Vida - ACV visando a promoção da expansão da produção e do uso de biocombustíveis na matriz energética nacional (BRASIL, 2017).

1.1 JUSTIFICATIVA PARA O ESTUDO DO TEMA

O Brasil possui uma antiga, exitosa e pioneira política de utilização de biocombustíveis, notadamente, o etanol. O Proálcool foi um programa desenvolvido pelo governo brasileiro nos anos de 1970 em meio aos dois choques do petróleo. O conceito da política energética no Brasil foi alterado com a intenção de fazer avançar a diminuição das importações de petróleo e derivados. Foram planejados e praticados programas de substituição de derivados de petróleo,

¹⁷ Etanol: Biocombustível líquido derivado de biomassa renovável, que tem como principal componente o álcool etílico, que pode ser utilizado, diretamente ou mediante alterações, em motores a combustão interna com ignição por centelha, em outras formas de geração de energia ou em indústria petroquímica, podendo ser obtido por rotas tecnológicas distintas, conforme especificado em regulamento. (Fonte: Lei nº 12.490, de 16/9/2011). Etanol Anidro Combustível (EAC: Etanol Combustível destinado para mistura com gasolina A na formulação da gasolina C. (Fonte: Resolução ANP nº 19, de 15/4/2015). Etanol Hidratado Combustível (EHC): Etanol Combustível destinado à utilização direta em motores a combustão interna. (Fonte: Resolução ANP nº 19, de 15/4/2015 e Resolução ANP nº 681, de 5/6/2017).

no caso especial, a diminuição do consumo de gasolina pela adição de etanol anidro e a troca da gasolina pelo etanol hidratado em carros apropriados. O êxito do Proálcool resultou de uma combinação de fatores, foi montado em cima de uma estrutura de produção já existente, dos engenhos de cana-de-açúcar e da economia açucareira. Com relativamente poucos recursos foi possível realizar melhorias técnicas e colocá-la em funcionamento em condições operacionais competitivas. O Brasil construiu uma infraestrutura industrial e agrícola onde o principal beneficiado pelo Proálcool foi para a indústria canavieira de grande porte (PUERTO RICO, et al., 2010; BRASIL, 1975).

O governo brasileiro, através da Lei Nº 13.576/2017, estabeleceu a RenovaBio como uma renovação de sua política para os biocombustíveis (BRASIL, 2017).

A RenovaBio foi lançada com objetivo de ajudar o país a cumprir metas do clima, promover o mercado de biocombustíveis dentre outros objetivos já mencionados e, uma análise mais detalhada dessa política se faz necessária para conhecer os avanços bem como possíveis melhorias a serem realizadas na implantação do programa. A realização de estudos como o trabalho ora desenvolvido é importante para dar maior transparência às ações relativas à segurança, a sustentabilidade energética e ao desenvolvimento econômico e regional do Brasil.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Realizar uma análise da evolução da produção, consumo e cenários do etanol carburante no Brasil, evidenciando as diferenças entre as regiões brasileiras sob a visão da RenovaBio

1.2.2 Específicos

- a) Realizar previsões quanto a evolução da produção de etanol, entre 2021 e 2030,
- b) Estimar as quantidades de CO₂eq gerados pelos combustíveis fósseis e evitados pelo consumo de etanol;
- c) Analisar os resultados das análises das certificações obtidas na visão da RenovaBio;
- d) Analisar o desempenho e impacto da RenovaBio no que se refere ao dispêndio de créditos de descarbonização por entre as regiões brasileiras.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Após Introdução, ora apresentada, seguem-se mais sete capítulos. Este trabalho, visando uma análise regional, procurou seguir uma divisão geográfica mais adequada, analisando o Brasil pelas Regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul, Sudeste (excluindo São Paulo) e São Paulo.

O Capítulo 2 traz a fundamentação teórica desse trabalho. Inicia-se com os dados da produção e do consumo do etanol hidratado e anidro desde o ano de 1991 a 2019. Será realizada uma análise na origem da RenovaBio resultado do Acordo de Paris. O referido acordo é uma agenda internacional com um protocolo de intenções para mitigar os efeitos da mudança climática.

O Capítulo 3 descreve a metodologia de pesquisa utilizada no trabalho. A pesquisa documental e bibliográfica teve as fontes de dados secundários obtidas de órgãos oficiais e de domínio público.

No Capítulo 4 são apresentadas as previsões da produção de etanol no Brasil publicadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e de BRANCO *et. al.* (2019). Neste quesito, são expostas as disparidades entre a suas participações percentuais das unidades da federação através da comparação em um gráfico das produções nacional e de cada unidade da federação em comparação com as produções nacional e regional.

O Capítulo 5, descreve as fundamentais particularidades do mercado brasileiro de etanol em relação à produção, ao consumo e a quantidade em toneladas de CO₂eq evitáveis e geradas. Ainda foram feitas estimativas, sobre as diversidades regionais na geração de CO₂eq. (base da RenovaBio) por meio do consumo regional de combustíveis fósseis e os benefícios que algumas regiões terão em correlação a outras pela sua prevalência do consumo de etanol.

O Capítulo 6, análise e discussão, discute a queda da proporção percentual, em volume de vendas, de etanol hidratado desde o fim do Proálcool até 2019, os potenciais da RenovaBio para a contribuição direta para o desenvolvimento regional quanto a produção de etanol. Também será visto a participação nacional das regiões na produção de etanol versus o crescimento desta produção ao longo do período estudado.

Capítulo 7 traz as considerações finais do trabalho e as recomendações de futuros trabalhos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Inicialmente, cabe ressaltar que esse trabalho, com o objetivo de estabelecer estimativas, bem como, analisar dados históricos de consumo e produção, se baseia em dados estatísticos, de produção e consumo de etanol, entre os anos de 1991 até 2019. Os cenários de produção se projetam do ano de 2020 a 2030. Objetivando a análise e fundamentação com regularidade nas premissas, foi abstraído os efeitos da COVID-19 na análise dos cenários. Entretanto, outras situações pós COVID como por exemplo a publicação de nova legislação e o início do funcionamento do mercado de CBIOS não deixaram de ser analisadas.

Uma das inquietações globais se refere aos efeitos das mudanças climáticas em relação às suas respectivas médias históricas, o que vem resultando em alterações de temperatura, de precipitação e de outros fenômenos originados por causas antropogênicas. Esse cenário tem se expandido na sociedade, gerando posicionamentos da comunidade científica, de organizações intergovernamentais, de organismos financeiros, de governos, dos meios de comunicação e da sociedade em geral forçando-os a analisar, propor soluções para buscar reduzir os impactos que esses efeitos têm gerado no mundo.

2.1 BRASIL, 'ETANOL' – DA PERSPECTIVA HISTÓRICA AOS DIAS ATUAIS

O Brasil produz a cana-de-açúcar desde quando ainda era uma colônia de Portugal. Especialmente entre os séculos XVI e XVIII, o açúcar era o produto mais importante da economia brasileira (CNI, 2017).

A crise mundial de 1929 teve impacto severo na economia canavieira nacional. Em função da abrupta queda nos preços do açúcar no mercado internacional que ocorreu ao mesmo tempo em que tinha havido um aumento da capacidade de produção agrícola (e do estoque de açúcar armazenado), este quadro gerou um excesso de oferta local, pressionando o governo de então a criar em 1933 o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) (MORAES, 2007).

Para esse trabalho fazer uma análise regional do mercado do etanol, procurou-se seguir a divisão geográfica administrativa-política oficial segundo a qual o Brasil é dividido pelas regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Porém, como o estado de São Paulo corresponde a cerca da metade da área colhida (hectares), da quantidade produzida (toneladas), da produção (m^3) e do consumo (m^3), a fim de termos uma análise mais realista, ele foi

“separado” da região Sudeste. Sendo assim, com o objetivo de realizar uma análise este trabalho dividiu o Brasil em seis regiões (IBGE, 2020).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes a área plantada destinada à cana de açúcar, em 2019, foram de 10,08 milhões de hectares. Deste total, em primeiro lugar, 54,7% corresponde apenas ao estado de São Paulo, em segundo lugar, com 19,6%, a região Centro-Oeste. A região Sudeste (conforme a análise deste trabalho, compõe-se dos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro) possui 10,3%, o Nordeste, 8,7%, a Região Sul tem 6,1% e o Norte 0,6%. O Brasil teve em 2019 um rendimento médio de 74,68 toneladas de cana colhidas por hectare tendo produzido 752,9 milhões de toneladas de cana. As tabelas 1 e 2 resumem os dados apresentados (IBGE, 2020).

Tabela 1 - Área colhida, quantidade produzida, rendimento médio¹⁸ no Brasil

2019	Cana-de-açúcar		
	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio da produção (kg/ha)
Brasil	10.081.170	752.895.389	74.683
Norte	58.048	4.286.348	73.841
Nordeste	879.056	51.636.655	58.741
Sudeste (-SP) ¹⁹	1.042.171	77.985.417	59.899
São Paulo	5.515.027	425.617.093	77.174
Sul	615.827	42.472.869	68.969
Centro-Oeste	1.971.041	150.897.007	76.557

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, (2020)

Tabela 2 - Área colhida, quantidade produzida, rendimento médio - percentuais²⁰ no Brasil

2019	Cana-de-açúcar			
	Área colhida – Brasil (%) ²¹	Área colhida em relação a sua Área total plantada ou destinada à colheita (%) ²²	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio da produção (kg/ha)
Norte	0,58%	1,4%	0,57%	98,87%
Nordeste	8,72%	8,2%	6,86%	78,65%
Sudeste (-SP)	10,34%	16,7%	10,36%	80,20%
São Paulo	54,71%	62,4%	56,53%	103,34%
Sul	6,11%	2,9%	5,64%	92,35%

¹⁸ da lavoura da Cana-de-açúcar no Brasil

¹⁹ Abrange os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro

²⁰ da lavoura da Cana-de-açúcar – Percentuais

²¹ Percentual em relação ao total nacional de área colhida de cana de açúcar

²² Percentual em relação ao total regional de área plantada ou destinada à colheita de todas as culturas

2019	Cana-de-açúcar			
	Área colhida – Brasil (%) ²¹	Área colhida em relação a sua Área total plantada ou destinada à colheita (%) ²²	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio da produção (kg/ha)
Centro-Oeste	19,55%	6,7%	20,04%	102,51%

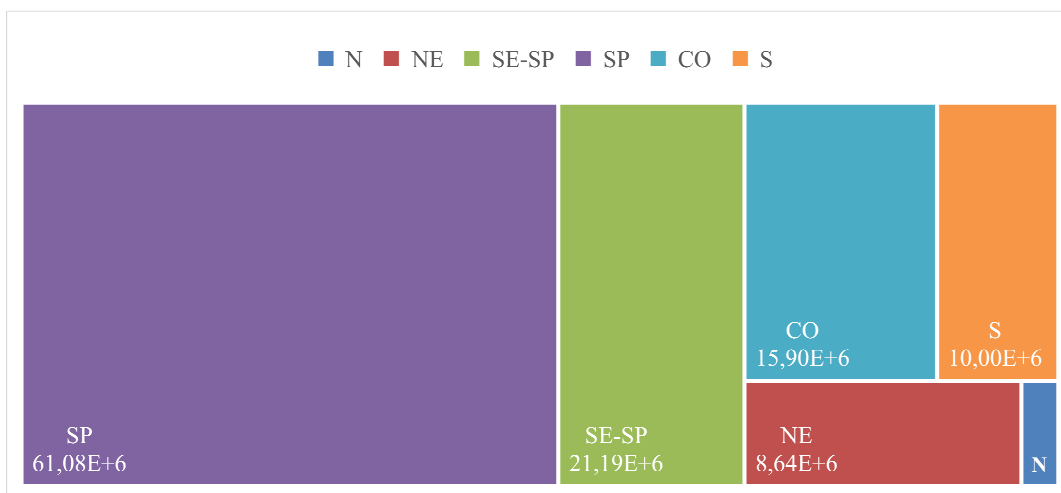
Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, (2020)

Essa disparidade e absoluta liderança do estado de São Paulo (em todos estes quesitos) é o principal motivo de analisarmos o Brasil em seis regiões na perspectiva da pesquisa do etanol sob as óticas da produção, consumo, emissões de CO₂eq evitadas e demais características. Para outros aspectos: quantidade produzida em toneladas foi observado a mesma discrepância. O rendimento médio da produção em quilogramas por hectare se observa uma certa equidade entre as regiões analisadas estando apenas São Paulo e a região Centro-Oeste acima da média e das demais regiões (IBGE, 2020).

Um dado importante de se destacar é que em São Paulo, a Área colhida da Cana-de-açúcar corresponde a 62,4% da sua Área total plantada ou destinada à colheita (%). Este fato indica que a Cana-de-açúcar está “expulsando” as demais áreas agrícolas do setor de hortifrutigranjeiros, outras lavouras, estabelecimentos agropecuários etc. (IBGE, 2020).

No Gráfico 1, observa-se a disparidade do consumo do Etanol Hidratado Combustível - EHC no Brasil nas vendas do etanol hidratado em 2019, em barris equivalentes de petróleo (bep). São Paulo responde, sozinho, por 51,78% do total da comercialização deste combustível no Brasil. As regiões Sudeste (excluindo SP), Centro-Oeste, Sul, Nordeste e Norte vêm, na ordem subsequente com: 17,96%, 13,48%, 8,48%, 7,32% e 0,97%.

Gráfico 1- Vendas do Etanol Hidratado - 2019 (bep)²³ no Brasil



Fonte: Elaboração própria (2021), Fonte: ANP, (2021).

No que se refere à produção de etanol anidro e hidratado no ano de 2019 (litros), observa-se no Gráfico 2 o mesmo destaque para o estado de São Paulo, que responde por 47,24% da produção nacional de etanol anidro e hidratado. As regiões Centro-Oeste, Sudeste (excluindo SP), Nordeste, Sul e Norte vêm, na ordem subsequente com: 31,2%, 10,7%, 5,4%, 4,7% e 0,7%.

Gráfico 2- Produção de etanol anidro e hidratado - 2019 (litros)²⁴



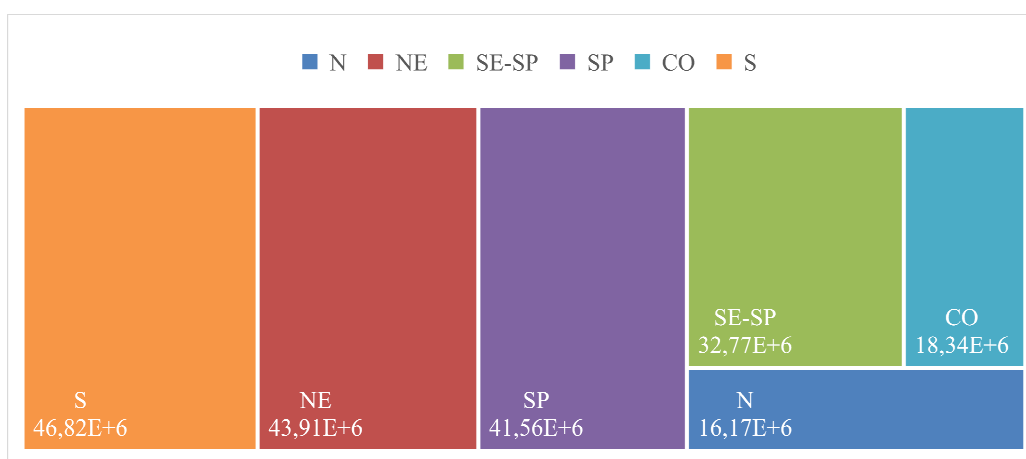
Fonte: Elaboração própria (2021), Fonte: ANP, (2021).

²³ Vendas, pelas distribuidoras, do etanol hidratado, por Unidade da Federação ou por Grande Região 2019 (bep). A Região Norte possui 1,15E+6 de bep de vendas de EHC

²⁴ A Região Norte teve, em 2019, 241,27 milhões de litros de produção de etanol anidro e hidratado.

A discrepância do mercado de etanol no Brasil pode ser evidenciada no Gráfico 3, vendas de gasolina. Nessa análise, a ordem de participação das regiões eleitas modifica-se bastante tendo as regiões Sul, Nordeste, o estado de São Paulo, Sudeste (excluindo SP), Centro-Oeste e Norte com respectivamente: 23,5%, 22,0%, 20,8%, 16,4%, 9,2% e 8,1%. Assim, estas proporções servem para validar a outra escolha feita em relação ao mercado do etanol, a divisão do Brasil em “seis” regiões.

Gráfico 3- Vendas de Gasolina C - 2019 (bep) no Brasil



Fonte: Elaboração própria (2021), Fonte: ANP, (2021).

2.1.1 O Instituto do Açúcar e do Alcool – IAA

O IAA²⁵ era o órgão do Governo Federal responsável pela total regulamentação e controle referente a completa cadeia comercial do setor sucroalcooleiro. O IAA tinha um forte aspecto controlador sendo a única instituição autorizada a comprar açúcar no mercado interno e celebrar contratos de exportação (BRASIL, 2009).

O IAA possuía exclusividade na administração das atividades do setor sucroalcooleiro. Competia somente ao IAA a normatização sobre financiamento de destilarias, instalação de novas usinas, concessão de empréstimos, cobrança da taxas, apreensão e armazenagem da produção que ultrapassasse a cota de produção determinada (a quantidade dos diversos derivados da cana a serem produzidos tinham uma cota de máxima de produção limitada por

²⁵ O IAA foi criado em 1933 (Decreto 22.789/1933) (BRASIL, 2009).

agente econômico), montagem de novas fábricas, estabelecimento de quotas de fornecimento, adiantamentos financeiros às usinas produtoras de álcool, equiparação dos preços do açúcar em cada centro de consumo, estabelecimento de cotas individuais de produção por unidade, etc. (BRASIL, 2009).

O IAA foi extinto e teve as suas atribuições transferidas pelas Leis 8.028 e 8.029 na reforma administrativa de 1990, estabelecendo a liberalização econômica do setor sucroalcooleiro brasileiro (PUERTO RICO, MERCEDES e SAUER, 2010).

2.1.2 Síntese do mercado de distribuição de combustíveis

O mercado brasileiro de combustíveis de transporte possui como a origem primária (fornecedor primário) do combustível fóssil as refinarias, as centrais petroquímicas, os formuladores e os importadores. Para os biocombustíveis, a origem primária podem ser os fornecedores de etanol ou de biodiesel, que são constituídos pelas usinas de biodiesel e etanol, ou os importadores.

Os fornecedores primários somente podem comercializar os combustíveis destinados ao transporte com os distribuidores de combustíveis líquidos²⁶. Os distribuidores comercializam os combustíveis exclusivamente com os postos revendedores de combustíveis²⁷, os transportadores revendedores retalhistas (TRRs)²⁸ e os grandes consumidores (ponto de abastecimento)²⁹. O revendedor varejista é o único agente econômico habilitado a fornecer combustível para o consumidor final³⁰ (diretamente nos automóveis). A Figura 1 esquematiza o padrão do mercado de distribuição de combustíveis no Brasil 2019 (ANP, 2020k, 2014, 2019s, 2013, 2007, 2016b),

Em 25/11/2021, os deputados aprovaram a Medida Provisória 1063, que autoriza a venda direta de EHC do fornecedor primário para os postos revendedores de combustíveis. O tema será encaminhado ao Senado Federal e tem limite de validade para ser analisado pelo

²⁶ Resoluções ANP n.º 58/2014 e n.º 784/2019 (ANP, 2020k); (ANP, 2014); (ANP, 2019s)..

²⁷ Resolução ANP n.º 41/2013 (ANP, 2020k); (ANP, 2013).

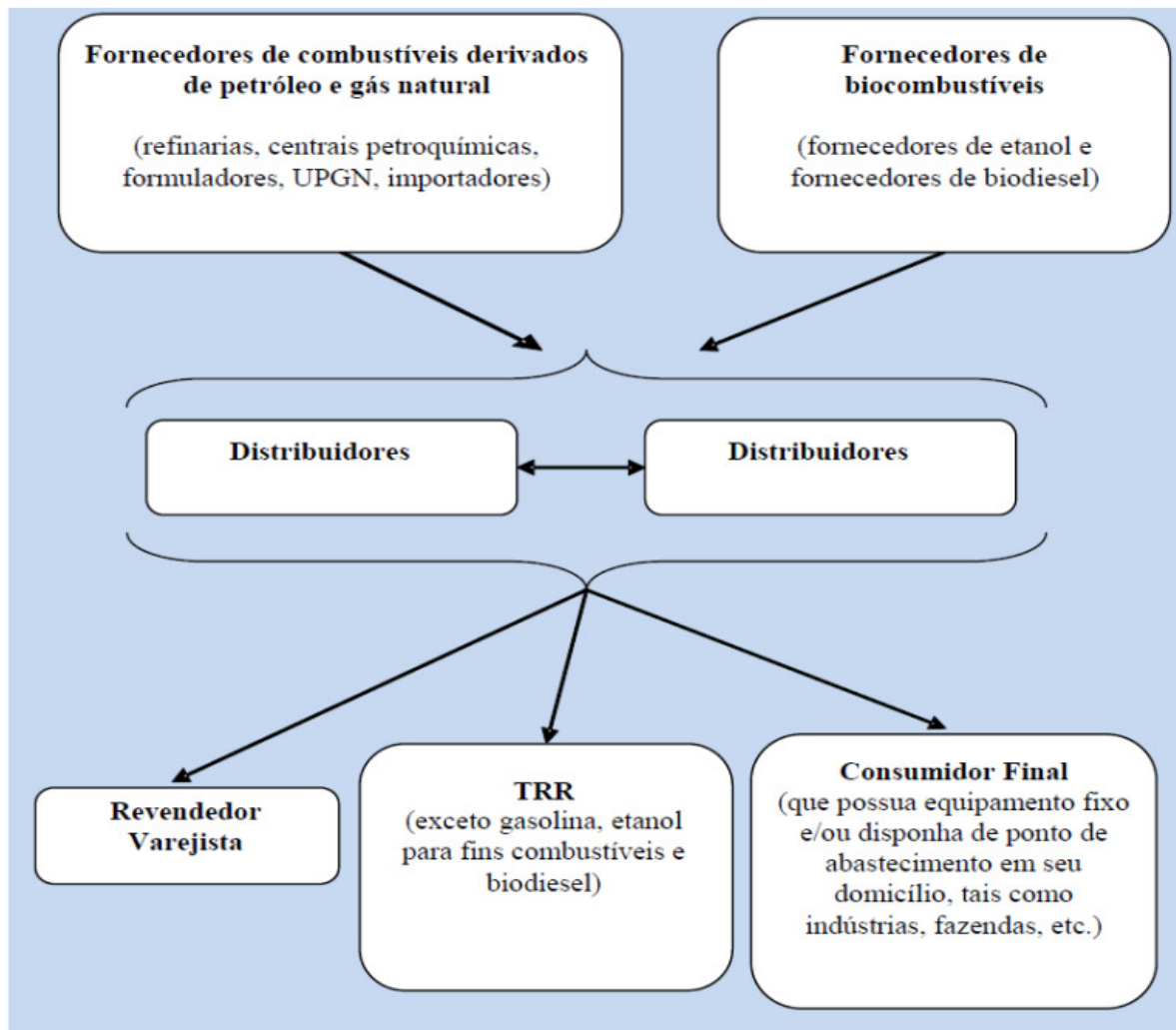
²⁸ Resolução ANP n.º 10/2016 (ANP, 2020k); (ANP, 2007); (ANP, 2016b).

²⁹ Pessoa física ou jurídica que possua, em seu estabelecimento, instalações aéreas ou subterrâneas com capacidade total de armazenagem igual ou superior a 15 m³ (quinze metros cúbicos) (ANP, 2020k)

³⁰ Em algumas situações os TRRs podem vender para consumidores localizados em regiões remotas e de difícil acesso ou que possuam ponto de abastecimento. Resolução ANP n.º 8/2007 (ANP, 2007).

Congresso Nacional. Os deputados removeram do texto a possibilidade da “bomba branca”— a venda de combustíveis de outros fornecedores em postos bandeirados (FAFÁ, 2021).

Figura 1- Síntese do mercado de distribuição de combustíveis no Brasil



Fonte: MME (2017)

Quanto à distribuição, somente as distribuidoras de combustíveis autorizadas pela ANP podem comercializar os seguintes combustíveis: Etanol Hidratado, Gasolina C, Gasolina de Aviação, GLP^{31 32}, Óleo Diesel B³³, Óleo Combustível, Querosene de Aviação e Querosene

³¹ Exercido pelo Distribuidor de GLP, pessoa jurídica autorizada pela ANP ao exercício da atividade de distribuição de GLP. (Fonte: Resolução ANP nº 49/2016)

³² É vedado o uso de GLP em motores de qualquer espécie, inclusive com fins automotivos, exceto empilhadeiras e equipamentos industriais de limpeza movidos a motores de combustão interna

³³ A partir de 2008, a mistura de biodiesel puro (B100) ao óleo diesel passou a ser obrigatória. Entre janeiro e junho de 2008, a mistura de biodiesel puro (B100) ao óleo diesel foi de 2%, entre julho de 2008 e junho de 2009 foi de 3%, entre julho e dezembro de 2009 foi de 4% e entre janeiro de 2010 e junho de 2014 foi de 5%. Entre

Iluminante. Um caso especial, referente aos combustíveis para veículos de transporte é exatamente o Etanol Hidratado que, *a priori*, já poderia estar sendo vendido diretamente pelo produtor ao posto revendedor de bandeira branca (não vinculado a marca do distribuidor de combustíveis) mas que por uma tradição regulatória e entendimentos das secretarias da fazenda dos Estados são obrigados a serem comercializados exclusivamente pelos distribuidores de combustíveis.

Cabe ressaltar que existe um esforço do mercado para verticalização do setor de combustíveis líquidos no Brasil, especificamente para o caso EHC. Os defensores desta proposta apresentam como vantagens deste modelo: a diminuição dos preços nas bombas de combustível, diminuição do percurso logístico do EHC e maior competição regional. Existe também expectativas de redução na emissão de GEE nos percursos entre a unidade produtora até o posto revendedor de combustíveis “o ganho anual estimado corresponderia à ordem de grandeza da redução da emissão de gases de efeito estufa de uma cidade de pequeno porte com aproximadamente 40 mil habitantes” (ENERGIA, 2019; BRASIL, 2021).

2.1.3 O Proálcool³⁴

Em 1975 o governo brasileiro instituiu o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) (BRASIL, 1975) que teve como objetivos a redução da dependência de petróleo estrangeiro, o equilíbrio no balanço de pagamentos nacional, a diversificação no uso da cana-de-açúcar com o aproveitamento da disponibilidade de produto excedente e a redução das disparidades de renda regionais e individuais (EAGLIN, 2019).

Inicialmente o Proálcool estabeleceu um plano de expansão da produção do etanol anidro que continha, dentre outras ações, assegurar aos produtores de álcool anidro automotivo preços de paridade baseados na relação de 44 litros de álcool equivaleriam em preço a 60

julho e outubro de 2014 o teor de mistura de biodiesel ao óleo diesel foi de 6% e entre novembro de 2014 e fevereiro de 2017 foi de 7%. Entre março de 2017 e fevereiro de 2018 o teor de mistura de biodiesel ao óleo diesel foi de 8% e, entre março de 2018 e agosto de 2019 foi de 10%. A partir de setembro de 2019 a mistura passou a ser de 11%, em volume, conforme Lei 13.263/2016. Uma exceção a esta regra é o óleo diesel para uso aquaviário. De acordo com a Resolução ANP nº 52/2010 (ANP, 2010b), a ANP determinará a adição obrigatória de biodiesel aos combustíveis aquaviário quando as condições técnico-operacionais para o uso seguro da mistura estiverem estabelecidas.

³⁴ “Neste sentido, o Brasil foi o palco do mais ambicioso projeto de substituição de insumos energéticos (leia-se petróleo) ocorrido no mundo: o PROÁLCOOL, que Bautista Vidal, principal responsável por sua idealização e implantação, considera apenas “a pontinha de um imenso iceberg”” (SCHENBERG, 1999)

quilogramas de açúcar cristal "standard". Indo mais além, haveria a garantia de comercialização do álcool anidro carburante através de um programa de distribuição entre as empresas distribuidoras de combustíveis que receberiam o produto a um preço já tabelado.

Um Protocolo firmado pelo Governo Federal e a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), visando a produção de veículos automotores movidos totalmente a etanol foi publicado em 1979. O Brasil desenvolveu tecnologia para a adição do etanol anidro combustível - EAC à gasolina, mas também a aplicação do EHC como combustível único em veículos. Uma iniciativa com um quantitativo de veículos vendidos, movidos exclusivamente a etanol, inédito, exitoso e vanguardista no mundo. Até hoje (BRASIL, 2009; CORTEZ e BALDASSIN, 2016; NASTARI, 2019).

O Proálcool teve, em sua época, um enorme êxito e foi o principal responsável pelo desenvolvimento da produção do setor alcooleiro, haja vista que a produção de etanol total no Brasil subiu de 555,62 milhões de litros na safra de 1975/1976 para 15,42 bilhões de litros na safra de 1997/1998. Em 1979 foram introduzidos no país os primeiros veículos movidos exclusivamente a etanol e que, já em 1985, representavam 92,17% dos licenciamentos de veículos novos quando chegou a mais de 645.000 unidades registradas (MAPA, 2013).

As vendas de veículos equipados com motores a etanol, que atingiram 96% das vendas totais de automóveis e comerciais leves em 1985, somaram desde 1979 mais de 5,62 milhões de unidades. Em 1986 o Brasil entrou em crise econômica, tendo chegado em 1989 ao maior índice de inflação até então registrado. A crise financeira trouxe sérias dificuldades orçamentárias e dificuldades no balanço de pagamentos e na conta que subsidiava o Proálcool. A crise e a falência nas contas públicas levaram o governo a implantar uma política de desregulamentação generalizada e o IAA foi extinto em 1990 (ANFAVEA, 2019).

A ampliação crescente da frota de veículos movidos a álcool e, ao mesmo tempo, o fracasso das políticas para estes biocombustíveis ocasionaram o desabastecimento de etanol nos postos de combustíveis do país. Tal fato, desencadeou uma crise de confiança da população com relação a disponibilidade de etanol. Esses fatos fizeram desabar o número de licenciamentos de carros movidos a álcool para 0,1% em 1997. Em números absolutos a quantidade de licenciamentos de veículos novos a etanol foi do valor máximo de 697.049 veículos em 1986 ao mínimo de 1.120 unidades em 1997, nesta época ainda não existiam no mercado os veículos bicombustíveis (CNI, 2017; ANFAVEA, 2019).

Observando o período entre 1976 a 2018, verifica-se que foram substituídos, através do consumo de etanol, o consumo e a importação de mais de 3 bilhões de barris de gasolina, um

marco expressivo para o Brasil. O valor poupado da gasolina substituída, avaliado pela DATAGRO, equivale a mais de 506 bilhões de dólares, em valores de dezembro de 2018³⁵ (NASTARI, 2019).

O exame do contexto da expansão da produção do setor sucroalcooleiro demonstra um resultado positivo quanto à geração de empregos, indicado no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios onde a atividade se instalou, resultando em melhoria da educação, saúde, geração e distribuição de renda (CHAGAS *et.al*, 2012; NASTARI, 2019).

O veículo 100% a etanol foi o antecessor do carro *flex*, apropriado a usar qualquer percentual combinação de gasolina C (mistura de etanol anidro e gasolina, atualmente 27% ou E27) e etanol hidratado (E100). O veículo *flex*, produzido a partir de 2003, acumula vendas de mais de 32,35 milhões de veículos (ANFAVEA, 2019).

O Brasil possui a maior frota mundial de veículos com tecnologia *flex*. Os impactos positivos do uso de etanol em mistura com a gasolina automotiva e como combustível puro são inúmeros, em termos econômicos, sociais e ambientais (NASTARI, 2019).

O lançamento dos veículos bicomcombustíveis (FFV - *flex fuel vehicles*) no Brasil determinou a revitalização do uso do etanol como combustível no país. O FFV admite o consumo de qualquer proporção de etanol ou gasolina ao mesmo tempo. Ademais, a ampliação da renda do consumidor e a disponibilidade de crédito foram, fatores basais que motivaram a ampliação do número de automóveis utilizados pela população tanto em áreas rurais como em urbanas (FREITAS e KANEKO, 2011; CARDOSO *et al.*, 2019; GRASSI e PEREIRA, 2019).

Nesse aspecto, é possível ponderar que o acréscimo nas vendas de veículos particulares foi o principal agente para o aumento observado no consumo de combustível ciclo Otto no Brasil. A taxa de crescimento do número de licenciamentos de veículos FFV novos entre 2003 e 2019 foi de 4733%, com uma média anual de 54%. Um total de quase 35 milhões de veículos foram licenciados entre 2003 a 2019 (ANFAVEA, 2021).

2.1.4. O consumo de combustíveis em motores do ciclo Otto no Brasil

Esse trabalho apresenta a série histórica nas vendas, no Brasil, de EHC e de gasolina C, pelas distribuidoras entre os anos 1991 até 2019. Os dados são dos Anuários Estatísticos Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis dos anos de 2001, 2010 e 2020 que

³⁵ Referentes ao período de 1976 a 2018

contém os dados do período entre 1991 até 2019. A escolha desse período é importante pois nele pode-se observar os ciclos na série histórica que foram consequências das políticas energéticas implementadas de forma padronizada.

Observando o percentual de venda de etanol hidratado combustível em relação à gasolina C (m³ em metros cúbicos) houve um decréscimo. O etanol hidratado teve a sua participação nas vendas, declinando de 42,3% em 1991 para 31,8% em 2019 (MAPA, 2015; ANP, 2020).

Diversos instrumentos regulatórios foram emitidos objetivando o controle completo do mercado e com o intuito de regular, ajustar, adequar e graduar o mercado, tais como Leis, Medidas Provisórias, Decretos, Decretos Legislativos e Decretos-Leis, Resoluções, Portarias, Instruções Normativas, Atos, Despachos, Normativos e Documentos Diversos. A adição de etanol anidro à gasolina evoluiu de uma mistura de 2% em 1931, 10% a 12% em 1976, aumentando sucessivamente a uma faixa de 18% a 20%, 22%, 25%, atingindo os atuais 27% a partir de março de 2015 (BRASIL, 2009).

Quanto a história da mistura carburante (etanol anidro - gasolina) no Brasil, este procedimento começou com o Decreto nº 19.717 de 20/02/31 (BRASIL, 1931) que estabelecia um teor de etanol na mistura entre 0 e 5% para o etanol, que ainda era (muitas vezes) importado. A evolução do histórico da mistura carburante (etanol anidro - gasolina³⁶), se elevou de 12% para 27%³⁷ conforme os dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) desde o Proálcool. Isso significou que a elevação da mistura de etanol anidro na gasolina estabeleceu uma garantia para o a elevação do consumo do etanol no Brasil (MAPA, 2015; ANP, 2020).

As medidas regulatórias para o aumento do percentual de etanol anidro na gasolina tinham abrangência diversificada³⁸ e tiveram grande incremento ou, às vezes, redução ao longo dos anos a depender da disponibilidade de etanol no mercado nacional, como pode ser visto no gráfico 4. Por final, em 05/03/2015, diferenciou-se o percentual para os dois tipos de gasolina existentes no Brasil: a Gasolina Comum/Aditivada com 27% de EAC e a Gasolina Premium

³⁶ Vide APÊNDICE A – HISTÓRICO DA MISTURA CARBURANTE (ETANOL ANIDRO - GASOLINA)

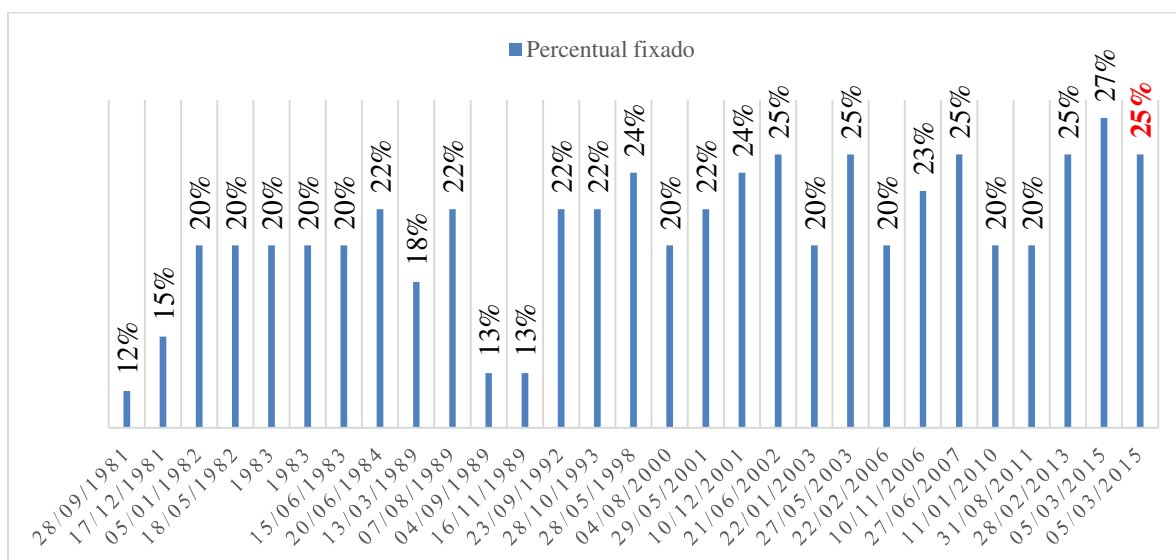
³⁷ Este percentual está, desde 16/03/15, em 27% para Gasolina Comum e 25% para Gasolina Premium (MAPA, 2015).

³⁸ Poderiam ter alcance nacional, regional, estadual e até englobando alguns Municípios

com 25% de EAC³⁹ (sinalizado no gráfico 4- Resumo da evolução dos teores de mistura carburante (etanol anidro - gasolina) – cronologia) (MAPA, 2015).

O Anexo A traz a cronologia da mistura carburante (etanol anidro - gasolina) e o gráfico 4 apresenta um resumo dos teores de mistura carburante (etanol anidro - gasolina) com apenas as abrangências de caráter nacional e somente a partir de 1981 (MAPA, 2015).

Gráfico 4- Cronologia da evolução dos teores de mistura carburante no Brasil (etanol anidro - gasolina)



Fonte: Adaptado em (2019) de MAPA (2015)

Para este trabalho, devido à inexistência de dados utilizando o mesmo padrão e da mesma fonte, referentes aos anos anteriores, partiu-se do ano de 1991 até 2019, em 1991 as vendas de álcool etílico hidratado, pelas distribuidoras, corresponderam a 10,5 bilhões de litros contra 12,7 bilhões de litros de gasolina C.

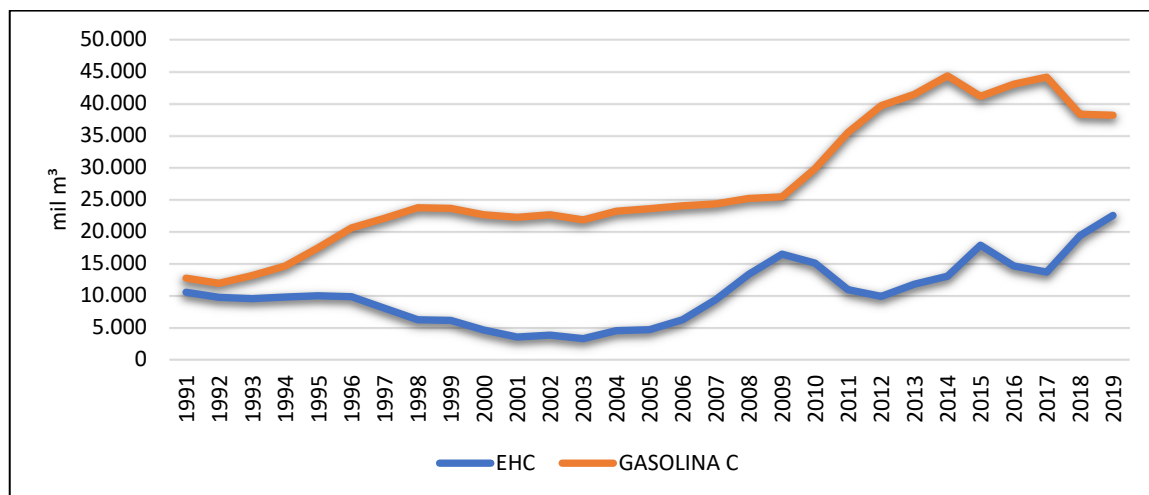
A diferença percentual na venda, em volume, entre os dois produtos, correspondeu em 1991 a 17%. Essa diferença foi, em todo o período analisado, sempre a favor da gasolina C, chegando a sua maior magnitude no ano de 2003 (justamente o ano de maior queda nas vendas do etanol e do lançamento dos veículos bicombustíveis⁴⁰) onde a superioridade em volume do combustível fóssil foi de mais de 83%. O surgimento dos veículos bicombustíveis, a partir daí,

³⁹ Foi selecionado este teor para a gasolina premium para atender aos veículos equipados com motores de maior potência, que tenham a necessidade de gasolina maior octanagem (DE OLIVEIRA, 2015)

⁴⁰ FFV

significou um grande estímulo ao aumento das vendas de EHC no Brasil. O Gráfico 5, abaixo, apresenta estes resultados⁴¹.

Gráfico 5- Vendas de gasolina C⁴² e EHC pelas distribuidoras (mil m³), 1991 – 2019 no Brasil



Fonte: Elaboração própria (2020) adaptado em (2020) de ANP (2019i, 2010, 2001, 2020c, 2010, 2001).

A curva das vendas do EHC teve um ponto de máximo em 2009, onde as vendas atingiram 16,47 bilhões de litros. Esse volume de vendas reduziu-se progressivamente até 2012, onde foram vendidos 9,9 bilhões de litros de álcool etílico hidratado no país. Em 2015, outro ponto de máximo, 17,9 bilhões de litros de EHC e, finalmente, o recorde da série histórica analisada quanto as vendas de etanol hidratado pelas distribuidoras, o valor de 22,5 bilhões de litros em 2019.

Analisando a partir de 2010, as vendas de gasolina C, pelas distribuidoras foram de 29,8 bilhões de litros em 2010, 44,4 bilhões litros, 2017 com 44,2 bilhões de litros e um decréscimo anual de 14 % para 2019 chegar a 38,2 bilhões de litros. Em 2020, em função da pandemia, o cenário mudou significativamente e os dados a serem utilizados deste ano deformariam o cenário de análise futura que é um objetivo desta dissertação.

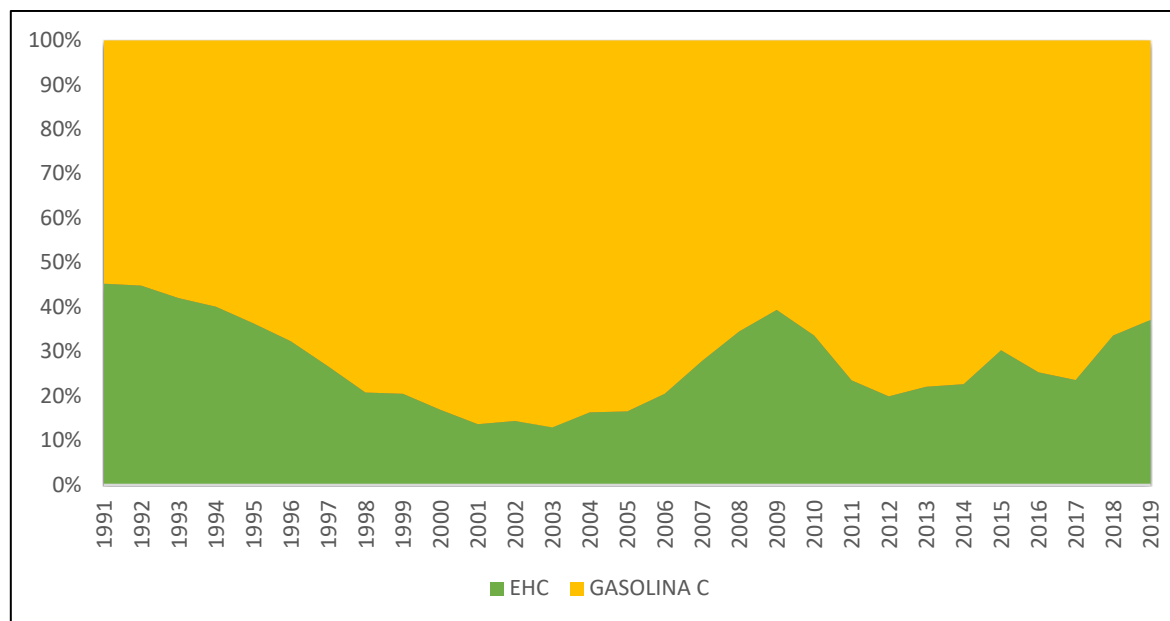
O Gráfico 6 apresenta a evolução na participação em forma percentual do volume vendido em litros de etanol hidratado em comparação com gasolina C de 1991 até 2019. Observa-se que só em 2009 e 2019 se obteve uma proporção próxima de 40% para as vendas de EHC. Considera-se que a desregulamentação do setor sucroalcooleiro, aplicada em 1990

⁴¹ Vide ANEXO G –CONSUMO DE EHC E EAC POR REGIÃO (em mil m³)

⁴² Combustível obtido da mistura de gasolina A e do etanol anidro combustível, nas proporções definidas pela legislação em vigor. É utilizada nos veículos do ciclo Otto. Resolução ANP n° 40, de 25/10/2013 (ANP, 2020c).

trouxe, em nível nacional, dificuldade para se chegar às proporções de vendas de EHC do início da década de 1990. Este gráfico apresenta a dificuldade para vendas EHC no Brasil de atingirem as mesmas proporções em relação a gasolina quando se ainda estava sob o controle do Proálcool (ANP, 2001, 2010, 2020).

Gráfico 6- Percentual das vendas de gasolina C e EHC pelas distribuidoras, 1991 – 2019 no Brasil



Fonte: Adaptado em (2020) de ANP (2020, 20, 2001, 2020c, 2010, 2001).

Os anos em que a participação percentual das vendas de EHC, no período histórico avaliado, atingiram os máximos percentuais de vendas de EHC são: 1991 com 45%, 2009 com 39%, 2015 com 30% e 2019 com 37% e os pontos de mínimo foram em 2003 com 13%, 2012 com 20%, e 2017 com 24%. Cabe ressaltar que é possível se observar as curvas de consumo do etanol total no Brasil, EHC mais EAC⁴³ sobre diferentes focos: o comportamento das vendas de EHC, o EAC consumido e a evolução dessas vendas em seus aspectos regionais.

Em uma análise, por regiões, das vendas de EHC, é evidente a intensa concentração das vendas de EHC no estado de São Paulo. Estas vendas em relação ao total de vendido no Brasil passaram de 39,3% em 1991 para 60,5% em 2006. No ano de 2019, a participação nas vendas de São Paulo foi de 51,8%, um valor bem à frente do segundo lugar, a UF de Minas Gerais com 14,2% e a Região Centro-Oeste com 13,5%, em terceiro lugar.

⁴³ O volume de EAC é obtido indiretamente. A partir das vendas de gasolina C, aplica-se o valor da mistura carburante, concentração etanol anidro na gasolina C da época (MAPA, 2015).

Excluindo São Paulo, Minas Gerais e a Região Centro-Oeste, nenhum outro estado ou região brasileira teve participação percentual superior a 10% nas vendas nacionais de etanol hidratado pelas distribuidoras em 2019. As regiões Sudeste (incluindo São Paulo) e Centro-Oeste juntas respondem por 83,23% do consumo nacional de EHC (ANP, 2001, 2010, 2020).

O consumo de combustíveis ciclo Otto no Brasil, tomando-se por base o período entre 1991 e 2019, cresceu de 23,2 bilhões de litros para 60,7 bilhões de litros, um crescimento de 162%. Quanto ao consumo de etanol total, compreendendo a soma das vendas de etanol hidratado acrescentando o etanol anidro consumido através da adição à gasolina A, vê-se que as vendas em 1991 eram de 12,1 bilhões de litros chegando em 2019 a 32,8 bilhões de litros, o que traduz um aumento de 170% (MAPA, 2015; ANP, 2001, 2010, 2020c).

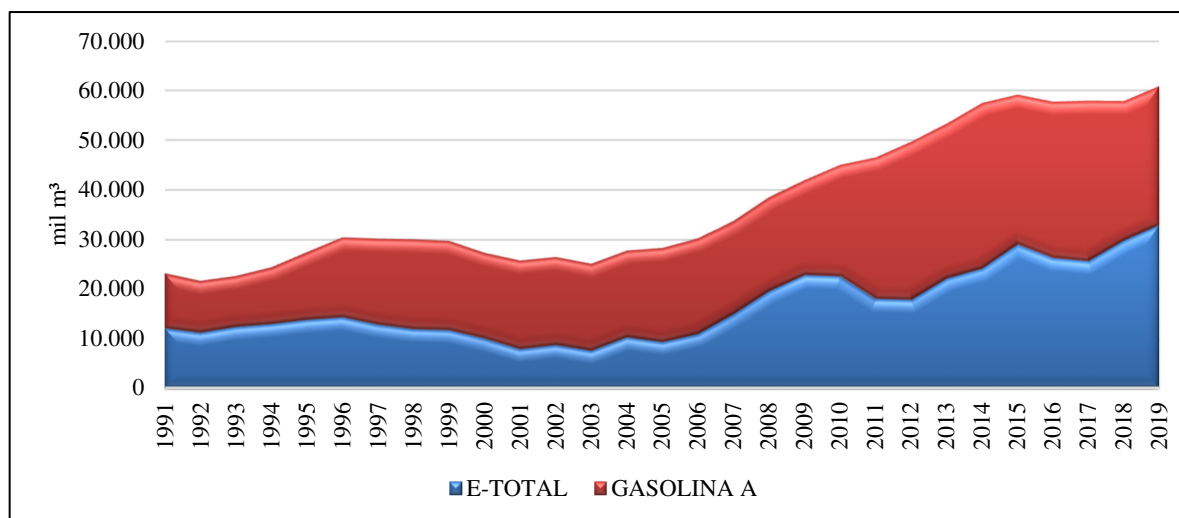
As vendas de gasolina A no ano de 1991 equivaleram a 11,0 bilhões de litros e em 2019 constituíram em 27,9 bilhões de litros (aumento de 152%). Neste cenário a participação percentual do etanol total, comparando o ano de 2019 com o ano de 1991 subiu de 52,4% para 54,1%, ou seja, em volume, o Brasil consome mais etanol total do que gasolina A, mantendo quase os mesmos níveis percentuais que à época de 1991, que ainda estava sob as implicações do Proálcool e, tendo à ocasião, uma significativa frota de veículos cativa ao EHC, movida exclusivamente a etanol (ANFAVEA, 2019).

A manutenção e sobrevivência da venda do biocombustível etanol no Brasil foi, de início, a existência de uma frota outrora cativa e, em progressiva sequência, os crescentes aumentos percentuais de EAC adicionados a gasolina A, fazendo da gasolina brasileira ser a mais aditivada com etanol do mundo (MAPA, 2015; RFA, 2018). Observa-se que, o apoio da obrigatoriedade da adição do percentual de do etanol anidro à gasolina, deu à indústria do etanol no Brasil uma fundamental ajuda à sua sustentabilidade financeira.

Observa-se no Gráfico 7 que, as mínimas participações percentuais do consumo de etanol total no Brasil⁴⁴ foram alcançadas em 2003 com 30% e 36% em 2012. Já as máximas participações foram de 55% ainda em 1993, 54% em 2009 e agora em 2019 quando o Brasil teve em volume 54% de uso de etanol total em comparação com o combustível fóssil gasolina A.

⁴⁴ Em relação a soma dos volumes de etanol total mais gasolina A

Gráfico 7- Consumo de Etanol Total e Gasolina A; 1991-2019 (mil m³) no Brasil



Fonte: Adaptado em (2020) de ANP (2020, 2010, 2001; MAPA (2015).

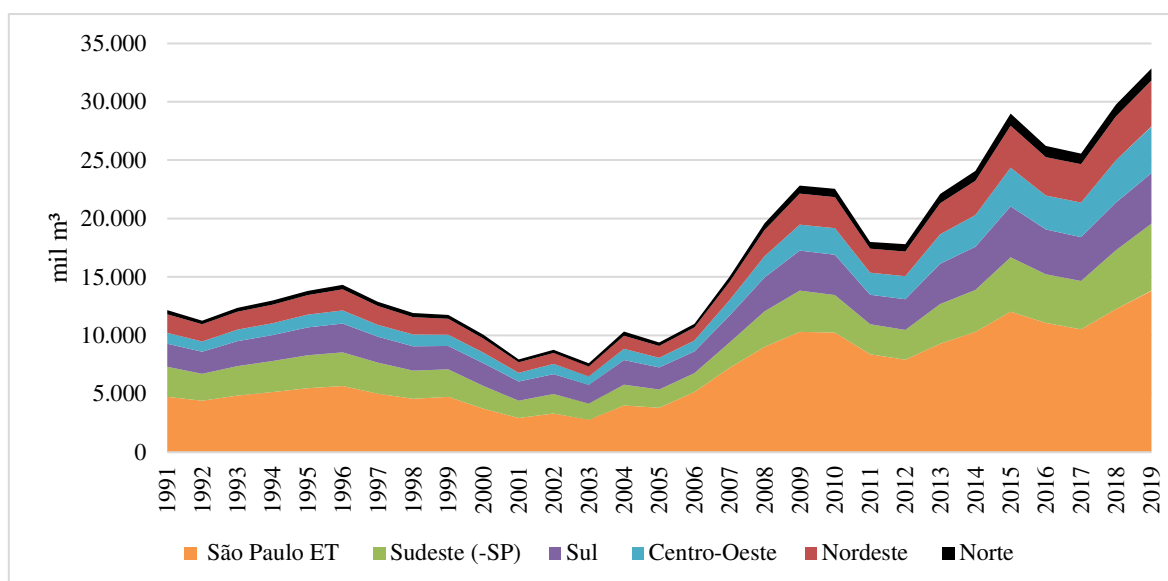
Para fazer uma análise do consumo de etanol total no Brasil, entre 1991 e 2019, foi criado o gráfico 8, que foi estratificado, de forma decrescente, de acordo com a análise regional adotada por esse trabalho. Assim, denominou-se São Paulo ET (Etanol Total), que está em primeiro lugar, como sendo o consumo de etanol total exclusivamente na UF de São Paulo, em segundo lugar temos Sudeste (-SP) que é a Região Sudeste sem a UF de São Paulo, com destaque para o mercado do estado de Minas Gerais⁴⁵.

Seguem, em participação no consumo de etanol total,⁴⁶ a Região Sul, a Região Nordeste, a Região Centro-Oeste e a Região Norte. O Gráfico a seguir ilustra o histórico do consumo de etanol por região.

⁴⁵ O consumo de etanol total no estado de Minas Gerais corresponde a 68,53% do consumo da região Sudeste já excluindo o estado de São Paulo

⁴⁶ Participação percentual das regiões brasileiras seguindo a divisão proposta por este trabalho.

Gráfico 8- Consumo de Etanol Total, 1991-2019 (mil m³) no Brasil



Fonte: Adaptado de em (2020) da ANP (2020, 2010, 2001; MAPA (2015).

Analisando, em números absolutos e comparando o ano de 2019 a 1991, foi observado que todas as regiões tiveram aumento no seu consumo de etanol total. A participação percentual no consumo de etanol total e a taxa de crescimento variaram positivamente nas regiões que ampliaram também a venda de EHC, pois a taxa de crescimento do consumo de EAC segue a variação do consumo da gasolina ou as alterações percentuais estabelecidas pelo governo⁴⁷. Assim sendo, o uso de etanol anidro acompanha o avanço de consumo de gasolina C e as ampliações dos teores das misturas autorizados pelo governo. Também houve o crescimento da participação do consumo em função do aumento da frota de veículos e consequentemente do consumo de etanol anidro (via gasolina C) e de etanol hidratado.

Analisando o período 1991 a 2019, enquanto a elevação do consumo do etanol total no Estado de São Paulo foi de 192%, o maior aumento no consumo foi observado na região Centro-Oeste com 323%, principalmente pelo crescimento do uso de EHC nesta região.

O Brasil teve um aumento no consumo automotivo de álcool etílico anidro e hidratado de 12.144 (mil m³) em 1991-para 32.849 (mil m³) em 2019. O estado de São Paulo responde sozinho por 42,1% do emprego nacional de etanol total com finalidade automotiva. Quanto a gasolina A o percentual de crescimento entre 1991 a 2019 foi de 161,9%, crescendo de 11.037 (mil m³) em 1991 para 27.860 (mil m³) em 2019, quanto pode ser notado no Gráfico 9.

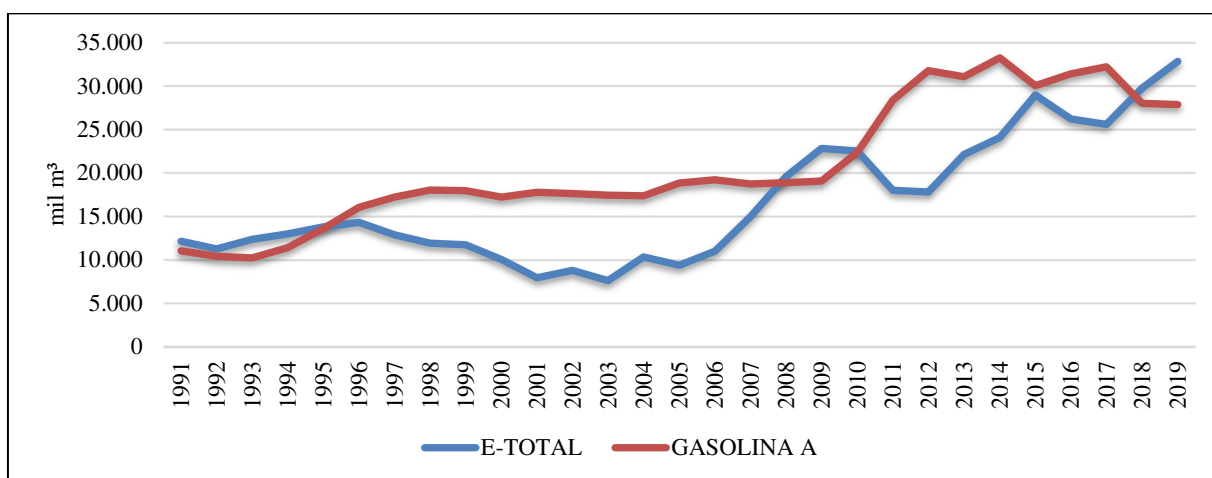
⁴⁷ Vide APÊNDICE A

O gráfico a seguir mostra alguns ciclos, entre o período entre 1991 e 2019, nos quais o consumo do biocombustível etanol esteve acima de gasolina A. Isso indica que durante alguns períodos o Brasil teve um combustível de ciclo Otto majoritariamente verde.

Logo no início, entre 1991 e 1995, os efeitos remanescentes do Proálcool e a frota ainda cativa de veículos movidos a álcool hidratado e em alguns momentos vindouros em 2008, 2009 e 2010 produziram este cenário. Em 2019, o Brasil foi mais ativo quanto ao uso de biocombustível para ciclo Otto, a frota brasileira de veículos leves ciclo Otto atingiu um total de 38 milhões de unidades, com a tecnologia FFV correspondendo a 78,4% deste total. (DENATRAN, 2020; ANP, 2019i, 2010, 2001; EPE, 2020).

Foram produzidos cerca de 36,0 bilhões de litros de etanol total em 2019. Deste modo, o volume de etanol total chegou ao segundo valor máximo histórico seguido. A ampliação na produção de etanol em 2019 veio em principalmente em decorrência da baixa cotação dos preços de açúcar no mercado internacional⁴⁸ e da paridade entre os preços médios do EHC e da gasolina C mais favorável ao etanol em grandes regiões consumidoras (EPE, 2020).

Gráfico 9- Vendas de gasolina A⁴⁹ e Etanol Total pelas distribuidoras (mil m³), 1991 – 2019, no Brasil



Fonte: Adaptado em (2020) de ANP (2020, 2010, 2001; MAPA (2015)

A produção brasileira de álcool etílico anidro e hidratado subiu de 12,8 bilhões de litros em 1991 para 35,3 bilhões de litros em 2019, um crescimento de 177%. Especificamente entre 2002 e 2019, período pós-veículo FFV, o crescimento foi de 184% correspondendo a um

⁴⁸ O aspecto de produção das usinas tornou-se mais açucareiro, como resultante da derrocada do consumo do etanol e do acréscimo da cotação do açúcar no mercado internacional. Em relação à gasolina, o preço na refinaria sofreu múltiplos reajustes pela política de similaridade de preços internacionais da Petrobras. (EPE, 2021)

⁴⁹ Calculada indiretamente pela extração do percentual na venda de Gasolina C

acréscimo de produção de etanol total de 22,9 bilhões de litros. Todas as regiões analisadas tiveram aumento na sua produção de etanol total. Porém a taxa de crescimento entre cada uma delas muda significativamente.

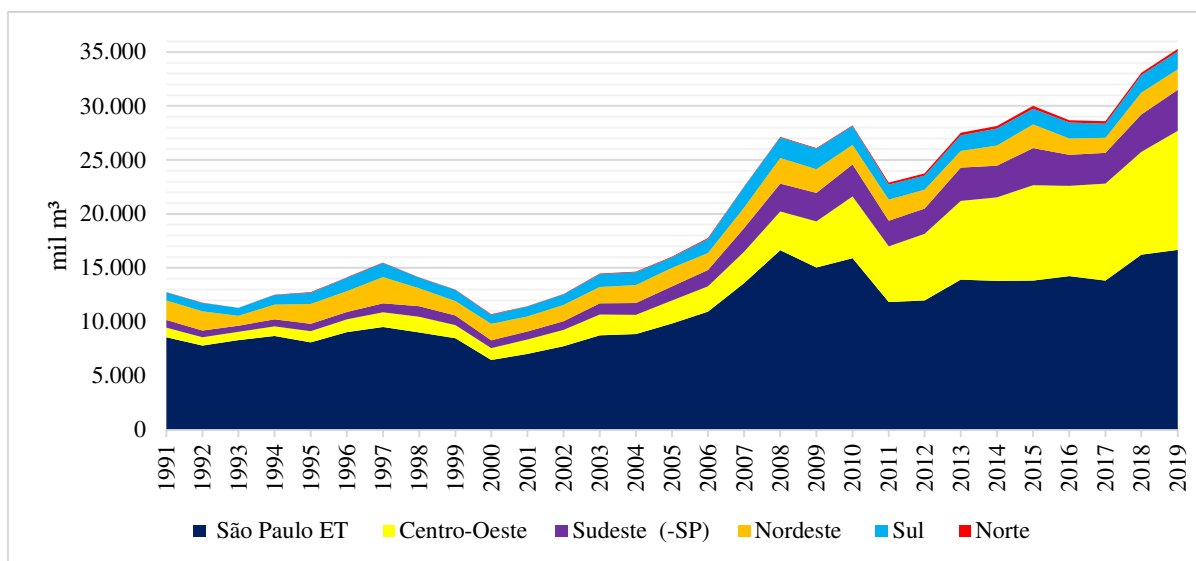
A produção de etanol total na região Norte cresceu imensos 1436,9%, porém a sua participação nacional na produção de etanol total oscilou entre 0,1% e 0,7% entre os anos de 1991 a 2019. Já a região Nordeste, a pioneira na produção em larga escala de cana de açúcar no Brasil, só cresceu 5,3% entre 1991 a 2019, decrescendo a sua participação nacional na produção de álcool etílico anidro e hidratado de 14,2% em 1991 para 5,4% em 2019.

A região Sul também decresceu a sua participação na produção decaindo de 5,8% em 1991 para 4,7% em 2019. Essas regiões foram as que sofreram o maior impacto da saída das políticas de subvenção do governo, (ANP, 2001, 2010, 2020c).

A produção de etanol da região Sudeste (excluindo São Paulo), é sustentada pelo estado de Minas Gerais que sozinho teve, em 2019, 10,1% da produção nacional de etanol total, o que equivaleu a 3,6 bilhões de litros. Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro corresponderam em 2019 a 10,7% da produção nacional de etanol total com 3,9 bilhões de litros. Dessa forma, a região Sudeste (excluindo São Paulo) sustenta-se essencialmente devido a Minas Gerais. A participação nacional do Sudeste na produção destes biocombustíveis variou, de 1991 a 2019, de 5,8% a 10,7%. Essa região, cresceu no período analisado, o percentual de 415,4%, essencialmente alavancada por Minas Gerais (ANP, 2001, 2010, 2020c).

O Gráfico 10 expressa o histórico, no âmbito do enfoque regional adotado entre o período de 1991 a 2019 da produção de etanol anidro e hidratado (mil m³).

Gráfico 10- Produção de Etanol Total, 1991-2019 (mil m³) no Brasil



Fonte: Adaptado em (2020) de ANP (2020, 2010, 2001)

A região Centro-Oeste, no período 1991-2019, é o caso brasileiro de maior ampliação em volume da produção de etanol total aumentando em 10,15 bilhões de litros a sua produção de etanol total, apresentando os maiores índices de crescimento na produção nacional em volume. O Centro-Oeste variou a sua produção em 1.260% (de 1991 a 2019) e a sua participação nacional foi de 6,9% em 1991 para 31% em 2019 (ANP, 2001, 2010, 2020c).

A região centro-oeste possui, para o agronegócio da cana-de-açúcar, um elevado número de propriedades com áreas de mais de mil hectares e com um processo histórico de aumento na quantidade de unidades deste padrão. A sua agricultura é majoritariamente mecanizada e com grandes grupos econômicos associados. Isto explica o crescimento e a pujança do setor sucroalcooleiro nesta região. Além de tudo o cerrado possui um regime de chuvas regulares (IBGE, 2020).

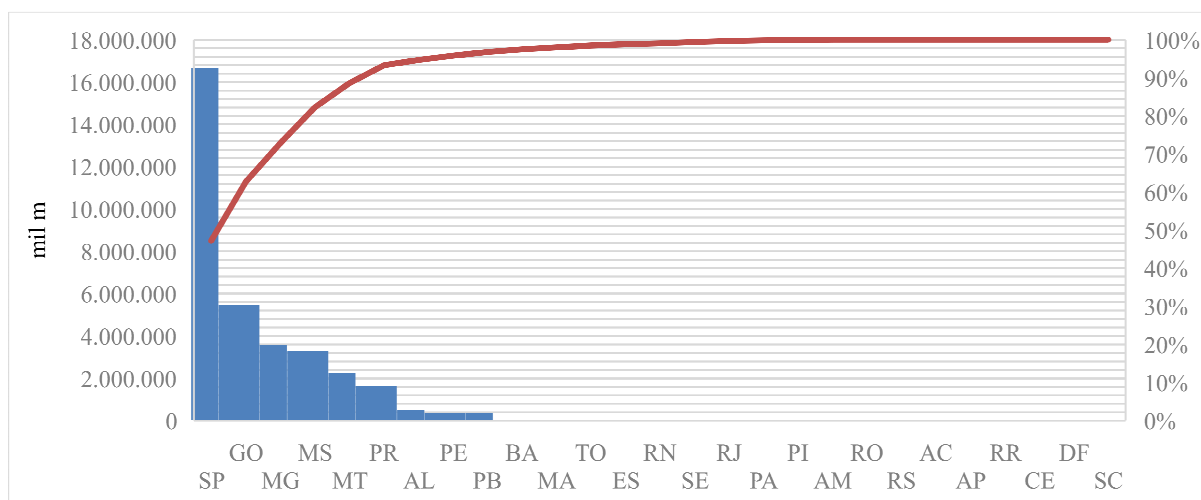
O estado de São Paulo com seus 16,68 bilhões de litros de produção de etanol anidro e hidratado, correspondeu em 2019 a 47% da produção nacional dos biocombustíveis estudados nesse trabalho. Entretanto, no período entre 1991 até 2019, o referido estado brasileiro aumentou a sua produção em 94,4%, o enquanto o aumento médio⁵⁰ da produção nacional total, no mesmo período, foi de 159,3%. O estado de São Paulo sozinho elevou a produção nacional de etanol total para fins automotivos em 8,1 bilhões de litros entre 1991 a 2019 (ANP, 2001, 2010, 2020c).

⁵⁰ Média entre as regiões estudadas

Há vários estados onde não existe produção de etanol para fins automotivos como por exemplo nos estados do Acre, Amapá, Roraima, Ceará, Distrito Federal e Santa Catarina. Fazendo uma análise pormenorizada da produção de etanol total para a Região Nordeste, estado a estado, no ano de 2019 temos: Alagoas com 504 (mil m³), Bahia teve 249, Maranhão gerou 168 (mil m³), Paraíba apresentou 359 (mil m³), Pernambuco teve 3.669 (mil m³), Piauí com 46 (mil m³), Rio Grande do Norte produziu 110 (mil m³) e Sergipe teve 102 (mil m³). O Gráfico 11 fornece um mapa da produção de etanol anidro e hidratado por unidade da federação em 2019 (mil m³) em forma de gráfico de Pareto⁵¹. É destacado que em apenas seis unidades da federação correspondem a mais de 90% da produção nacional (ANP, 2001, 2010, 2020c).

Segundo Aranha, (2020), a Bahia é um dos Estados brasileiros que deseja ampliar sua produção de etanol. Para isso, a Bahia espera gerar um polo sucroalcooleiro no oeste do estado, nas cidades de Barra, Muquém do São Francisco e Xique-Xique. A finalidade deste projeto será constituir a Bahia como autossuficiente na produção de etanol e açúcar. Hoje, a Bahia precisa importar, principalmente de São Paulo, 85% do etanol que necessita. Este complexo industrial deverá dispor de 11 unidades produtoras até 2025.

Gráfico 11- Produção de etanol anidro e hidratado⁵² em 2019 (mil m³)



Fonte: ANP (2020)

⁵¹ A Curva ABC, também denominada de análise de Pareto ou regra 80/20, é um método de classificação de acervo. Sua primeira finalidade é evidenciar quais são os resultados mais relevantes para o empreendimento (UOL, 2021).

⁵² por Unidade da Federação Brasileira

2.1.5. Participação do Brasil na produção mundial de etanol

Brinkman et al. (2018) destacaram o Brasil como sendo o maior produtor mundial de etanol derivado da cana-de-açúcar. Tendo o setor sucroalcooleiro como estratégico para a economia nacional. Cabe ressaltar que a expansão da produção desse biocombustível proporciona efeitos positivos para o produto interno bruto (PIB) brasileiro⁵³. Brinkman et al. (2018) mostraram que a expansão da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil em 2030 pode aumentar o PIB nacional em 2,6 bilhões de dólares. Certamente oferta de emprego será gerada, principalmente em classes de renda mais baixa.

O Brasil teve, em 2019, conforme dados da *Renewable Fuels Association* (RFA), a segunda⁵⁴ produção mundial de etanol combustível⁵⁵ com 32,44 bilhões de litros, representando 30% do total. Em termos de volume, é o segundo maior produtor, sendo os oito maiores produtores globais: Estados Unidos, Brasil, União Europeia, China, Canadá, Índia, Tailândia e Argentina (RFA, 2020).

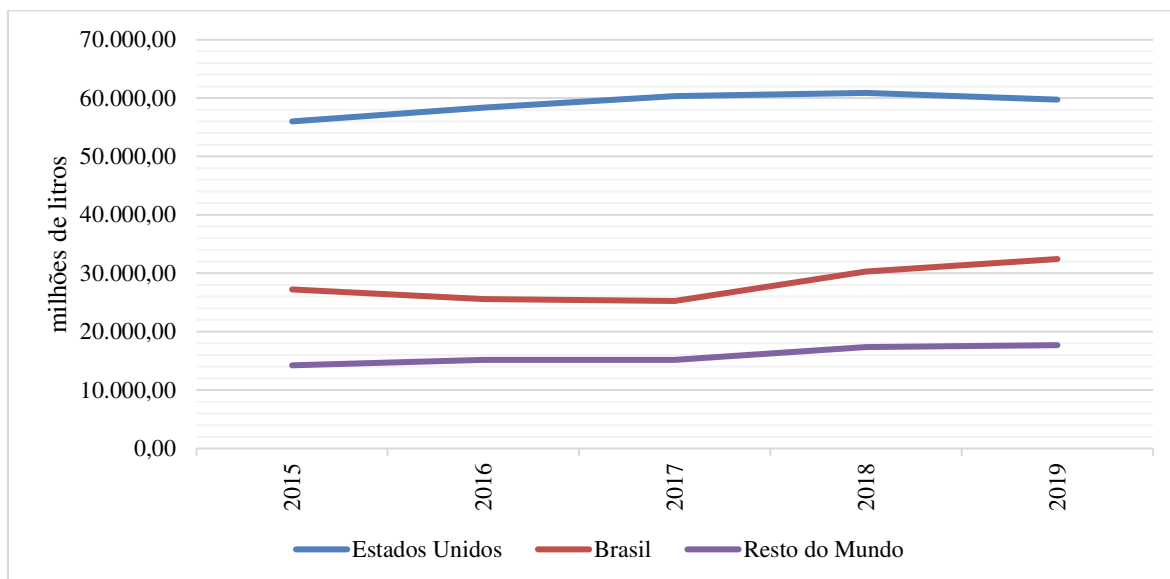
A produção mundial total, entre 2015 e 2019, cresceu em 13% e nos Estados Unidos aumentaram 7%. O Gráfico 12 descreve os resultados da *Renewable Fuels Association* – (RFA) da produção mundial de etanol combustível por país ou região no período de 2015 a 2020

⁵³ Engloba as fases agrícola, industrial e de distribuição.

⁵⁴ Nos Estados Unidos, o etanol é produzido sobretudo originado da biomassa do milho. Os Estados Unidos são o primeiro produtor mundial de etanol com cerca de 53% da produção mundial (KARP, MEDINA, et al., 2021). O Brasil é o maior produtor mundial de etanol originado da biomassa da cana de açúcar.

⁵⁵ E esta é originada principalmente da biomassa cana de açúcar.

Gráfico 12- Produção anual mundial de etanol combustível (milhões de litros), 2015-2020



Fonte: Renewable Fuels Association, RFA (2020)

A produção global de etanol cresceu mais de 6,6 bilhões de litros em 2019 atingindo um recorde de 110,4 bilhões de litros. Existe uma estimativa da *International Energy Agency* – IEA⁵⁶ que a fabricação de etanol aumente 19% até 2024, alcançando mais de 130 bilhões de litros. Esta estimativa da produção mundial de etanol tem crescido desde 2007 devido aos avanços nas expectativas de mercado no Brasil, Estados Unidos e especialmente na China (IEA, 2019).

2.1.6. A geração de emprego

A RenovaBio declara como princípio, o potencial de contribuição do mercado de biocombustíveis para a geração de emprego, de renda e para o desenvolvimento regional, bem como, para a promoção de cadeias de valor relacionadas à bioeconomia sustentável (BRASIL, 2017; ANP, 2019c; ANP, 2019f).

⁵⁶ Além do Bioetanol e do biodiesel, são elencados como biocombustíveis: Biobutanol, BioDME, Biohidrogênio, Biometano, Etanol celulósico, Biomassa para Líquido (BtL), Óleos Vegetais Hidrotratados (HVO), Ésteres Hidroprocessados e Ácidos Graxos (HEFA), Bio-óleo (Bio-oil/Bio-crude), Bio-carvão, Biocombustíveis de algas, Hidrocarbonetos via catálise química de açúcares vegetais., Gás BioSintético Natural (BioSNG) e Biocombustíveis descartáveis (EAFO, 2019).

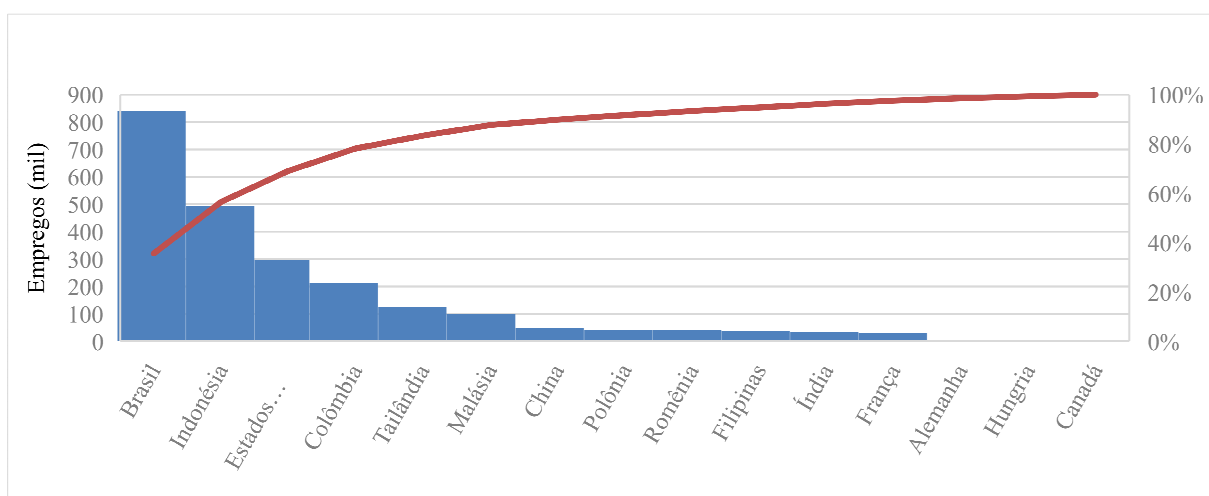
Neves e Trombim (2014) apresentaram a hipótese que na safra 2013/2014, o setor sucroalcooleiro empregava diretamente, através de empregos sazonais gerados no pico da colheita e considerando ainda os empregos informais, diretos e indiretos, a marca de 3,6 milhões de trabalhadores. A massa salarial, segundo o mesmo a mesma fonte, chegou a US\$ 4,1 bilhões. O setor sucroenergético em 2013 representava 1,3% dos empregos formais no Brasil. O que equivaleria a mais do que 614 mil postos de trabalho diretos sem considerar os empregos sazonais.

Em 2019, o setor de produção de etanol criou cerca de 800 mil empregos diretos, de acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), da Universidade de São Paulo). Incluindo-se os empregos indiretos (dos fornecedores de serviços e produtos), a quantidade chegava a aproximadamente um milhão de vagas de empregos surgidas no setor. Uma particularidade da agroindústria canvieira em relação ao outros setores do agronegócio era a elevada percentagem de registros em carteira de trabalho: 95%. Como comparação, na agroindústria, em geral, essa taxa era aproximadamente 58% (CEISEBR, 2019).

A *International Renewable Energy Agency* (IRENA, 2020) avalia que os biocombustíveis, com destaque para o etanol e o biodiesel, são o segundo maior empregador no *ranking* das energias sustentáveis que mais empregam no mundo. O Brasil possui cadeias de suprimentos intensivas em trabalho, enquanto as operações nos Estados Unidos e na União Europeia são muito mais mecanizadas. A indústria de biocombustíveis é responsável por mais de 2,5 milhões de empregos no mundo e com 839.000 vagas, o Brasil é o maior empregador em biocombustíveis no mundo. O maior número de propriedades com áreas de médio ou pequeno porte e a baixa mecanização (através do corte manual com a prática de promover queimadas) em muitas áreas são fatores responsáveis por esta alta empregabilidade (NEVES; TROMBIN, 2014; IRENA, 2020).

Já nos Estados Unidos, o agronegócio do etanol de milho é conduzido pela grande propriedade rural, amplamente mecanizada e com muito menor geração de empregos que o Brasil (IRENA, 2020b). O Gráfico 13 destaca os melhores países geradores de emprego em biocombustíveis líquidos.

Gráfico 13 - 15 melhores países geradores de emprego em biocombustíveis líquidos



Elaboração própria. Fonte: IRENA (2020, 2020b).

2.2. RENOVABIO

Os acordos internacionais de clima são, em diversos aspectos, acordos vinculantes, porém com o conteúdo de cláusulas não obrigatórias. Isso é genericamente denominado como ‘*soft law*’, isto significa que, em respeito à soberania de cada estado membro, os acordos internacionais de clima gozam de flexibilidade sendo na verdade aceitos como intenções, o Acordo de Paris se enquadra nesta definição (ESCUADERO, 2016).

A partir de sua contribuição nacionalmente determinada⁵⁷, cada país signatário do Acordo de Paris, apresentou e empenha as suas ações com o objetivo de reduzir as emissões de GEE para atingir as metas do Acordo.

O Brasil na tentativa de cumprir as suas metas estabelecidas para o acordo de Paris⁵⁸ criou a Lei nº 13.576/2017⁵⁹ e a RESOLUÇÃO CNPE Nº 8, de 2020 com métricas definidas afim de trazer resultado real às pretensões anunciadas (BRASIL, 2015, 2017; CNPE, 2020).

O Brasil apresentou em sua iNDC (*intended Nationally Determined Contribution*) para a COP, uma agenda de intenções tratando do estímulo do uso de recursos renováveis de energia como uma forma de diminuir a emissão dos gases do efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005 (em 2025) e 43% abaixo dos níveis de 2005 (em 2030). Outro ponto importante será o acréscimo da participação de biocombustíveis na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030. A expansão do consumo de biocombustíveis implicará no aumento da oferta de etanol e da parcela de biodiesel na mistura do diesel (BRASIL, 2015).

Nesse contexto, esse trabalho abordará o panorama do etanol brasileiro através da nova Política Nacional de Biocombustíveis, instituída pela Lei nº 13.576/2017 – a RenovaBio, que tem como seu, o objetivo de promover a adequada expansão da produção e do uso de biocombustíveis. A RenovaBio é um resultado da iNDC do Brasil na COP 21. Fazem parte dos seus princípios a contribuição do mercado de biocombustíveis para a geração de emprego, de renda e para o desenvolvimento regional, bem como para a promoção de cadeias de valor relacionadas à bioeconomia sustentável (BRASIL, 2015, 2017; MME, 2019).

⁵⁷ Cada país signatário da COP 21 expõe seus projetos quanto a questão climática conhecido como *nationally determined contributions* - NDC.

⁵⁸ Acordo de Paris - Pretendida contribuição nacionalmente determinada para consecução do objetivo da convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima

⁵⁹ Lei nº 13.576, DE 26 DE DEZEMBRO DE 2017.

O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) define as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa. Essas obrigações são estabelecidas em CBIOS com objetivo quantitativo anual em milhões de CBIOS e intervalos de tolerância com limites superior e inferior. As metas estão definidas para vigorarem até 31 de dezembro de 2030. As referidas metas deverão produzir impacto no aumento da produção de biocombustíveis (CNPE, 2020).

Observa-se que o CNPE já editou três normas sobre o mesmo assunto, os motivos de tantas alterações são a redução no consumo por combustíveis, motivado pela pandemia de COVID e atrasos na implementação do programa. Elementos que antes compunham a Resolução como intensidade de carbono - IC projetada (gCO₂eq./MJ) e redução da IC pretendida, não estão mas sendo publicadas expressamente na Resolução (CNPE, 2018; Bossle, 2020; Rodrigues, 2019).

O elemento fundamental da RenovaBio é o C BIO, que é um documento com objetivos de verificação do cumprimento da meta individual pelo distribuidor de combustíveis (aquisição de CBIOS). A emissão do CBIOS acontece, exclusivamente, a partir da comercialização de um biocombustível por um produtor (ou importador de biocombustível), autorizado pela ANP, que voluntariamente aderiu ao processo de certificação⁶⁰ realizado por firmas inspetoras também credenciadas junto a ANP (MME, 2017; ANP, 2018; CNPE, 2020).

Os distribuidores de combustíveis líquidos, por sua vez, terão como meta, comprar os CBIOS em relação proporcional a sua participação no mercado nacional⁶¹. Observa-se que as partes obrigadas na RenovaBio são os distribuidores de combustíveis (comerciantes) e não os emissores finais de CO₂eq. Os distribuidores deverão adquirir os CBIOS em mercado específico, bolsa de valores, não comprando de forma simultânea e direta à compra dos biocombustíveis pela distribuidora junto aos produtores (MME, 2017; ANP, 2018; CNPE, 2020; BRASIL, 2017).

Os distribuidores de gás natural, gás liquefeito de petróleo, óleo combustível, querosene de aviação, gasolina de aviação e querosene iluminante etc., não estão incluídos na meta de descarbonização (aquisição de CBIOS) para os distribuidores (CNPE, 2019; ANP, 2019b)⁶².

⁶⁰ Certificação de Biocombustíveis: Conjunto de procedimentos e critérios em processo, no qual a firma inspetora avalia a conformidade da mensuração de aspectos relativos à produção ou à importação de biocombustíveis em função da eficiência energética e das emissões de gases do efeito estufa, com base em avaliação do ciclo de vida. (Fonte: Resolução ANP nº 758/2018)

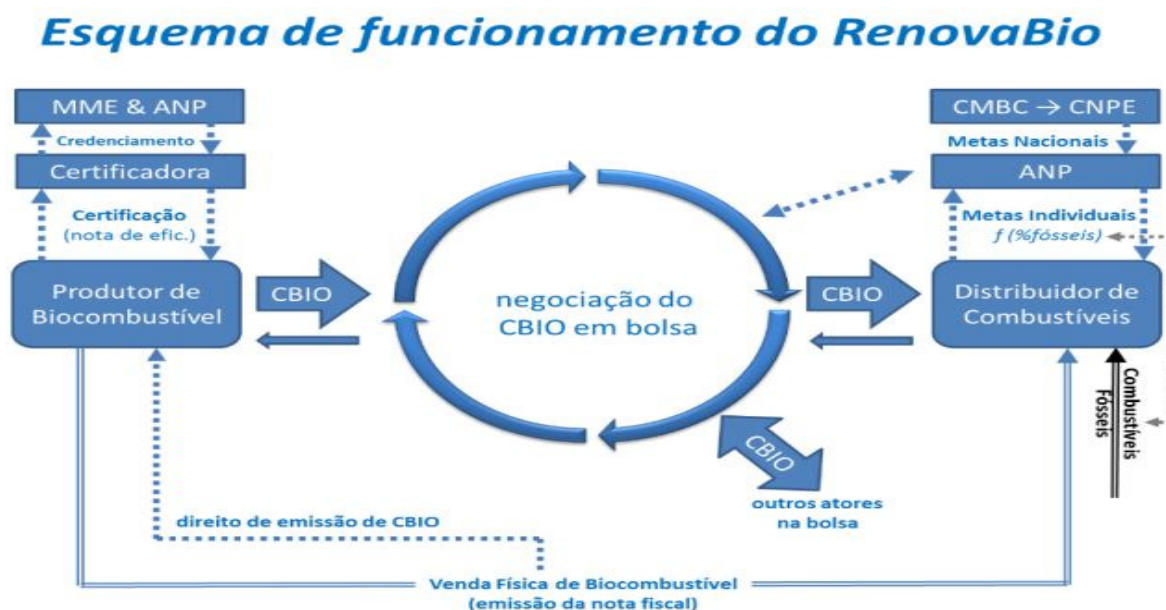
⁶¹ Mercado de comercialização de combustíveis fósseis sem substitutos em escala comercial

⁶² Compõem a lista de combustíveis fósseis que possuem biocombustível substituto em escala comercial exclusivamente: Gasolina comum/aditivada tipo C, Gasolina premium tipo C, Óleo diesel B e o Óleo diesel BX. (ANP, 2019b)

Os distribuidores de combustíveis comprovarão o cumprimento da meta ao demonstrar a aquisição e propriedade dos CBIOs⁶³. Esta inclusão no arcabouço regulatório, trazida pela RenovaBio, pretende gerar um estímulo substancial à produção sustentável de etanol. Importante observar o destaque dado pela legislação da RenovaBio ao conceito de eficiência energética, inclusive através de mecanismos de avaliação de ciclo de vida (GRASSI; PEREIRA, 2019; BRASIL, 2017; ANP, 2018).

Esse conceito leva à construção de um princípio de valorização da eficiência ambiental entre biocombustíveis. Os biocombustíveis com mesma especificação, porém com ACVs diferentes, após as análises das fases agrícola, de produção e de distribuição, terão remuneração diferenciada na emissão de CBIOs. Assim, os produtores de biocombustíveis com melhor desempenho ambiental receberão mais CBIOs por litro comercializado. Estima-se que este ganho possa implicar em mais progressos no desempenho ambiental e/ou no rendimento da produção. A Figura 2 esquematiza o processo de funcionamento da RenovaBio (ANP, 2019f).

Figura 2 - Esquema de funcionamento da RenovaBio



Fonte: (MME, 2017)

As metas nacionais brasileiras para a redução de emissões de gases de efeito estufa para a matriz de combustíveis foram deliberadas para o período de 2020 a 2030 pela Resolução

⁶³ "Aposentadoria do Crédito de Descarbonização é o processo realizado por solicitação do detentor do crédito ao escriturador que visa à sua retirada definitiva de circulação, o que impede qualquer negociação futura do crédito aposentado." (MME, 2019b).

CNPE nº 8, de 18 de agosto de 2020 (CNPE, 2020). Esta resolução é a que está em vigor, sucessora das anteriores que estão revogadas. Ela é resultante do impacto direto da COVID nas vendas de combustíveis e na receita das distribuidoras. Por meses a reação a este impacto, por parte do CNPE, oscilou entre a imobilidade, a postergação e finalmente a edição da Resolução que será mais bem discutida no item 3.2.1.

As metas nacionais instituídas pelo CNPE serão anualmente estendidas em metas individuais obrigatórias para os distribuidores de combustíveis, de acordo com suas participações no mercado de combustíveis fósseis.

Através da certificação da produção de biocombustíveis serão imputadas notas diferentes para cada produtor e importador de biocombustível, em valor inversamente proporcional à intensidade de carbono do biocombustível produzido. A nota refletirá precisamente a contribuição individual de cada agente produtor de biocombustível para a mitigação de uma quantidade específica de GEEs em relação ao seu combustível fóssil substituído (em termos de toneladas de CO₂eq) (ANP, 2019f).

Os produtores e importadores de biocombustíveis, que pretendam juntar-se ao programa, firmarão contratos com firmas inspetoras credenciadas na ANP para efetuação da certificação do biocombustível e validação da Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA). O Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis terá validade de três anos, computados partindo da data de sua aceitação pela ANP, e apenas poderá ser emitido pela firma inspetora após a admissão do processo pela ANP (ANP, 2019f). A Resolução ANP nº 758/ 2018 regulamentou a certificação da produção ou importação eficiente de biocombustíveis e o credenciamento de firmas inspetoras (ANP, 2018).

As distribuidoras de combustíveis precisarão confirmar o cumprimento de metas individuais obrigatórias por meio da compra de Créditos de Descarbonização (CBIO), proveniente da certificação do processo produtivo de biocombustíveis com base nos respectivos níveis de eficiência alcançados em relação a suas emissões.

Os produtores e importadores de biocombustíveis que aderirem voluntariamente ao programa poderão, de posse dessa produção certificada, comercializar esses créditos. Os distribuidores de combustíveis cumprirão a meta individual compulsória anual ao demonstrar a propriedade dos CBIOs (ANP, 2018).

A ANP também publicou a Resolução nº791/2019 (ANP, 2019b) que dispõe sobre individualização das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a RenovaBio e a Resolução

CNPE nº 8/2020 (ANP, 2019d; CNPE, 2020). Recentemente foi publicada mais uma Resolução da ANP, Resolução ANP nº 802/2019 que organiza os procedimentos para geração de lastro necessário para emissão primária de créditos de descarbonização. O Quadro 1 descreve sobre a legislação específica da RenovaBio.

Quadro 1- Legislação da RenovaBio

Lei nº 13.576/2017	Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio e dá outras providências.
Decreto nº 9.308/2018	Dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017.
Decreto nº 9.888/2019	Dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e institui o Comitê da Política Nacional de Biocombustíveis Comitê RenovaBio.
Resolução CNPE nº 8/2020 ⁶⁴	Define as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis.
Portaria ANP nº 303/2018	Constitui o Grupo Técnico RenovaBio no âmbito da Política Nacional de Biocombustíveis.
Resolução ANP nº 758/2018	Regulamenta a certificação da produção ou importação eficiente de biocombustíveis de que trata o art. 18 da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e o credenciamento de firmas inspetoras.
Resolução ANP nº 791/2019	Dispõe sobre a individualização das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis, no âmbito da RenovaBio.
Resolução ANP nº 802/2019	Estabelece os procedimentos para geração de lastro necessário para emissão primária de Créditos de Descarbonização, de que trata o art. 14 da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e altera a Resolução ANP nº 758, de 23 de novembro de 2018 (ANP, 2019o). ⁶⁵
Despacho ANP nº 585/2019	Publica as metas individuais compulsórias, por distribuidor de combustíveis, de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa, que vigorarão até 31 de dezembro de 2019 e que poderão ser comprovadas cumulativamente com as metas individuais compulsórias referentes ao ano de 2020 (ANP, 2019j).
Portaria MME nº 419/2019	Estabelece normas referentes à escrituração, registro, negociação e aposentadoria de Créditos de Descarbonização (MME, 2019).
Portaria MME nº 122/2020	Altera itens da Portaria MME nº 419/2020.
833/2020-SSN - Negociação de (CBIO))	Dispõe sobre a forma de comercialização de CBIOs, autorização das partes interessadas, estabelecimento e operação dos mercados de negociação de CBIOs, funcionamento, execução etc.

Fonte Elaboração própria e adaptado de ANP (2019f).

A legislação da RenovaBio possui um caráter inovador em relação ao histórico regulatório para o etanol no Brasil, trazendo, sobre forma de Lei e Resolução, conceitos novos

⁶⁴ Substituiu a Resolução CNPE nº 15/2018

⁶⁵ “O mercado de Créditos de Descarbonização (CBIOs) foi oficialmente lançado em 24/12/19 (BIODIESELBR, 2019)

à Legislação de biocombustíveis como ACV, IC etc. As políticas para setor sucroalcooleiro utilizadas até então, eram baseadas em subsídios, subvenções, tabelamento de preços, empréstimos a juros subsidiados e outras políticas econômicas que, sim, tiveram o seu apogeu e depois a decadência em função da situação econômica de épocas diferentes e lidando desde então com forte influência das oscilações do preço do petróleo no mercado internacional (BRASIL, 2009; PUERTO RICO; MERCEDES; SAUER, 2010; CORTEZ ; BALDASSIN, 2016).

2.2.1 Metas estabelecidas pelo CNPE

O CNPE emitiu em três anos, três resoluções alterando as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis. Em 2020, através da Resolução nº 8/2020, o CNPE, mais uma vez, modificou e estabeleceu as metas compulsórias anuais de CBIOS para a aquisição pelos distribuidores e seus respectivos intervalos de tolerância⁶⁶ (CNPE, 2020). As metas estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Metas estabelecidas pela RESOLUÇÃO Nº 8/2020 do CNPE

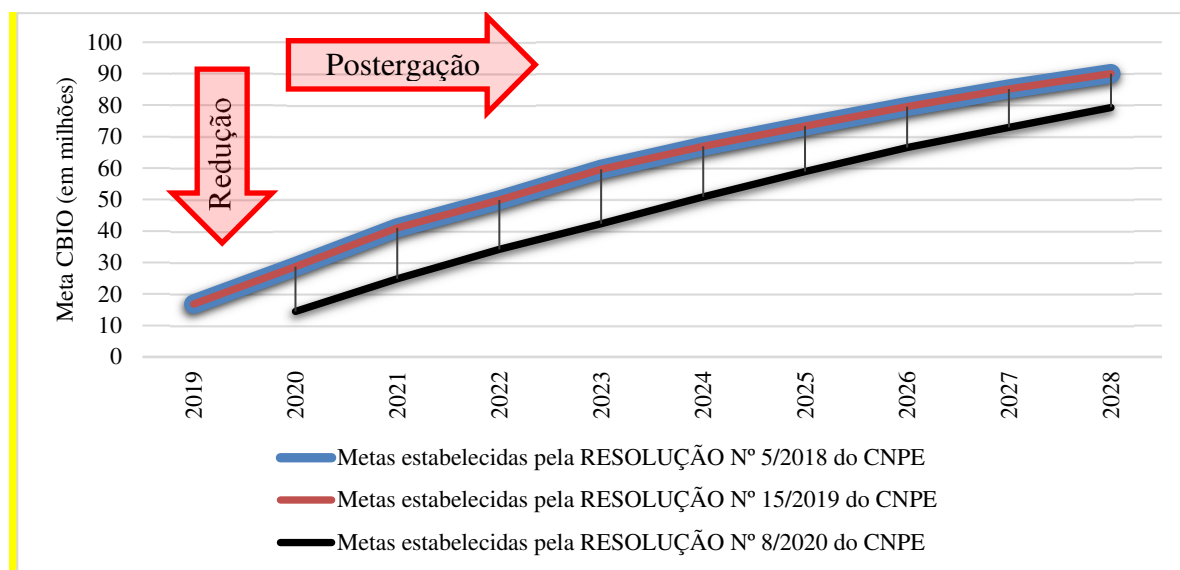
Metas estabelecidas pela RESOLUÇÃO Nº 8/2020 do CNPE													
Ano		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Meta C BIO (em MM)	NORMAL		14,53	24,86	34,17	42,35	50,81	58,91	66,49	72,93	79,29	85,51	90,67
Intervalos de tolerância	MAX				42,67	50,85	59,31	67,41	74,99	81,43	87,79	94,01	99,17
	MIN				25,67	33,85	42,31	50,41	57,99	64,43	70,79	77,01	82,17

Fonte Elaboração própria e adaptado de CNPE (2020).

A variação anual da meta de CBIOS instituída pela Resolução CNPE Nº 8/2020 apresenta projeções que se reduziram em função dos impactos da COVID e a imponderabilidade de seus impactos nos anos subsequentes. O gráfico 14 resume as alterações promovidas nas alterações das resoluções do CNPE sobre metas de aquisição de CBIOS.

⁶⁶ Foi Publicado no Diário Oficial da União do dia 08/11/2021 a Resolução Nº 17/2021 do CNPE alterando, mais uma vez, as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis. Entretanto, as únicas mudanças definidas foram a mudança da meta anual de 2022 (somente a de 2022) de 34,17 milhões de CBIOS para 35,98 milhões de CBIOS e a inclusão da meta anual para o ano de 2031 com 95,67 milhões de CBIOS. (CNPE, 2021)

Gráfico 14- Metas estabelecidas pelas Resoluções⁶⁷ CNPE: 2018, 2019, 2020



Fonte Elaboração própria e adaptado de (CNPE, 2018) (CNPE, 2019) (CNPE, 2020)

Já para 2020, em decorrência dos impactos da COVID-19, foi reduzida a meta para 14,53 milhões de CBIOs que se elevarão para 24,86 milhões em 2021. Com crescimento constante e indicando-se a meta, 90,67 milhões de CBIOs que deverão ser adquiridos em 2030. A meta foi estabelecida com intervalos de tolerância, já prevendo situações inesperadas, como por exemplo problemas climáticos, que possam resultar em uma redução na oferta de biocombustíveis e, como consequência, a redução da oferta de CBIOs (CNPE, 2020) (MME, 2017).

Como resultado do mercado de CBIOs, observou-se que em junho de 2021, as distribuidoras de combustíveis fósseis chegaram a juntar mais créditos de descarbonização (CBIOs) que as usinas. Os números obedecem à verificação realizada pela B3⁶⁸. As empresas, com metas a cumprir possuíam, 8,45 milhões de títulos, enquanto as produtoras de biocombustíveis tinham 7,89 milhões. Ao todo, 16,37 milhões de CBIOs permanecem em movimentação no mercado, podendo ser comercializados livremente. Essa consequência confirma que as companhias conservaram a intenção de compras permanentes notada nos meses anteriores. Os preços dos créditos chegaram um valor médio de R\$ 29,38 por título no período (janeiro a agosto de 2021). O valor permaneceu 4,5% abaixo da média de 2021 (R\$ 30,57) e

⁶⁷ Em milhões de CBIOs X Ano

⁶⁸ Única entidade a atuar como registradora do RenovaBio.

24,4% aquém da histórica (R\$ 38,62). Em 17/08/2021 o valor médio estava em R\$27,53. A prosseguir este valor, este trabalho estima que até 2030, a RenovaBio irá recolher 3,2 bilhões de dólares⁶⁹ em CBIOS (CNPE, 2020; B3, 2021; Bossle, 2021).

Observou-se uma instabilidade para a criação do mercado dos CBIOS no Brasil pelo fato do Conselho Nacional de Política Energética já ter publicado três resoluções sobre mesmo tema em um período de três anos, mesmo antes dos efeitos da COVID. O contexto da RenovaBio apresentou, de início em 2019, uma postergação das obrigações (por indefinições e atrasos na implantação efetiva do mercado de CBIOS) e finalmente em 2020 (em função dos impactos da COVID-19 no mercado de combustíveis), mais outra postergação com redução das metas originalmente estabelecidas até 2028 (CNPE, 2020).

As metas agora estão estabelecidas até 2030, porém com redução substancial do seu valor em relação à resolução de 2019. A queda no nível das metas começa em 49,37%⁷⁰ em 2020 chegando até o ano de 2028 com valor 12% menor ao originalmente estipulado nas resoluções de 2018 e de 2019. Em contrapartida a Resolução já apresentou metas estabelecidas para os anos de 2029 e 2030 (CNPE, 2018, 2019, 2020).

A produção brasileira de etanol total (hidratado e anidro em 2019 foi de 35,31 bilhões de litros (ANP, 2020c), com esse valor poderia se atingir a 41,3 milhões de CBIOS elegíveis. Importante relativizar estes valores de CBIOS elegíveis, pois eles partem da suposição que todo o etanol produzido no país seria certificado⁷¹ (ANP, 2021).

Partindo deste raciocínio, tem-se para 2020, o valor de 14,53 milhões de CBIOS, o que significaria que 35,17% do etanol produzido no país poderia receber CBIOS.

As ferramentas funcionais que monetizam a RenovaBio são:

- a) A tonelada de CO₂eq evitada, certificada, lastreada e posteriormente comercializada (já sob a forma de CBIO) em mercado específico. Este processo irá remunerar as unidades produtoras de biocombustíveis (ANP, 2018); (ANP, 2019o);

⁶⁹ Em valores de 18/08/2021 ou 17,1 bilhões de reais.

⁷⁰ Em relação às Resoluções do CNPE anteriores.

⁷¹ O processo de certificação se destina a avaliação das Notas de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA), que se baseiam na medição das emissões de GEE no ciclo de vida do biocombustível em relação ao seu combustível fóssil de equivalente/substituto, individualmente por produtor. (EMBRAPA, 2019), (ANP, 2018)

- b) A tonelada de CO₂eq emitida⁷² e individualizada⁷³. Esta fase adotará a meta anual nacional⁷⁴ e posteriormente a comprovação da aquisição de créditos de descarbonização em mercado específico. Caberá às distribuidoras de combustível a aquisição de créditos de descarbonização em medida proporcional à sua participação no mercado de venda de combustíveis fósseis indicados na Resolução, em quantidade anualmente ascendente, devido a isso, este trabalho estima que este processo tenderá a onerar os distribuidores de combustíveis (CNPE, 2019); (ANP, 2019b).

2.2.2 A certificação

A Certificação de Biocombustíveis se configura em uma série de procedimentos e critérios em um processo, no qual uma firma inspetora avalia e valida a concordância das medições e avaliações de aspectos relativos à produção ou à importação de biocombustíveis com enfoque na eficiência energética, nas emissões de GEE e baseando-se na avaliação do ciclo de vida (ANP, 2018).

São certificáveis, conforme a Resolução da ANP N° 758/2018 as rotas para o etanol: etanol combustível de primeira geração produzido a partir de cana-de-açúcar, etanol combustível de primeira e segunda geração produzido em usina integrada, etanol combustível de segunda geração, etanol combustível de primeira geração produzido a partir de cana-de-açúcar e milho em usina integrada, etanol combustível de primeira geração produzido a partir de milho e etanol combustível importado de primeira geração produzido a partir de milho (ANP, 2018).

Para obter o crédito de descarbonização um emissor primário (produtor ou importador de biocombustível autorizado pela ANP) e que tenha obtido o Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis⁷⁵, poderá solicitar a emissão do CBIO em quantidade proporcional ao volume de biocombustível produzido ou importado e comercializado, relativamente a sua Nota de Eficiência Energético-Ambiental⁷⁶.

⁷² Oriundas de combustíveis fósseis (em fração percentual)

⁷³ Meta anual individual para cada distribuidor baseada nos dados de movimentação de combustíveis fósseis, que tenham biocombustíveis substitutos em escala comercial (ANP, 2019b)

⁷⁴ Vide (CNPE, 2019)

⁷⁵ Documento emitido exclusivamente por firma inspetora como resultado do processo de Certificação de Biocombustíveis, que inclui expressamente a Nota de Eficiência Energético-Ambiental do emissor primário

⁷⁶ Valor atribuído no Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis, individualmente, por emissor primário, que representa a diferença entre a intensidade de carbono do combustível fóssil substituto e a intensidade de carbono do biocombustível, estabelecida no processo de certificação

Observando o caso da fase agrícola da produção de cana-de-açúcar, os valores são desafiadores pelo percentual de certificação que deve ser atingida. A certificação *Bonsucro*, que é considerada a mais importante padronização com foco na sustentabilidade e é voltada ao seguimento da indústria sucroalcooleira, tem no Brasil o maior número de unidades certificadas. São 62 certificações de um total de 104 baseando-se em um critério de governança coletiva (SOZINHO, GALLARDO, *et al.*, 2018)⁷⁷.

Esse trabalho considera que o programa de certificação da *RenovaBio* é menos abrangente quanto a diversidade dos seus objetivos do que a *Bonsucro*, não está focada na avaliação da produção com vistas ao atendimento de critérios de sustentabilidade dos consumidores e pode vir a oferecer uma remuneração financeira, aos produtores, em um curto prazo e com uma previsibilidade maior que a *Bonsucro*.

A *Bonsucro* é um processo de certificação mundial que objetiva a produção, processamento e comercialização sustentável da cana-de-açúcar. Sua missão é assegurar uma produção responsável de cana-de-açúcar pelas pessoas, comunidades, negócios, economias e ecossistemas no cultivo da cana. A *RenovaBio* é a uma nova política brasileira de biocombustíveis que visa dar efetividade aos compromissos assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris, em particular, a diminuição das emissões de gases de efeito estufa (GEE) até 2029. Em comparação com a *RenovaBio*, a *Bonsucro* tem uma variedade mais ampla de itens a serem certificados, e só avalia os processos da indústria sucroalcooleira, não tendo também, um foco direto na remuneração das unidades produtoras via créditos de descarbonização. A *RenovaBio* já promove a certificação dos biocombustíveis, etanol anidro e hidratado, biodiesel (gerado por fontes de origem vegetal e animal) e biometano (IGNÁCIO, 2021)..

A tabela 4 abaixo exibe o - número de plantas produtoras de etanol automotivo no Brasil por região, a capacidade de produção de etanol total (m³/d) por região e a produção média de etanol total/Unidade produtora por região. Interessante se compreender nessa tabela é o detalhe que estado de São Paulo, onde se tem a maior capacidade de produção nacional, o que é óbvio, todavia, a produção média de etanol por unidade produtora nesta região é inferior a região centro-oeste, estando São Paulo 20% inferior a região centro-oeste em produtividade. A região centro-oeste tem mais um diferencial possuindo mais de 20.000 estabelecimentos agropecuários com área igual ou superior a 1.000 hectares. Este número para São Paulo é cerca de 2.000 estabelecimentos ANP (2021b).

⁷⁷ MSI - Multi-stakeholder initiatives (SELFA, BAIN e MORENO, 2014)

A região Nordeste é a que tem o pior desempenho, estando com a produtividade média por unidade produtora 63% abaixo da região centro-oeste. São Paulo lidera a quantidade de unidades produtoras e a capacidade de produção, porém em fatores como a produtividade a região centro-oeste se destaca como a mais produtiva por unidade produtora. Este é um indicativo que o modelo da indústria sucroalcooleira do centro-oeste está mais avançado que o de São Paulo e, assim continuando a se expandir, por este critério, deverá superar a produção de São Paulo. Havendo na região áreas novas para expansão. Os dados de 2020, mais recentes, atualizado em 21/06/2021, indicam 362 unidades, ou seja, há a expectativa um estímulo significativo para a certificação das unidades (ANP, 2021b; IBGE, 2017). É esperado que todas as unidades produtoras, certificadas e em produção, possam obter algum ganho com a RenovaBio, essa receita viria da venda do CBIO somado com a venda do próprio combustível, garantindo uma renda extra para as unidades produtoras, projeta-se, investirem em melhoria de suas instalações para terem direito a mais receitas (Bossle, 2021; 2018).

Tabela 4 - Número de plantas e Produção média de etanol total/unidade por região

Região	Unidades Produtoras - UP	Capacidade Produção Etanol Total (m ³ /d) - todas as UP	Produção média de Etanol Total/UP/Região
N	↓ 5	↓ 3.690	↔ 738
NE	↔ 58	↓ 29.970	↓ 517
(SE-SP)	↔ 44	↔ 39.772	→ 904
SP	↑ 151	↑ 171.283	↔ 1.134
S	↓ 28	↓ 20.293	↔ 725
CO	→ 76	↔ 107.469	↑ 1.414

Fonte: ANP (2021b)

O estímulo financeiro poderá vir do valor do CBIO comercializado desde que a unidade produtora tenha qualificação técnica para ser certificada. Um dado impressionante é que 41,71% das unidades produtoras de etanol do Brasil, 45,98% das capacidades produção etanol anidro (m³/d) e capacidade produção etanol hidratado (m³/d) se encontram no estado de São Paulo. Porém, os melhores rendimentos: Etanol Anidro (m³/d) por unidade produtora e Etanol Hidratado (m³/d) por unidade produtora estão na região Centro-oeste, a obtenção deste resultado se supõe por esta região possuir unidades produtoras mais modernas, atualizadas e com maior capacidade (ANP, 2021b).

A presença da certificação na RenovaBio traz uma situação desconexa. A certificação, por si só, não é uma garantia forçosa para o estímulo ao aumento da eficiência energética, já que um produtor apenas obtendo a certificação da planta atual já terá condições de obter créditos de descarbonização por um período de três anos e sem necessidade de nenhuma alteração na sua estrutura agrícola e industrial durante este tempo.

Apenas o investimento na contratação da firma inspetora⁷⁸ para a certificação e a posterior aprovação da ANP dará ao produtor o direito de comercializar os seus CBIOS. A segunda é que a certificação, como requer um investimento, de certa forma, é uma barreira a entrada para aquele produtor não certificado que precisaria do ganho do CBIO para melhorar a qualidade da sua produção. Então se por um lado o produtor especificado, dependendo do valor do crédito de descarbonização, não terá um forte estímulo a fazer melhoria contínua, o produtor descapitalizado talvez não tenha condições de fazer parte do programa (ANP, 2020c).

Em resumo, se de um lado para os distribuidores, haverá sempre a obrigatoriedade de aquisição de CBIOS, certificados e escriturados, no mercado nacional (BRASIL, 2017), para os produtores ocorrerá a opção por um ganho adicional, mas que dependerá da certificação de todo o elo da produção do seu biocombustível (a fase agrícola e a fase industrial do processo). Este processo exigirá investimentos em contrato com certificadoras autorizadas pela ANP, bem como a própria capacidade legal do empreendimento agrícola de ser certificado (ANP, 2018; CAR, 2019).

O Quadro 2 descreve os parâmetros quantificados na fase agrícola e na fase industrial da produção de biocombustíveis.

Quadro 2- Parâmetros quantificados na fase agrícola da produção de biocombustíveis.

Parâmetro	Descrição
Área	Área anual total de produção
Sistema de plantio	Parâmetros relativos ao sistema de plantio, incluindo a prática ou não de plantio direto (sem movimentação do solo e a sucessão/rotação de culturas
Consumo de calcário	Calcário consumido, por tipo de calcário
Consumo de fertilizantes sintéticos	Nitrogênio, fósforo e potássio provenientes de fertilizantes sintéticos consumidos, por tipo de fertilizante

⁷⁸ Até a conclusão deste trabalho haviam sido autorizadas pela ANP as Firms Inspetoras Credenciadas na RenovaBio: GREEN DOMUS DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL LTDA EPP, SGS ICS CERTIFICADORA LTDA., INSTITUTO TOTUM DE DESENVOLVIMENTO E GESTÃO EMPRESARIAL LTDA., FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI, KPMG FINANCIAL RISK & ACTUARIAL SERVICES LTDA., BENRI CLASSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR E ETANOL LTDA., VERIFIT LTDA., INTERTEK DO BRASIL INSPEÇÕES LTDA., ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS E PRICEWATERHOUSECOOPERS AUDITORES INDEPENDENTES LTDA. (ANP, 2019g)

Parâmetro	Descrição
Consumo de compostos orgânicos nitrogenados	Nitrogênio proveniente de compostos orgânicos consumidos, por tipo de composto
Consumo de combustíveis fósseis nas operações agrícolas e transporte	Consumo de combustíveis fósseis em tratores e caminhões para as operações agrícolas e transporte de maquinário, insumos agrícolas e pessoas
Produção agrícola (colmos ou grãos)	Produção total na área ocupada durante a safra
Recolhimento de resíduos agrícolas	Quantidade de resíduos recolhida da área de produção
Área com queima	Área total que sofreu queima com autorização para colheita, queima acidental e queima para eliminação de resíduos culturais

Fonte: MME (2017)

Os dados que o produtor precisa para o preenchimento da RenovaCalc⁷⁹ são de natureza contábil, escritural, notas fiscais e registros internos da produção agrícola e industrial. Sendo necessário a contratação da firma inspetora⁸⁰.

Quadro 3- Parâmetros quantificados na fase industrial da produção de biocombustíveis.

Parâmetro	Descrição
Rendimento industrial do biocombustível	Eficiência de conversão do processo industrial relacionando às quantidades de biocombustível produzido e de matéria-prima utilizada
Rendimento industrial dos coprodutos	Eficiência de conversão do processo industrial relacionando quantidades dos outros produtos da unidade industrial produzidos a partir da mesma matéria-prima do biocombustível
Rendimento industrial dos coprodutos comercializados	Eficiência de conversão do processo industrial relacionando quantidades dos outros produtos da unidade industrial produzidos a partir da mesma matéria-prima do biocombustível e comercializados
Consumo de combustíveis	Quantidade específica de combustível consumido (com referência ao PCI para a produção do biocombustível)
Consumo de energia elétrica adquirida da rede	Quantidade específica de energética elétrica adquirida da rede para produção do biocombustível
Consumo de enzimas	Quantidade específica de enzimas consumidas para a produção do biocombustível
Consumo de hidrogênio	Quantidade específica de H2 consumido para a produção do biocombustível
No caso de biodiesel, a rota de produção	Rota de produção de biodiesel por transesterificação – etílica ou metílica

Fonte: MME (2017)

O procedimento de certificação das usinas produtoras de biocombustíveis na RenovaBio é complexo. Um atributo apontado como sendo um limitante ao acesso no programa é a despesa com o processo de certificação. As firmas inspetoras declaram que os preços podem variar

⁷⁹ Planilha RenovaCalc: Ferramenta de cálculo da intensidade de carbono de biocombustíveis (ANP, 2018)

⁸⁰ Organismo credenciado para realizar a Certificação de Biocombustíveis e emitir o Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis e a Nota de Eficiência Energético-Ambiental (ANP, 2018)

bastante. O tamanho da usina tem influência no custo da certificação, mas o atributo mais proeminente é a quantidade e diversidade de fornecedores de matéria-prima (KOSTER, 2019).

Obter as informações da usina, sobretudo dos fornecedores de matéria-prima, engloba o percentual a ser declarado como dados validáveis e padrões reais (ANP, 2018). O uso de dados padrão e a quantidade de unidades agrícolas fornecedoras também podem influenciar no acréscimo no preço final da certificação. Outro custo inerente à certificação é o cadastramento da usina no que se refere aos seus documentos, bem como a localização das áreas do canavial e das unidades produtoras, pois as inspeções são *in loco*, assim cada rota, usina e região terão suas particularidades (KOSTER, 2019).

2.2.3 A emissão dos Créditos de Descarbonização

A ANP publicou regulamentação referente aos procedimentos para geração de lastro necessário para emissão primária de CBIOS. O produtor ou importador de biocombustível poderá solicitar a emissão de CBIOS em quantidade proporcional ao volume de biocombustível produzido ou importado e comercializado, relativamente à nota de eficiência energético-ambiental constante do certificado da produção eficiente de biocombustíveis.

O produtor ou importador de biocombustível deverá fornecer informações necessárias à garantia da fiel emissão dos CBIOS relativo aos volumes comercializados de biocombustíveis produzidos ou importados e notas fiscais correspondentes e aos Certificados da Produção Eficiente de Biocombustíveis (ANP, 2019o).

A ANP e o Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO) apresentaram uma ferramenta eletrônica⁸¹ destinada a verificar a garantia da fiel emissão de CBIOS e acompanhamento e controle das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores de efeito estufa dos distribuidores de combustíveis e a validação. Esse procedimento calcula, com base na Nota de Eficiência Energético-Ambiental constante do Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis do Produtor ou Importador, a quantidade de CBIOS a serem escriturados⁸². Por fim, os escrituradores (bancos ou instituições financeiras que

⁸¹ A Plataforma CBIO

⁸² A Plataforma CBIO gerencia tão-só a reserva dos direitos à emissão dos créditos de descarbonização com o objetivo de escrituração. Os créditos de fato serão emitidos pelos escrituradores, em outro ambiente, a B3 (SERPRO, 2020).

realizarão a emissão dos CBIOs escriturais em nome do produtor de biocombustíveis certificado) realizarão a reserva dos CBIOs referentes àquelas comercializações de biocombustíveis (ANP, 2019º; SERPRO, 2020). A receita obtida com CBIOS virá da produção de biocombustíveis certificados baseando-se no esquema da tCO₂eq evitada apresentado na Tabela 5.

A Tabela 5 resume o processo para a quantificação de CBIOs que poderão ser solicitados para emissão por parte do produtor ou um importador de biocombustível autorizados pela ANP. Inicialmente, o biocombustível é certificado sendo gerado um documento denominado certificado da produção ou importação eficiente⁸³. Este documento contém a nota de eficiência energética e ambiental (gCO₂eq/MJ) e define qual é a porcentagem do volume produzido ou importado que é elegível dentro dos padrões de certificação da resolução ANP 791/2018 da RenovaBio⁸⁴.

A partir daí, tem-se a quantificação em toneladas de CO₂eq evitada com o consumo/venda do biocombustível e simultaneamente a quantidade de CBIOs que estarão disponíveis e possíveis de serem comercializados pelo produtor e importador no mercado de comercialização apropriado. A nota de eficiência energético ambiental é estabelecida pela subtração da intensidade de carbono de cada biocombustível (em g CO₂eq./MJ) em relação ao seu combustível fóssil substituível.

A comercialização do CBIO não estará vinculada com a comercialização do biocombustível entre um produtor/importador e um distribuidor. São duas operações realizadas em localidades distintos, em ocasiões distintas e em mercados distintos. Podendo ser até mesmo um comprador dos CBIOs diverso (outra distribuidora ou outra parte interessada).

Tabela 5 - Quantidade de CBIOs emissíveis pelo produtor ou importador de biocombustível

Biocombustível	Rotas que obtiveram certificação	Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO₂eq/MJ)⁸⁵	Volume elegível (%)	Fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/m³)^{*86}
Etanol hidratado	<ul style="list-style-type: none"> Etanol combustível de primeira geração – cana-de-açúcar 	37,01>>81,30	8,78>>100,00	0,003>>2,669

⁸³ Vide ANEXO F

⁸⁴ Fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/L)

⁸⁵ Valores expressados do mínimo até o máximo

⁸⁶ * Conforme Anexo I da Resolução ANP nº 802/2019: FATOR PARA EMISSÃO DE CBIO = (NOTA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICO-AMBIENTAL) x (Volume elegível/100) x (Massa específica) x (PCI) x (10-6) (ANP, 2019o)

Biocombustível	Rotas que obtiveram certificação	Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO₂eq/MJ)⁸⁵	Volume elegível (%)	Fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/m³)^{*86}
Etanol anidro	<ul style="list-style-type: none"> • Etanol combustível de primeira geração – milho • Etanol combustível de primeira geração – cana-de-açúcar e milho em usina integrada • Etanol combustível de primeira e segunda geração produzido em usina integrada 			

Fonte: Elaboração própria e adaptado (2019) de ANP (2019o)

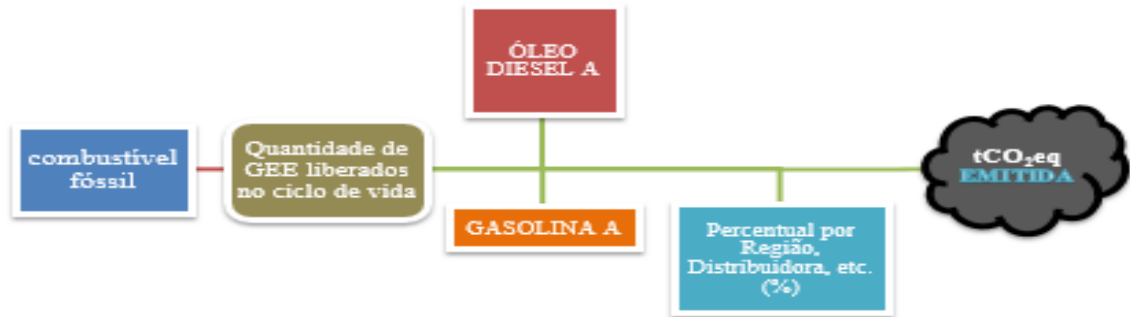
A Figura 3 identifica basicamente o percentual de CBIOs que deverá ser adquirido por determinado distribuidor baseado na sua participação percentual na comercialização de combustível fóssil. Com base no tipo e quantidades do combustível fóssil comercializado são utilizadas as fórmulas descritas nas próximas seções 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 para o cálculo da quantidade de gases de efeito estufa liberados no ciclo de vida, tCO₂eq emitida.

A RenovaBio, por agora, apenas destacou os combustíveis gasolina A e diesel A (S500 e S10) para serem escolhidos como combustíveis fósseis que gerarão as metas para aquisição de CBIOs⁸⁷, baseado na quantidade de GEE liberado e definido pela resolução 791/2019 da ANP. A meta anual individual de mitigação de GEE de um distribuidor de combustíveis será constituída de um número, baseado na multiplicação da participação, percentual, de mercado

⁸⁷ A meta individual de uma determinada distribuidora virá da participação de mercado desta na comercialização dos combustíveis fósseis que possuam biocombustíveis substitutos em escala comercial (ANP, 2019b).

deste distribuidor nas emissões totais originárias de combustíveis fósseis pela meta anual estabelecida pelo CNPE.

Figura 3 - Metas para aquisição de CBIOs pelos Distribuidores



Fonte Elaboração própria e adaptado de ANP (2019b)

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Esta dissertação é um estudo exploratório, descritivo, quantitativo, bibliográfico e documental focando sua análise de forma particular no crescimento do biocombustível etanol, seus efeitos e suas perspectivas.

Foram utilizados neste trabalho como elementos para a simulação, os dados referentes a produção e consumo de etanol combustível no Brasil e a evolução histórica na movimentação de combustíveis fósseis que foram obtidos junto a ANP, relativos aos dados históricos de produção e consumo de etanol total dos anos de 1991 a 2019.

Os dados relativos à venda de Gasolina A e Etanol Anidro foram obtidas indiretamente da venda de Gasolina C obtidas da ANP e do teor de etanol anidro na mistura carburante relativo à época, vide APÊNDICE A.

Objetivando a análise crítica dos dados foi elaborada uma tabela comparativa por regiões⁸⁸ onde constou, em reais, a possibilidade de comercialização de CBIOS pelos produtores de biocombustível da região com produção certificada, isso poderá permitir a obtenção de receitas extras por estes agentes econômicos e o percentual da meta estabelecida projetada para o ano de 2021 regionalizada.

3.1. LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS

Os dados secundários para a construção dos gráficos deste trabalho foram obtidos junto a ANP: Na página da internet “Dados estatísticos” e dos Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e do Gás Natural de 2001, de 2010 e de 2020 (ANP, 2001, 2010, 2020i, 2021).

A partir da coleta dos dados da ANP, realizou-se uma projeção quanto à evolução do mercado do etanol no Brasil em termos regionais. Foi utilizada a planilha do software *Excel* para as análises, sendo empregados gráficos para a avaliação dos valores históricos até o ano de 2019. As estimativas quanto a esta projeção, nas diferentes regiões do Brasil, foram vinculadas visando estimar a expansão total e regional do programa.

⁸⁸ Em decorrência da obrigatoriedade de aquisição de CBIOS pelas distribuidoras de combustíveis fósseis com biocombustíveis substituíveis em escala comercial. Utilizou-se um critério de participação percentual nas vendas de combustíveis fósseis por região em vez de ser por distribuidora

Para a análise regional realizada foi apresentado um panorama do mercado de combustíveis no Brasil por Estados e por região. Para essa finalidade utilizou-se, através do programa *Microsoft Excel*, o gráfico mapa Coroplético que tem a vantagem de transmitir amplitude do dado, exprimida em forma de mapa visando descrever sua distribuição geográfica.

3.2. ESTIMATIVA DOS VALORES DA PRODUÇÃO DE ETANOL TOTAL

Para calcular previsões da produção de etanol no Brasil/regiões, aplicando a versão AAA (Holt-Winters) do algoritmo de suavização exponencial através da utilização da ferramenta de análise “planilha de previsão” no Microsoft Excel foram realizadas as previsões das estimativas futuras de produção de etanol total, especialmente para os anos 2025 e 2030, os anos dos compromissos do Acordo de Paris e das estimativas da EPE. Esta previsão é puramente baseada nos dados anteriores obtidos junto à ANP. Os estudos prospectivos se baseiam na evolução no passado, mas que fatores outros como inserção de novas tecnologias e mudanças regulatórias (nacionais ou locais) poderão impactar nos cenários para o futuro. Para a previsão de acontecimentos, arbitrou-se, ao valor previsto, os limites inferior e superior a 85%. As previsões foram realizadas extrapolando a série temporal de dados históricos dos anos de 1991 a 2019 (MICROSOFT, 2020).

O algoritmo faz um prognóstico dos valores futuros baseando nos valores históricos usando a versão AAA (Holt-Winters), algoritmo de suavização exponencial. O cálculo prevê um valor futuro com base nos valores históricos usando o algoritmo ETS⁸⁹. O valor previsto é uma continuação dos valores históricos na data alvo especificada, que deve ser uma continuação da linha do tempo (HYNDMAN, KOEHLER, *et al.*, 2008).

A série prevista é uma continuação dos valores históricos entre os anos de 2020 até 2030, comparando com as previsões da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), sendo uma extensão da linha do tempo, usando as equações básicas do método ETS.

Os números previstos são um prolongamento dos números históricos no período definido. Trata-se de um prolongamento da linha do tempo verificada, utilizando as equações fundamentais do método multiplicativo de Holt-Winters

⁸⁹ ETS: *Exponential Trend Smoothing*

Equação 1 – Nível

$$l_t = \alpha \frac{y_t}{s_{t-m}} + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}); \quad (1)$$

Equação 2 - Tendência

$$b_t = \beta (l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}; \quad (2)$$

Equação 3 – Sazonalidade

$$s_t = \frac{y_t \gamma}{l_{t-1} + b_{t-1}} + (1 - \gamma) s_{t-m}; \quad (3)$$

Equação 4 – Previsão

$$\hat{y}_{t+h|t} = (l_t + b_t h) s_{t-m+h_m}; \quad (4)$$

(HYNDMAN, KOEHLER, *et al.*, 2008)

onde: m é o comprimento da sazonalidade, l_t o nível da série, b_t a tendência, s_t a componente sazonal, $\hat{y}_{t+h|t}$ é a previsão para h períodos à frente.

α com valores no intervalo $0 < \alpha < 1$, é a constante de suavização da componente de nível l_t ;

β com valores no intervalo $0 < \beta < 1$, é a constante de suavização da componente tendência b_t ;

γ com valores no intervalo $0 < \gamma < 1$, é a constante de suavização da componente de sazonalidade s_t

3.3. CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

A Resolução ANP nº 791, de 12 de junho de 2019 apresentou fórmulas para o cálculo da participação de mercado dos distribuidores de combustíveis nas emissões de gases de efeito estufa por combustível fóssil comercializado. Essa dissertação utilizou, de forma equivalente, as mesmas fórmulas para o cálculo da participação de mercado englobando para as regiões brasileiras eleitas por este trabalho. Hipoteticamente, tratou-se como se cada região fosse uma única grande distribuidora de combustíveis fósseis e uma única grande produtora de etanol. E ao final foi feito um comparativo dos dispêndios com CBIOS (em função da meta proporcional) e os ganhos com CBIOS, em função da produção

Visando analisar as quantidades de CO₂eq gerados pelos combustíveis fósseis e evitados pelo consumo de etanol esse método objetivou uma análise entre as regiões brasileiras

quanto a quantidade de emissões de gases de efeito estufa liberados no ciclo de vida do combustível fóssil individualmente pelas regiões. Quanto às despesas, o valor de cada CBIO utilizado foi de R\$ 30,3 (BOSSLE, 2021), este valor é mais baixo que as estimativas publicadas anteriormente que tinham sido mais otimistas (NOVACANA, 2018; (JORNALDACANA, 2019).

3.3.1. Cálculo das emissões de GEE por combustível fóssil comercializado

A metodologia de cálculo traz a quantidade de emissões de gases de efeito estufa liberados no ciclo de vida do combustível fóssil i (em toneladas de CO₂ equivalente) conforme a RESOLUÇÃO ANP Nº 791, DE 12.6.2019.

Equação 5 - Cálculo das emissões de gases de efeito estufa por combustível fóssil comercializado

$$Emissões_i = v_i^{Total} * \rho_i * IC_i * PCI_i \quad (5)$$

Fonte: (ANP, 2019b)

Na qual:

Quadro 4- Metodologia de cálculo da a quantidade de emissões de gases de efeito estufa⁹⁰

<i>Emissões_i</i>	Quantidade de emissões de gases de efeito estufa liberados no ciclo de vida do combustível fóssil i (em toneladas de CO ₂ equivalente);
v_i^{Total}	Volume total comercializado do combustível fóssil i pelo distribuidor de combustíveis no período (em litro);
ρ_i	Massa específica do combustível fóssil i (em quilogramas/litro);
IC_i	Intensidade de carbono do combustível fóssil i (em toneladas de CO ₂ equivalente/mega joule);
PCI_i	Poder calorífico inferior do combustível fóssil i (em mega Joule/quilograma).

Fonte: ANP, (2019b)

⁹⁰ Liberados no ciclo de vida do combustível fóssil i (em toneladas de CO₂ equivalente conforme a RESOLUÇÃO ANP nº 791, DE 12.6.2019

Os valores de massa específica, intensidade de carbono e poder calorífico inferior são aqueles definidos pela Resolução ANP n° 758, de 23 de novembro de 2018 e constam na Tabela 6, massa específica e poder calorífico inferior de combustíveis. Utilizando-se a equação 5 obtém-se o valor de 2,76551226 tCO₂eq./m³ para o Óleo Diesel A e 2,06123079736 tCO₂eq./m³ na Gasolina A. A referida Resolução fornece os valores de intensidade de carbono para os combustíveis fósseis: Gasolina A com 87,4 gCO₂eq./MJ e Diesel A com 86,5 gCO₂eq./MJ.

Tabela 6- Massa específica e poder calorífico inferior de combustíveis.

Produto	Massa específica ⁹¹ [t/m³]	Poder Calorífico Inferior [MJ/kg]
Etanol anidro	0,791	28,26
Etanol hidratado	0,809	26,38
Gasolina A	0,742	43,54
Diesel A	0,840	42,29

Fonte: ANP, (2018)

3.3.2. Cálculo do total de emissões por distribuidor de combustíveis

Equação 6 - Cálculo do total de emissões por distribuidor de combustíveis

$$Emissões_{distribuidor} = \sum_i^n Emissões_i \quad (6)$$

Fonte: (ANP, 2019b)

Na qual:

⁹¹ Massa específica à temperatura de 273,15 K (0 °C) e 101,325 kPa (1 atm.).

Quadro 5- Descritivo do Total de emissões de combustíveis fósseis⁹²

<i>Emissões_{distribuidor}</i>	Total de emissões de combustíveis fósseis por distribuidor de combustíveis (em toneladas de CO ₂ equivalente).
<i>i</i>	Combustível fóssil com oferta nacional de biocombustíveis substituto em escala comercial;
<i>n</i>	Número de combustíveis fósseis comercializados pelo distribuidor de combustíveis.

Fonte: ANP, (2019b)

3.3.3. Cálculo da participação de mercado de combustíveis fósseis

Equação 7 - Cálculo da participação de mercado na comercialização de combustíveis fósseis

$$Participação_{distribuidor} = (Emissões_{distribuidor} / \sum^k Emissões_{distribuidor}) * 100 \quad (7)$$

Fonte: ANP, (2019b)

Na qual:

Participação_{distribuidor} é o percentual de participação de mercado na comercialização de combustíveis fósseis do distribuidor *j* (em porcentagem);

k: é o número total de distribuidores de combustíveis que tenham comercializado combustíveis fósseis.

3.3.4. Cálculo das emissões de GEE evitadas por consumo de EAC e EHC

Para o etanol anidro e hidratado os valores de intensidade de carbono que geram créditos de descarbonização correspondem a Nota de Eficiência Energético-Ambiental - NEEA que é o resultado da subtração da intensidade de carbono do combustível fóssil de referência (substituído), diesel ou gasolina, pela intensidade de carbono do biocombustível substituto.

⁹² Por distribuidor de combustíveis em toneladas de CO₂ equivalente conforme Resolução ANP nº791/2019 (ANP, 2019b)

Esses valores são muito específicos e relacionados aos parâmetros quantificados nas fases industrial e agrícola da produção de biocombustíveis por instalação de produção (usina)⁹³. Este trabalho estimou um valor médio de 60,01⁹⁴ à "Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO₂eq/MJ)" baseado na média das certificações da RenovaBio que será visto no item 6.1.

Outra forma direta para o cálculo da emissão de CBIO é através do fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/l). O Anexo F desse trabalho informa que nas instalações produtoras do etanol hidratado combustível, em termos gerais, obteve-se uma Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO₂eq/MJ) - NEEA de 59,87 gCO₂eq/MJ (média) e Fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/l) de 1,15E-03(média).

Os valores para o etanol anidro combustível são NEEA de 60,22 gCO₂eq/MJ e Fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/l) de 1,20E-03. Esse trabalho utilizou o fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/l) médio por região para o cálculo dos CBIOs originados da produção de etanol total por região. Gráfico 31 e Gráfico 32 do item 6.1.

O segundo método para a obtenção de CBIOs a partir da comercialização de etanol por determinada usina pode ser dada pela Equação 8.

Equação 8 - Fórmula de Cálculo do Fator para emissão de CBIO:

$$f = NEEA * f_{\text{elegível}} * 100 * Q * PCI * 10^{-6} \quad (8)$$

Em que:

f é o fator para emissão de CBIO;

NEEA é a nota de eficiência energético-ambiental, em gCO₂eq/MJ;

$f_{\text{elegível}}$ é a fração do volume de biocombustível elegível, em percentual;

Q é a massa específica do biocombustível, em t/m³;

PCI é o poder calorífico inferior do biocombustível, em MJ/kg.

Fonte: ANP, (2019o)

3.4. CÁLCULO DO PERCENTUAL DAS VENDAS - EHC (bep)

Este trabalho emprega a Equação 9 como fórmula para o cálculo do percentual das vendas - EHC (bep). Os valores das vendas foram obtidos junto ao banco de Dados Estatístico da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - (ANP, 2021f). Será utilizado

⁹³ Vide item 2.4.2

⁹⁴ Este valor é a média dos valores de todas as certificações publicadas de EHC e EAC (ANP, 2021f). Vide APÊNDICE F

um Diagrama de Pareto⁹⁵ para identificar as unidades da federação mais importantes no seguimento de consumo de EHC.

Equação 9 – Percentual de Vendas de etanol hidratado (bep)

$$\% \text{Vendas} - \text{EHC} = \frac{\text{Vendas EHC (bep)}}{\text{Vendas GASOLINA C (bep)} + \text{Vendas EHC (bep)}} \quad (9)$$

Fonte Elaboração própria e adaptado de (ANP, 2021)

3.5. ANÁLISE DA CERTIFICAÇÃO DA RENOVABIO EM ASPECTOS REGIONAIS

Este trabalho utilizou a ferramenta gráfico de caixa (diagrama de caixa) do *Microsoft Excel* também conhecidos como *Boxplots*. O emprego principal do diagrama de caixa constitui como um quadro compacto e simultâneo para comparar os diversos conjuntos de informações relacionadas. Um retângulo (caixa) é desenhado para que, quando colocado contra uma escala numérica, suas bordas ocorrem entre o primeiro e o terceiro quartil. Uma linha é traçada, paralela às bordas, pelo meio do interior da caixa exatamente na mediana. Linhas perpendiculares às extremidades da caixa se esticam para o exterior a partir dos pontos médios das bordas. Essas linhas são denominadas de *whiskers* (bigodes). O bigode inferior se estende até o item de amostra mais inferior. O bigode superior se estende ao maior item de amostra. Os pontos fora da faixa dos bigodes são plotados como círculos preenchidos. Esses pontos são classificados como valores extremados ou “outliers”. (HEIBERGER e HOLLAND, 2015).

O gráfico de caixa é um modelo para expor a distribuição de um conjunto de dados. Em um gráfico de caixa, os dados numéricos são desmembrados em quartis, e uma caixa é traçada entre o primeiro e terceiro quartil, com uma linha acessória riscada ao longo do segundo quartil para assinalar a mediana. (MICROSOFT, 2020). Neste trabalho foi analisado por intermédio da técnica do diagrama de caixa a Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO₂eq/MJ) -

⁹⁵ A Curva ABC, também denominada de análise de Pareto ou regra 80/20, é um método de classificação de acervo. Sua primeira finalidade é evidenciar quais são os resultados mais relevantes para o empreendimento (UOL, 2021).

Etanol Anidro e hidratado⁹⁶, a Fração do volume de biocombustível elegível⁹⁷ e o Fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/m³)⁹⁸.

A dispersão dos dados pode ser simbolizada pela distância interquartílica⁹⁹ que é o tamanho da caixa. A amplitude é medida entre o valor máximo e valor mínimo.

⁹⁶ Valor atribuído no Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis, individualmente, por emissor primário, que representa a diferença entre a intensidade de carbono do combustível fóssil substituto e a intensidade de carbono do biocombustível, estabelecida no processo de certificação (ANP, 2018)

⁹⁷ Fração do volume de biocombustível certificada, que está apta a receber a Nota de Eficiência Energético-Ambiental

⁹⁸ Conforme Anexo I da Resolução ANP nº 802/2019: FATOR PARA EMISSÃO DE CBIO = (NOTA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICO-AMBIENTAL) x (Volume elegível/100) x (Massa específica) x (PCI) x (10-6) (ANP, 2021f)

⁹⁹ Diferença entre o terceiro quartil e o primeiro quartil

4. ESTIMATIVAS DA PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL

Nesse capítulo serão apresentadas as publicações sobre as estimativas da produção de etanol no Brasil junto com as previsões deste trabalho. Uma análise comparativa será realizada sobre todas as estimativas, coletadas e calculadas, serão efetuadas verificações comparando os resultados.

4.1. ESTIMATIVAS DA PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL

A Empresa de Pesquisa Energética depois a publicação da RenovaBio divulgou o estudo Cenários de Oferta de Etanol e Demanda do Ciclo Otto em que apresenta estimativas para a oferta total de etanol para os anos 2025 e 2030 contemplando três tipos de cenário de crescimento: baixo, médio e alto (EPE, 2019).

Para a elaboração destes cenários, a EPE estimou os impactos de variáveis como: implantação de novas unidades de produção de etanol ‘*greenfields*’, aumento da capacidade de moagem das usinas já instaladas, consolidação da tecnologia de produção de etanol de segunda geração¹⁰⁰ e o aumento do rendimento industrial a partir da melhoria da qualidade da cana-de-açúcar (Açúcar Total Recuperável - ATR) (BRANCO, et al., 2019; NOGUEIRA, et al., 2015; MARIANO, et al., 2013

Estima-se, um aumento das receitas das usinas através da comercialização de CBIOs¹⁰¹, a renovação de canaviais, as melhorias no manejo das culturas, a expansão na mecanização da colheita, aumento nas cotações internacionais/nacionais do preço da gasolina que serão favoráveis para o consumidor de etanol, melhoria das políticas fiscais de incentivo ao etanol e disponibilização de linhas de financiamento atrativas (ANP, 2019b; ZULLO, et al., 2018; CALDARELLI, et al., 2018)

¹⁰⁰ A EPE estimou um aumento significativo do volume da produção de etanol celulósico que chegaria a 2 bilhões de litros em 2030 (EPE, 2019).

¹⁰¹ Estas receitas virão das obrigações, por parte das distribuidoras de combustíveis, de comprar CBIOs (CNPE, 2018). Já por parte das usinas, estas terão a opção de serem certificadas e, somente a partir daí, poderão emitir CBIOs fundamentados em seu desempenho operacional (agrícola/fábrica) que terá em uma nota de eficiência energética (ANP, 2019b, 2018).

Este trabalho presume uma melhoria na margem de lucro do setor com o aumento das receitas das usinas de advindas dos ganhos com créditos de descarbonização decorrentes das obrigações de compra por parte dos distribuidores de combustíveis¹⁰² (ANP, 2019b).

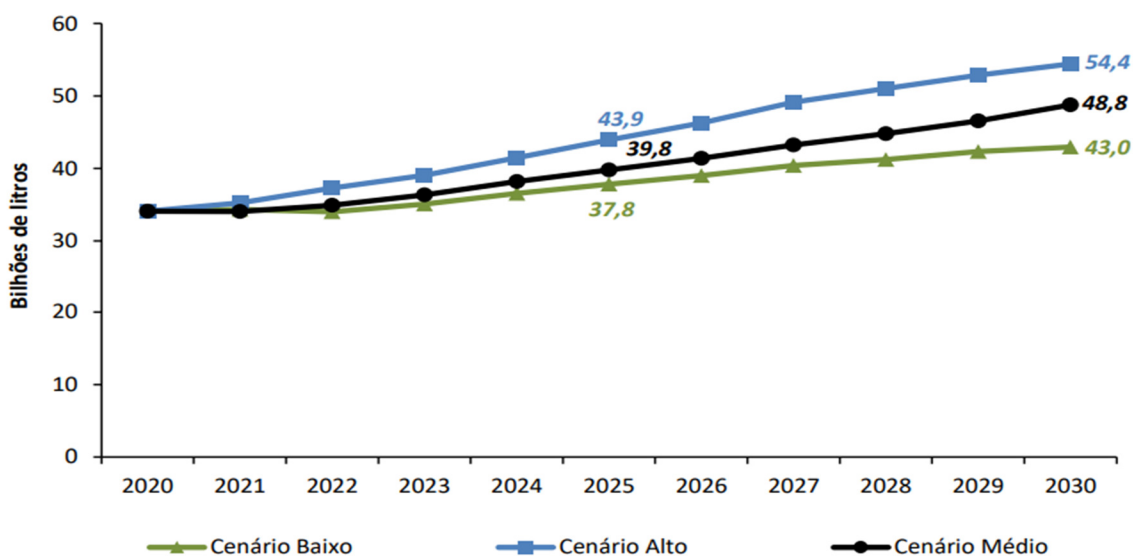
Os cenários estipulados pela EPE foram classificados como alto (otimista), médio (moderado) e baixo (pessimista) e apresentaram para 2030 os valores, 54 bilhões de litros, 49 bilhões de litros e 43 bilhões de litros, respectivamente. O estudo da EPE não demonstrou se as suas estimativas se fundamentaram somente em bases em bases estatísticas ou incluíram algum fator externo como cálculos como a comparação com a evolução do preço da gasolina no mercado internacional que é um fator importante para o sucesso de um programa de combustíveis alternativos, principalmente sendo eles produtos concorrentes.

As projeções sem uma memória de cálculo definida são barreiras a uma análise mais pormenorizada das estimativas da EPE. O estudo do comitê da RenovaBio formulou a hipótese que o valor da CBIO virá para equilibrar qualquer distorção e favorecer o valor de venda do biocombustível (ANP, 2019b); (MME, 2017).

A Figura 5 apresenta as projeções da EPE para os cenários descritos.

¹⁰² Distribuidor de Combustíveis: Pessoa jurídica autorizada pela ANP, nos termos da regulamentação específica, para o exercício da atividade de distribuição de combustíveis líquidos derivados de petróleo, biocombustíveis e outros combustíveis automotivos especificados ou autorizados pela ANP. (Fonte: Resolução ANP n° 41, de 5/11/2013). Distribuição: Atividade de comercialização por atacado com a rede varejista ou com grandes consumidores de combustíveis, lubrificantes, asfaltos e gás liquefeito envasado, exercida por empresas especializadas, na forma das leis e regulamentos aplicáveis. (Fonte: Lei n° 9.478, de 6/8/1997)

Figura 4 - Oferta total de etanol¹⁰³ no Brasil (2020 a 2030)



Fonte: (EPE, 2019)

O Ministério das Minas e Energia publicou suas expectativas sobre a elevação da produção de etanol total dos 28,59 bilhões de litros em 2017 para cerca de 50 bilhões em 2030 (MME, 2019).

BRANCO, *et al.*, (2019) estimaram um cenário para 2028 sobre a produção de etanol por estado. Segundo este estudo, em 2028, os estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná seriam responsáveis por quase 81% da produção total de etanol. Ainda de acordo com o referido estudo, esses mesmos estados deverão receber 54% da capacidade adicional de moagem.

O supracitado trabalho indica a necessidade de descentralização da produção avaliando que as unidades produtoras deverão dirigir-se a satisfazer o seu mercado regional, uma das formas de eliminação de gargalos logísticos. Assim, os 46% restantes seriam estabelecidos em estados produtores de etanol não tradicionais, como Mato Grosso, Bahia, Tocantins e Maranhão, para atender à demanda esperada de etanol para as regiões Norte e Nordeste do Brasil. Os valores estimados por BRANCO, *et al.*, (2019) elevam a produção de etanol total de cerca 30 bilhões de litros em 2016 para 41,21 bilhões de litros de etanol total em 2028 (BRANCO, BRANCO, *et al.*, 2019).

¹⁰³ Cenários de Oferta de Etanol e Demanda do Ciclo Otto - EPE

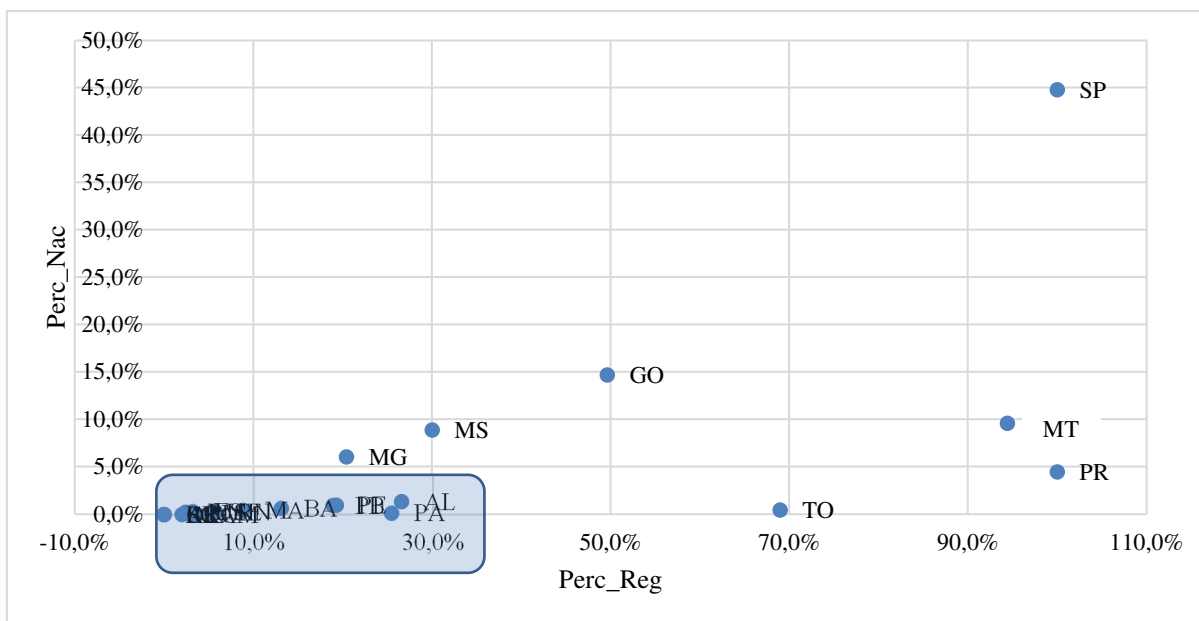
Branco *et al*, (2019) estimaram que seriam necessárias a ampliação da área colhida destinada a cana- de- açúcar em 2,63 milhões de hectares com o objetivo de atingir o valor de 41,21 bilhões de litros de etanol total em 2028. Assim sendo, o valor do CBIO deverá ser um definidor desta tomada de decisão, as áreas elegíveis no Maranhão, Tocantins e Bahia seriam implementadas influenciadas por este cenário, além de ter acrescido o mercado consumidor nas suas regiões circunvizinhas.

Os dados da EPE já estimavam resultados compatíveis com as projeções do Ministério de Minas e Energia. As estimativas feitas nesse trabalho corroboram estes resultados, porém é de se notar a disparidade presente e crescente entre as regiões brasileiras no quesito produção de etanol total.

Ao mesmo tempo em que se observam um crescimento pujante na produção nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, as regiões Sul e Nordeste apresentam um cenário de estagnação e a Região Norte um quadro de decréscimo na produção do etanol. Medidas para o incremento da produção precisam ser tomadas, nos âmbitos, federal e estadual, visando o estímulo à produção de cana- de- açúcar especialmente em áreas de pecuária de baixa produtividade que tendem a ser regiões de boa adaptação à cana-de-açúcar. Deve se considerar que o efeito de se aumentar a produção local de etanol possa implicar na redução da importação de etanol de outras regiões, gerar empregos na região e desenvolver a economia local.

Os gráficos a seguir mostram a produção nacional e a produção regional de etanol total no Brasil. Nesses gráficos pode ser percebido a grande dispersão que existe entre os maiores produtores em escala nacional com as demais unidades da federação. Percebe-se que São Paulo se sobressai, vindo logo atrás Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul.

Gráfico 15- Etanol total participação percentual: produção nacional X produção regional



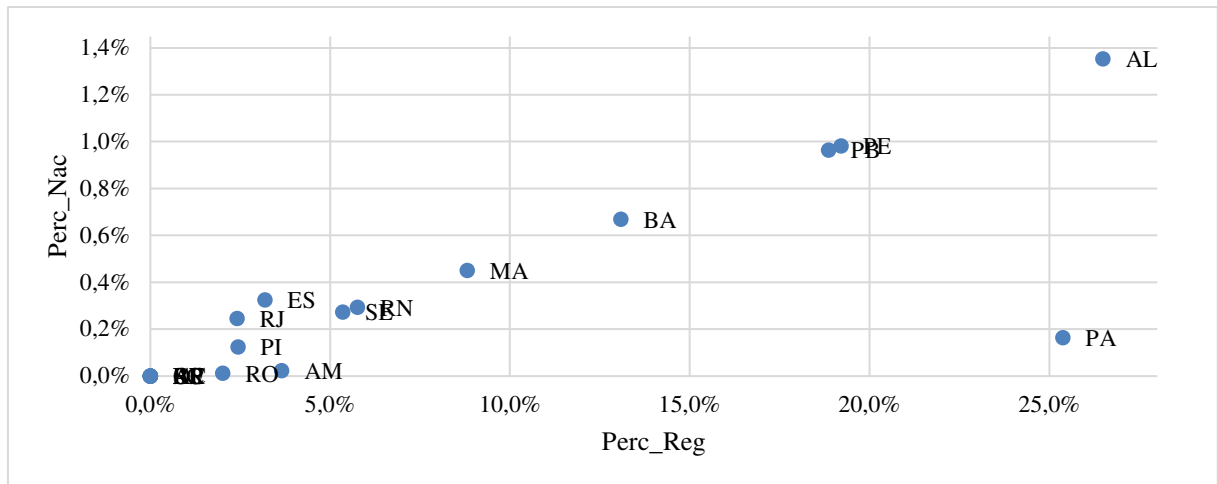
Fonte Elaboração própria e adaptado de (ANP, 2021)

A parte destacada na parte de baixo do gráfico 15 realça o que é exibido no gráfico 16. Verifica-se uma grande concentração de unidades federativas, que apesar de ter relativa força na participação regional, são baixíssimos em escala nacional.

O Brasil possui 18 unidades da federação com percentual na produção nacional de etanol abaixo de 1%: Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Distrito Federal, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Os estados do Acre, Amapá, Roraima, Ceará, Santa Catarina, Distrito Federal e Rio Grande do Sul são os estados nulos com relação a produção de etanol, de qualquer tipo. Rondônia e Amazonas apresentam pequena participação regional resultando em uma produção nacional que se pode considerar como nula. Os líderes regionais do Nordeste, Alagoas, Pernambuco e Paraíba, (26,5%, 19,2% e 18,9%) tem participação nacional da ordem de 1,4%, e 1,0%. Essas características justificam que um exame exclusivamente com as unidades da federação, estado por estado, seria ineficaz na maioria das análises.

Gráfico 16- Etanol total participação percentual: produção nacional X produção regional



Fonte Elaboração própria e adaptado de (ANP, 2021)

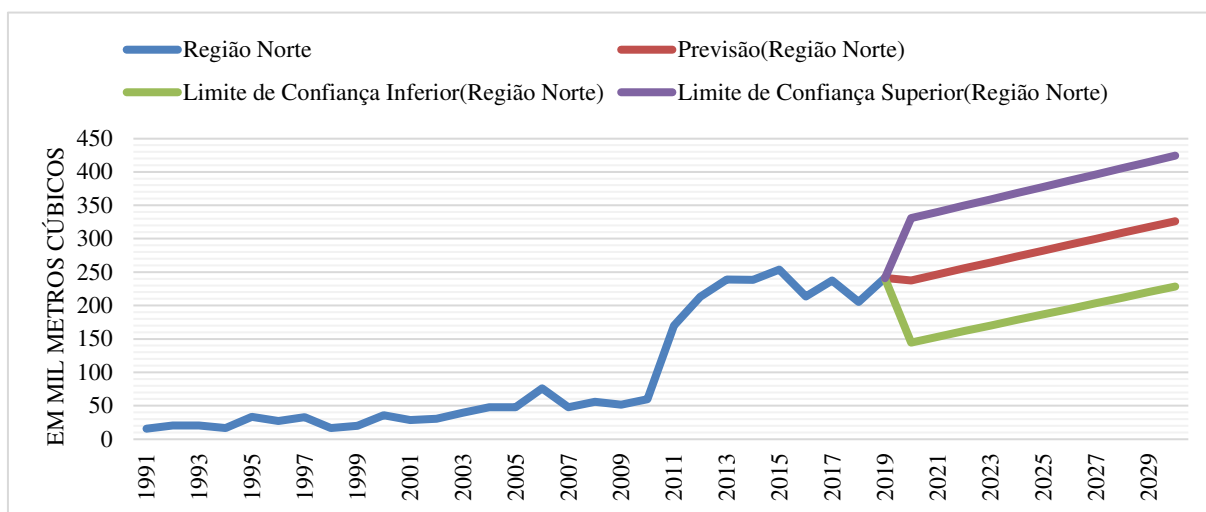
4.2. ESTIMATIVA OBTIDA PARA REGIÃO NORTE

Seguindo a metodologia do item 4.2 deste trabalho, através da utilização da ferramenta planilha de previsão do *Microsoft Excel*, utilizou-se a série de produção de álcool etílico anidro e hidratado, regiões Norte, Nordeste, Sudeste (-São Paulo), São Paulo, Sul e Centro-Oeste de 1991-2019 para assim obter uma previsão de produção 2020 a 2030 com intervalo de confiança inferior e superior de 85%, assim foi feito para as regiões Norte, Nordeste, Sudeste (- São Paulo), São Paulo, Centro-oeste e Sul.

De acordo com os resultados, a região Norte apresenta uma evolução mediana na sua produção de etanol total partindo de crescimento de 17% em 2025 (282 mil m³) e 35% (326 mil m³) em 2030. A curva de previsão apresenta característica ascendente como a tendência de crescimento dentro dos parâmetros já mencionados.

A participação nacional da região Norte, entretanto, será de decréscimo, saindo de 0,68% em 2019 para 0,60% em 2030. Logo, a produção local irá crescer e a participação nacional irá cair. Os resultados são apresentados no Gráfico 17, a seguir.

Gráfico 17 - Previsão da produção de etanol total para Região Norte, 2020-2030



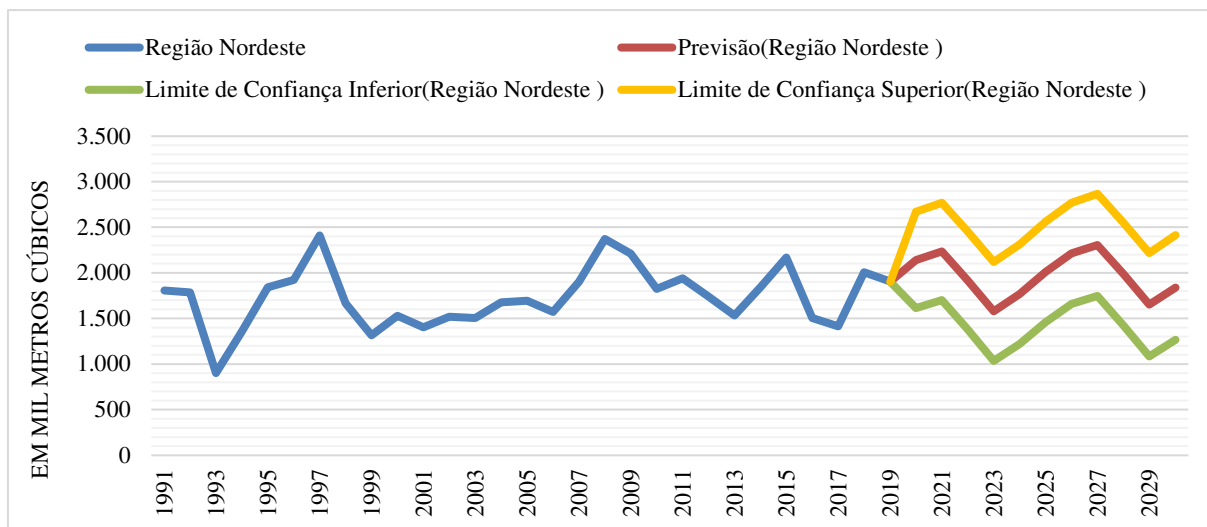
Fonte: Elaboração própria (2020)

4.3. ESTIMATIVA PARA REGIÃO NORDESTE

A região Nordeste exibe um cenário de decréscimo em sua produção de etanol total partindo de um crescimento de 6% em 2025 (2.011 mil m³) e caindo para -3% (1.840 mil m³) em 2030. A curva de previsão apresenta característica de ciclos de ascendência e queda como a tendência de estagnação com viés negativo à longo prazo.

A participação nacional da região Nordeste, para o futuro, será de decréscimo, saindo de 5,39% em 2019 para 3,37% em 2030. Logo, a produção local irá estagnar e a participação nacional irá cair. As perspectivas para melhorias na produção do Nordeste poderão vir de novos projetos em áreas novas que tenham aptidão para a produção em escala e para a mecanização. Os resultados são apresentados no Gráfico 18, a seguir.

Gráfico 18- Previsão da produção de etanol total para Região Nordeste, 2020-2030



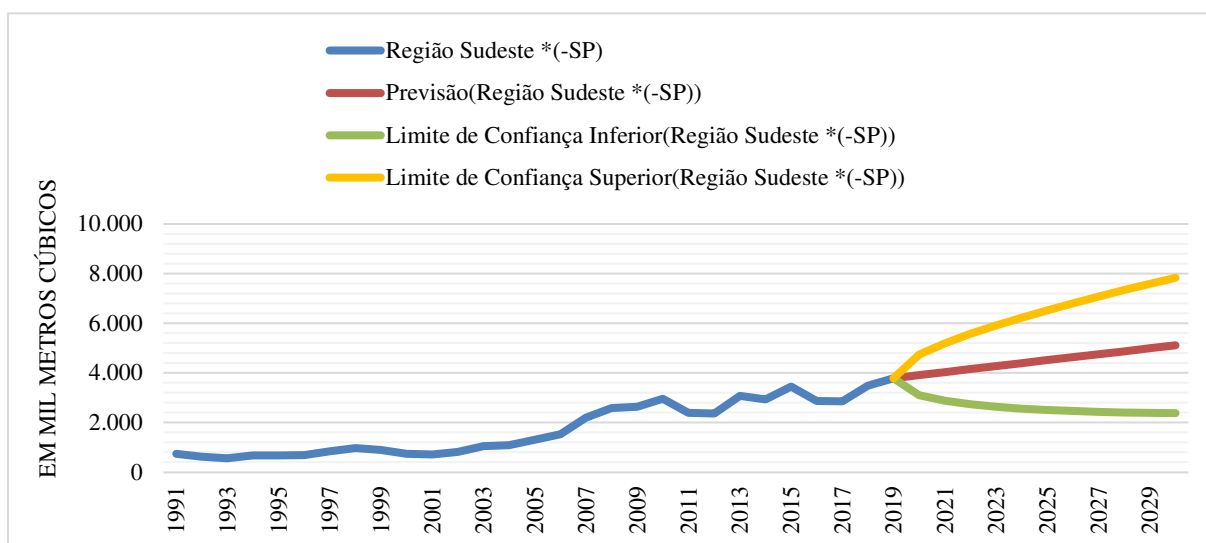
Fonte: Elaboração própria (2020)

4.4. ESTIMATIVA PARA REGIÃO SUDESTE (-SP)

Observando os resultados, a região Sudeste (-SP) apresenta um desenvolvimento mediano na sua fabricação de etanol total largando de um crescimento de 19% em 2025 (4.510 mil m³) para 32% (4.989 mil m³) em 2030. A curva de previsão exibe propriedade ascendente como a inclinação de crescimento dentro dos parâmetros já mencionados.

A participação nacional da região Sudeste (-SP), entretanto, será de decréscimo, saindo de 10,74% em 2019 para 9,37% em 2030. Logo, a produção local irá crescer e a participação nacional irá declinar. Os resultados são apresentados no Gráfico 19, a seguir.

Gráfico 19- Previsão da produção de etanol total para Região Sudeste (-SP), 2020-2030



Fonte: Elaboração própria (2020)

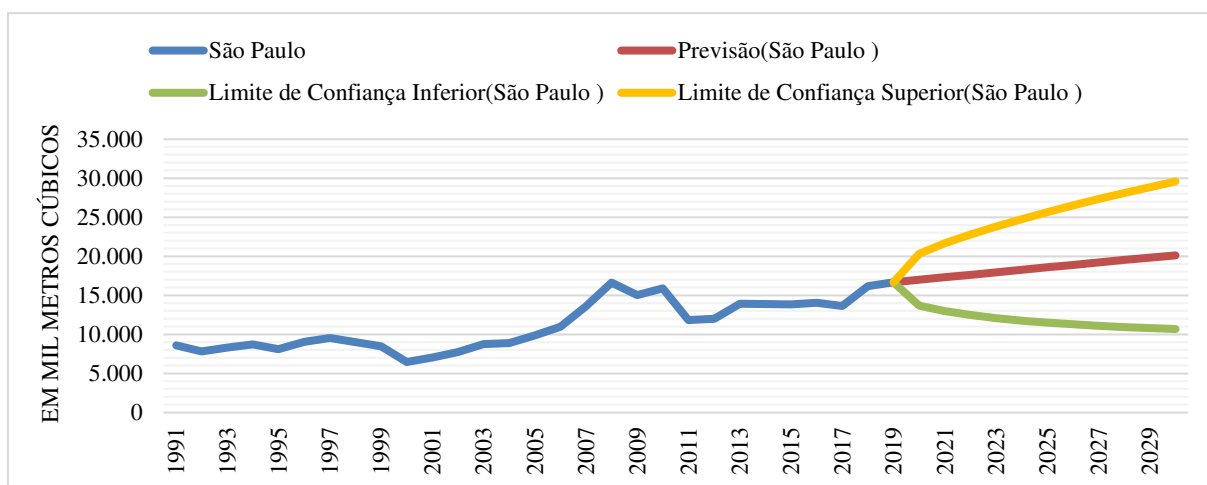
4.5. ESTIMATIVA PARA SÃO PAULO

Os resultados para São Paulo apresentam um incremento também mediano na sua produção de etanol total, saindo de um crescimento de 11% em 2025 (18.567 mil m³) para 32% (20.142 mil m³) em 2030. A curva de previsão exibe qualidade ascendente como a propensão de crescimento dentro dos parâmetros já mencionados.

A participação nacional de São Paulo, contudo, será de decréscimo, deixando de ser 47,24% em 2019 para ser 36,94% em 2030. Logo, a produção local irá se elevar e a participação nacional irá declinar. Isso pode indicar um cenário de esgotamento da capacidade de crescimento a longo prazo, isso levando-se em conta a escassez de terras para ampliação do cultivo¹⁰⁴. Os resultados são apresentados no Gráfico 20, a seguir.

¹⁰⁴ Vide Tabela 2

Gráfico 20- Previsão da produção de etanol total para São Paulo, 2020-2030



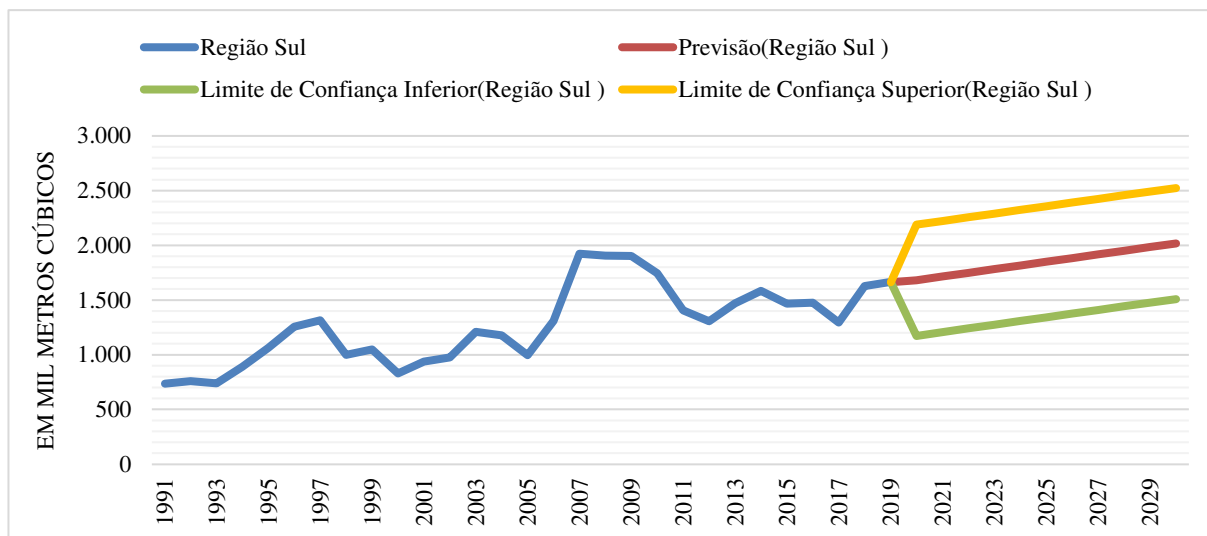
Fonte: Elaboração própria (2020)

4.6. ESTIMATIVA PARA REGIÃO SUL

Os resultados para a região Sul exibem um desenvolvimento mediano na sua produção de etanol total partindo de um crescimento de 13% em 2025 (1.849 mil m³) para 21% (2.017 mil m³) em 2030. A curva de previsão exibe propriedade ascendente como a inclinação positiva dentro dos parâmetros já mencionados. A participação nacional da região Sul, entretanto, será de decréscimo, saindo de 4,71% em 2019 para 3,70% em 2030.

Logo, a produção local irá subir e a sua participação nacional irá declinar. Segundo ANP, (2021), o Rio Grande do Sul produziu 1.400 litros de etanol total em 2019. Os resultados são apresentados no Gráfico 21, a seguir.

Gráfico 21- Previsão da produção de etanol total para Região Sul, 2020-2030



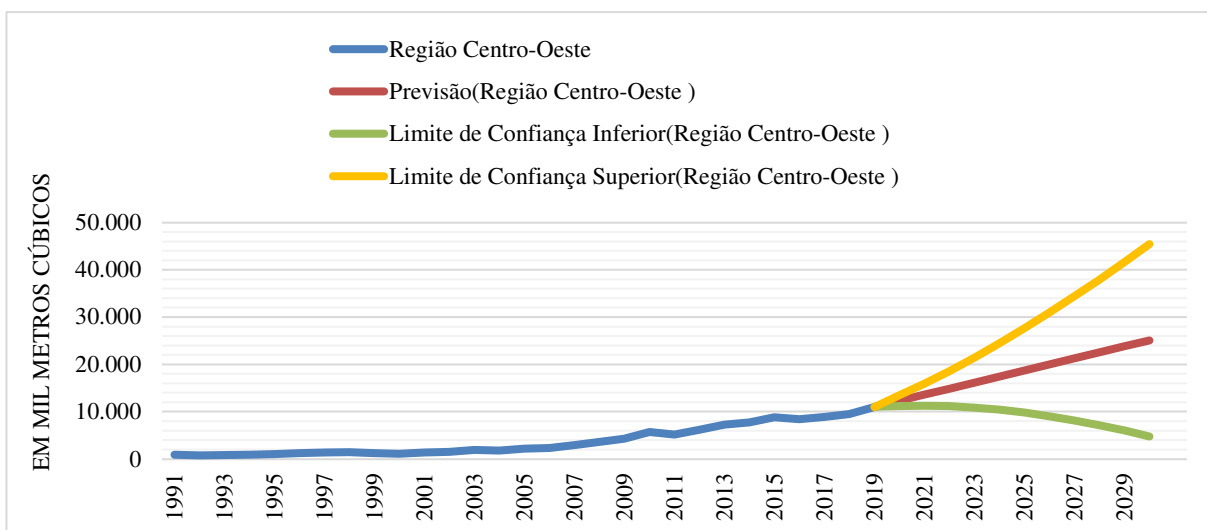
Fonte: Elaboração própria (2020)

4.7. ESTIMATIVA PARA REGIÃO CENTRO-OESTE

Os resultados para a região Centro-Oeste exibem o melhor desempenho, entre as regiões analisadas, com relação ao desenvolvimento da produção de etanol total, que parte de um crescimento de 70%, em 2025 (18.702 mil m³) para 128% (25.099 mil m³) em 2030. A curva de previsão exhibe propriedade ascendente como a inclinação de crescimento dentro dos parâmetros já mencionados.

A participação nacional da região Centro-Oeste subirá de 31,23% em 2019 para 46,03% em 2030. Logo, a produção local irá aumentar e a participação nacional também. A região se tornará a maior produtora de etanol total do Brasil. Os resultados são apresentados no Gráfico 22, a seguir.

Gráfico 22- Previsão da produção de etanol total para Região Centro-Oeste, 2020-2030



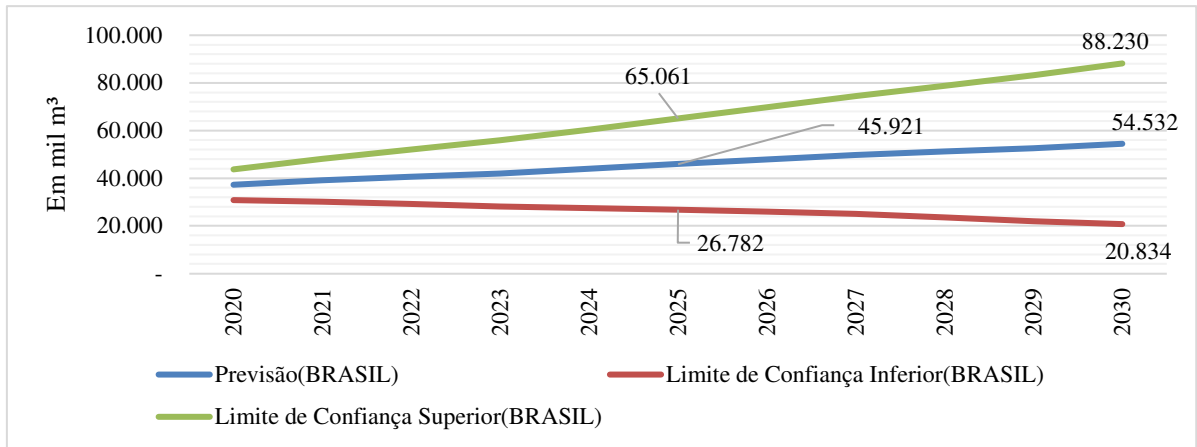
Fonte: Elaboração própria (2020)

4.8. ESTIMATIVA PARA TOTAL DO BRASIL

O Brasil terá, até 2030, um crescimento na sua produção de etanol anidro e hidratado de 19.225 mil m³, de 2019 a 2030. Um aumento total de 46,3%, entretanto cerca de 73,2% deste aumento virá do aumento da produção da região Centro-oeste.

A região Nordeste apresentará uma queda da produção em cerca de -0,33% do conjunto da produção. Segundo as estimativas feitas por esse trabalho, baseando-se em dados até 2019, o Brasil terá uma produção de etanol anidro e hidratado no ano de 2025 de 45.921 mil m³ (10.614 mil m³ a mais) e 54.532 mil m³ em 2030. O Gráfico 23 traz essa previsão e seus limites inferior e superior.

Gráfico 23- Previsão de produção de etanol total do Brasil, 2020 – 2030, em m³

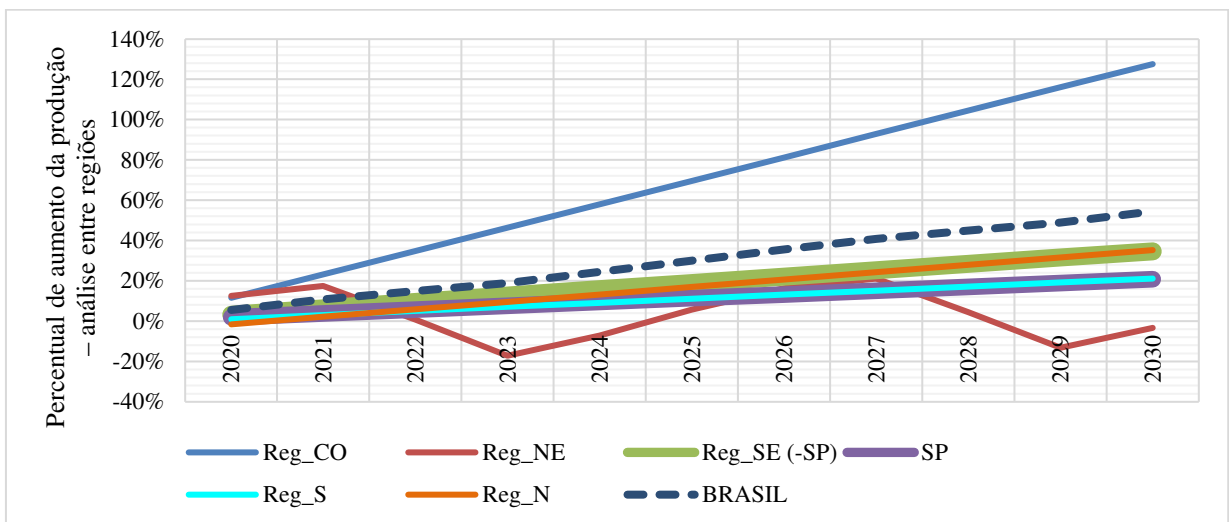


Fonte: Elaboração própria (2020)

O Gráfico 24, Percentual de aumento da produção – análise entre regiões, apresenta estimativas para o crescimento da produção no Brasil, até 2030, em uma interpretação entre as regiões. As regiões Sudeste (excetuando São Paulo) e Norte terão um crescimento final de 35%.

As regiões Sul e o estado de São Paulo apresentarão um aumento em 2030 (em comparação a 2019) de 21%. A região Nordeste apresentará ciclos de queda e ascensão, mas o resultado em 2030 será uma queda de -3%. A região Centro-oeste terá a maior elevação, entre todas as regiões, na sua produção de etanol total, tendo um aumento final de 128%.

Gráfico 24- Percentual de aumento da produção – análise entre regiões



Fonte: Elaboração própria (2020)

5. ANÁLISE DO MERCADO REGIONAL DE ETANOL E DA RENOVABIO

Este capítulo abordará as principais características do mercado brasileiro de etanol em relação à produção e ao consumo. Também serão consideradas as diferenças de geração de CO₂eq. (base da RenovaBio) produzidas através do consumo regional de combustíveis fósseis e às vantagens, pela RenovaBio, que determinadas regiões têm em relação às outras pela adoção do consumo de biocombustíveis.

Os métodos utilizados para isso serão a análise dos resultados da certificação já promovida pela RenovaBio e os percentuais de consumo de biocombustíveis em nível estadual e regional. A análise regional é importante pelo o fato de que após a queda dos programas centralizados pelo Governo Federal (Proálcool), coube a cada região desenvolver, ou não, a sua própria política de biocombustíveis através de incentivos ou de aptidões naturais.

5.1. ANÁLISE DO RESULTADO DA CERTIFICAÇÃO DA RENOVABIO

O Brasil possui 362 plantas autorizadas a produzir etanol e, dessas, 250 foram certificadas. Este resultado corresponde a um número de 66% das plantas autorizadas. Nesta seção será realizada uma abordagem regionalizada destes resultados (ANP, 2021b, 2020f).

Através do Gráfico 25, se observa que o número de plantas autorizadas e certificadas tem o seu maior número no estado de São Paulo. A proporção de plantas certificadas em São Paulo é de 67% e esse valor é visualizado em sua magnitude pelo raio dos círculos que são apresentados abaixo. Porém, como já comentado no item 3.2.2, os melhores rendimentos para Etanol Anidro (m³/d) por unidade produtora e Etanol Hidratado (m³/d) por unidade produtora estão na região Centro-oeste.

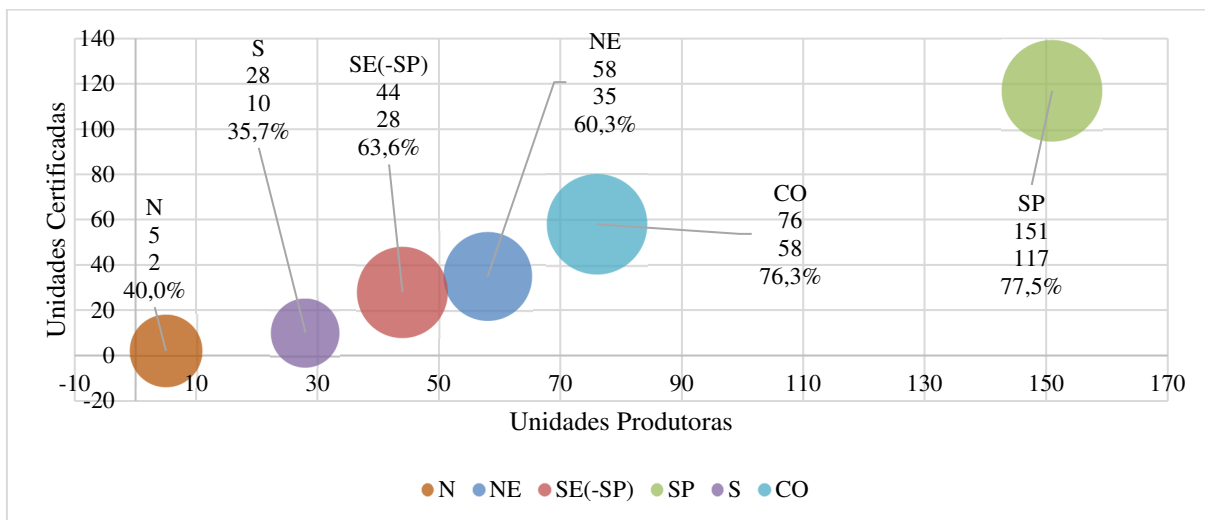
Tem-se no eixo das ordenadas, o número de plantas certificadas e no eixo das abscissas a quantidade de plantas autorizadas. Verifica-se que São Paulo lidera o número de plantas certificadas, bem como, o número de autorizadas. Em segundo lugar vem o Centro-oeste, logo após o Sudeste (que neste estudo engloba apenas Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro).

As regiões Nordeste, Sul e Norte vem em seguida. Nota-se que, de uma maneira geral, o programa de certificação teve uma adesão bastante razoável, ainda mais se avaliando o curto prazo para certificação no período abrangido.

As regiões de São Paulo, Centro-oeste e Sudeste tiveram boa adesão ao programa de certificação da RenovaBio com o número superior a 77% das plantas sendo certificadas. Esse número cai para 60% no Nordeste, 36% para o Sul e no Norte 40% % apesar de o Norte ter apenas duas plantas de etanol certificadas (uma no Tocantins e a outra no Pará) de um de total de 5 plantas autorizadas. Todo o processo nacional de certificação envolveu 250 Emissores primários de etanol (unidades de produção de Etanol hidratado e Etanol anidro) e 421 Processos de Certificação de Biocombustível etanol hidratado e anidro (ANP, 2021f).

A RenovaBio não ressalta, em nenhum momento, a remuneração direta, ou indireta, do fornecedor de matéria prima que, em muitos casos, é uma pessoa jurídica diferente da unidade produtora. Todavia, no processo de certificação a avaliação da fase agrícola é de fundamental importância para a elevação, e a própria existência, da Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO₂eq/MJ) e do Volume elegível (%).

Gráfico 25- Quantidade de Plantas de etanol autorizadas, certificadas e Percentual por região¹⁰⁵



Fonte: Elaboração própria e adaptada ANP (2020) (2020c), (ANP, 2021f)

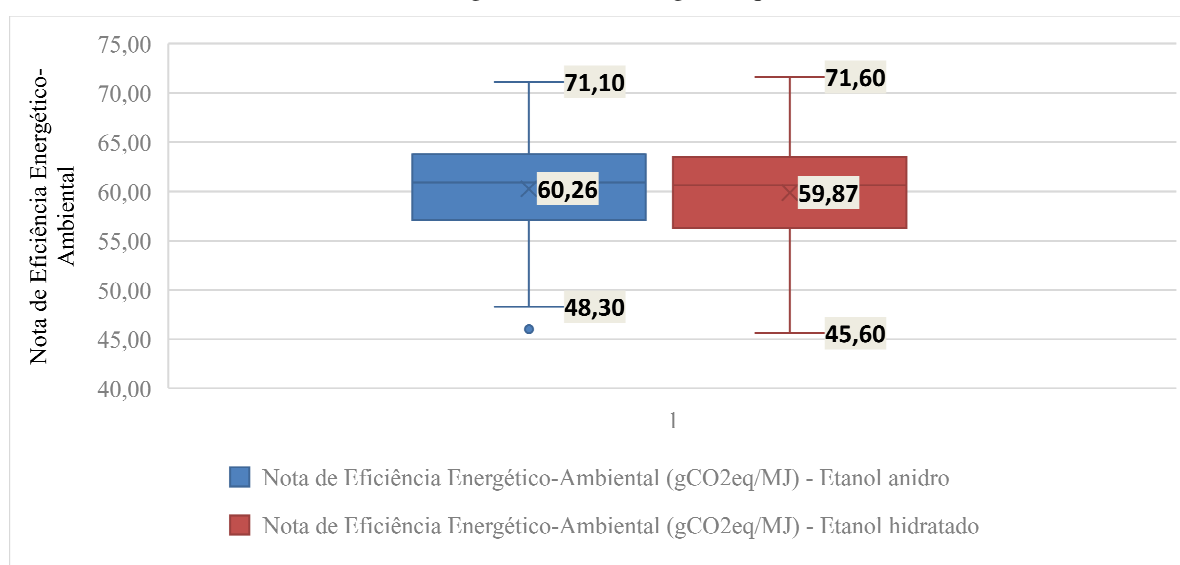
A primeira decorrência numérica da certificação da produção ou importação de biocombustíveis é a Nota de Eficiência Energético-Ambiental que é um valor atribuído no

¹⁰⁵ Número de Plantas autorizadas por região, Número de Plantas certificadas por região e Percentual de Plantas certificadas por região

Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis¹⁰⁶, individualmente, por emissor primário¹⁰⁷, que representa a diferença entre a intensidade de carbono do combustível fóssil substituído e a intensidade de carbono do biocombustível, estabelecida no processo de certificação (ANP, 2019b).

Um comparativo dos resultados nacionais da certificação, entre o EHC e EAC, apresenta valores bem semelhantes quanto a sua média, pontos de máximo e mínimo, 1º e 3º quartil e mediana¹⁰⁸ conclui-se que os dados estão bem semelhantes entre si. O Gráfico 26 apresenta a Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO₂eq/MJ) - EHC

Gráfico 26- Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO₂eq/MJ) - Etanol Anidro e hidratado



Fonte: Elaboração própria (2020) e ANP (2020f), fonte: (ANP, 2021f).

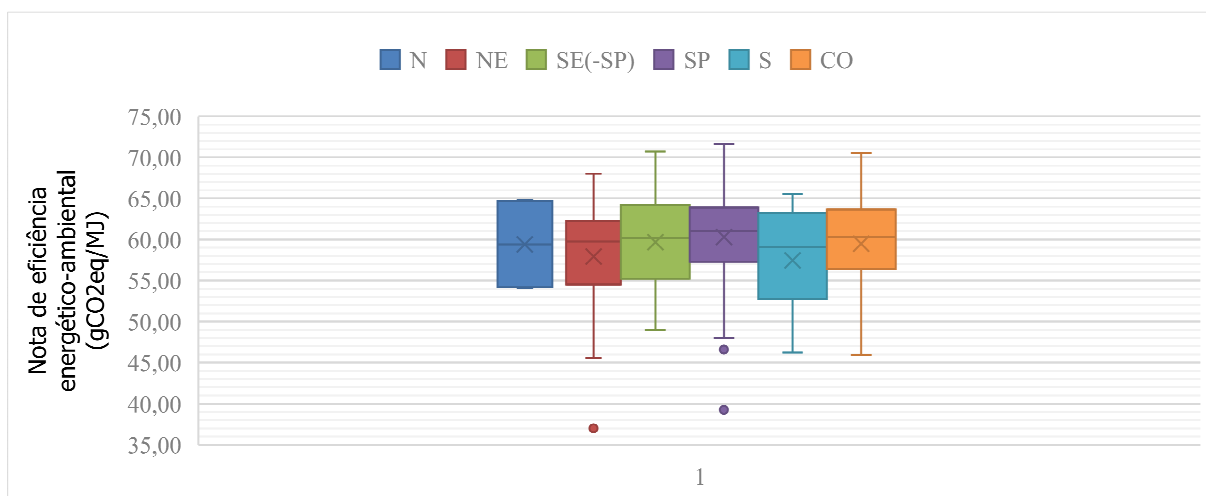
Quanto aos valores da Nota de Eficiência Energético-Ambiental por região, no Gráfico 27, pode-se observar que a região Nordeste apresenta os menores valores mínimos. Os valores máximos da região Nordeste apresentam-se numa grandeza que se aproxima às demais regiões. O valor médio é o menor, dentre as seis regiões, correspondendo 57,90 (ANP, 2021f).

¹⁰⁶ Documento emitido exclusivamente por firma inspetora como resultado do processo de Certificação de Biocombustíveis, (ANP, 2018)

¹⁰⁷ Produtor ou importador de biocombustível autorizado pela ANP que tenha Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis, (ANP, 2018)

¹⁰⁸ Realizando a análise observa-se bastante semelhança nos dados obtidos através da média. Vide item 4.5 deste trabalho.

Gráfico 27- Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO2eq/MJ) - Etanol Total por Região



Fonte: Elaboração própria e adaptado ANP (2020f), fonte: (ANP, 2021f).

Com o *boxplots* comparativo, pode-se concluir que a Nota de Eficiência Energético-Ambiental apresenta a menor média entre todas as regiões estudadas. Quanto à dispersão e amplitude, os maiores valores foram encontrados na região Sudeste (SP).

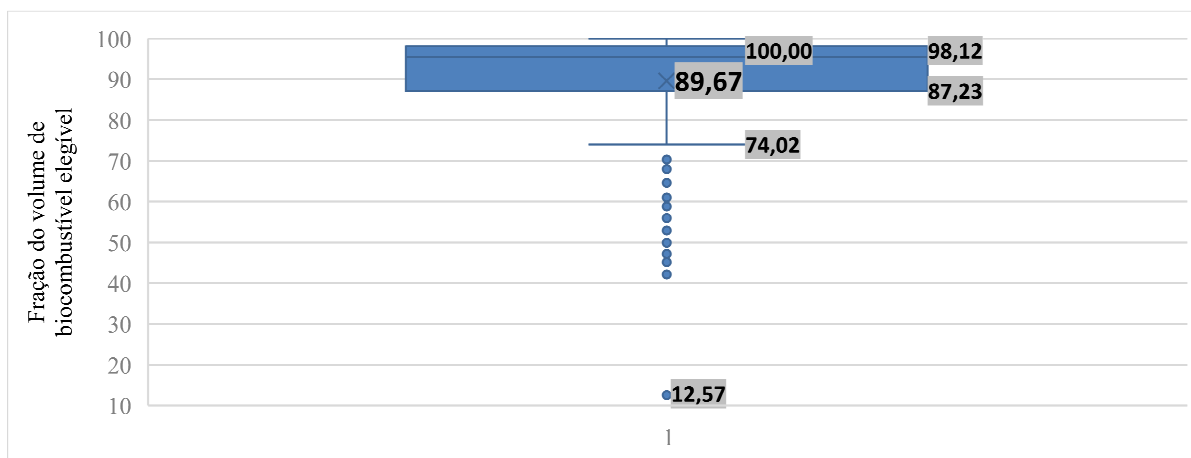
A fração do volume de biocombustível elegível é a parte do volume de biocombustível certificada, que está apta a receber a Nota de Eficiência Energético-Ambiental. A biomassa originária de imóvel rural que não esteja com seu Cadastro Ambiental Rural (CAR)¹⁰⁹ ativo ou pendente, conforme o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural deverá ser excluído do cálculo da fração do volume de biocombustível elegível (ANP, 2018).

Conclui-se que os valores nacionais da fração do volume de biocombustível elegível, obtida pelos resultados da certificação da ANP¹¹⁰ e expressos no Gráfico 28 são assimétricos negativos pelo fato de a posição da linha da mediana ser próxima ao terceiro quartil.

¹⁰⁹ “O Cadastro Ambiental Rural – CAR é um registro público de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais referentes às Áreas de Preservação Permanente - APP, de uso restrito, de Reserva Legal, de remanescentes de florestas e demais formas de vegetação nativa, e das áreas consolidadas, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.” (CAR, 2021).

¹¹⁰ Vide APÊNDICE F - Certificados da Produção ou Importação Eficiente

Gráfico 28- Fração do volume de biocombustível elegível – Valores Nacionais



Fonte: Elaboração própria e adaptado ANP (2020f) a fonte: (ANP, 2021f).

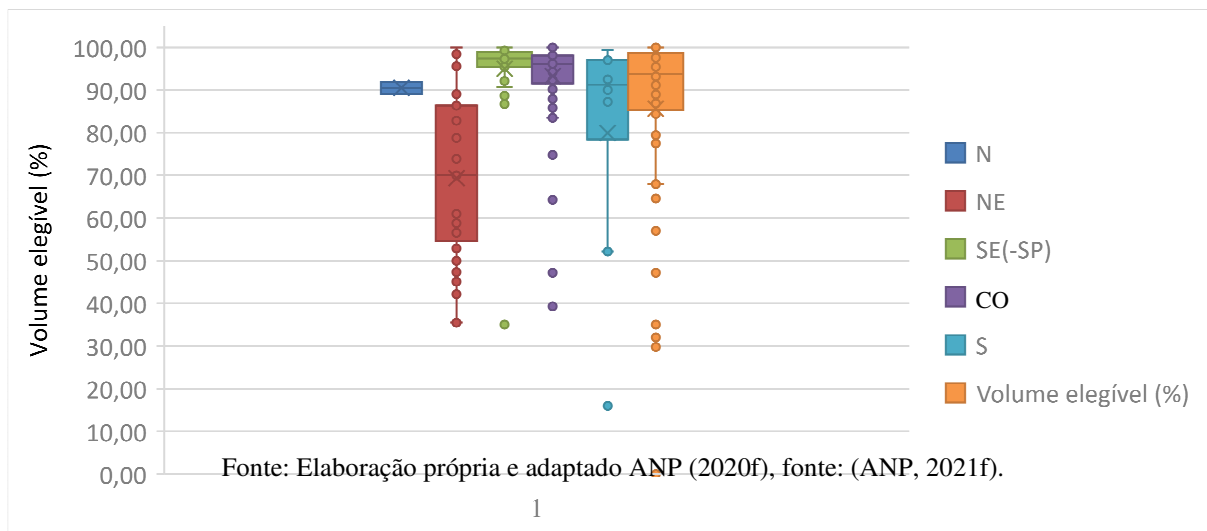
A verificação da fração do volume de biocombustível elegível¹¹¹, analisando-se as seis regiões, utilizando o diagrama de caixa apresenta com nitidez as diferenças quanto a elegibilidade da produção. A dispersão dos dados é maior na região Nordeste que, por outro lado, possui as menores médias neste quesito avaliado.

O resultado indica a baixa elegibilidade da região Nordeste para certificação dos seus biocombustíveis (etanol), a região Nordeste tem a menor média do volume elegível (%), 69,4%. Apesar dos valores superiores condizerem com os valores das demais regiões, a dispersão indica unidades (no Nordeste) com baixíssima elegibilidade. Isso pode indicar a dificuldade de muitas unidades produtoras da região Nordeste de certificarem toda a sua produção, isso pode ser derivado da falta de documentação de toda área plantada para a elegibilidade da biomassa fornecedora da produção (ANP, 2021f).

Os principais valores do gráfico 29, a seguir, são a média da fração do volume de biocombustível elegível em 69,4 no Nordeste, 95,0 no Sudeste (-SP), em São Paulo 93,0, 79,9 no Sul e 87,6 no Centro-oeste. O ponto de mínimo fica na região Sul com 16,0 (ANP, 2021f).

¹¹¹ fração do volume de biocombustível elegível é a parcela do volume de biocombustível certificada, que está compatível a obter a nota de eficiência energético-ambiental (ANP, 2018).

Gráfico 29- Fração do volume de biocombustível elegível – Valores Regionais



A rota do etanol de primeira geração do milho, apesar de ter Nota de Eficiência Energético-Ambiental alta de 70,7 gCO₂eq/MJ, apresentou um percentual de fração do volume elegível baixo de 12,6% (ANP, 2021f). Para ter tido este desempenho, este trabalho supõe que possa ter havido dificuldade em algumas unidades produtoras da região Centro-oeste para certificarem sua produção devido serem terras não aptas segundo a regularidade de documentação ambiental (ausência do CAR)¹¹² ou diversidade de fornecedores de matéria prima.

O Fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/m³) indica a quantidade em toneladas de CO₂eq equivalente que é evitada pela comercialização de um metro cúbico de etanol. Este trabalho normatizou para ambos, EAC e EHC.

Utilizando a metodologia apresentada, derivada da Resolução 791/2019 da ANP (ANP, 2019b), observa-se que o fator para emissão de CBIOs é o resultado da multiplicação da Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO₂eq/MJ) pelo Volume elegível (%)¹¹³. O gráfico regionalizado do fator para emissão de CBIO apresenta diferenças entre as regiões, ou seja, a região Nordeste é a que receberá, em média, menos CBIO por metro cúbico de etanol comercializado em relação ao restante das regiões.

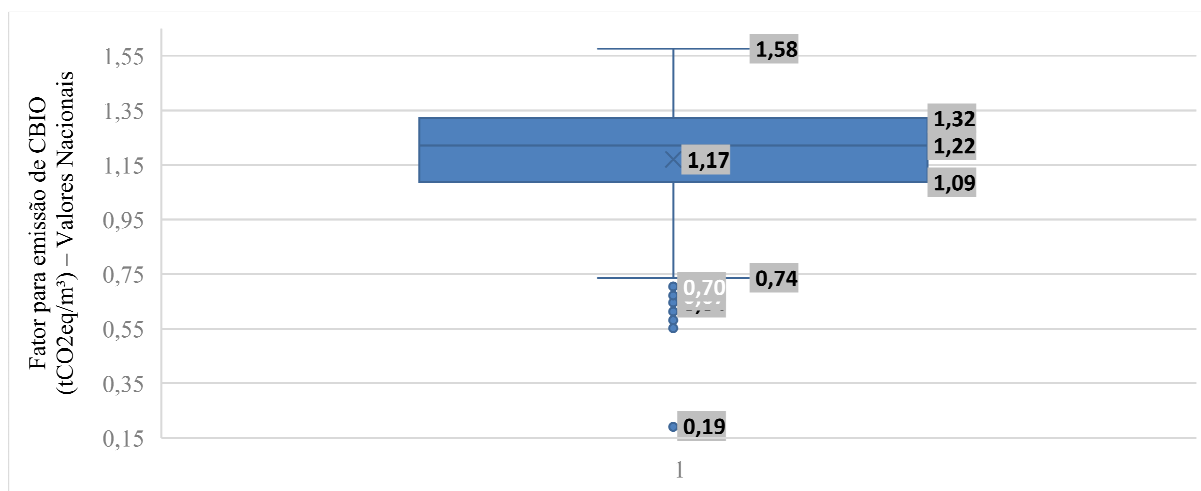
¹¹² O Cadastro Ambiental Rural - CAR é um registro público eletrônico nacional, indispensável para todos os imóveis rurais, empregado para provar que a área está ambientalmente regularizada.

¹¹³ Conforme Anexo I da Resolução ANP nº 802/2019: fator para emissão de CBIO = (nota de eficiência energético-ambiental) x (Volume elegível/100) x (Massa específica) x (PCI) x (10-6)

Empregando esta metodologia nota-se que o fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/m³) deriva do valor do volume elegível e o seu valor para região Nordeste é de 0,9, para a região Sudeste (-SP) é de 1,3, para Estado de São Paulo 1,2, região Sul é 1,2, os estados da região Centro-oeste tem-se 1,2. Finalmente, conclui-se que as demais regiões permanecem próxima a média nacional de 1,2, enquanto a região Nordeste é a que tem a pior performance em relação ao fator de emissão de CBIOs.

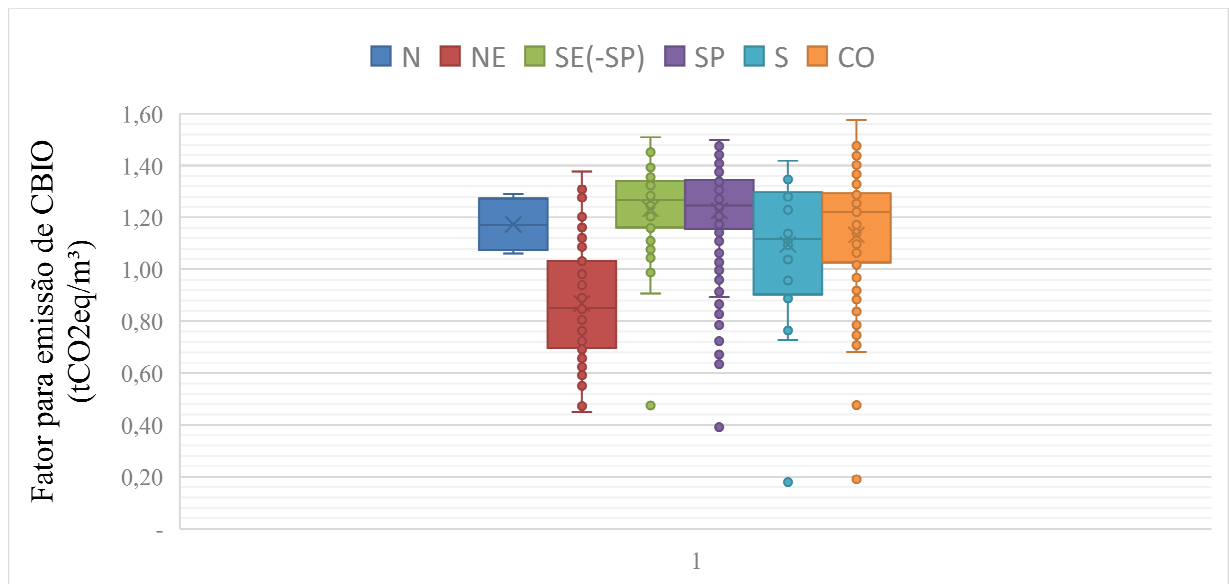
Os Gráficos 30 e 31 correspondem ao Fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/m³), em valores nacionais e regionais, e apresentaram estes resultados.

Gráfico 30- Fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/m³) – Valores Nacionais



Fonte: Elaboração própria e adaptado ANP (2020f), fonte: (ANP, 2021f).

Gráfico 31- Fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/m³) – Valores Regionais



Fonte: Elaboração própria e adaptado ANP (2020f), fonte: (ANP, 2021f).

Pôde-se observar no gráfico 27 que, excluindo-se a região Nordeste e a região Sul, não há grandes diferenças entre as regiões quanto a NEEA. Contudo, o gráfico 29, fração do volume de biocombustível elegível, apresentou variedades significativas entre as regiões. Esta heterogeneidade resultou em desigualdades consideráveis no fator para emissão de CBIO¹¹⁴ (tCO₂eq/m³) o que é visualizado no gráfico 31.

O Gráfico 32, certificação por região – valores médios, apresenta o resumo destas considerações. Notou-se, a respeito da cultura da cana-de-açúcar e do etanol do Nordeste, que o rendimento médio da produção (kg/ha)¹¹⁵ está mais de 20% abaixo da média nacional, fato este que repercute na NEEA. Observou-se também que a produção de etanol no Nordeste ao longo dos anos de 1991 até 2019¹¹⁶ apresentou sinais de baixíssimo crescimento, apenas 5%

Ainda no Nordeste, constatou-se que a produção média de etanol total por unidade de produção¹¹⁷ (usina) tem os valores mais baixos do Brasil, indicando que a produção média por unidade chega a corresponder a quase um terço do resultado obtido na região centro-oeste.

¹¹⁴ Fator para emissão de CBIO = (nota de eficiência energético-ambiental) x (Volume elegível/100) x (Massa específica) x (PCI) x (10-6) (ANP, 2018)

¹¹⁵ Tabela 2 - Área colhida, quantidade produzida, rendimento médio - percentuais no Brasil

¹¹⁶ Gráfico 10- Produção de Etanol Total, 1991-2019 (mil m³) no Brasil

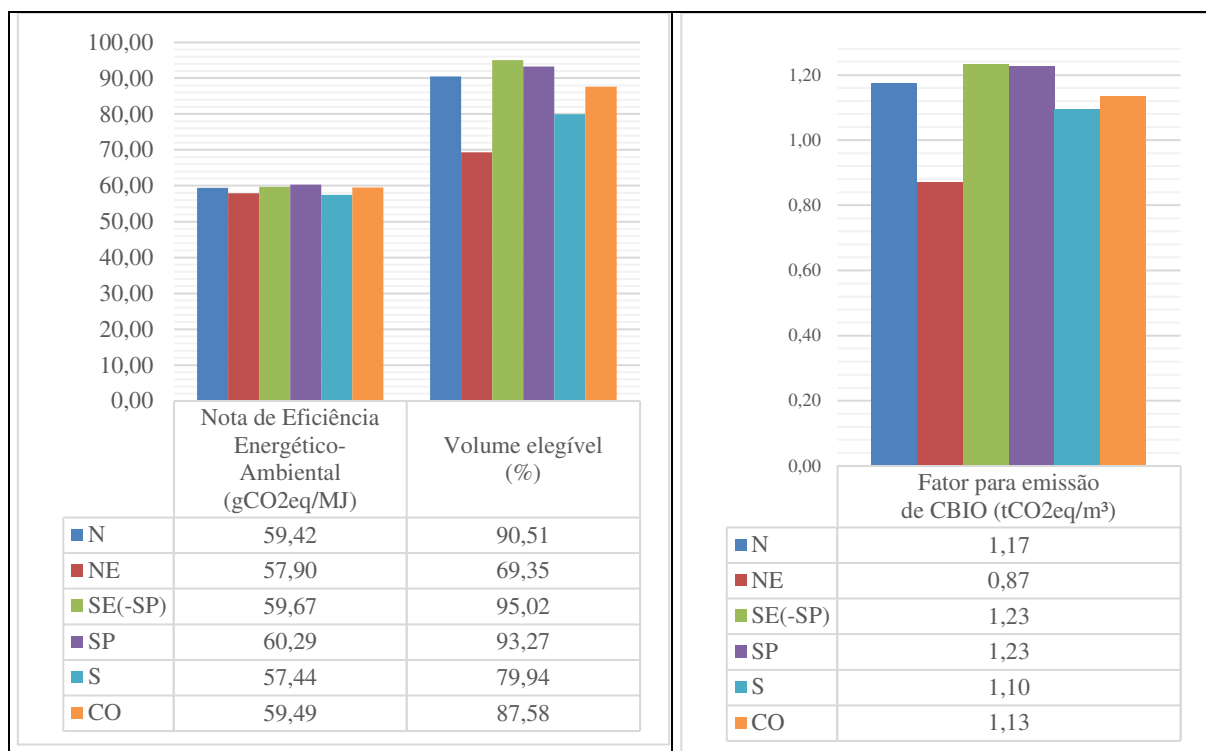
¹¹⁷ Tabela 4 - Número de plantas e Produção média de etanol total/unidade por região

A NEEA do Nordeste apresenta média abaixo da média nacional, porém é em relação à média da fração do volume de biocombustível exigível que o Nordeste tem o seu 2º pior destaque negativo com um valor 19% abaixo da média nacional entre as regiões

O fator de emissão médio de CBIOS para Nordeste é a consequência destas constatações descritas. Está 23% abaixo da média entre as demais regiões e 29% abaixo da região Sudeste(-SP) por exemplo. O resultado mais malsucedido indica que, na média, cerca de 0,87 CBIOS/m³ serão obtidos pela venda do etanol para fins automotivos no Nordeste enquanto os valores médios das demais regiões variam de 1,10 CBIOS/m³ a 1,23 CBIOS/m³.

Resumidamente falando, a produção de etanol nordestina precisa de fortes incentivos pois não vem crescendo ao longo dos anos, tem baixo rendimento médio da produção de Cana-de-açúcar (kg/ha), baixa produção média de Etanol Total/Usina, baixa NEEA, baixo volume elegível para emissão de CBIOS (via certificação) e finalmente baixo fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/m³).

Gráfico 32- Certificação por região brasileira– valores médios¹¹⁸



Fonte: Elaboração própria e adaptado ANP (2020f), fonte: (ANP, 2021f).

¹¹⁸ Valores médios por região de Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO₂eq/MJ), Volume elegível (%), "Fator para emissão de CBIO (tCO₂eq/m³) (ANP, 2019b).

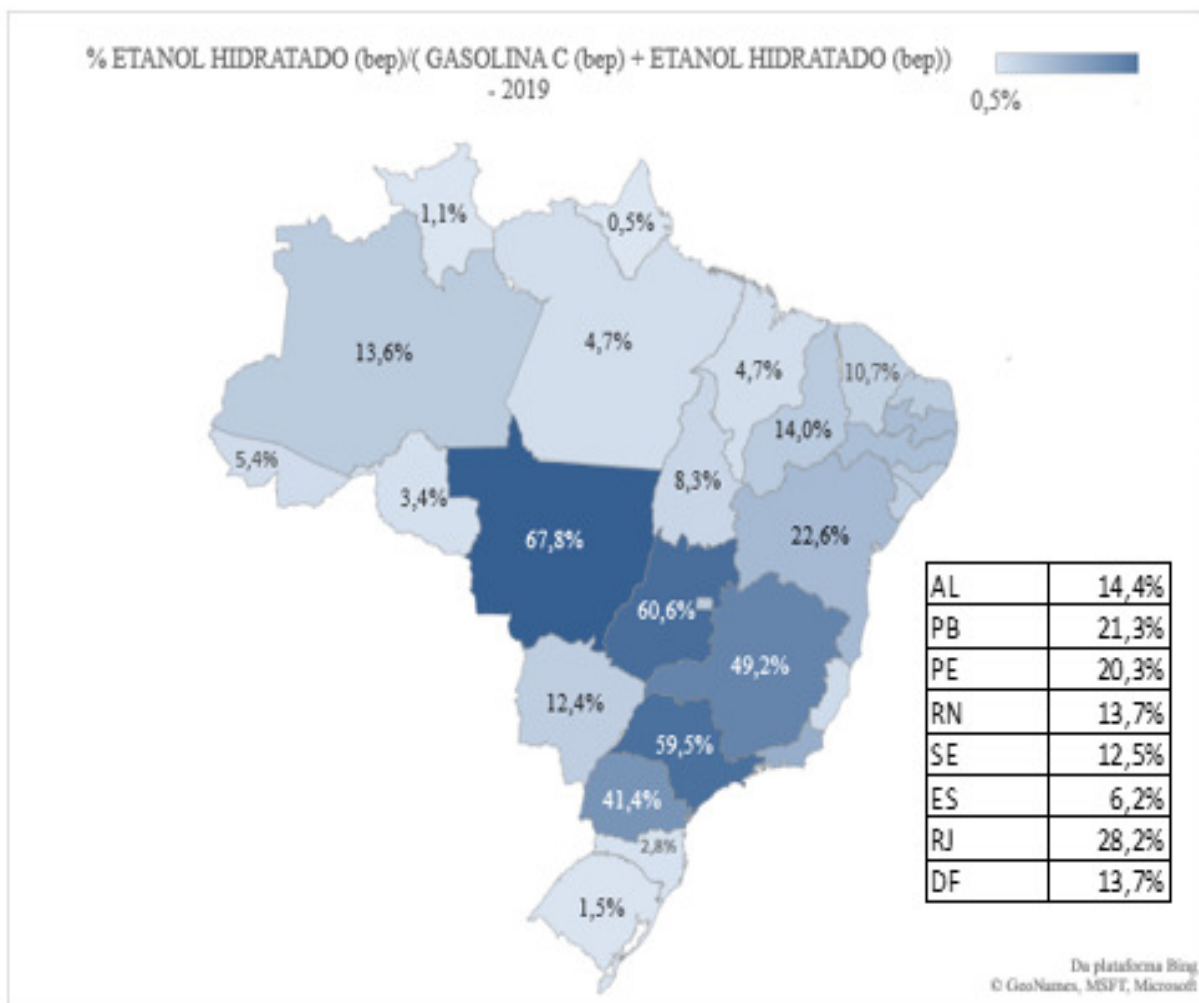
5.2. PERCENTUAL DAS VENDAS - ETANOL HIDRATADO (bep) – 2019

O percentual de vendas de etanol hidratado quando comparado, em quantidade de energia vendida ¹¹⁹, com o combustível fóssil substituído gasolina C, apresenta um índice de comparação da performance comercial entre os combustíveis do *ciclo Otto* ao longo das regiões brasileiras deste estudo.

Utilizando a Equação 9, percentual de vendas de etanol hidratado (bep), do item 4.4 foi construído o Gráfico 33 que exibe um diagnóstico percentual das vendas de etanol hidratado em comparação a soma dos combustíveis do ciclo Otto (gasolina C mais Etanol Hidratado) em barris equivalentes de petróleo, bep, para 2019 por estado brasileiro. A unidade de medida energética bep foi escolhida para poder comparar, somando os dois combustíveis, o que não seria possível se utilizasse a medida volumétrica. A metodologia usada foi descrita no item 4.4 e na Equação 9 – Percentual de Vendas de etanol hidratado (bep).

¹¹⁹ Em barris equivalentes de petróleo (ANP, 2021)

Gráfico 33 - Percentual de energia vendida (bep) através do etanol hidratado em 2019 por UF



Fonte: Elaboração própria e adaptado de ANP (2020)

Nota-se que os Estados com maior percentual das vendas etanol hidratado são o Mato Grosso atingindo 67,8%, Goiás chegando a 60,6%, São Paulo com 59,5% e Minas Gerais alcançando 49,2%. Estes são também grandes produtores. Invertendo agora a análise para os menos intensivos: o Amapá tem 0,5%, Roraima traz 1,1%, Rio Grande do Sul exibe 1,5%, Santa Catarina oferece 2,8% são também precários em termos de produção de etanol, distantes dos centros produtores ou não tem política tributária favorável ao EHC¹²⁰. Nesta análise, há no Brasil, no total, uma média de 37,1% de energia *ciclo Otto* vendida através do etanol hidratado em 2019.

¹²⁰ Vide APÊNDICE G

A distância entre os pontos de revenda e as unidades produtoras pode explicar (a princípio) essa abundância de etanol hidratado vendida (retida) no estado do Mato Grosso que possui problema logístico para o escoamento da sua produção. Isso pode significar que boa parte da Etanol Hidratado produzido no estado não consiga fluir para outros estados. Essa situação já não acontece no Mato Grosso do Sul e em Goiás.

Estados que se localizam além da “borda” da região produtora, como Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Amapá e Roraima reproduzem situação inversa, onde a dificuldade de acesso ao produto, os faz chegar à índices muito baixos na venda de etanol comparado com total de energia *ciclo Otto* comercializada.

Em situações análogas, apresenta-se na Região Nordeste, o Estado do Maranhão e na Região Sudeste, o Espírito Santo. Um evidente entendimento que, a inexistência de produção local de etanol somado a uma falta de política tributária em favor do etanol são fatores para o insucesso de uma política para o consumo deste biocombustível.

Em 2019, observou-se que nos Estados do Acre, Amapá, Roraima, Ceará, Distrito Federal e Santa Catarina não houve nenhuma produção de etanol, fazendo-se assim um dos motivos da baixa venda de etanol hidratado nestas localidades. Os números abordam as pesquisas exibindo a grande disparidade entre as unidades federadas neste cenário. O Gráfico 33 relacionado ao percentual de energia vendida (bep) através do etanol hidratado em 2019 por estado no Brasil expressa a disparidade de percentuais existentes ¹²¹.

Utilizando informações obtidas da ANP aplicando um diagrama de Pareto, obteve-se o gráfico 34 que corresponde às vendas de Etanol Hidratado, em 2019. O estado de São Paulo representa mais do que 50% das vendas nacionais de etanol hidratado (ANP, 2021).

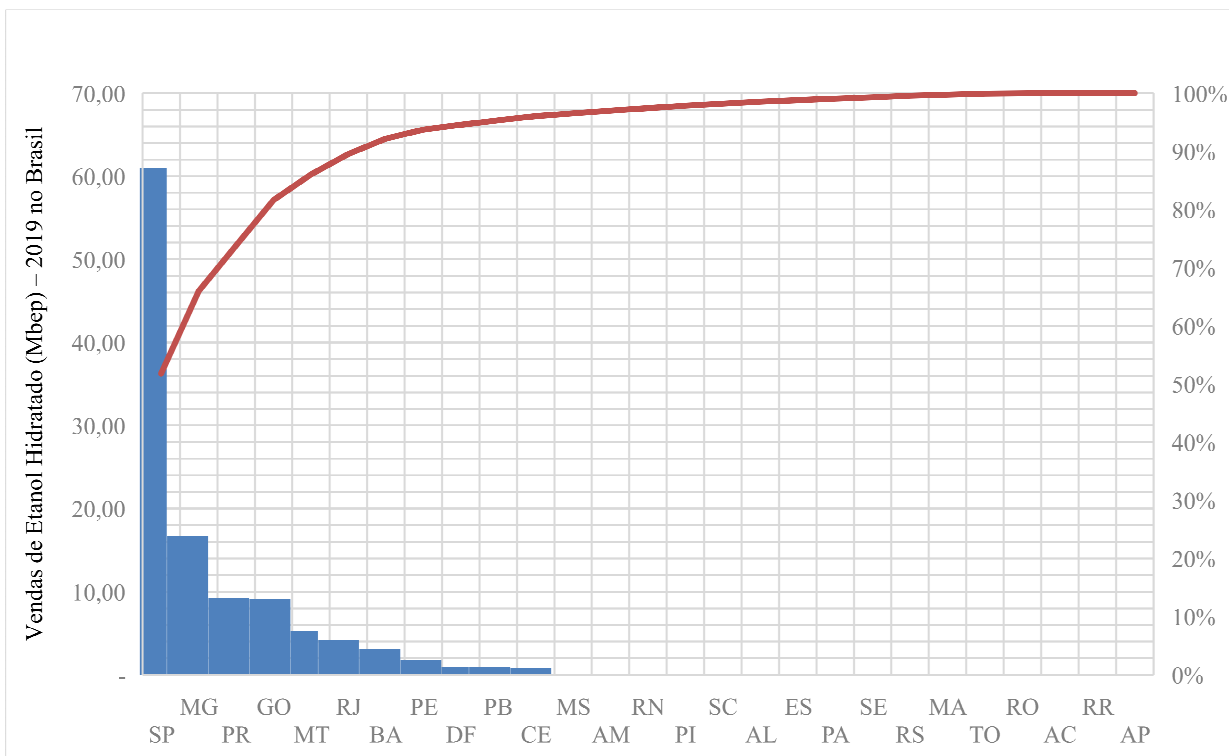
Analisando a venda de etanol hidratado dentro dos estados, São Paulo predomina com 9.956.761 de m³ correspondendo a 51,4% do mercado nacional do produto, Minas Gerais comercializa 2.488.315 de m³ marcando 12,8%, Paraná distribui 1.566.082 de m³ com 8,1%, Goiás comercializa 1.516.565 de m³ sendo 7,8%, Mato Grosso com 840.623 de m³ marca 4,3% (ANP, 2021).

Já, na parte de baixo do gráfico, Amapá comercializa tão-somente 928 de m³, sendo apenas 0,005% do mercado, Roraima vende 2.000 de m³ significando 0,01%, Acre comercia 8.533 de m³ consistindo em 0,04%, Rondônia distribui 15.640 de m³ significando 0,08%, Tocantins revende 34.122 de m³ equivalendo a 0,18% e Maranhão distribui 37.299 de m³

¹²¹ Utilizou-se para o cálculo a Equação 9 – Percentual de Vendas de etanol hidratado.

ficando com 0,19%. Em 2018, no Brasil foram comercializados 19,38 bilhões de litros de Etanol Hidratado, já em 2019 o número chegou a 22,54 bilhões de litros, um acréscimo de 16,30% (ANP, 2021).

Gráfico 34- Vendas de Etanol Hidratado (bep) – 2019 no Brasil



Fonte: Elaboração própria e adaptado de ANP (2020g)

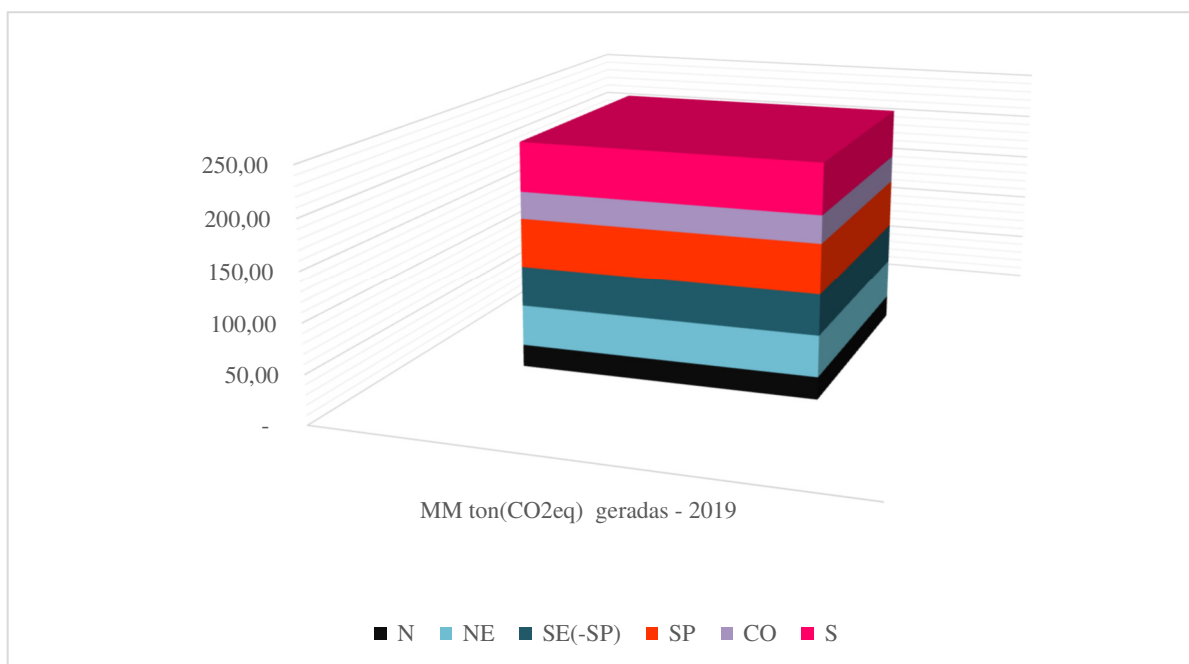
A RenovaBio tende a gerar mais benefícios para o estado de São Paulo, por ser o maior produtor e consumidor de etanol hidratado respectivamente. O valor do CBIO, monetariamente elevado o suficiente, poderá implicar em um estímulo às unidades produtoras para se produzir etanol e construir (ou modernizar) unidades de fabricação mais produtivas e eficientes e, inclusive, mais próximas a novos polos de consumo locais. Fato é, que o panorama da RenovaBio tem sido de reviravoltas, em meio a inseguranças e questionamentos judiciais quanto ao programado e o mercado de créditos de descarbonização (CBIOs) tem sentido flutuações de preços (NOVACANA, 2020).

5.3. GEE LIBERADOS POR COMBUSTÍVEL– tCO₂eq. 2019

A quantidade de emissões de gases de efeito estufa liberados no ciclo de vida do combustível fóssil¹²² (em toneladas de CO₂eq.) e a participação de mercado na comercialização de combustíveis fósseis por regiões brasileiras são sintetizados no Gráfico 35¹²³. Os valores são proporcionais a intensidade da atividade econômica¹²⁴ de cada região e estão condizentes com a população e atividades industriais locais (IBGE, 2018).

A metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa definidas pela Resolução CNPE nº 8/2020¹²⁵, para a comercialização de combustíveis foram, nesse trabalho, separadas em um enfoque regional., (CNPE, 2020).

Gráfico 35- Milhões de toneladas de CO₂eq gerados (em CO₂eq)¹²⁶¹²⁷



Fonte: Elaboração própria (2020) adaptado de (ANP, 2018), (ANP, 2019b) e (ANP, 2021)

¹²² Lista de combustíveis fósseis que possuem biocombustível substituto em escala comercial: Gasolina comum tipo C, Gasolina premium tipo C, Óleo diesel B e Óleo diesel BX (ANP, 2019b)

¹²³ A memória de cálculo está descrita nos APÊNDICES C e D

¹²⁴ Proporcional à venda de combustíveis na região

¹²⁵ Diante das postergações e reduções aplicadas pelo CNPE (e isso também é explicável face aos impactos da COVID) essas metas, no estágio atual, estão ainda em um período de indefinição do mercado. Uma análise, sob ponto de vista de um mercado mais estabilizado pós COVID, somente poderá ser feita futuramente, com informações mais concretas e precisas.

¹²⁶ Análise regional

¹²⁷ Vide item 4.3.1

O Brasil gerou, segundo a metodologia de cálculo deste trabalho, baseada na metodologia apresentada, no ano de 2019, um valor equivalente a 237,13 milhões de toneladas de CO₂eq oriundas da comercialização de combustíveis fósseis. Apenas para efeito comparativo, esse valor corresponde a 10 vezes a meta da Resolução CNPE nº 8/2020 para as distribuidoras de combustíveis em 2021, ou seja, a meta corresponde a 10% do valor total das emissões apuradas. É um valor excessivamente modesto mesmo em situações de retração do mercado.

Avaliando a quantidade de CBIOS escriturados¹²⁸ pelas produtoras de biocombustíveis até 31/12/2020, segundo informações da B3¹²⁹, o programa poderia realizar sua primeira meta com folga. Em 2020, ao todo, quase 19 milhões de CBIOS foram escriturados e acumulados,¹³⁰ um percentual 26% acima da meta deste ano. Para 2021, até novembro, o total de CBIOS correspondeu a 32 milhões, um percentual 30% superior ao estipulado pelo CNPE para o ano (NOVACANA, 2021b; ANP, 2019b; ANP, 2021e).

Seguindo a metodologia proposta, a Região Norte produziu 22,9 MM tCO₂eq em 2019 o que correspondeu a 9,7% do total. a Região Nordeste gerou 42,3 MM tCO₂eq, equivalente a 18%; a Região Sudeste(-SP) produziu 42 MM tCO₂eq que correspondeu a 18% e o estado de São Paulo, 51 MM tCO₂eq, 21%. A região Centro-oeste, 28 MM tCO₂eq, com 12% e a Região Sul teve 51 MM tCO₂eq com 22%. O Gráfico 36 apresenta, em forma de gráfico de Pareto, os resultados em milhões de toneladas de CO₂eq (Mt) gerados resultado obtido mediante a aplicação da equação 6 da metodologia empregada neste trabalho, tomando por base o ano de 2019.

Os cálculos realizados estimaram em 237,13 milhões de toneladas de CO₂eq.¹³¹, a quantidade de gases efeito estufa gerados, no Brasil, pelos combustíveis fósseis gasolina A e óleo diesel A no ano de 2019 que foram comercializados pelas distribuidoras de combustíveis. Estes dados foram obtidos no site da ANP (ANP, 2021) e foi utilizado o procedimento de cálculo determinada pela Resolução ANP Nº 791/2019, empregando a metodologia deste trabalho, (ANP, 2019b). O Gráfico 36, esboça o quadro de emissões. Os estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Bahia e Rio de Janeiro correspondem a 63,9% das emissões do Brasil.

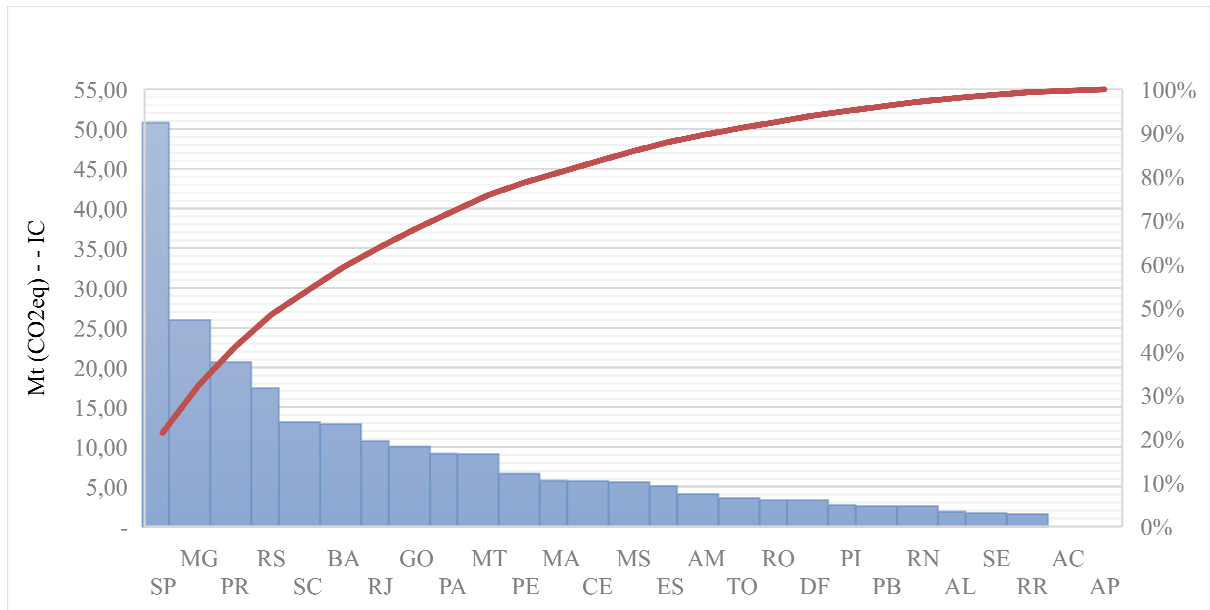
¹²⁸ Escriturador é uma instituição financeira ou banco, contratados pelo produtor ou importador de biocombustível, cuja responsabilidade é a emissão dos CBIOS escriturais em nome do emissor primário (BRASIL, 2017)

¹²⁹ A B3 é uma empresa de infraestrutura de mercado financeiro e a única registradora do RenovaBio

¹³⁰ CBIO acumulado = CBIOS gerados + estoque de CBIOS remanescente do ano anterior

¹³¹ Vide APÊNDICE E

Gráfico 36- Milhões de toneladas (CO2eq) - - Intensidade de Carbono¹³² – 2019



Fonte: Elaboração própria (2020) adaptado de ANP, (2019e); ANP, (2019b)

5.4. tCO2eq EVITADAS PELO CONSUMO DE ETANOL

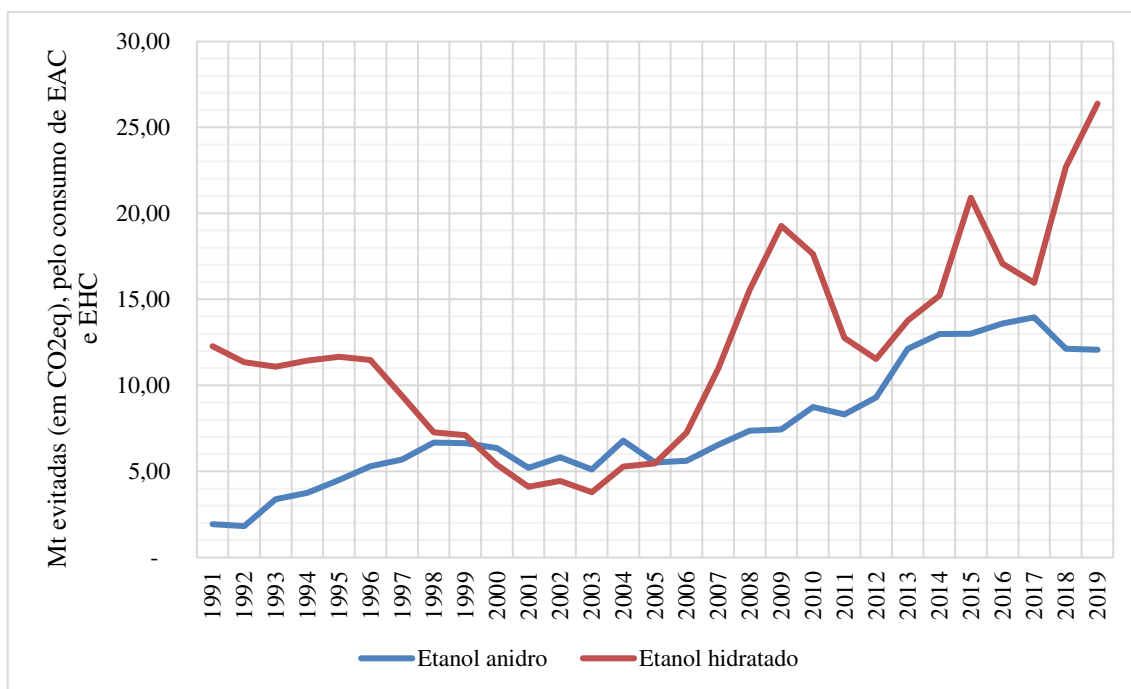
O Gráfico 37, apresenta os valores históricos, em milhões de toneladas evitadas de CO2eq, calculados a partir do consumo de etanol anidro e hidratado, segundo regiões e Estados brasileiros entre os anos de 1991-2019. Fatores como o esgotamento dos impactos do Proálcool, o surgimento de veículos FFV (com o conseqüente aumento do consumo de EHC em algumas regiões) e o aumento (variação) do teor de etanol anidro na mistura carburante¹³³ descrevem, respectivamente as etapas de queda e ascensão apresentadas nessa série histórica¹³⁴.

¹³² Combustíveis fósseis eleitos pela RenovaBio

¹³³ E no caso do EAC a variação nas vendas de gasolina C

¹³⁴ Vide ANEXO G – CONSUMO DE EHC E EAC POR REGIÃO – 1991 - 2019 (em mil m³)

Gráfico 37- Milhões de toneladas evitadas (em CO₂eq), pelo consumo de EAC e EHC – 1991 a 2019



Fonte: Elaboração própria e adaptado de ANP, (2001); ANP, (2010); ANP, (2019i); ANP, (2018); ANP, (2020)

A crise nas vendas de etanol hidratado entre os anos 2000 a 2005 levou ao consumo de etanol anidro (e a quantidade de CO₂eq evitada pelo consumo deste produto) ser superior ao de EHC. O aumento do consumo de etanol anidro é dependente do aumento do consumo de gasolina C e pelo teor de etanol anidro na mistura carburante¹³⁵ (FURTADO, SCANDIFFIO e CORTEZ, 2011).

O aumento do consumo de EHC nos estados de São Paulo e Minas Gerais e, nos anos mais recentes, o aumento da vantagem econômica para o consumidor de EHC frente a gasolina C (em outras unidades da federação) são os fatores determinantes da tendência de crescimento nesta curva. Um fato importante a observar é que as curvas do etanol hidratado e do etanol anidro se invertem no Brasil durante o período 2000 a 2005. Indicando o pior momento das vendas de EHC, em todo o Brasil e tendo, neste período, o EAC como o principal produto de venda do setor sucroalcooleiro.

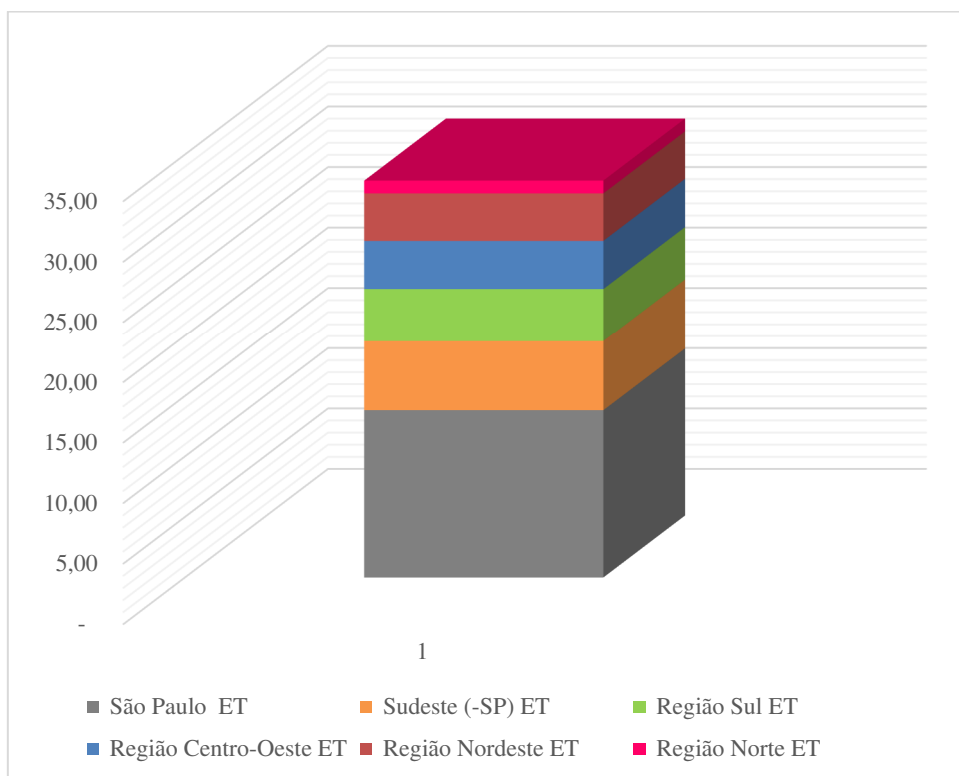
A introdução da tecnologia dos veículos FFV resultou em um novo ímpeto ao consumo brasileiro de etanol. O automóvel, introduzido no Brasil em 2003, obteve grande aprovação

¹³⁵ Vide APÊNDICE A

pelos consumidores brasileiros. Aliado a isto, o aumento da renda média do brasileiro, até a década de 2010 com o conseqüente aumento da frota elevou tanto o consumo de EHC (em algumas regiões) como o de EAC, através do aumento do consumo de gasolina C (ANFAVEA, 2021; Alcarde, 2008).

A quantidade de tCO₂eq evitada na atmosfera pode ser visualizada no Gráfico 38, a seguir, que expressa a quantidade de CO₂eq não emitida pela substituição da gasolina pelo etanol. O gráfico foi segregado em regiões e estes números foram obtidos pelo consumo de etanol total em 2019, em substituição a Gasolina A. Seguindo a metodologia apresentada¹³⁶, cálculo das emissões de GEE evitadas por consumo de EAC e EHC, o Brasil, através da substituição da gasolina A pelo consumo de etanol total evitou 38,44 MM (Milhões) de tCO₂eq em 2019. 42,1% deste total foi evitado em São Paulo; 17,5% no Sudeste (-SP); 13,2% na Região Sul; 12,1% na Região Centro-Oeste. A Região Nordeste correspondeu a 11,9% e, finalmente, a Região Norte representou 3,2%.

Gráfico 38- Milhões de toneladas evitadas (em CO₂eq) em 2019

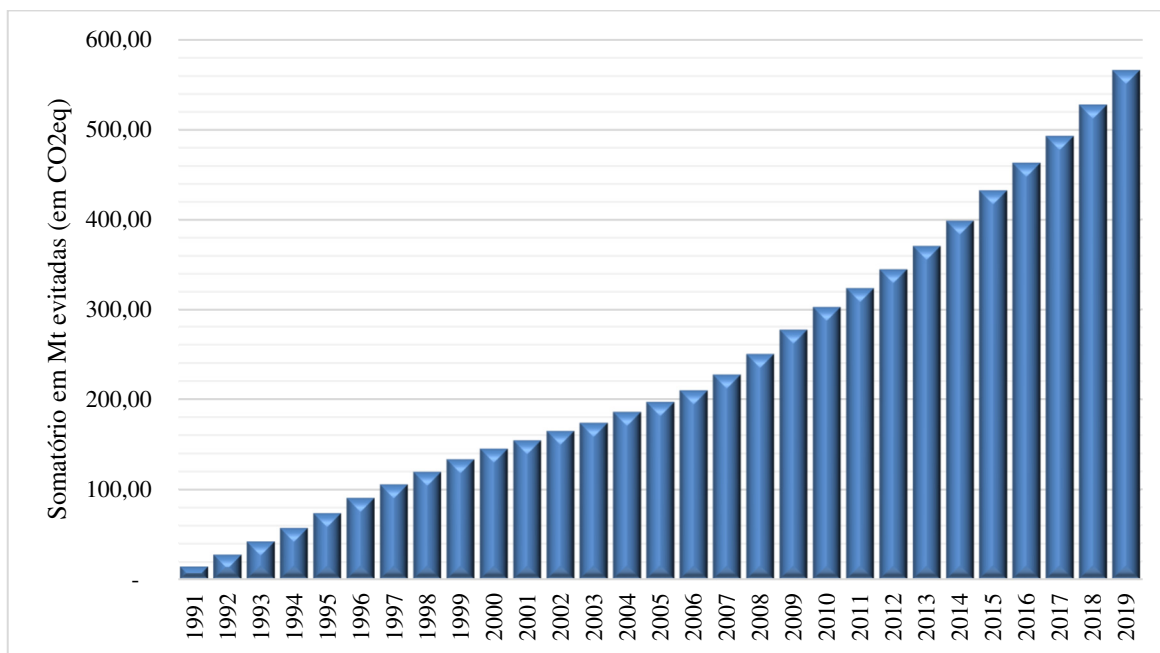


Fonte: Elaboração própria Fonte: ANP, (2001); ANP, (2010); ANP, (2019i); ANP, (2018); ANP, (2020)

¹³⁶ Utilizando um valor médio nacional de 60,01 à "Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCO₂eq/MJ)

565,9 milhões de toneladas de CO₂eq, deixaram de ser emitidas no Brasil, devido ao uso do etanol, seguindo a metodologia utilizada neste trabalho, entre os anos de 1991 e 2019. O Gráfico 39, a seguir, apresenta o total em milhões de toneladas evitadas (em CO₂eq), no período entre os anos de 1991 e 2019 (ANP, 2001; 2010; 2020i; 2018; 2020h).

Gráfico 39- Somatório em MM de toneladas evitadas (em CO₂eq) 1991 A 2019



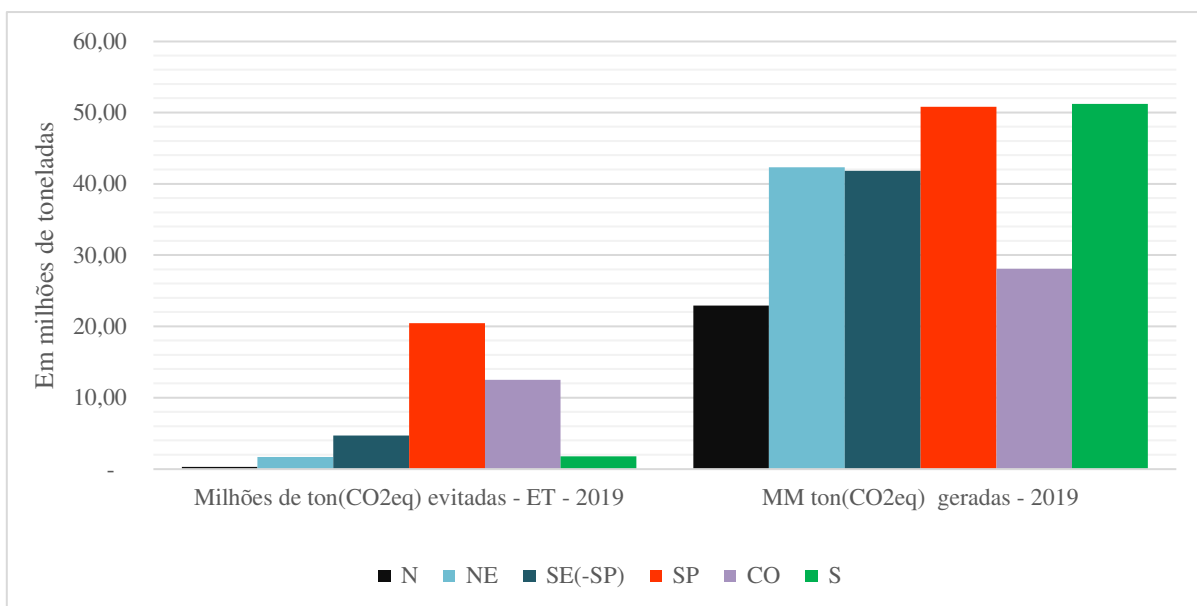
Fonte: Elaboração própria E adaptado de ANP, (2001); ANP, (2010); ANP, (2019i); ANP, (2018); ANP, (2020)

O gráfico 40 mostra um comparativo das emissões geradas pelos combustíveis fósseis¹³⁷ (em 2019) ‘versus’ as emissões “possivelmente evitadas” pelo consumo de etanol total, produzido regionalmente, em todo o seu ciclo de vida¹³⁸. A produção de etanol, que promove a redução das emissões produção só se tornará compatível em receber CBIOS quando o etanol for comercializado com geração de nota fiscal e sendo produção previamente certificada (Gráfico 38).

¹³⁷ Gasolina A e diesel A (S500 e S10)

¹³⁸ A ACV também tem a denominação, produção “do poço à roda” (ou “do berço ao túmulo”) (MATSUURA, SCACHETTI, *et al.*, 2018).

Gráfico 40- Milhões de toneladas (CO2eq) evitadas - ET e MM t (CO2eq) geradas - 2019



Fonte: Elaboração própria e adaptado de ANP, (2001; 2010; 2019i; 2018; 2020)

A meta estabelecida pelo Conselho Nacional de Política Energética foi dividida proporcionalmente entre as distribuidoras pela participação no mercado de cada uma (e seguindo a metodologia desse trabalho, foi dividida, hipoteticamente, entre as seis regiões no Brasil). A meta para 2020 foi subestimada a cerca 35% das emissões “possivelmente evitadas”. Caso houvesse a comercialização de todo o etanol produzido, haveria a possibilidade 41,31 milhões de CBIOS gerados (CNPE, 2020).

A meta para o ano de 2020¹³⁹ foi de 14,53 milhões de CBIOS, isso significa que somente 35% da produção de etanol total poderia receber CBIOS pela sua comercialização. Nesse cálculo não foram computados os demais biocombustíveis: biodiesel e biometano. A meta do CNPE para 2020 só “restituiria” 6,13% do total de CO2eq “gerado” através das distribuidoras em 2019 (ANP, 2021d).

¹³⁹ Para 2021 é de 24,86 milhões de CBIOS (CNPE, 2020)

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO

Em 1991 a proporção percentual brasileira, em volume de vendas, entre a Gasolina C e o EHC era de 55% a 45%, aproximadamente. Em 2019, essa mesma proporção, estava em 63% para a Gasolina C e 37% para o EHC. Caso o Brasil mantivesse a mesma proporção de 1991, estaria consumindo, hoje, cerca de 5 bilhões de litros a mais de EHC, um acréscimo de 22% (ANP, 2021).

Percebe-se que, apesar dos subsídios, subvenções etc., do Proálcool (incoerentes em relação às práticas atuais), a RenovaBio busca hoje, mais de vinte anos depois, retornar àquela participação do etanol na matriz energética nacional. Porém, hoje, os meios de assim fazer são menos subjugados e as garantias a serem oferecidas menos vigorosas que as dos anos de 1980.

Não se pode deixar de ressaltar alguns pontos que merecem destaque inicial nessa análise. O primeiro deles se refere à pequena bibliografia na área de mercado de etanol focada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Essa é uma das constatações indiretas deste trabalho. Certamente, uma investigação sobre os investimentos realizados em estudos para o setor na região, poderiam comprovar que há falta de aplicação de capitais em pesquisa e desenvolvimento e isto, pode ser uma das causas do fracasso da cultura deste produto energético nestas regiões.

Outro ponto a salientar é que São Paulo possui 62,4% da sua área total de cultivo (entre todas as lavouras temporárias e permanentes) destinada a cana-de-açúcar. Em São Paulo, a receita média da produção de cana-de-açúcar, em 2019, correspondeu a 51,9% da receita média (em reais) da produção de todas as suas lavouras temporárias e permanentes (de São Paulo) – cerca de 28,8 bilhões de reais (IBGE, 2020). Esses dados sobre o estado de São Paulo podem ser um indício da saturação no crescimento de sua produção. E isso só não ocorrerá, a não ser que aperfeiçoamentos nas práticas e técnicas de cultivo, melhoramento genético, aprimoramento do etanol de segunda geração, as melhorias no manejo, novas espécies de planta mais produtivas e melhores técnicas de produção de etanol sejam empregadas nesse estado.

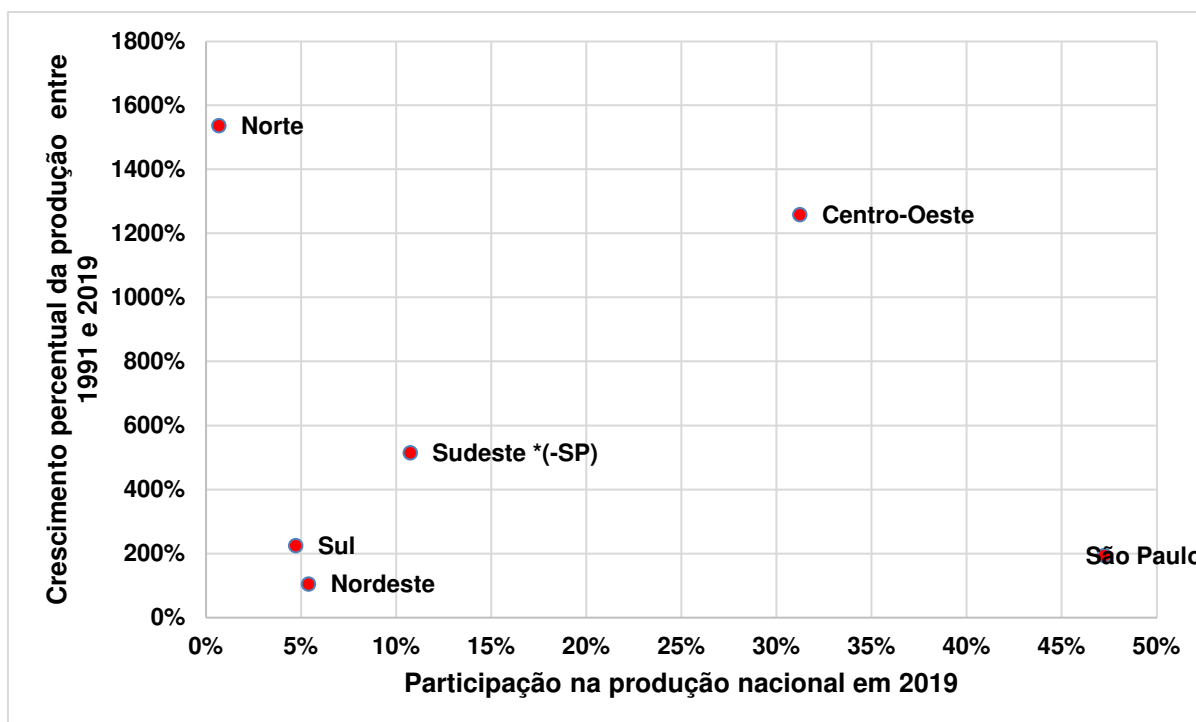
Analisando a RenovaBio, não se observa nenhum instrumento, parte do programa, com potencial claro de contribuição direta para o desenvolvimento regional, especialmente de novas regiões produtoras, do mercado de biocombustíveis, embora este seja um dos princípios da Lei nº 13.576/2017 (RenovaBio) que deveria ser a contribuição do mercado de biocombustíveis para o desenvolvimento regional (BRASIL, 2017).

Segundo as previsões deste trabalho¹⁴⁰, o crescimento da participação da região Centro-oeste na produção nacional, a levará a liderança, entre as regiões, já em 2026, correspondendo em 2030 a 46% da produção nacional de etanol total. Todas as regiões (com exceção do Centro-oeste) apresentarão queda na sua porcentagem de participação na produção nacional. A região Centro-oeste elevará a sua produção de etanol anidro e hidratado dos atuais 11 bilhões para 25 bilhões de litros em 2030.

Comentando sobre a evolução histórica regional no período entre 1991 e 2019, a região Norte teve um crescimento de 1536,9%, todavia, a sua participação na produção nacional de etanol total em 2019 foi de apenas 0,7%. A região Nordeste teve um crescimento de 105,3%, mas a participação nacional em 2019 foi de somente 5,4%. A região Sudeste (-SP) teve um crescimento de 515,4%, por outro lado, a participação nacional em 2019 foi de 10,7%. São Paulo, crescimento percentual da produção, entre 1991 e 2019, de 194,40% e participação na produção nacional de etanol total em 2019 de 47,24%. A região Centro-Oeste teve um crescimento de 1259,8%, a participação nacional em 2019 foi de 31,2%. E a região Sul teve um crescimento de 226%, entretanto, a participação nacional em 2019 foi de somente 4,7%. O Gráfico 41, traz a seguir um gráfico de dispersão como um retrato para indicar as duas ou variáveis, participação nacional *versus* crescimento entre 1991 e 2019 e a relação entre elas.

¹⁴⁰ Vide item 5.8

Gráfico 41- Participação nacional X Crescimento entre 1991 e 2019¹⁴¹



Fonte: Elaboração própria e adaptado ANP (2020g); (2001); (2010); (2020c)

As pretensões do Brasil, quanto a COP 21 e a RenovaBio estão fundamentadas em um estímulo às usinas produtoras de biocombustível, buscando melhorar suas notas de eficiência energética e ambiental e, a partir daí, reduzir a contribuição do país na emissão de gases efeito estufa, entretanto não citam as questões como mudança de uso da terra, desmatamento, uso da energia eólica, da energia solar, dentre outros.

A política brasileira de redução de gases efeito estufa deveria estar focalizada principalmente em quem produz GEE e não somente em quem revende energia fóssil. Deveria haver um maior conjunto de partes interessadas para análise e definição dos compromissos dos emissores e produtores de CO₂eq. Pode-se considerar que a RenovaBio se preocupou mais com o papel estratégico dos biocombustíveis na matriz energética nacional do que propriamente com a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa (BRASIL, 2015), (BRASIL, 2017).

Conforme o enunciado na Lei, a RenovaBio atuaria no sentido de desestimular a grande disparidade entre o consumo de combustíveis fósseis e o consumo de biocombustíveis que existe entre as diferentes regiões brasileiras. Deveria ser implantado algum mecanismo que

¹⁴¹ Participação na produção nacional em 2019 X Crescimento percentual da produção entre 1991 e 2019 na produção de etanol total nas regiões brasileiras

induzisse os estados, que tradicionalmente não consomem volumes proporcionalmente significativos de etanol hidratado, a serem estimulados a ampliar o consumo com o estabelecimento de dispositivos que pudessem incentivar a utilização dos biocombustíveis pelos consumidores, um estímulo para a redução do ICMS sobre o EHC poderia ser uma delas¹⁴².

Esses mecanismos devem ser de mais fácil implantação por parte dos governos estaduais, e não pelo governo federal, como é o caso do estado da Bahia que ofertou incentivos fiscais avançados (ARANHA, 2020). Isso deverá implicar em redução do preço e da paridade do EHC. Eventualmente, um alto valor do C BIO poderá estimular a instalação de novas unidades produtoras de biocombustíveis em regiões sem muita produção de etanol, mas com aptidão natural para produção de cana de açúcar. A área plantada para cana-de-açúcar será capaz de dobrar nas próximas décadas (EMBRAPA, 2018).

A atual situação de disparidade no consumo de combustíveis poderá provocar, logo no início da implementação da RenovaBio um gasto desproporcional com CBIOS por região. Conforme será visto na seção seguinte, a comparação da meta regional de compra de CBIOS (gasto) *versus* o potencial regional de venda de CBIOS (ganho) é desfavorável à maioria das regiões analisadas. Em função de ser um programa pago por todo o conjunto dos consumidores, proporcionalmente à geração de GEE e de haver grande heterogeneidade, entre os estados, na produção de etanol anidro e hidratado *versus* o consumo de biocombustíveis, o saldo de CBIOS por UF, em milhões de reais, terá um resultado repleto de discrepâncias. Estima-se um aumento desigual dos preços dos combustíveis em face a RenovaBio entre os estados.

Como este é o primeiro programa brasileiro a levar em conta aspectos relativos à Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), intensidade de carbono (IC) e combustíveis fósseis equivalentes (CFE) na tomada de decisões quanto a política energética, lamenta-se que apenas um setor, o de produção de biocombustíveis, inicialmente seja o contemplado com estes ganhos.

Espera-se que em fases posteriores, outros setores de energia renovável também possam ser considerados no programa ou terem suas próprias políticas de desenvolvimento. Um programa de desenvolvimento da energia renovável baseado no desembolso pelo uso de energia fóssil, e não pela sua distribuição, poderia, através da sobre taxa (ou creditação pelo uso da energia limpa), estimular o aumento do uso da energia eólica, solar etc. Aqueles que usam energia fóssil para a produção de calor, energia elétrica etc., seriam estimulados a migrar para

¹⁴² Vide APÊNDICE G

o uso de energias renováveis, buscando escapar da sobre taxa sobre o uso de energias fósseis ou a buscar créditos pelo uso de energia limpa.

6.1. O DISPÊNDIO COM CBIOS POR REGIÃO

Por certo, o núcleo para o êxito da RenovaBio é o tamanho da meta nacional para a redução de emissões de GEE gerados a partir de combustíveis de origem fóssil. Esta meta é derivada de aferição da redução da intensidade de carbono que é especificada para cada distribuidor em função de sua participação no mercado de combustíveis fósseis substituíveis, ou seja, que tenham biocombustíveis substitutos em escala comercial. Esta participação é percentual e em relação ao mercado total (CNPE, 2018); (ANP, 2019b).

A meta do CNPE foi estabelecida em CBIOS, caracterizando-se por metas compulsórias (obrigações de compra) anuais. A comprovação do cumprimento da meta anual individual de redução de emissões de GEE será efetuada a partir de informações encaminhadas pelas diversas instituições envolvidas nas atividades indicadas pela RenovaBio: distribuidoras, instituições de intermediação, negociação e custódia dos CBIOS (BRASIL, 2017).

A meta de aquisição de créditos de descarbonização é estipulada via Resolução do CNPE ¹⁴³ que também contém outras metas de redução de emissões de GEE para a comercialização de combustíveis, e os respectivos intervalos de tolerância. A resolução projeta numericamente a melhoria da intensidade de carbono - IC da matriz brasileira de combustíveis em gCO₂eq/MJ com um planejamento da Redução da IC Pretendida.

Esse trabalho constatou que as unidades produtoras localizadas no estado de São Paulo irão receber a maior parte dos CBIOS geráveis via produção e venda do etanol hidratado e etanol anidro. Por outro lado, os estados de Santa Catarina, Distrito Federal, Ceará, Amapá, Roraima e Acre, pelas condições atuais, não obterão nenhuma receita advinda de CBIOS vinculada a produção do etanol. Estes estados seriam somente “tributados” e não creditados pela RenovaBio (ANP, 2020i).

Evidentemente outras críticas como esta deveriam ser feitas com relação ao mercado do biodiesel onde os maiores produtores são as regiões Sul (principalmente pelo Rio Grande do Sul) e Centro-Oeste (sobretudo pelo Mato Grosso) que juntas geram 82,5% da produção

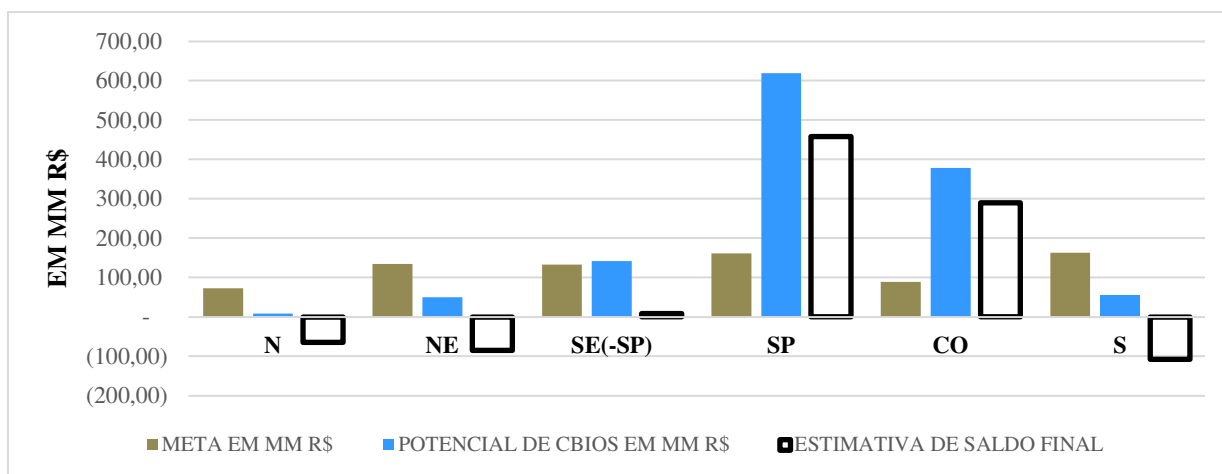
¹⁴³ (CNPE, 2021)

nacional de biodiesel. Porém esta análise está fora do escopo deste trabalho e é uma sugestão para estudos futuros.

Recomenda-se um maior esforço regulatório em face das diferenças entre regiões mais intensivas em combustíveis fósseis, bem como maior interação com os outros entes federativos, a fim de se criar estímulos, no âmbito estadual, mais eficazes para a produção local. Raymond (2019) indica a importância de uma política do uso da receita e dos programas de preços de carbono para promover a necessidade de gerar benefícios públicos concretos, largamente espalhados e facilmente conhecidos. (i.e., usar a receita de carbono para beneficiar os consumidores, medidas para reduzir os impactos dos preços para os consumidores, defendendo a indicação de um preço mais alto dos combustíveis intensivos carbono). Isso significa que o consumidor precisa entender, necessita sentir as vantagens de uma política de baixo carbono. (RAYMOND, 2019).

O Gráfico 42 apresenta uma meta regional (um gasto estimado por este trabalho), o potencial regional de venda de CBIOS (ganho potencial) e finalmente, a estimativa de saldo regional final, a diferença entre o ganho menos o gasto. Importante observar que estes valores são resultados do emprego da metodologia apresentada nesse trabalho. Outro ponto a destacar é que os ganhos irão para os produtores de biocombustíveis e os gastos para as distribuidoras de combustíveis fósseis. Estes deverão repassar estes custos para os preços dos combustíveis os quais serão assumidos pelos consumidores. São setores, *a priori*, desconectados e não existe, no mundo real, um centro de custos unificado por região, sendo assim, é uma concepção o confronto das receitas e despesas geradas pela RenovaBio em uma região. Seguindo esta metodologia e regionalmente falando, apenas São Paulo e a região Centro-oeste terão saldo positivo com a RenovaBio.

Gráfico 42 - Meta regional, potencial regional de venda e saldo final de CBIOS¹⁴⁴



Fonte: Elaboração própria e adaptado de ANP (2001); ANP (2010); ANP (2019i); ANP (2018); ANP (2020)

6.2. . AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DOS COMBUSTÍVEIS EM FACE A RENOVABIO

Todos os estados poderão sofrer com acréscimo nos preços dos combustíveis, sob o ponto de vista das metas da RenovaBio, pelas distribuidoras de combustíveis fósseis. Conclui-se que os estados que são mais intensivos em emissões de GEEs, advindos do maior consumo de combustíveis fósseis¹⁴⁵ (e que conseqüentemente substituem pouco o combustível fóssil pelo renovável) poderão ter maior acréscimo no valor dos combustíveis. Isso virá em consequência da meta de cada distribuidora de combustíveis líquidos resultado da sua participação percentual na emissão de CO₂eq (ANP, 2019b).

Essa possibilidade de aumento no preço dos combustíveis está baseada na quantidade total de CBIOS que a distribuidora terá que adquirir. O valor pago pelo consumidor, no posto de combustíveis, não terá nenhum benefício influenciado pela quantidade de biocombustível produzida nos seus estados, especialmente no caso em que o estado não consome o que produz de biocombustível e exporta, para outros estados.

Assim um estado, grande produtor de biocombustíveis, que porém é intensivo no consumo de combustíveis fósseis,¹⁴⁶ poderá vivenciar uma situação conflitante, seria um grande

¹⁴⁴ E estimativa de saldo regional final - 2019 em milhões de R\$

¹⁴⁵ Em relação aos biocombustíveis

¹⁴⁶ Os biocombustíveis produzidos localmente não são consumidos na região, mas sim, exportados para outras unidades da federação

receptor de receita por venda de CBIOs, mas teria a possibilidade de ter um aumento maior no preço dos seus combustíveis (comercializados para os seus consumidores deste estado), isso quando se compara com estados que consomem mais biocombustíveis, mas os produzem menos e não arrecadam tanto com CBIOs.

Essa tendência, deveria ensejar aos estados serem preferencialmente consumidores de biocombustíveis para não terem grande impacto no preço dos combustíveis, mas a lógica não é naturalmente essa, porque os agentes econômicos são diferentes para não dizer concorrentes. Se assim fosse, a RenovaBio atenderia um de seus objetivos, qual seja, “contribuir com a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa, promover a adequada expansão da produção e do uso de biocombustíveis na matriz energética nacional” (BRASIL, 2017).

6.3. ASPECTOS SETORIAIS

A RenovaBio é excessivamente setorista quanto ao seu alcance diante das demais subdivisões da economia brasileira que geram GEEs ou que produzem energia limpa e isenta de GEEs. Os sistemas de comércio de emissões existentes nos outros países (mercado de carbono) são focados na melhoria na eficiência energética, na redução de emissão dos gases de efeito estufa e abrange os mais diversos segmentos componentes da economia, não só o de transporte como por exemplo a geração de energia, produção de calor e de frio, emissões de GEEs provenientes de edifícios, setor doméstico, aviação, resíduos e várias outras atividades industriais (AKADIRI, ALOLA, *et al.*, 2019).

O sistema europeu age na direção que a cadeia produtiva seja envolvida no caminho de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e melhorar a eficiência energética total, em todos os setores, o sistema de missões baseado no *cap and trade*¹⁴⁷, possibilita que aqueles setores que conseguiram economizar além da meta, comercialize o seu saldo positivo de créditos de carbono.

Igualmente, aqueles emissores de GEEs que não conseguiram atingir a meta poderiam cumpri-la através da compra desses créditos de carbono (saldo positivo), remunerando progressivamente os agentes que estão com um desempenho além da meta (sendo que estes

¹⁴⁷ CAP AND TRADE: Política climática, ambiental e econômica que pune, limita, autoriza e permite a venda de licenças relativas à emissão de GEEs (EDF, 2021)

muitas vezes podem ser do mesmo setor). Ao final, isso termina por reduzir o conjunto das emissões.

Com a RenovaBio a redução da meta de aquisição de CBIOs pelas distribuidoras (e a meta de aquisição de CBIOS é exclusiva para as “distribuidoras de combustíveis fósseis com biocombustíveis substitutos e em escala comercial”) só será diminuída com a redução da participação na venda destas distribuidoras dos combustíveis fósseis.

O programa brasileiro, RenovaBio, é diferente dos outros programas mundiais por ter seu alvo no agronegócio do biocombustível e ser (por força da Lei) o único e exclusivo programa implementado¹⁴⁸. Assim, toda a eficácia pela contenção dos GEES por parte da sociedade está, atualmente, exclusivamente alicerçada no segmento de distribuição de combustíveis fósseis. Unicamente, a meta para redução de GEEs, significa aquisição de créditos de descarbonização pelas distribuidoras que serão destinados apenas ao produtor de etanol, biodiesel e biometano, tão-somente.

Os outros geradores de GEE no Brasil não terão meta de redução de GEEs e nem de eficiência energética. Todavia, todos serão impactados com a meta indireta de aquisição de créditos de descarbonização (via aquisição de combustíveis) em favor de apenas estes dois setores do agronegócio e de produção de biocombustíveis.

Em resumo, apenas um produtor de biocombustível terá como o seu único compromisso inicial, procurar certificar a sua produção de biocombustível derivado da biomassa (ou resíduos) em uma firma inspetora. O governo brasileiro não lançou nenhum outro programa, além da RenovaBio, para estimular outros tipos de energias renováveis e nem mesmo vislumbra algum tipo de investimento em pesquisa e desenvolvimento permanecendo limitado ao setor de biocombustíveis líquidos automotivos, não atingindo outros geradores de GEE.

Uma distinção significativa entre a RenovaBio e outros sistemas mundiais, notadamente o europeu e o do estado americano da Califórnia, são as diferenças do tipo das empresas participantes nos dois sistemas. Para a RenovaBio, as metas de redução incidem exclusivamente sobre as distribuidoras de combustíveis, o que ao final, ressoa em toda a coletividade que consome combustíveis fósseis (direta ou indiretamente).

¹⁴⁸ No Brasil, por força da Lei nº 9.478/1997, não é possível programas de redução de GEEs implementados por Estados ou Municípios com força de política energética, a não ser no quesito de estímulos ou incentivos fiscais.

O sistema europeu,¹⁴⁹ e o da Califórnia¹⁵⁰ são esquematizados para que as metas e as permissões recaiam sobre variados segmentos originando obrigações e permissões distintas, a depender do segmento que opera como por exemplo manufatura e indústrias geradoras de energia¹⁵¹.

No caso da RenovaBio como a meta é calculada sobre a participação das distribuidoras de combustíveis fósseis, o custo recai sobre toda uma sociedade. Não importa o tipo de finalidade em que o combustível é utilizado, nem há penalização sobre uma maior ineficiência no uso dos combustíveis, tais como, emissão exagerada de GEEs.

Não existe forma de diferenciação em termos de eficiência energética e de intensidade de carbono para o pagamento dos créditos de descarbonização focalizado no consumidor final. Toda uma sociedade pagará igualmente pela emissão de GEEs do conjunto.

A RenovaBio em síntese, é um programa de certificação ambiental para biocombustíveis com vistas a criação mercado de carbono destinado a dar subsídio, logo de início, as empresas produtoras de biocombustíveis provenientes de biomassa¹⁵².

¹⁴⁹ *European Union Emissions Trading System (EU ETS)*

¹⁵⁰ *California Air Resources Board (CARB)*

¹⁵¹ Setores Cobertos: Geração de eletricidade, incluindo importações; Fontes industriais; distribuidores de petróleo; distribuidores de gás natural; Geradores de eletricidade; Importadores de eletricidade; Operadores de instalações industriais e Distribuidores de combustível

¹⁵² Existe na RenovaCalc a possibilidade de certificação de Biometano derivado de Biogás de aterro sanitário, Esgoto sanitário e lodo de estação de tratamento de efluentes, mas não existe meta para empresas distribuidoras de gás (ANP, 2020h)

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Esse trabalho teve como principal objetivo realizar uma análise regional da evolução da produção e do consumo do etanol carburante no Brasil, no período entre os anos de 1991 e 2019 e, além desse fato; sob os critérios da certificação, das metas e proposições da RenovaBio, analisar as demais diferenças regionais brasileiras.

O estudo realizado fez uma avaliação sobre o setor do etanol combustível no Brasil: sobre o consumo, a produção, o rendimento e a eficiência energética, o resultado ambiental do produto (resultado da certificação da RenovaBio) em termos nacionais e regionais. A fundamentação teórica analisou inicialmente as defasagens regionais da área colhida, quantidade produzida, rendimento médio da produção e percentual da área colhida de cana de açúcar em relação ao total da área total destinada à colheita.

Confirmado pelos resultados obtidos neste trabalho, inicialmente, foi definido em se destacar o estado de São Paulo dentre as demais regiões (Norte, Nordeste, Sudeste – menos São Paulo, Sul e Centro-oeste) pelo fato de São Paulo ser responsável por de 51,8% do consumo, 47,2% da produção nacional de etanol total e 42,6% do número de unidades produtoras (ANP, 2020f).

Para atingir o objetivo proposto e responder à pergunta da pesquisa, adotou-se uma análise da perspectiva histórica do mercado do etanol no Brasil até os dias atuais. Foi estudada uma síntese do mercado de distribuição de combustíveis, o Proálcool, a participação do Brasil na produção mundial de etanol e os impactos do setor sucroalcooleiro sobre a geração de emprego no Brasil. Foi realizada uma análise da RenovaBio, sua origem, seus mecanismos, seu esquema de funcionamento, suas metas, sua legislação e seu processo de certificação da produção.

Buscando estimar perspectivas futuras para o setor, foram realizadas previsões nacionais e regionais sobre a evolução da produção de etanol total, entre 2020 e 2030, comparando com o previsto pela EPE; analisou-se os resultados das observações tiradas da RenovaBio em aspectos regionais; um exame das quantidades de CO₂eq possivelmente gerados pelos combustíveis fósseis e evitados pelo consumo de etanol foi realizada; um diagnóstico da abrangência do uso e da produção do combustível etanol hidratado em uma abordagem regional foi realizada.

Assim, os métodos adotados possibilitaram atingir os objetivos específicos propostos, pois a metodologia foi pautada com tais procedimentos: foram realizadas previsões nacionais e

regionais da evolução da produção, entre 2020 e 2030, comparando com os já publicados pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE e pela RenovaBio. Estas estimativas foram realizadas utilizando uma previsão baseada em uma ferramenta estatística, aplicando-se a versão AAA (Holt-Winters) do algoritmo de suavização exponencial através da utilização da ferramenta de análise “planilha de previsão” no Microsoft Excel.

Foram analisadas as quantidades de CO₂eq gerados pelos combustíveis fósseis e evitados pelo consumo de etanol ao longo destes anos. Analisou-se a abrangência do uso e da produção do combustível etanol hidratado no Brasil em uma análise regional. Averiguou-se os resultados das observações das certificações obtidas da RenovaBio em aspectos regionais. Estimou-se o desempenho e o impacto da RenovaBio sob o foco do dispêndio de Créditos de descarbonização por entre as regiões

Quanto aos resultados, pode-se observar que a adoção de uma análise da evolução da produção e do consumo do Etanol carburante no Brasil, entre 1991 e 2019, e de suas diferenças regionais sob os critérios da RenovaBio mostrou nos que há um comportamento desigual tanto do consumo como da produção deste biocombustível nas diferentes regiões brasileiras.

Um fato importante é que o programa de certificação teve boa adesão, por parte dos produtores na região Centro-oeste e em São Paulo (ANP, 2020f). A participação nas demais regiões foi mais baixa o que demonstra um descolamento, uma falta de interesse ou de capacidade financeira para arcar com os custos da integração ao programa (ANP, 2020f).

As projeções deste trabalho são que essa disparidade regional existente no Brasil possivelmente continue. Um cenário diferente poderá ocorrer caso o valor do CBIO torne interessante o investimento em novas unidades de produção de etanol em regiões onde hoje, a produção de etanol é reduzida ou nula. No que se refere a análise do desempenho e impacto da RenovaBio quanto ao aporte financeiro ou dispêndio com CBIOs por região, avaliando regionalmente, apenas São Paulo e a região Centro-oeste apresentarão “saldo”¹⁵³ com a RenovaBio.

As análises realizadas apontam que há uma grande evolução para fazer se o mercado de etanol no Brasil, crescer em volume nas demais regiões¹⁵⁴ e avançar, aproveitando a dimensão, as potencialidades do Brasil, expandir a sua bioeconomia e absorver eficientemente as características de um mercado de precificação do carbono.

¹⁵³ Despesas globais regionais menos ganhos globais regionais

¹⁵⁴ Além de São Paulo, Centro-oeste e Sudeste

Os diferentes programas internacionais para consumo biocombustíveis ora incipientes, ora dinâmicos e diversificados, apontam estratégias que o Brasil pode seguir para dinamizar os seus mercados de etanol combustível, bem como, o de geração de mais energia limpa. Observa-se que a política energética brasileira para biocombustíveis é fortemente centralizada e não considera as extensas diversidades regionais do País quanto a consumo de produção de etanol.

Analizou-se a RenovaBio, seus métodos, estimativas e perspectivas. Foi descrita a parte operacional do programa, desde as metas estabelecidas pelo CNPE, as particularidades da certificação da produção do biocombustível até o estágio da emissão dos Créditos de Descarbonização. O programa nasce com uma regulamentação bem detalhista, concentrada, porém, instável,¹⁵⁵ contrariando a previsibilidade almejada na Lei (BRASIL, 2017)

Em uma contraposição, agora não há aporte financeiro estatal para estímulo ao mercado de CBIOS da RenovaBio, entretanto no passado, no âmbito do Proálcool, o pioneirismo brasileiro no consumo do etanol combustível, sendo precursor do seu uso a 100% (etanol hidratado) e o estímulo à fabricação de veículos movidos a álcool, foram forjados sob forte intervenção estatal e o seu sucesso perdurou enquanto o tesouro público pôde cobrir as áreas deficitárias do programa¹⁵⁶. Mesmo concordando que aquele modelo, baseado em subsídios, é rejeitado em dias atuais, podemos por assim dizer que a RenovaBio seja uma espécie de “subsídio cruzado” pago pelos consumidores de combustíveis fósseis líquidos e recebido pelos produtores de biocombustível. Este sistema não induz automaticamente ao aumento do consumo de biocombustível.

As diferenças regionais quanto ao preço do etanol hidratado nos postos de combustíveis, assim como a grande discrepância na proporção consumo do EHC frente a gasolina entre as regiões brasileiras tenderá a gerar impactos da distintos da RenovaBio entre as regiões brasileiras quanto ao preço dos combustíveis e receitas advindas dos CBIOS. Quanto mais intensivo for o estado no consumo de combustíveis fósseis líquidos, maior deve ser a tendência ao aumento no preço dos combustíveis por causa do aumento das metas das distribuidoras.

Em relação às diferenças regionais quanto a quantidade de GEEs gerados e o somatório dos GEEs evitados pelo consumo de etanol ao longo dos anos estudados, observamos que existe uma coerência, em analogia à dimensão econômica, entre as regiões estudadas.

¹⁵⁵ A legislação não permite de modo categórico o abrandamento ou suspensão das metas individuais dos participantes do programa, mas na prática isso não tem acontecido.

¹⁵⁶ Os programas e institutos iniciais (IAA e PROALCOOL).

É inegável que a existência de uma produção regional de etanol é fator decisivo para o sucesso, nessa região, de uma política para o aumento do consumo desse biocombustível. A RenovaBio, por ser a primeira, no sentido de formular uma legislação com foco na energia limpa, na redução de gases de efeito estufa, na análise do ciclo de vida, promovendo um programa de certificação de indústrias e buscando implementar um mercado com foco na descarbonização, é um importante marco inicial para tornar a indústria e a economia brasileira mais limpa e com maior eficiência energética e ambiental.

O acentuado potencial de criação de novas formas de tornar a economia brasileira mais ecoeficiente é diverso. A extensão de um programa de tecnologia mais limpa e rentável para outros setores, o estímulo à inovação, o fomento e o apoio do governo, da sociedade e do mercado são essenciais no processo de aperfeiçoar a bioeconomia. A Lei que criou a RenovaBio não faz nenhuma menção a esta continuidade, não destinando nenhum percentual do arrecadado com a venda de CBIOS para a pesquisa sobre novos biocombustíveis. 100% do valor arrecadado volta para os produtores. Este trabalho estima que até 2030, o programa repasse cerca de 17,1 bilhões de reais, em valores atuais. Pela RenovaBio, nenhum percentual desta quantia será, obrigatoriamente, empregado em pesquisa e desenvolvimento de novos biocombustíveis (BRASIL, 2017).

Não há visão de beneficiados pela RenovaBio além dos produtores de biocombustíveis. O panorama das vantagens para a sociedade precisa ter melhor percepção e aplicação com a RenovaBio. O entendimento do custo social e dos favorecidos com este esforço necessita ser mais eficaz e com foco no desenvolvimento do Brasil como um todo.

Afinal, é sempre a sociedade que paga tudo, em impostos, produtos e serviços. As Leis precisam ser idealizadas e apresentarem resultados seguindo o princípio de o cidadão-consumidor ter a prioridade e ser servido da forma mais justa e eficaz possível. Este trabalho foi idealizado para analisar uma política energética criada a partir de uma Lei que elegeu, entre outros, temas como: livre concorrência, proteção dos interesses do consumidor, geração de emprego, de renda e o desenvolvimento regional para justificar a sua criação. Os resultados apresentados por este trabalho não confirmam o sucesso destas pretensões.

Esse estudo apresentou algumas limitações como: ter sido escrito durante o período da criação e implantação da RenovaBio, não comparar detidamente as outras políticas energéticas para biocombustíveis de outros países (por receio de fugir ao foco e por falta de espaço no texto) e os impactos no mercado causados pela COVID. O assunto biocombustíveis, mercado de carbono e desenvolvimento regional possui diversas possibilidades de outras pesquisas.

A primeira delas pode ser o fato da área do etanol combustível no Brasil ser um concorrente direto da gasolina sendo, todavia, distribuído pelos grandes distribuidores de combustíveis que, em geral, tem uma relação de maior proximidade com as grandes petrolíferas do que com as grandes produtoras de biocombustíveis, isso fica mais claro com as distribuidoras regionais.

Seria bom que o mercado de biocombustíveis (e até mesmo de fontes de energia alternativas) tivesse uma regulação separada da regulação dos combustíveis fósseis, isso tem causado impasses dentro de uma empresa e da própria regulação. Um estudo sobre esta regulação específica seria um ponto importante a abordar

Os centros de pesquisa e desenvolvimento são majoritariamente localizados no estado de São Paulo e poderia haver estímulos governamentais que possibilitasse incentivos para desenvolvimento de pesquisa, desenvolvimento e trabalhos acadêmicos para outras regiões além de São Paulo.

O Brasil não conseguirá crescer na sua produção de etanol se não enxergar que a sua fronteira de crescimento no futuro, deste biocombustível, já está fora dos limites do estado de São Paulo, que já demonstra sinais de esgotamento produtivo e entraves para o crescimento conforme foi explicitado neste trabalho. Um plano nacional para novas fronteiras para o biocombustível poderia ser estudado

A agricultura deve ser modernizada, em que mais áreas sejam destinadas a uma cultura da cana-de-açúcar avançada, com a produtividade e em outras regiões do país que tenham área propícia em potencial. Esse trabalho sugere a transferência gradual de outras áreas da agropecuária, utilizando as melhores práticas, para o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar e conseqüentemente do etanol em outras regiões além de São Paulo conforme o descrito neste trabalho.

Como indicações para outras pesquisas futuras a partir deste estudo, são recomendados os seguintes temas:

- a) Formulação de estudos e de análise potencial da elevação da produção de cana-de-açúcar, por substituição, em regiões apropriadas, de outras culturas com baixo rendimento com melhoria na tecnologia e produtividade empregada em ambas as culturas, a de cana-de-açúcar substituta e remanescente (parcialmente substituída) com apoio técnico, financiamento e apoio de instituições tecnológicas;

- b) Estudos de impacto regulatório e de viabilidade econômica para formulação de políticas nacionais de desenvolvimento (tipo a RenovaBio) para outros tipos energias renováveis já consolidadas com foco no mercado de carbono;
- c) Formulação de projetos de políticas energéticas com metas que recaiam sobre os agentes que mais poluem e com maior proporção de danos ao meio ambiente;
- d) Análise da ampliação dos setores elegíveis para a venda dos créditos de carbono, buscando iniciativas de mais fácil adesão da sociedade, inclusive via preferência no abastecimento com EHC;
- e) Estudos de política de preço que tragam vantagem do EHC ao consumidor final em abrangência em todas as regiões.

Outros estudos ainda podem ser citados como no que tange à implementação de políticas para o desenvolvimento de um programa nacional e formação de uma civilização de baixo carbono afim de noticiar e estimular o cidadão-consumidor rumo a produtos e serviços mais limpos e eficientes.

As pretensões da RenovaBio, BRASIL (2018), necessitam ter continuidade especialmente as que se referem ao desenvolvimento regional, ao impulso ao desenvolvimento tecnológico e à inovação, à inserção comercial de biocombustíveis avançados e de novos biocombustíveis. Apesar de previstas na Lei, não foram criadas estruturas que possam dar continuidade a essas pretensões.

A política energética para o desenvolvimento do setor de biocombustíveis não deve ser a única política para a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa, existem outras formas de energia limpa que precisam ser estimuladas e amparadas. O desenvolvimento regional pretendido pela RenovaBio não pode ser aplicado só para poucas culturas produtivas e beneficiando, inicialmente e principalmente, quem já possui destaque no seguimento. Pelos efeitos da RenovaBio assinalados neste trabalho, os resultados do programa irão de encontro às suas aspirações.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKADIRI, S. S. et al. Renewable energy consumption in EU-28 countries: Policy toward pollution mitigation and economic sustainability. **Energy Policy**, 132, 2019. 803-810. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421519304100>>.

ALCARDE, A.. Do Proálcool ao flex fuel, etanol migrou do Estado para o mercado, Política Energética. **Visão Agrícola**, Piracicaba, JAN-JUN 2008. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA08-pesquisa02.pdf>>. Acesso em: 28 Novembro 2021.

ANFAVEA. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo. 2019.

ANFAVEA. ANFAVEA - Estatísticas. <https://anfavea.com.br/>, 28 maio 2021. Disponível em: <https://anfavea.com.br/docs/SeriesTemporais_Autoveiculos.xlsm>.

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e do Gás Natural 2001**. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro. 2001.

ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº 8 - 2007. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2007. Disponível em: <<http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2007/marco&item=ranp-8-2007>>.

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2010**. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro. 2010.

ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº52 - 2010. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2010b. Disponível em: <<http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2010/dezembro&item=ranp-52-2010>>.

ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº 41, DE 5.11.2013 - DOU 6.11.2013. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2013. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2013/novembro/ranp%2041%20-%202013.xml>.

ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº 58 - 2014. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2014. Disponível em: <<http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2014/outubro&item=ranp-58-2014>>.

ANP. Glossário. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 18 Janeiro 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/glossario>>. Acesso em: 18 Abril 2019.

ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº 10, DE 14.3.2016 - DOU 15.3.2016 – RETIFICADA DOU 1.7.2016. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2016b. Disponível em: <[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2016/mar%C3%A7o/ranp%2010%20-%202016.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2016/mar%C3%A7o/ranp%2010%20-%202016.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)>.

ANP. BOLETIM DO ETANOL Nº09/2017. **Boletins ANP**, 2017.

ANP. RESOLUÇÃO Nº 758, DE 23 DE NOVEMBRO DE 2018. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, 2018. Disponível em: <http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52003440/do1-2018-11-27-resolucao-n-758-de-23-de-novembro-de-2018-52003305?utm_source=Comece+seu+dia+bem-informado&utm_campaign=f8bdc0a5ee-newsletter-2018_11_27&utm_medium=email&utm_te>.

ANP. Composição e estruturas de formação dos preços. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 01 Julho 2019a. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/composicao-e-estruturas-de-formacao-dos-precos>>. Acesso em: 16 Julho 2019.

ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº 791, DE 12.6.2019. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO - DOU**, 14 Junho 2019b. 44.

ANP. Importações & exportações (metros cúbicos). **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 26 Junho 2019c. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/images/DADOS_ESTADISTICOS/importacao_exportacao/Importacoes_Exportacoes_m3.xlsx>. Acesso em: 13 Julho 2019.

ANP. Consulta e Audiência Públicas nº 7/2019. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 16 Abril 2019d. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/consultas-audiencias-publicas/concluidas/5070-consulta-e-audiencia-publicas-n-7-2019>>. Acesso em: 17 Maio 2019.

ANP. RenovaBio - Política Nacional de Biocombustíveis. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 09 Julho 2019f. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/renovabio>>. Acesso em: 13 Julho 2019.

ANP. Firmas inspetoras credenciadas. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 6 Novembro 2019g. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/arquivos/producao-fornecimento-biocombustiveis/renovabio/firmas-inspetoras-credenciadas.xlsx>>. Acesso em: 9 Novembro 2019.

ANP. DESPACHO Nº 585. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, Brasília, 26 Julho 2019j. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/web/dou/-/despacho-n-585-de-26-de-julho-de-2019-207468076>>. Acesso em: 11 13 2019.

ANP. Metas individuais compulsórias de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 24 Outubro 2019k. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/arquivos/producao-fornecimento-biocombustiveis/renovabio/metas-individuais-compulsorias-2019.xlsx>>. Acesso em: 13 Novembro 2019.

ANP. RESOLUÇÃO Nº 802, DE 5 DE DEZEMBRO DE 2019. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, Brasília, 06 Dezembro 2019o. 121. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-802-de-5-de-dezembro-de-2019-231852634>>. Acesso em: 18 Dezembro 2019.

ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº 784 - 2019. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2019s. Disponível em: <<http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2019/abril&item=ranp-784-2019>>.

ANP. Relatórios de Resultados de Comércio Exterior. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 05 Julho 2020. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/images/Importacao_Exportacao/Relatorios/Comercio_Exterior/Relatorio_de_Comercio_Exterior_n09.pdf>. Acesso em: 01 Julho 2020.

ANP. **Boletim Trimestral de Preços de Combustíveis - Março/2020**. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro. 2020b.

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2020**. Rio de Janeiro. 2020c. (CDD 338.2728021).

ANP. Painel Dinâmico RenovaBio - Processos Certificações e Renovações por Estado. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 05 Novembro 2020c. Disponível em:

<<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-e-mapa-dinamicos-de-produtores-de-combustiveis-e-derivados/painel-dinamico-de-produtores-de-etanol>>. Acesso em: 28 Junho 2021.

ANP. ANP. **Certificações em Andamento**, 2020d. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/renovabio/certificacoes-em-andamento>>.

ANP. Certificações em Andamento, 2020e. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/renovabio/certificacoes-em-andamento>>.

ANP. RenovaCalc, 2020h. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/renovabio/renovacalc>>. Acesso em: 01 Janeiro 29.

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2019**. Rio de Janeiro. 2020i. (CDD 338.2728021).

ANP. Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2020j. Disponível em: <<http://preco.anp.gov.br/>>. Acesso em: 1 Novembro Abril.

ANP. Distribuição e Revenda. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2020k. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/distribuicao-e-revenda>>. Acesso em: 4 Setembro 2020.

ANP. Distribuição e Revenda. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2020k. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/distribuicao-e-revenda>>. Acesso em: 4 Setembro 2020.

ANP. RenovaCalc, 2020l. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/renovabio/renovacalc>>. Acesso em: 01 Janeiro 29.

ANP. Consulta Posto Web. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2020m. Disponível em: <<https://postos.anp.gov.br/>>. Acesso em: 23 Setembro 2020.

ANP. Consulta e Audiência Públicas nº 17/2020. **Consultas e Audiências Públicas**, 2020n. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/consultas-e-audiencias-publicas/consulta-e-audiencia-publica/2020/consulta-e-audiencia-publicas-no-17-2020>>. Acesso em: 22 Dezembro 2020.

ANP. Dados estatísticos. **Dados estatísticos - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 10 Maio 2020z. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>>. Acesso em: 24 Junho 2020.

ANP. Dados estatísticos. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 19 Agosto 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos>>. Acesso em: 19 Agosto 2021.

ANP. Painel Dinâmico de Produtores de Etanol. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 21 Junho 2021b. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-e-mapa-dinamicos-de-produtores-de-combustiveis-e-derivados/painel-dinamico-de-produtores-de-etanol>>. Acesso em: 28 Junho 2021.

ANP. Centrais de Conteúdo - Dados estatísticos. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 10 Agosto 2021c. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos>>. Acesso em: 10 Agosto 2021.

ANP. Painéis Dinâmicos da ANP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2021d. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp>>. Acesso em: 6 Janeiro 2021.

ANP. Plataforma CBIO - Painéis Dinâmicos da ANP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 03 dezembro 2021e. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOWI1YmYwYzQtMjgwZS00ZWVILTg3ZGYtMzA4ZWY3ODA3MDFkIiwidCI6IjQ0OTlmNGZmLTl0YTtNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzkyMyJ9>>. Acesso em: 02 dezembro 2021.

ANP. Certificados da Produção ou Importação Eficiente de Biocombustíveis. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 2021f. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/certificacoes/certificados-aprovados-producao.xlsx>>. Acesso em: 22 Outubro 2021.

API. **Analysis of Potential RFS: Impacts on Biodiesel Supply and Utilization and the U.S. Vegetable Oil Market**. American Petroleum Institute. Washington. 2017.

ARANHA, Bahia deve inaugurar polo sucroalcooleiro para competir com São Paulo. **https://exame.com/**, 19 Novembro 2020. Disponível em: <<https://exame.com/brasil/bahia-deve-inaugurar-polo-sucroalcooleiro-para-competir-com-sao-paulo/>>. Acesso em: 21 Junho 2021.

B3. CBIO - Crédito de descarbonização, Volume Negociado. **Renda fixa**, 18 Agosto 2021. Disponível em: <<http://estatisticas.cetip.com.br/astec/temp/202108181352420.3102991.xls>>. Acesso em: 18 Agosto 2021.

BANJA, M. et al. Renewable energy in the European Union: Renewable energy in the EU further to Renewable Energy Directive reporting. **Joint Research Centre (JRC), the European Commission's science and knowledge service**, Luxembourg, 3, 2017. Disponível em: <<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC105731>>.

BELUHOVA-UZUNOVA, R.; SHISHKOVA, M. **CONCEPTS AND KEY SECTORS OF THE BIOECONOMY**. National Scientific Program of Bulgarian Ministry Of Education And Science "Healthy Foods For Strong Bio-Economy And Quality Of Life", 2018-2022. [S.l.], p. 227-233. 2019. (10.15547/tjs.2019.s.01.038).

BERGH, J. C. V. D.; BOTZEN, W. W. Global impact of a climate treaty if the Human Development Index replaces GDP as a welfare proxy. **Climate Policy**, 18, n. 1, 2 jan. 2018. 76-85. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/14693062.2016.1227954?scroll=top&needAccess=true>>. Acesso em: 20 Maio 2019.

BIODIESELBR. Plataforma CBio será entregue em etapas. **BIODIESELBR**, 2019. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/regulacao/rbio/plataforma-cbio-sera-entregue-em-etapas-181219>>. Acesso em: 18 Dezembro 2019.

BIRNER, R. Bioeconomy Concepts. In: LEWANDOWSKI, I. **Bioeconomy - Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy**. Stuttgart: Institute of Crop Science; Biobased Products and Energy Crops University of Hohenheim, 2018. Cap. 1.

BOSSLE, R. CNPE confirma redução de meta do RenovaBio em 2020 para 14,53 milhões de CBios. **novacana.com**, 10 Setembro 2020. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/etanol/meio-ambiente/cnpe-confirma-reducao-meta-renovabio-2020-14-53-milhoes-cbios-100920>>. Acesso em: 4 Agosto 2021.

BOSSLE, R. CBios são negociados a menos de R\$ 28,50 na primeira quinzena de julho. **NovaCana**, 19 Julhos 2021. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/cbios-negociados-menos-r-28-50-primeira-quinzena-julho-190721>>. Acesso em: 07 Agosto 2021.

BOSSLE, R. Momento de virada: Distribuidoras possuem mais CBios que usinas. **NovaCana**, 17 junho 2021. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/momento-virada-distribuidoras-mais-cbios-usinas-170621>>. Acesso em: 2021 junho 22.

BRANCO, J. E. H. et al. Study of optimal locations for new sugarcane mills in Brazil: Application of a MINLP network equilibrium model. **Biomass and Bioenergy**, 127, 2019. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953419301898>>.

BRASIL. Portal da Câmara dos Deputados. **Decreto nº 19.717, de 20 de Fevereiro de 1931**, 1931. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-19717-20-fevereiro-1931-518991-publicacaooriginal-1-pe.html>>.

BRASIL. Decreto nº 76.593, de 14 de Novembro de 1975. **Diário Oficial da União**, 1975. 15257. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-76593-14-novembro-1975-425253-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 1 Abril 2019.

BRASIL. Decreto nº 76.593, de 14 de Novembro de 1975. **Diário Oficial da União**, 1975. 15257. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-76593-14-novembro-1975-425253-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 1 Abril 2019.

BRASIL. LEI Nº 9.478, DE 6.8.1997 - DOU 7.8.1997. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 1997. Disponível em: <<http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-federal/leis/1997&item=lei-9.478--1997>>. Acesso em: 5 Dezembro 2019.

BRASIL. **Angroindústria Canavieira - Ementário Nacional, Compêndio histórico de normativos e documentos legais**. Brasília. 2009. (ISBN: 978-85-99851-58-6).

BRASIL. DECRETO Nº 6.961, DE 17 DE SETEMBRO DE 2009. **DOU**, Brasília, 17 SETEMBRO 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6961.htm>. Acesso em: 18 SETEMBRO 2020.

BRASIL. **PRETENDIDA CONTRIBUIÇÃO NACIONALMENTE DETERMINADA PARA CONSECUÇÃO DO OBJETIVO DA CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA**, Brasília, 2015. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/BRASIL_iNDC_portugues.pdf>. Acesso em: 8 Dezembro 2018.

BRASIL. LEI Nº 13.576, DE 26 DE DEZEMBRO DE 2017. **Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências.**, Brasília, DF, n. Publicado no Diário Oficial da União de 27.12.2017, Dez 2017.

BRASIL. Decreto Nº 9.308, DE 15 DE Março DE 2018 - Dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. **DOU de 16.3.2018**, 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9308.htm>. Acesso em: 30 Abril 2019.

BRASIL. Decreto Nº 9.308, DE 15 DE Março DE 2018 - Dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. **DOU de**

16.3.2018, 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9308.htm>. Acesso em: 30 Abril 2019.

BRASIL. DECRETO Nº 10.084, DE 5 DE NOVEMBRO DE 2019. **DOU**, Brasília, 5 NOVEMBRO 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10084.htm>. Acesso em: 30 NOVEMBRO 2020.

BRASIL. PORTARIA Nº 547, DE 31 DE AGOSTO DE 2019. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO** Publicado em: **31/08/2019**, 31 Agosto 2019. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-547-de-31-de-agosto-de-2019-213571719>>.

BRASIL. DECRETO Nº 10.102, DE 6 DE NOVEMBRO DE 2019. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, Brasília, 7 Novembro 2019b. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/pdf/07112019091138_20191107_Decreto10102_2019.pdf>. Acesso em: 20 Fevereiro 2020.

BRASIL. Produtores de etanol poderão vender diretamente aos postos de combustíveis. **Planalto**, 20 Agosto 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2021/08/produtores-de-etanol-poderao-vender-diretamente-aos-postos-de-combustiveis>>. Acesso em: 20 Agosto 2021.

BRINKMAN, M. L. J. et al. Interregional assessment of socio-economic effects of sugarcane ethanol production in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2018. 347-362. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85044155134&doi=10.1016%2fj.rser.2018.02.014&partnerID=40&md5=b6bec4fbbdc7c902683aeb74b5af8887>>.

BRUTSCHIN, E.; FLEIG, A. Geopolitically induced investments in biofuels. **Energy Economics**, 74, 2018. 721-732. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988318302317>>. Acesso em: 15 Dezembro 2019.

CALDARELLI, C. E.; GILIO, L. Expansion of the sugarcane industry and its effects on land use in São Paulo: Analysis from 2000 through 2015. **Land Use Policy**, 2018. 264-274. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85047093896&doi=10.1016%2fj.landusepol.2018.05.008&partnerID=40&md5=340c3807fed53b5a3b448aaf9f56e8c7>>. Acesso em: 18 Julho 2019.

CAR. Cadastro Ambiental Rural. **Sistema de Cadastro Ambiental Rural**, Julho 2019. Disponível em: <<http://www.car.gov.br>>. Acesso em: 02 Julho 2019.

CAR. O que é o CAR? **Cadastro Ambiental Rural – CAR**, 2021. Disponível em: <<https://www.car.gov.br/#/sobre>>. Acesso em: 15 Novembro 2021.

CARDOSO, L. C. B. et al. Biofuels policies and fuel demand elasticities in Brazil. **Energy Policy**, 128, 2019. 296-305. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421518308401>>. Acesso em: 02 Julho 2019.

CEBDS. **Precificação de Carbono: o que o setor empresarial precisa saber para se posicionar**. Rio de Janeiro. 2017.

CEISEBR. O setor sucroenergético se mantém como um grande empregador e gerador de renda. **CENTRO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DO SETOR SUCROENERGÉTICO E BIOCOMBUSTÍVEIS**, 10 Abril 2019. Disponível em: <<http://www.ceisebr.com/conteudo/o-setor->

sucroenergetico-se-mantem-como-um-grande-empregador-e-gerador-de-renda.html>. Acesso em: 29 Junho 2021.

CHAGAS, A. L. S.; TONETO, R.; AZZONI, C. R. A spatial propensity score matching evaluation of the social impacts of sugarcane growing on municipalities in Brazil. **International Regional Science Review**, 35, n. 1, 2012.

CLIMAINFO. OTAN reconhece crise climática como ameaça à segurança global e prepara plano para descarbonização militar. **CLIMAINFO**, 16 junho 2021. Disponível em: <<https://climainfo.org.br/2021/06/16/otan-reconhece-crise-climatica-como-ameaca-a-seguranca-global-e-prepara-plano-para-descarbonizacao-militar/>>. Acesso em: 10 Julho 2021.

CLIMATE_WATCH. Greenhouse Gas Emissions and Emissions Targets. **Climate Watch**, 19 Outubro 2019. Disponível em: <<https://www.climatewatchdata.org/countries/BRA>>. Acesso em: 19 Outubro 2019.

CNI. **O setor sucroenergético em 2030 - dimensões, investimentos e uma agenda estratégica**. Brasília. 2017.

CNPE. RESOLUÇÃO No 5, DE 5 DE JUNHO DE 2018 - Estabelece as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis. **D.O.U. de 6.6.2018**, Brasília, DF, 6 Junho 2018. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/71068545/Resolu%C3%A7%C3%A3o+n%C2%BA+5_2018_CNPE.PDF/a46326ab-df5d-4d3f-ad52-b9f1ffc7ab1d>. Acesso em: 30 Abril 2019.

CNPE. RESOLUÇÃO No 15, DE 24 DE JUNHO DE 2019 - Define as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO de 9.07.2018**, Brasília, DF, 09 Julho 2019. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/web/dou/-/despachos-do-presidente-da-republica-190107850>>. Acesso em: 12 Julho 2019.

CNPE. RESOLUÇÃO Nº 8, DE 18 DE AGOSTO DE 2020. **CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA - CNPE, BRASÍLIA - DF, 18 AGOSTO 2020**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/36074/1045888/Resolu%C3%A7%C3%A3o_8_CNPE_Metas_Compuls%C3%B3rias.pdf/cf41e0db-3868-2460-48a7-501f1a40ccc7>. Acesso em: 10 SETEMBRO 2020.

CNPE. RESOLUÇÃO Nº 17, DE 5 DE OUTUBRO DE 2021. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, Seção: 1, 5 OUTUBRO 2021. 1. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/despacho-do-presidente-da-republica-357327735>>. Acesso em: 15 novembro 2021.

CORTEZ, L. A. B.; BALDASSIN, R. Policies Towards Bioethanol and Their Implications: Case Brazil. In: SALLES-FILHO, S. L. M., et al. **Global Bioethanol**. [S.l.]: Academic Press, 2016.

COUNCIL, G. B. **Bioeconomy policy**: Synopsis and analysis of strategies in the G7. A Report from the German Bioeconomy Council. Berlin: Office of the Bioeconomy Council. 2015.

CPLC. High-Level Commission on Carbon Prices. **High-Level Commission on Carbon Prices**, 10 Outubro 2019. Disponível em: <<https://www.carbonpricingleadership.org/highlevel-economic-commission-1>>. Acesso em: 10 Outubro 2019.

DE KONING, A. et al. Scenarios for a 2 °C world: a trade-linked input–output model with high sector detail. **Climate Policy**, v. 16, n. 3, p. 301-317, 2 abr. 2016. ISSN 10.1080/14693062.2014.999224.

- DE OLIVEIRA, L. Gasolina premium é 'blindada' do aumento de etanol por vender menos. **Auto Esporte**, 09 Março 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/carros/noticia/2015/03/gasolina-premium-e-blindada-do-aumento-de-etanol-por-vender-menos.html>>. Acesso em: 21 Agosto 2021.
- DECHEZLEPRÊTRE, A.; MARTIN, R.; BASSI, S. **Climate change policy, innovation and growth**. [S.l.]. 2016.
- DENATRAN. Frota de Veículos - 2019. **DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito**, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2019>>. Acesso em: 05 Maio 2020.
- DINCER, I.; HASAN, A. 4.5 Heat Engines. In: DINCER, I. **Comprehensive Energy Systems**. [S.l.]: Elsevier, 2018.
- EAF0. WHAT ARE ADVANCED BIOFUELS? **European Alternative Fuels Observatory**, 2019. Disponível em: <<https://www.eafo.eu/alternative-fuels/advanced-biofuels/generic-information>>. Acesso em: 01 Dezembro 2021.
- EAGLIN, J. The demise of the Brazilian ethanol program: Environmental and economic shocks, 1985-1990. **Environmental History**, v. 24, n. 1, p. 104-129, 2019. ISSN 10.1093/envhis/emy056.
- ECONOFACT. Carbon Taxes: What Can We Learn From International Experience? **EconoFact**, 3 Maio 2019. Disponível em: <<https://econofact.org/carbon-taxes-what-can-we-learn-from-international-experience>>. Acesso em: 15 Outubro 2019.
- EDF. How cap and trade works. **EDF**, 20 Agosto 2021. Disponível em: <<https://www.edf.org/climate/how-cap-and-trade-works>>. Acesso em: 20 Agosto 2021.
- EEA. Renewable energy in Europe 2017: recent growth and knock-on effects — European Environment Agency, 2017. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe-2017>>.
- EIA. EPA finalizes Renewable Fuel Standard for 2019, reflecting cellulosic biofuel shortfalls. **TODAY IN ENERGY**, 6 Dezembro 2018. Disponível em: <<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=37712>>. Acesso em: 22 Setembro 2019.
- EIA. The United States exported a record volume of ethanol in 2018 for second consecutive year. **Today in Energy**, 24 Abril 2019. Disponível em: <<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=39212>>. Acesso em: 18 Maio 2019.
- EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico da Cana-de Açúcar**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Rio de Janeiro. 2009. (ISSN 1517-2627).
- EMBRAPA. **Visão 2030 : o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF. 2018.
- EMBRAPA. Biocombustíveis no Brasil, o RenovaBio e as mudanças climáticas. **Agroenergia Agricultura de Baixo Carbono**, 20 Setembro 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46700080/artigo--biocombustiveis-no-brasil-o-renovabio-e-as-mudancas-climaticas>>. Acesso em: 19 Dezembro 2019.
- ENERGIA, C. D. D.-C. D. M. E. Audiências públicas - Verticalização do setor de combustíveis líquidos no Brasil. **COMISSÃO DE MINAS E ENERGIA**, 2019. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/audiencias-publicas/2019/24-09-2019-verticalizacao-do-setor-de-combustiveis-liquidos-no-brasil/6%20Jose%20Ricardo%20Severo%20-%20FEPLANA.pdf>>. Acesso em: 28 Dezembro 2019.

EPA. **Regulation of Fuels and Fuel Additives: Changes to Renewable Fuel Standard Program; Final Rule**. Washington, DC. 2010.

EPA. Overview for Renewable Fuel Standard. **Renewable Fuel Standard Program**, 28 Setembro 2019. Disponível em: <<https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>>. Acesso em: 28 Setembro 2019.

EPE. **RenovaBio: Biocombustíveis 2030, Nota Técnica**. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro. 2017.

EPE. **Cenários de Oferta de Etanol e Demanda do Ciclo Otto**. Rio de Janeiro. 2019.

EPE. **ANÁLISE DE CONJUNTURA DOS BIOCMBUSTÍVEIS - ANO 2019**. Brasília – DF. 2020.

EPE. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, 2020**. [S.l.]. 2021.

ESCOBAR, H. Liberação da cana na Amazônia é “desnecessária e perigosa”, alerta professor da USP. **JORNAL DA USP**, 2019. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/liberacao-da-cana-na-amazonia-e-desnecessaria-e-perigosa-diz-professor-da-usp/>>. Acesso em: 01 Dezembro 2020.

ESCUADERO, C. N. El acuerdo de París. Predominio del soft law en el régimen climático. **Boletín Mexicano de Derecho Comparado**, 49, 2016. 99-135. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0041863318300929>>.

EUROSTAT. Overview - Eurostat. **Eurostat**, 2020. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/eurostat/about/overview>>. Acesso em: 22 Fevereiro 2020.

FAFÁ, L. Deputados retiram ‘bomba branca’ e aprovam MP da venda direta de etanol. **https://epbr.com.br/**, 06 dezembro 2021. Disponível em: <<https://epbr.com.br/deputados-retiram-bomba-branca-e-aprovam-mp-da-venda-direta-de-etanol/>>. Acesso em: 07 dezembro 2021.

FECOMBUSTIVEIS. Carga tributária dos combustíveis por estado. **Tributação**, 21 Agosto 2021. Disponível em: <https://www.galaxcms.com.br/imgs_redactor/3188/files/Carga%20tributaria%20estadual%20-%20AGOSTO%202021%20-%20202%20quinzena%20.pdf>. Acesso em: 21 Agosto 2021.

FLOURISH. Os 10 maiores emissores entre 1850 e 2016. **Kiln Enterprises Ltd**, 1 Novembro 2019. Disponível em: <https://public.flourish.studio/visualisation/301892/?utm_source=showcase&utm_campaign=visualisation/301892>. Acesso em: 1 Novembro 2019.

FREITAS, L. C. D.; KANEKO, S. Ethanol demand under the flex-fuel technology regime in Brazil. **Energy Economics**, 33, 2011. 1146-1154. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014098831100079X>>.

FTSE RUSSELL. Industry Classification Benchmark (ICB) | FTSE Russell, 2020. Disponível em: <<https://www.ftserussell.com/data/industry-classification-benchmark-icb>>.

FURTADO, A. T.; SCANDIFFIO, M. I. G.; CORTEZ, L. A. B. The Brazilian sugarcane innovation system. **Energy Policy**, 39, n. 1, 2011. 156-166. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510007093?via%3Dihub>>. Acesso em: 9 Maio 2019.

- GAVARD, C.; KIRAT, D. Flexibility in the market for international carbon credits and price dynamics difference with European allowances. **Energy Economics**, 76, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988318304201>>. Acesso em: 21 Setembro 2019.
- GELLER, H. S. Ethanol Fuel from Sugar Cane in Brazil. **Annual Review of Energy**, 1, 1985. 135-164. Acesso em: 14 novembro 2021.
- GRASSI, M. C. B.; PEREIRA, G. A. G. Energy-cane and RenovaBio: Brazilian vectors to boost the development of Biofuels. **Industrial Crops and Products**, 129, 2019. 201-205. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669018310586>>.
- HÁJEK, M. et al. Analysis of carbon tax efficiency in energy industries of selected EU countries. **Energy Policy**, 134, Novembro 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421519305427>>. Acesso em: 5 Novembro 2019.
- HEIBERGER, R. M.; HOLLAND, . **Statistical Analysis and Data Display**. New York: Springer, 2015.
- HYNDMAN, R. et al. **Forecasting with Exponential Smoothing**. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
- IBGE. Séries históricas. Número de estabelecimentos agropecuários por área, 1920 - 2006. **Censo Agropecuário**, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 03 dezembro 2021.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Produto Interno Bruto dos Municípios**, 14 Dezembro 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>>. Acesso em: 17 Abril 2019.
- IBGE. IBGE - Produção Agrícola Municipal. **IBGE - Produção Agrícola Municipal**, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 16 Outubro 2020.
- ICAP. **EMISSIONS TRADING WORLDWIDE**. International Carbon Action Partnership (ICAP) – Status Report 2019. [S.l.]. 2019.
- IEA. Transport – Renewables 2019 – Analysis - IEA. **IEA – International Energy Agency**, 2019. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/renewables-2019/transport#abstract>>. Acesso em: 16 Janeiro 2020.
- IGNÁCIO, L. Bonsucro e RenovaBio: Explorando sinergias e avançando na redução de GEE no Brasil. **Impacto**, 2021. Disponível em: <<https://www.bonsucro.com/impacts/>>. Acesso em: 07 Agosto 2021.
- IMF. **World economic outlook (International Monetary Fund)**. Washington, DC. 2019.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015. **THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE**, 2015.
- IPCC. IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems, 07 Agosto 2019. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/Fullreport-1.pdf>>. Acesso em: 2019.

IPEADATA. Ipeadata. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA**, 14 Junho 2021. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=31924>>. Acesso em: 14 Junho 2021.

IRENA. **Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020**. Abu Dhabi. 2020.

IRENA. Renewable Energy Employment by Country. **IRENA_RE_Jobs_Annual_Review_2020**, 2020b. Disponível em: <<https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Benefits/Renewable-Energy-Employment-by-Country>>. Acesso em: 02 Agosto 2021.

JORNALDACANA. RenovaBio e o impacto nos preços dos combustíveis no Brasil. **JORNALDACANA**, 2019. Disponível em: <<https://jornalcana.com.br/renovabio-e-o-impacto-nos-precos-dos-combustiveis-no-brasil/>>. Acesso em: 13 Janeiro 2020.

KAHN, M. E. et al. Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis. **IMF WORKING PAPERS**, 11 Outubro 2019. Disponível em: <<https://www.imf.org/~media/Files/Publications/WP/2019/wpiea2019215-print-pdf.ashx>>. Acesso em: 24 Outubro 2019.

KARP, S. G. et al. Bioeconomy and biofuels: the case of sugarcane ethanol in Brazil. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, 15, 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=citedby&eid=2-s2.0-85100953244&citeCnt=20&noHighlight=false&sort=cp-f&src=s&sid=7039bf2a07d9d27a61e2215de14cf664&sot=b&sdt=b&sl=107&s=TITLE-ABS-KEY%28Interregional+assessment+of+socio-economic+effects+of+su>>. Acesso em: 02 Agosto 2021.

KOSTER, R. Custo da certificação para o RenovaBio pode variar em até 20 vezes, dizem firmas inspetoras. **NOVACANA**, 8 outubro 2019. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/usinas/custo-certificacao-renovabio-variara-ate-20-vezes-firmas-inspetoras-081019>>. Acesso em: 30 Outubro 2019.

LCFS. Low Carbon Fuel Standard Program Background. **The California Air Resources Board, the California Environmental Protection Agency.**, 2 Fevereiro 2016. Disponível em: <<https://ww3.arb.ca.gov/fuels/lcfs/lcfs-background.htm>>. Acesso em: 28 Setembro 2019.

LSE. How do emissions trading systems work? **The Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment**, 28 Outubro 2019. Disponível em: <<http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/faqs/how-do-emissions-trading-systems-work/>>. Acesso em: 28 Outubro 2019.

MACHADO, N.; CHIAPPINI, G. O que as distribuidoras querem mudar no RenovaBio. **EPBR**, 2020. Disponível em: <<https://epbr.com.br/o-que-as-distribuidoras-querem-mudar-no-renovabio/>>. Acesso em: 20 Dezembro 2020.

MAPA. **Anuário estatístico de agroenergia 2012**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília. 2013. (ISBN 978-85-7991-070-8).

MAPA. Cronologia da Mistura Carburante Etanol Anidro - Gasolina no Brasil. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)**, 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos/cronologia-da-mistura-carburante-etanol-anidro-gasolina-no-brasil.pdf/@@download/file/Cronologia%20da%20Mistura%20Carburante%20Etanol%20Anidro%20-%20Gasolina%20no%20Brasil.pdf>>. Acesso em: 4 Dezembro 2019.

MARIANO, A. P. et al. Butanol production in a first-generation Brazilian sugarcane biorefinery: Technical aspects and economics of greenfield projects. **Bioresource Technology**, 135, 2013. 316-323. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096085241201471X>>.

MATSUURA, M. I. et al. **NOTA TÉCNICA RenovaCalc MD : Método e ferramenta para a contabilidade da Intensidade de Carbono de Biocombustíveis no Programa RenovaBio**. [S.l.]. 2018.

MICHAELOWA, A.; SHISHLOV, I.; BRESCIA, D. Evolution of international carbon markets: lessons for the Paris Agreement. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, 10, 1 Novembro 2019. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/wcc.613>>.

MICROSOFT. Crie uma previsão no Excel para Windows. **Support Microsoft**, 2020. Disponível em: <https://support.microsoft.com/en-us/office/create-a-forecast-in-excel-for-windows-22c500da-6da7-45e5-bfdc-60a7062329fd#bkmk_calculation>. Acesso em: 15 Novembro 2020.

MICROSOFT. MICROSOFT SUPORTE. **Criar um diagrama de caixa**, 30 Novembro 2020. Disponível em: <<https://support.microsoft.com/pt-br/office/criar-um-diagrama-de-caixa-10204530-8cdf-40fe-a711-2eb9785e510f>>.

MILLS, G. A.; ECKLUND, E. E. Alcohols as Components of Transportation Fuels. **Annual Review of Energy**, 1, 1987. 47-80. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.eg.12.110187.000403>>. Acesso em: 14 Novembro 2021.

MME. Nota Explicativa sobre a Proposta de Criação da Política Nacional de Biocombustíveis. **MME - APRESENTAÇÕES RENOVABIO**, 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/135676503/Nota+Explicativa+RENOVABIO++Documento+de+CONSOLIDACAO++site.pdf/2bc724d5-ae20-4da8-a401-ecaed45f6a1f>>. Acesso em: 18 Maio 2019.

MME. Ministério de Minas e Energia. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, BRASÍLIA - DF, 1, 21 Novembro 2019. 64. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-419-de-20-de-novembro-de-2019-228863910>>. Acesso em: 11 Maio 2020.

MME. RenovaBio. **O que é o RenovaBio?**, 2019. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138769/0/P%26R++RenovaBio.pdf/a29044a3-6315-4845-80d8-832852efbb7f>>. Acesso em: 27 Julho 2019.

MME. PORTARIA Nº 419, DE 20 DE NOVEMBRO DE 2019. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, Seção: 1, 2019b. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-419-de-20-de-novembro-de-2019-228863910>>. Acesso em: 15 Novembro 2021.

MOORE, F. C.; DIAZ, D. B. Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy. **Nature Climate Change**, v. 5, n. 2, p. 127-131, 28 jan. 2015. ISSN 10.1038/nclimate2481.

MORAES, M. A. F. D. D. Introdução – As profundas mudanças institucionais ao longo da história da agroindústria canavieira e os desafios atuais. **Economia Aplicada**, 11, Dezembro 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-80502007000400005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 Maio 2019.

NASTARI, P. Veículos movidos a Etanol Combustível: 40 anos de impactos positivos. **DATAGRO**, 2019. Disponível em: <<https://conferences.datagro.com/veiculos-movidos-a-etanol/>>. Acesso em: 30 Novembro 2019.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. A dimensão do setor Sucoenergético: mapeamento e quantificação da safra 2013/14. **Markestrat**, 2014.

NEWELL, P.; PATERSON, M. Caps, trades and profits. In: PRESS, C. U. **Climate Capitalism: Global Warming and the Transformation of the Global Economy**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. p. 94–107.

NOGUEIRA, L. A. H.; CAPAZ, R. S. Chapter 4B - Ethanol from Sugarcane in Brazil: Economic Perspectives. [S.l.]: [s.n.], 2015. ISBN ISBN 9780444634535. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444634535000069>>. Acesso em: 11 Janeiro 2019.

NOGUEIRA, L. A. H.; HOLLANDA, J. B. D. **Reverendo a paridade entre etanol hidratado e gasolina em veículos flexíveis Luiz A Horta Nogueira, NIPE/UNICAMP**. INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - INEE. Rio de Janeiro. 2015.

NOVACANA. CNPE aprova RenovaBio e meta de redução de emissões em 10,1% até 2028. **www.novacana.com**, 05 Junho 2018. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/etanol/meio-ambiente/cnpe-renovabio-meta-reducao-emissao-2028-050618>>. Acesso em: 20 Maio 2019.

NOVACANA. Importação Brasileira de Etanol. **www.novacana.com**, 17 Julho 2019. Disponível em: <<https://www.novacana.com/data/teste-a-plataforma/>>. Acesso em: 17 Julho 2019.

NOVACANA. Preço do CBio volta a cair e título é negociado, em média, por R\$ 43,73 em novembro | novaCana.com. **Preço do CBio volta a cair e título é negociado, em média, por R\$ 43,73 em novembro | novaCana.com**, 2020. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/financeiro/preco-cbio-volta-cair-titulo-negociado-media-r-43-73-novembro-011220>>. Acesso em: 7 dezembro 2020.

NOVACANA. Usinas poderão emitir pré-CBios a partir de 24 de dezembro; comercialização ainda não está definida | novaCana.com. **NOVACANA**, 2020. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/regulacao/produtores-poderao-emitir-pre-cbios-partir-24-dezembro-data-comercializacao-bolsa-ainda-nao-esta-definida-20191219>>. Acesso em: 27 Janeiro 2020.

NOVACANA. Usinas ultrapassaram meta do RenovaBio para 2019 e 2020; distribuidoras, não. **NOVACANA**, 07 Janeiro 2021b. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/usinas/usinas-ultrapassaram-meta-renovabio-2019-2020-distribuidoras-nao-070121>>. Acesso em: 16 Agosto 2021.

ONU. **Adoção do Acordo de Paris**. Paris. 2015.

ONU. **Adoção do Acordo de Paris**. Paris. 2015.

ONU. **Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: an update**. Marrakech. 2016.

PÉTRIN, A. Produtores de milho se unem para construir usina de etanol em Nova Marilândia (MT). **novaCana.com**, 2020. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/usinas/produtores-milho-unem-construir-usina-etanol-nova-marilandia-mt-081220>>. Acesso em: 15 Dezembro 2020.

PROJETO prevê criação de um RenovaBio para o setor termoeletrico | novaCana.com. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/cogeracao/projeto-preve-criacao-renovabio-setor-termoeletrico-180220>>.

PUERTO RICO, J. A.; MERCEDES, S. S. P.; SAUER, I. L. Genesis and consolidation of the Brazilian bioethanol: A review of policies and incentive mechanisms. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 14, n. 7, 2010. Disponível em: <1874-1887>. Acesso em: 23 Maio 2017.

RAYMOND, L. Policy perspective: Building political support for carbon pricing—Lessons from cap-and-trade policies. **Energy Policy**, 134, Novembro 2019.

REGISTRO e comercialização de CBios deve começar em meados de abril | novaCana.com. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/financeiro/registro-comercializacao-cbios-comecar-abril-190220>>.

RENOVABIO completa um mês, mas ainda não há previsão para início do mercado de CBios | novaCana.com. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/usinas/renovabio-completa-mes-nao-previsao-inicio-mercado-cbios-300120>>.

REZENDE DE AZEVEDO, T. et al. Data Descriptor: SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. **Scientific DataBack**, 29 Maio 2018. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/sdata201845#Sec2>>.

RFA. Markets & Statistics. **Renewable Fuels Association**, 30 Outubro 2018. Disponível em: <<https://ethanolrfa.org/statistics/#1454098996479-8715d404-e546>>. Acesso em: 18 Abril 2019.

RFA. RFA. **What is a RIN credit?**, 2019. Disponível em: <<https://ethanolrfa.org/renewable-fuel-standard/>>. Acesso em: 18 Julho 2019.

RFA. EPA Final Rule for 2018 RVO. **Renewable Fuels Association**, 2019b. Disponível em: <<https://ethanolrfa.org/wp-content/uploads/2017/12/RFA-Talking-Points-2018-RVO-Final-Rule.pdf>>. Acesso em: 3 Dezembro 2019.

RFA. Annual Ethanol Production | Renewable Fuels Association. **Renewable Fuels Association**, 2020. Disponível em: <<https://ethanolrfa.org/statistics/annual-ethanol-production/>>. Acesso em: 22 Junho 2020.

RFA. Powered with renewed energy. **2020 ETHANOL INDUSTRY OUTLOOK**, 2020. 7.

RFA. 2019 U.S ETHANOL EXPORTS AND IMPORTS, Statistical Summary. **Renewable Fuels Association**, 2020c. Disponível em: <<https://ethanolrfa.org/wp-content/uploads/2020/02/2019-US-Ethanol-Trade-Statistics-Summary.pdf>>. Acesso em: 25 Junho 2019.

RGGI. The Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI). **The Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI)**, 22 Outubro 2019. Disponível em: <<https://www.rggi.org/>>. Acesso em: 22 Outubro 2019.

RODRIGUES, F. CNPE publica resolução que atualiza metas do RenovaBio até 2029. **novacana.com**, 10 Julho 2019. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/regulacao/cnpe-publica-resolucao-atualiza-metas-renovabio-2029-100719>>. Acesso em: 04 Agosto 2021.

SAINT AKADIRI, S. et al. Renewable energy consumption in EU-28 countries: Policy toward pollution mitigation and economic sustainability. **Energy Policy**, v. 132, p. 803-810, 1 set. 2019. ISSN 10.1016/j.enpol.2019.06.040.

SCHEITERLE, L. et al. From commodity-based value chains to biomass-based value webs: The case of sugarcane in Brazil's bioeconomy. **Journal of Cleaner Production**, 2018. 3851-3863. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617310934>>.

SCHELL, D. J.; DUFF, B. Review of pilot plant programs for bioethanol conversion. In: WYMAN, C. E. **Handbook on Bioethanol**. Boca Raton: [s.n.], 1996. Cap. Chapter 17, p. 14. Disponível em: <<https://doi.org/10.1201/9780203752456>>. Acesso em: 14 novembro 2021.

SCHENBERG, A. E. O pensamento de J. W. Bautista Vidal, Campinas, n. 3, 1999. 35-43. Disponível em: <<https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/885/formacao3-5.pdf>>. Acesso em: 21 Novembro 2021.

SEEG. SEEG | Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **SEEG | Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa**, 22 Outubro 2019. Disponível em: <<http://plataforma.seeg.eco.br/>>. Acesso em: 22 Outubro 2019.

SEEG. SEEG. **SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - Brasil**, 22 Novembro 2020. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/economic_activity>.

SEEG. Documento Analítico - SEEG 8 (1990-2019) - ANÁLISE DAS EMISSÕES BRASILEIRAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA E SUAS IMPLICAÇÕES PARA AS METAS DE CLIMA DO BRASIL, 2020b. Disponível em: <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf>. Acesso em: 12 Outubro 2020.

SELF, T.; BAIN, C.; MORENO, R. Depoliticizing land and water “grabs” in Colombia: the limits of Bonsucro certification for enhancing sustainable biofuel practices. **Agriculture and Human Values**, 31, 2014. 455-468.

SERPRO. Plataforma CBIO. **SERPRO**, 2020. Disponível em: <<http://serpro.gov.br/menu/nosso-portfolio/por-linha-de-negocio-1/servicos-sob-medida/cbio>>. Acesso em: 14 Janeiro 2020.

SOZINHO, D. W. F. et al. Towards strengthening sustainability instruments in the Brazilian sugarcane ethanol sector. **Journal of Cleaner Production**, 182, 1 Maio 2018. 437-454. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618302981>>.

SREC. California Low Carbon Fuel Standard (LCFS) Market Overview and Pricing. **Solar Renewable Energy Certificate (SREC)**, 18 Março 2019. Disponível em: <<https://www.sretrade.com/blog/srec-markets/california/california-low-carbon-fuel-standard-lcfs-market-overview-and-pricing>>. Acesso em: 18 Setembro 2019.

THE WHITE HOUSE. President Obama: The United States Formally Enters the Paris Agreement. **THE WHITE HOUSE - PRESIDENT BARACK OBAMA**, 3 Setembro 2016. Disponível em: <<https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/09/03/president-obama-united-states-formally-enters-paris-agreement>>. Acesso em: Setembro 22 2019.

THE WORLD BANK. **Carbon Markets for Greenhouse Gas Emission Reduction in a Warming World**. Washington. 2018.

THE WORLDBANK. **State and Trends of Carbon Pricing 2018**. Washington DC. 2018.

UE. Renewable energy directive. **European Commission**, 20 September 2019. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive/overview>>. Acesso em: 1 Outubro 2019.

UNFCCC. Emissions Trading. **UNFCCC Sites and platforms**, 24 Setembro 2019. Disponível em: <<https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms/emissions-trading>>. Acesso em: 24 Setembro 2019.

UNFCCC. Summary of the Paris Agreement. **United Nations Framework Convention on Climate Change**, 1 Setembro 2019. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/bigpicture/index.html#content-the-paris-agreemen>>. Acesso em: 7 Setembro 2019.

UNFCCC. What is the COP? **Conference of the Parties (COP)**, 1 Outubro 2019.

UOL. UOL E-commerce. **UOL E-commerce**, 11 Junho 2021. Disponível em: <<http://ecommerce.uol.com.br/impulso-digital/temas/diagnostico-e-planejamento/seu-estoque-e-um-problema-conheca-a-curva-abc.html#rmcl>>. Acesso em: 11 Junho 2021.

USINAS poderão emitir pré-CBios a partir de 24 de dezembro; comercialização em bolsa ainda não está definida | novaCana.com. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/regulacao/produtores-poderao-emitir-pre-cbios-partir-24-dezembro-data-comercializacao-bolsa-ainda-nao-esta-definida-20191219>>.

WMO. **GREENHOUSE GAS BULLETIN**. World Meteorological Organization - WMO. [S.l.]. 2018.

WMO. **GREENHOUSE GAS BULLETIN**. World Meteorological Organization - WMO. [S.l.]. 2019.

World Energy Resources. **WORLD ENERGY COUNCIL | RESOURCES 2016 SUMMARY**. London. 2016.

ZAPF, M.; PENG, H.; WEINDL, C. How to Comply with the Paris Agreement Temperature Goal: Global Carbon Pricing According to Carbon Budgets. **Energies**, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334896117_How_to_Comply_with_the_Paris_Agreement_Temperature_Goal_Global_Carbon_Pricing_According_to_Carbon_Budgets>.

ZULLO, J.; PEREIRA, V. R.; KOGA-VICENTE, A. Sugar-energy sector vulnerability under CMIP5 projections in the Brazilian central-southern macro-region. **Climatic Change**, 2018. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85050409009&doi=10.1007%2fs10584-018-2249-4&partnerID=40&md5=42baa6ff0f71309624653f8968ec6809>>. Acesso em: 15 Maio 2019.

ANEXO A - Produção de EAC e EHC

Produção de EAC e EHC, segundo Grandes Regiões e UF, 1991-2000

Produção de álcool etílico anidro e hidratado, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação 1991-2019

(mil m³)

Grandes Regiões e Unidades da Federação	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
Total	12.750	11.766	11.915	12.518	12.746	14.833	15.483	14.122	12.982	10.700	25.165	12.588	14.465	16.039	17.764	22.556	27.933	26.103	28.203	22.892	28.203	22.892	27.527	27.527	28.203	28.491	28.265	33.014	35.307			
Região Norte	16	20	20	17	33	27	33	17	33	35,81	28,79	30,32	39,39	47,53	47,58	47,66	55,67	51,73	59,71	169,86	59,71	169,86	22,85	238,74	238,55	254,03	233,35	237,64	205,54	241,27		
Acre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	149	268	149	268	4,0	5,01	-	4,51	3,67	-	-	-		
Amazonas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,55	10,76	24,2	7,14	6,43	4,05	4,87	2,82	5,80	5,50	4,85	5,47	8,82	
Pará	8	14	9	1	5	7	16	6	20	3,71	2,81	3,89	4,38	4,67	6,01	5,65	8,26	7,96	4,74	7,14	6,43	23,81	39,14	34,38	42,15	40,93	33,15	5,02	43,46	6,23	4,85	
Roraima	8	6	2	5	8	11	17	1	-	32,11	25,98	26,43	35,01	42,86	37,28	59,86	39,39	44,91	36,02	23,81	38,14	10,76	12,42	8,65	7,46	12,77	12,99	9,06	4,90	1,39	4,85	
Tocantins	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,22	11,57	-	2,80	2,42	6,51	109,9	6,51	109,9	61,04	80,72	69,81	61,97	76,27	55,22	63,37		
Região Nordeste	1.808	1.786	904	1.358	1.841	1.922	2.412	1.667	1.315	1.528	1.401	1.518	1.505	1.675	1.695	1.574	1.901	2.371	2.210	1.822	1.938	1.532	1.842	1.842	2.169	2.315	1.506	1.415	2.006	2.333	1.900	2.600
Maranhão	24	22	10	5	40	34	66	76	55	49,65	75,10	83,58	89,87	95,91	48,32	10,56	82,30	81,56	80,62	178,37	57,53	72,70	57,66	45,73	46,25	55,45	38,49	32,28	45,87	50,42		
Piauí	31	24	8	25	33	22	25	23	5	6,82	8,68	22,83	22,37	8,45	9,93	65,66	36,17	44,55	40,95	35,50	36,64	130,17	104,40	147,45	174,45	240,29	222,26	126,07	80,77	245,70	249,0	
Ceará	13	11	2	3	5	9	12	8	2	0,78	1,19	0,88	0,22	0,5	1,02	1,00	0,57	7,52	10,76	4,04	8,78	4,04	3,98	9,00	9,13	14,60	5,24	-	-	-	-	
Rio Grande do Norte	93	90	68	79	83	123	103	15	95	74,03	47,64	83,34	85,47	64,21	99,35	95,56	55,60	87,40	117,30	102,03	95,92	178,37	160,37	179,15	186,38	128,00	82,56	147,62	177,4	177,4		
Paraíba	317	316	143	201	331	297	341	254	220	200,75	237,94	219,71	267,67	245,80	383,50	255,84	363,50	401,48	365,30	318,08	327,96	318,08	327,96	294,46	287,00	375,70	447,06	390,23	329,63	491,04	359,03	
Pernambuco	517	465	244	305	479	557	713	47	358	332,86	284,87	300,27	339,20	397,02	380,18	319,55	385,39	558,92	469,03	386,01	396,88	396,01	386,88	333,41	249,27	336,06	442,94	347,87	279,45	465,51	385,59	
Alagoas	751	772	364	652	671	717	951	605	454	733,00	629,31	633,22	589,93	729,65	620,27	572,22	681,45	882,64	790,99	575,53	727,07	35,50	36,64	6,61	31,94	32,51	32,88	21,61	20,40	37,48	46,46	
Sergipe	28	49	31	36	57	63	75	70	49	55,53	52,36	59,16	61,49	62,47	67,64	62,79	35,49	57,56	10,12	80,91	97,89	102,03	95,92	90,35	55,56	73,24	98,26	75,15	66,35	14,90	19,94	
Bahia	35	47	23	44	86	90	80	89	56	65,30	54,56	59,18	49,00	62,83	104,75	93,77	142,5	199,98	186,56	100,07	104,40	80,91	97,89	24,84	99,03	115,4	89,89	76,03	104,20	10,83		
Região Sudeste	736	616	561	674	667	683	638	970	890	730	716	817	1.042	1.087	1.300	1.520	2.193	2.577	2.635	2.959	2.384	2.959	2.384	2.959	3.076	2.927	3.439	2.869	2.850	3.492	3.792	
Minas Gerais	481	402	393	471	464	471	559	720	645	488,27	522,5	558,41	785,23	759,25	918,00	1.270,56	1.790,91	2.200,92	2.284,23	2.680,51	2.105,65	2.082,02	97,00	86,40	80,72	62,35	78,73	75,31	90,65	82,57	10,97	
Espírito Santo	101	98	70	94	94	109	146	144	26	150,90	101,03	82,30	61,77	87,83	217,39	159,46	281,79	250,32	238,35	208,62	197,00	2.680,51	2.105,65	2.102,99	2.890,09	2.676,28	3.202,92	2.699,43	2.705,40	3.257,80	3.579,40	
Rio de Janeiro	54	17	98	109	109	103	83	106	18	90,97	62,95	106,59	104,74	81,25	84,29	90,24	202,27	259,98	162,82	69,87	82,6	69,87	82,6	69,89	88,10	88,49	57,80	94,69	53,89	97,26	9,62	
São Paulo	8.579	7.801	8.296	8.704	8.102	9.039	9.525	9.008	8.482	6.473	7.038	7.755	8.745	8.861	9.854	10.958	13.589	16.635	15.041	15.901	11.825	11.825	11.887	13.922	13.872	13.833	14.029	13.616	16.181	16.678		
Região Sul	736	760	739	890	1.062	1.255	1.315	998	1.050	829,07	937,42	974,95	1.209,45	1.178,31	995,67	1.308,24	1.923,23	1.906,00	1.901,26	1.746,03	1.405,64	1.746,03	1.405,64	1.305,71	1.470,95	1.553,86	1.466,17	1.476,61	1.293,86	1.626,20	1.664,64	
Paraná	730	752	730	887	1.080	1.252	1.312	996	1.046	826,07	932,42	988,54	1.203,40	1.173,49	992,33	1.302,74	1.916,23	1.899,68	1.888,80	1.740,23	1.396,06	1.740,23	1.396,06	1.305,05	1.464,44	1.579,46	1.462,39	1.473,89	1.293,87	1.624,01	1.664,63	
Santa Catarina	4	4	5	-	-	-	-	-	-	3,00	5,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rio Grande do Sul	2	3	4	3	2	3	3	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Região Centro-Oeste	875	783	795	870	1.040	1.208	1.369	1.462	1.225	1.104,12	1.344,21	1.513,27	1.929,26	1.797,52	2.146,91	2.328,92	2.902,06	3.587,37	4.283,22	5.714,73	5.169,65	5.714,73	5.169,65	6.165,72	7.287,54	7.750,82	8.838,00	8.395,80	8.535,46	9.513,19	11.027,96	
Mato Grosso do Sul	284	227	241	228	300	297	300	439	369	320,81	384,65	422,64	472,11	416,61	616,92	644,55	873,64	945,27	1.139,46	1.030,29	2.979,99	2.677,25	3.239,46	3.867,50	4.289,03	4.693,35	4.594,21	4.874,78	4.461,43	5.470,74		
Mato Grosso	223	239	244	277	377	468	549	575	541	466,38	580,0	657,82	795,38	792,83	723,78	811,90	863,59	888,52	809,92	853,53	862,11	853,53	862,11	953,53	1.014,04	1.022,04	1.316,32	1.216,65	1.415,09	1.757,28	2.250,02	
Goiás	368	317	310	364	363	453	520	448	314	316,94	378,43	432,80	661,77	591,28	803,21	872,57	1.184,83	1.143,78	2.181,83	2.976,69	2.677,25	1.881,51	1.630,29	1.880,73	2.218,0	2.349,74	2.712,33	2.598,94	2.653,59	3.284,48	3.307,20	

Fonte: Elaborado (2020) adaptado (ANP, 2001) (ANP, 2010) (ANP, 2020i)

ANEXO B - Memória de cálculo I

UF	GASOLINA C (bep) - 2019	GASOLINA C (bep) - 2019	ETANOL HIDRATADO (bep) - 2019	ETANOL HIDRATADO (bep) - 2019	% ETANOL HIDRATADO (bep)/(GASOLINA C (bep) + ETANOL HIDRATADO (bep)) - 2019
AC	721.609	721.609	41.349		5,4%
AM	3.387.035		533.898		13,6%
AP	889.312		4.511		0,5%
PA	6.152.263	16.165.590,46	305.432	1.148.608,97	4,7%
RO	2.301.110		80.935		3,4%
RR	803.572		8.702		1,1%
TO	1.910.688		173.783		8,3%
AL	2.285.445		385.122		14,4%
BA	10.686.418		3.113.038		22,6%
CE	7.243.524		871.167		10,7%
MA	4.964.298		245.915		4,7%
PB	3.415.022	43.912.309,27	925.863	8.635.519,28	21,3%
PE	7.152.574		1.820.390		20,3%
PI	2.932.861		477.911		14,0%
RN	3.244.726		512.960		13,7%
SE	1.987.440		283.153		12,5%
ES	4.876.901		323.919		6,2%
MG	17.259.212	32.767.605,91	16.694.866	21.188.590,16	49,2%
RJ	10.631.493		4.169.805		28,2%
SP	41.558.477	41.558.476,93	61.077.213	61.077.212,60	59,5%
DF	5.872.765		930.479		13,7%
GO	5.966.976	18.341.779,55	9.171.049	15.902.001,02	60,6%
MS	4.016.647		568.104		12,4%
MT	2.485.391		5.232.369		67,8%
PR	13.150.736		9.294.357		41,4%
RS	18.581.149	46.819.215,15	277.486	9.998.538,06	1,5%
SC	15.087.330		426.695		2,8%

Fonte: Elaborado (2020) adaptado (ANP, 2021)

ANEXO C - Memória de cálculo II

UF	GASOLINA C (m³) - 2019	GASOLINA C (m³) - 2019	GASOLINA A (m³) - 2019	GASOLINA A (ton) - 2019	GASOLINA A (kg) - 2019	GASOLINA A (MJ) - 2019	Intensidade de Carbono do CFE [g CO2eq.] - Gasolina A - 2019	Intensidade de Carbono do CFE [toneladas CO2eq.] - Gasolina A - 2019	Intensidade de Carbono do CFE [MEGA toneladas CO2eq.] - Gasolina A - 2019
AC	138.001		100.741	74.750	74.749.839	3.254.608.008	284.452.739.881	284.453	0,28
AM	647.741		472.851	350.855	350.855.136	15.276.232.622	1.335.142.731.196	1.335.143	1,34
AP	170.073		124.153	92.122	92.121.802	4.010.983.276	350.559.938.318	350.560	0,35
PA	1.176.566	3.091.526,19	858.893	637.299	637.298.704	27.747.985.564	2.425.173.938.285	2.425.174	2,43
RO	440.067		321.249	238.367	238.366.628	10.378.482.976	907.079.412.138	907.079	0,91
RR	153.676		112.184	83.240	83.240.213	3.624.278.856	316.761.971.975	316.762	0,32
TO	365.402		266.744	197.924	197.923.756	8.617.600.321	753.178.268.063	753.178	0,75
AL	437.071		319.062	236.744	236.743.999	10.307.833.701	900.904.665.487	900.905	0,90
BA	2.043.683		1.491.889	1.106.981	1.106.981.302	48.197.965.905	4.212.502.220.090	4.212.502	4,21
CE	1.385.260		1.011.240	750.340	750.339.831	32.669.796.235	2.855.340.190.962	2.855.340	2,86
MA	949.378		693.046	514.240	514.240.167	22.390.016.852	1.956.887.472.876	1.956.887	1,96
PB	653.093	8.397.840,75	476.758	353.754	353.754.241	15.402.459.661	1.346.174.974.343	1.346.175	1,35
PE	1.367.867		998.543	740.919	740.918.593	32.259.595.529	2.819.488.649.232	2.819.489	2,82
PI	560.884		409.445	303.808	303.808.277	13.227.812.398	1.156.110.803.586	1.156.111	1,16
RN	620.525		452.983	336.114	336.113.651	14.634.388.370	1.279.045.543.533	1.279.046	1,28
SE	380.080		277.459	205.874	205.874.358	8.963.769.553	783.433.458.933	783.433	0,78
ES	932.664		680.845	505.187	505.186.862	21.995.835.989	1.922.436.065.451	1.922.436	1,92
MG	3.300.672	6.266.514,80	2.409.490	1.787.842	1.787.841.844	77.842.633.881	6.803.446.201.239	6.803.446	6,80
RJ	2.033.179		1.484.221	1.101.292	1.101.291.702	47.950.240.726	4.190.851.039.427	4.190.851	4,19
SP	7.947.691	7.947.691,13	5.801.815	4.304.946	4.304.946.379	187.437.365.322	16.382.025.729.183	16.382.026	16,38
DF	1.123.114		819.874	608.346	608.346.157	26.487.391.664	2.314.998.031.463	2.314.998	2,31
GO	1.141.131	3.507.703,11	833.026	618.105	618.105.231	26.912.301.776	2.352.135.175.208	2.352.135	2,35
MS	768.148		560.748	416.075	416.075.155	18.115.912.229	1.583.330.728.838	1.583.331	1,58
MT	475.309		346.976	257.456	257.455.923	11.209.630.878	979.721.738.696	979.722	0,98
PR	2.514.962	8.953.760,79	1.835.922	1.362.254	1.362.254.334	59.312.553.713	5.183.917.194.549	5.183.917	5,18
RS	3.553.480		2.594.041	1.924.778	1.924.778.159	83.804.841.034	7.324.543.106.376	7.324.543	7,32
SC	2.885.318		2.106.282	1.562.862	1.562.861.574	68.046.992.945	5.947.307.183.372	5.947.307	5,95

Fonte: Elaborado (2020) adaptado (ANP, 2021), (ANP, 2019b)

ANEXO D - Memória de cálculo III

UF	ETANOL HIDRATADO (m³) - 2019 (Verbas)	ETANOL TOTAL (m³) - 2019	Produção de ETANOL TOTAL (m³) - 2019	Produção de etanol anidro e hidratado por Unidade (da Federação - 2019 (litros))	toneladas evitadas (em toneladas CO2 equivalente)	Produção de etanol anidro e hidratado por Unidade (da Federação - 2019 (litros))	toneladas evitadas (em toneladas CO2 equivalente)	Região	toneladas evitadas (em toneladas CO2 equivalente)	Milhões de toneladas evitadas (em toneladas de CO2 equivalente)	Porcentual de toneladas evitadas (em toneladas de CO2 equivalente)	CREDITOS CBOSEM MM (R\$)	DIFERENÇA UF/MM (R\$)	DIFERENÇA REGIONAL
AC	7.903	45.163	-	-	-	-	-						-3,00	
AM	102.045	276.935	8.816	8.816.000	10.344,86							0,46	-16,51	
AP	862	46.782	-	-	-								-2,69	
PA	58.378	376.051	61.233	61.232.952	71.851,88	283.107,16	N		0,28	0,69%		3,21	-35,16	-83,47
RO	15.469	134.287	4.848	4.847.767	5.688,46							0,25	-13,85	
RR	1.663	43.156	-	-	-								-5,92	
TO	33.215	131.874	166.370	166.370.280	195.221,96							8,73	-6,34	
AL	73.609	191.618	504.207	504.206.892	438.145,46							26,45	18,59	
BA	595.000	1.146.794	249.095	249.095.225	216.458,65							13,07	-40,99	
CE	166.508	540.528	-	-	-								-23,92	
MA	47.002	303.334	167.744	167.743.778	145.765,91							8,80	-15,37	
PB	176.962	353.297	359.027	359.026.839	311.986,97							18,84	8,13	-77,55
PE	347.934	717.258	365.594	365.593.863	317.693,58			NE	1,65	4,01%		19,18	-8,75	
PI	91.344	242.782	46.459	46.459.243	40.372,13							2,44	-8,74	
RN	98.043	265.585	109.642	109.642.442	95.277,04							5,75	-4,90	
SE	54.119	156.741	101.827	101.826.513	88.485,15							5,34	-1,59	
ES	61.911	313.730	120.968	120.967.867	149.034,52							6,35	-14,82	
MG	3.190.915	4.082.096	3.579.401	3.579.401.325	4.409.884,87			SE(-SP)	4,67	11,32%		187,80	78,83	23,60
RJ	796.981	1.345.939	91.620	91.619.860	112.877,27							4,81	-40,41	
SP	11.673.779	13.819.656	16.677.554	16.677.553.513	20.431.362,09			SP	20,43	49,49%		875,00	662,02	662,02
DF	177.844	481.085	-	-	-							-	-14,07	
GO	1.752.876	2.060.982	5.470.738	5.470.737.678	6.198.046,34							287,03	244,91	460,77
MS	108.583	315.983	3.307.202	3.307.201.730	3.746.878,53							173,51	150,05	
MT	1.000.071	1.128.404	2.250.018	2.250.018.429	2.549.147,72							118,05	79,89	
PR	1.776.444	2.455.484	1.664.634	1.664.633.572	1.745.926,13							87,34	0,56	
RS	53.036	1.012.476	1	1.140	1,20							0,00	-72,98	-127,36
SC	81.555	860.591	-	-	-								-54,94	

Fonte: Elaborado (2020) adaptado (ANP, 2021), (ANP, 2019b)

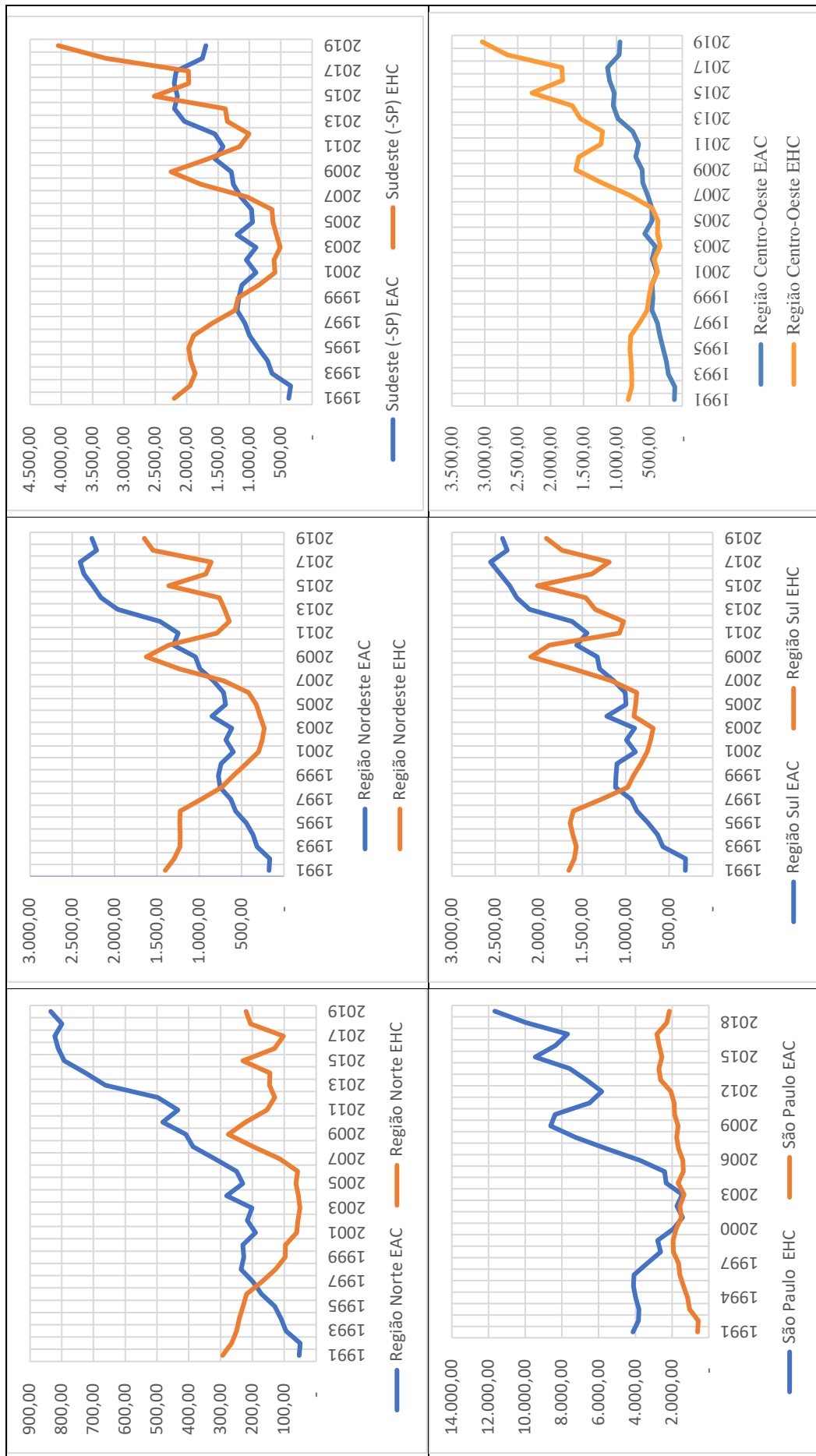
ANEXO E - Memória de cálculo IV

UF	ÓLEO DIESEL B (m³) - 2019	ÓLEO DIESEL B (m³) - 2019	Diesel (80) (m³) - 2019	Diesel (ton) - 2018	ÓLEO DIESEL A (m³) - 2019	Diesel (kg) - 2019	Diesel (MJ) - 2019	Intensidade de Carbono do CFE (g CO2eq.) - Diesel-2019	Intensidade de Carbono do CFE (toneladas CO2eq.) - Diesel-2019	Intensidade de Carbono do CFE [MEGAToneladas CO2eq.] - Diesel-2019	ton(CO2eq)	2ª toneladas(CO2eq) - TODOS SEGMENTOS	MMIton(CO2eq)
AC	155.405	139.864	117.486	117.486,104	139.864	117.486,104	4.968.487,355	429.774	429.774	0,43		714,227	0,71
AM	981.114	883.003	741.722	741.722,364	883.003	741.722,364	31.367.438,771	2.713.283	2.713.283	2,71		4.048,426	4,05
AP	105.289	94.760	79.598	79.598,281	94.760	79.598,281	3.366.211,288	291.177	291.177	0,29		641,737	0,64
PA	2.432.123	2.188.911	1.838.685	1.838.684,869	2.188.911	1.838.684,869	77.757.983,123	6.726.066	6.726.066	6,73	22.923.792,52	9.151,239	9,15
RO	888.363	799.526	671.602	671.602,246	799.526	671.602,246	28.402.058,975	2.456.778	2.456.778	2,46		3.363,858	3,36
RR	395.706	356.135	299.154	299.153,662	356.135	299.153,662	12.651.208,362	1.094.330	1.094.330	1,09		1.411,091	1,41
TO	1.026.947	924.253	776.372	776.372,191	924.253	776.372,191	32.832.779,938	2.840.035	2.840.035	2,84		3.593,214	3,59
AL	352.051	316.846	266.151	266.150,654	316.846	266.150,654	11.255.511,138	973.601	973.601	0,97		1.874,506	1,87
BA	3.138.529	2.824.676	2.372.728	2.372.727,891	2.824.676	2.372.727,891	100.342.662,531	8.679.640	8.679.640	8,68		12.892,143	12,89
CE	1.030.082	927.074	778.742	778.741,854	927.074	778.741,854	32.932.992,991	2.848.704	2.848.704	2,85		5.704,044	5,70
MA	1.376.987	1.239.288	1.041.002	1.041.001,878	1.239.288	1.041.001,878	44.023.969,417	3.808.073	3.808.073	3,81		5.764,961	5,76
PB	436.552	392.897	330.034	330.033,660	392.897	330.033,660	13.957.123,471	1.207.291	1.207.291	1,21	42.308.807,67	2.553,466	2,55
PE	1.389.024	1.250.121	1.050.102	1.050.101,826	1.250.121	1.050.101,826	44.408.806,242	3.841.362	3.841.362	3,84		6.660,850	6,66
PI	545.784	491.205	412.613	412.612,578	491.205	412.612,578	17.449.385,913	1.509.372	1.509.372	1,51		2.665,483	2,67
RN	455.842	410.258	344.616	344.616,379	410.258	344.616,379	14.573.826,663	1.260.636	1.260.636	1,26		2.539,682	2,54
SE	314.676	283.208	237.895	237.894,858	283.208	237.894,858	10.060.573,542	870.240	870.240	0,87		1.653,673	1,65
ES	1.129.579	1.016.621	853.962	853.961,724	1.016.621	853.961,724	36.114.041,308	3.123.865	3.123.865	3,12		5.046,301	5,05
MG	6.936.059	6.242.453	5.243.660	5.243.660,420	6.242.453	5.243.660,420	221.754.399,142	19.181.756	19.181.756	19,18	41.813.511,78	25.985,202	25,99
RJ	2.383.341	2.145.007	1.801.806	1.801.805,692	2.145.007	1.801.805,692	76.198.362,733	6.591.158	6.591.158	6,59		10.782,009	10,78
SP	12.441.179	11.197.061	9.405.531	9.405.531,221	11.197.061	9.405.531,221	397.759.915,344	34.406.233	34.406.233	34,41	50.788.258,41	50.788,258	50,79
DF	375.748	338.173	284.066	284.065,706	338.173	284.065,706	12.013.138,695	1.039.136	1.039.136	1,04		3.354,135	3,35
GO	2.781.342	2.503.208	2.102.695	2.102.694,758	2.503.208	2.102.694,758	88.922.961,332	7.691.836	7.691.836	7,69		10.043,971	10,04
MS	1.451.117	1.306.005	1.097.044	1.097.044,151	1.306.005	1.097.044,151	46.393.997,151	4.013.081	4.013.081	4,01	50.788.258,41	5.596,411	5,60
MT	2.936.405	2.642.765	2.219.922	2.219.922,194	2.642.765	2.219.922,194	93.880.509,600	8.120.664	8.120.664	8,12		9.100,386	9,10
PR	5.608.000	5.047.200	4.239.648	4.239.648,079	5.047.200	4.239.648,079	179.294.717,277	15.508.993	15.508.993	15,51		20.692,910	20,69
RS	3.644.436	3.279.993	2.755.194	2.755.193,989	3.279.993	2.755.193,989	116.517.153,814	10.078.734	10.078.734	10,08	51.197.235,30	17.403,277	17,40
SC	2.586.769	2.328.092	1.955.597	1.955.597,250	2.328.092	1.955.597,250	82.702.207,696	7.153.741	7.153.741	7,15		13.101,048	13,10

Fonte: Elaborado (2020) adaptado (ANP, 2021), (ANP, 2019b)

ANEXO F - CONSUMO DE EHC E EAC

CONSUMO DE EHC E EAC POR REGIÃO – 1991 - 2019 (em mil m³)



Fonte: Elaborado (2020) adaptado (ANP, 2001) (ANP, 2010) (ANP, 2020i)

APÊNDICE A - Histórico da mistura carburante

Histórico da mistura carburante (etanol anidro - gasolina)

Dispositivo Legal		Abrangência	Mistura		Vigência
Número	Data Edição		Limite	Percentual fixado	
Decreto nº 19.717	20/02/31	BR	0 < > 5%		01/07/31
Decreto-Lei nº 737	23/09/38	BR	0 < > 5%		
Decreto nº 20.169	01/07/31	BR	0 < > 5%	2%	01/07/31
Decreto nº 20.169	01/07/31	BR	0 < > 5%	3%	01/08/31
Decreto nº 20.169	01/07/31	BR	0 < > 5%	4%	01/09/31
Decreto nº 20.169	01/07/31	BR	0 < > 5%	5%	01/10/31
Decreto nº 59.190	08/09/66	BR	25%		09/09/66
Portaria CNP nº 94	01/07/76	PE	10% < > 11%		
Portaria CNP nº 95	02/07/76	SP	11% < > 12%		
Portaria CNP nº 163	04/10/76	PE / AL	11% < > 15%		
Portaria CNP nº 5	07/01/77	PR	10% < > 15%		
Portaria CNP nº 88	19/05/77	SP	11% < > 13%		
		SP (região metropolitana)	18% < > 20%		
Portaria CNP nº 104	06/06/77	RJ	10% < > 12%		
Portaria CNP nº 130	21/07/77	PR			
Portaria CNP nº 142	03/08/77	CE			
Portaria CNP nº 174	21/09/77	RN / PB / PE / AL			
Portaria CNP nº 198	20/10/77	SP (Norte) MG (Sul)	18% < > 20%		
Portaria CNP nº 234	20/12/77	SP			
Portaria CNP nº 39	03/02/78	NORDESTE	20% < > 23%		
Portaria CNP nº 94	25/04/78	CE / RN / PB / PE / AL	23% < > 25%		
Portaria CNP 213	26/07/78	CENTRO SUL	20%		
Portaria CNP nº 325	05/09/78	NORTE NORDESTE			
Portaria CNP nº 157	22/04/81	NORTE NORDESTE	12%		
Portaria CNP nº 245	30/06/81	CENTRO SUL			
CNE	28/09/81	BR			
Portaria CNP nº 443	17/12/81		15%		
Portaria CNE nº 12	05/01/82		20%		
Portaria CNP nº 191	18/05/82	CENTRO/SUL	20%		
Decisão Ministro MME		BR			
Telex CNE nº 3.292/1983			20%		
Portaria CNP nº 190	15/06/83				
Portaria CNP nº 144	20/06/84	BR	22%		
Portaria CNP nº 19	13/03/89	BR	18%		
Portaria CNP nº 98	07/08/89	SP (região metropolitana)	22%		

Dispositivo Legal		Abrangência	Mistura		
Número	Data Edição		Limite	Percentual fixado	Vigência
Portaria MIC/MME nº 417	31/08/89	Redução do teor de AEAC na gasolina "C"			
Portaria CNP nº 111	04/09/89	BR (exceto SP-região metropolitana)	13%		
		SP (região metropolitana)	22%		
Portaria CNP nº 143	16/11/89	BR	13%		
Telex DNC nº 265	12/06/90	SP (região metropolitana)	22%		
Telex DNC nº 510	03/07/90	Área abastecida pela Refinaria de Manguinhos			
Portaria DNC nº 23	23/09/92	BR			
Lei nº 8.723 - Art. 9º	28/10/93	BR			29/10/93
Medida Provisória nº 1.662	28/05/98	BR	22% < > 24%		28/05/98
Decreto 2.607	28/05/98		24%		15/06/98
Medida Provisória nº 2.053-29	04/08/00	BR	20% < > 24%		07/08/00
Decreto nº 3.552	04/08/00	BR	20%		20/08/00
Decreto nº 3.824	29/05/01	BR	22%		31/05/01
Decreto nº 3.966	10/10/01	BR	Delegação de competência ao Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para fixar o teor da mistura.		
Portaria MAPA nº 589	10/12/01	BR	24%		10/01/02
Lei nº 10.464 - Art. 16	24/05/02	BR	20% < > 25%		27/05/02
Portaria MAPA nº 266	21/06/02	BR	25%		01/07/02
Portaria MAPA nº 17	22/01/03	BR	20%		01/02/03
Portaria MAPA nº 554	27/05/03	BR	25%		01/06/03
Portaria MAPA nº 429	13/10/05	Área abastecida a partir do município de Manaus/AM	20%		14/10/05
Portaria MAPA nº 51	22/02/06	BR	20%		01/03/06
Portaria MAPA nº 278	10/11/06	BR	23%		20/11/06
Portaria MAPA nº 143	27/06/07	BR	25%		01/07/07
Portaria MAPA nº 7	11/01/10	BR	20%		01/02/10
		BR	25%		02/05/10
Portaria MAPA nº 678	31/08/11	BR	20%		01/10/11
Portaria MAPA nº 105	28/02/13	BR	25%		01/05/13
Lei nº 13.033	24/09/14	BR	18% < > 27,5%		25/09/14
Portaria MAPA nº 75	05/03/15	BR	27% para Gasolina Comum 25% para Gasolina Premium		16/03/15

Fonte: Elaboração própria (2020) adaptado (MAPA, 2015)

APÊNDICE B – Estrutura de formação do preço do EHC

Estrutura de formação do preço do etanol hidratado no produtor

- A. Preço de realização¹⁵⁷
- B. Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico = Cide¹⁵⁸
- C. PIS/PASEP E COFINS¹⁵⁹
- D. Preço de faturamento sem ICMS $D = A + B + C$
- E. ICMS produtor $E = [(D / (1 - ICMS\%)) - D]$ ¹⁶⁰
- F. Preço de faturamento do produtor com ICMS $F = D + E$

Estrutura de formação do preço a partir da distribuidora

- G. Frete até a base de distribuição¹⁶¹
- 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
- L. Preço da distribuidora sem ICMS $L = H + I + J + K - E$
- M. ICMS da distribuidora $M = [(L / (1 - ICMS\%)) - L - E]$
- 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) $O = (PMPF \times ICMS\%) - E - M$ ¹⁶² ou (ii)
ICMS da Substituição Tributária da revenda (na ausência do PMPF) $O = \% MVA \times (E + M)$ ¹⁶³
- P. Preço de faturamento da distribuidora $P = N + O$ (i) ou $P = N + O$ (ii)

Estrutura de formação 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 $S = Q + R$

¹⁵⁷ Preço FOB (sem fretes e sem tributos). Já inclui a margem do agente econômico.

¹⁵⁸ 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

¹⁵⁹ 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

¹⁶⁰ 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.

¹⁶¹ Frete até a base de distribuição (quando cobrados separadamente) (para os contribuintes que optaram pela alíquota específica)

¹⁶² Preço Médio ao Consumidor Final (PMPF) estabelecido por Ato Cotepe / PMPF

¹⁶³ Margem de Valor Agregado (MVA) estabelecido por Ato Cotepe / MVA (apenas na ausência do PMPF)

APÊNDICE C - Metas individuais de redução de GEEs

Metas individuais compulsórias de redução de GEEs

Razão Social	Somatório das Emissões (tCO2 equivalente)	Participação de Mercado (%)	Meta Individual 2019 (CBIO)	(8/365) * (Meta Individual 2019) (CBIO)	Meta Individual 2019 (CBIO) - R\$	(8/365) (Meta Individual 2019) (CBIO) * - R\$
PETROBRAS DISTRIBUIDORA S.A.	65.866.372,46	28,53%	4.793.039	105.053	191.721.577,46	4.202.120,00
IPIRANGA PRODUTOS DE PETRÓLEO S. A	47.672.760,02	20,65%	3.469.106	76.035	138.764.234,48	3.041.400,00
RAIZEN COMBUSTÍVEIS S.A.	40.360.619,61	17,48%	2.937.008	64.373	117.480.307,01	2.574.920,00
ALESAT COMBUSTÍVEIS S. A.	7.740.834,31	3,35%	563.294	12.346	22.531.754,97	493.840,00
PETRÓLEO SABBÁ S.A.	5.362.949,06	2,32%	390.257	8.554	15.610.288,16	342.160,00
CIAPETRO DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA	4.386.385,43	1,90%	319.194	6.996	12.767.740,25	279.840,00
TDC DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS S/A.	3.409.170,20	1,48%	248.082	5.437	9.923.295,67	217.480,00
ATEM' S DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO S.A.	3.076.377,66	1,33%	223.865	4.907	8.954.614,55	196.280,00
RODOIL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA	2.698.303,72	1,17%	196.353	4.304	7.854.129,91	172.160,00
ROYAL FIC DISTRIBUIDORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO S/A	2.594.230,45	1,12%	188.780	4.138	7.551.197,00	165.520,00
RAIZEN MIME COMBUSTIVEIS S/A.	2.321.958,13	1,01%	168.967	3.703	6.758.676,06	148.120,00
POTENCIAL PETRÓLEO LTDA	2.095.773,24	0,91%	152.508	3.343	6.100.304,86	133.720,00
LARCO COMERCIAL DE PRODUTOS DE PETRÓLEO LTDA.	1.872.882,56	0,81%	136.288	2.987	5.451.522,31	119.480,00

Razão Social	Somatório das Emissões (tCO2 equivalente)	Participação de Mercado (%)	Meta Individual 2019 (CBIO)	(8/365) * (Meta Individual 2019) (CBIO)	Meta Individual 2019 (CBIO) - R\$	(8/365) (Meta Individual 2019) (CBIO) * - R\$
SP INDÚSTRIA E DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	1.768.719,17	0,77%	128.708	2.821	5.148.327,08	112.840,00
TOBRAS DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	1.548.733,47	0,67%	112.700	2.470	4.508.000,25	98.800,00
ZEMA CIA DE PETRÓLEO	1.496.229,55	0,65%	108.879	2.386	4.355.173,66	95.440,00
TAURUS DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	1.422.600,37	0,62%	103.521	2.269	4.140.856,35	90.760,00
FEDERAL DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	1.390.347,59	0,60%	101.174	2.218	4.046.976,07	88.720,00
DISTRIBUIDORA EQUADOR DE PRODUTOS DE PETRÓLEO LTDA.	1.265.511,75	0,55%	92.090	2.018	3.683.608,19	80.720,00
TEMAPE - TERMINAIS MARÍTIMOS DE PERNAMBUCO LTDA.	1.253.011,56	0,54%	91.181	1.998	3.647.223,07	79.920,00
PETROBAHIA S/A	1.233.005,21	0,53%	89.725	1.967	3.588.989,27	78.680,00
RUFF CJ DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	1.202.742,83	0,52%	87.523	1.918	3.500.902,56	76.720,00
FERA LUBRIFICANTES LTDA.	1.078.481,82	0,47%	78.480	1.720	3.139.207,89	68.800,00
PETROX DISTRIBUIDORA LTDA.	1.042.705,07	0,45%	75.877	1.663	3.035.070,16	66.520,00
DISLUB COMBUSTÍVEIS LTDA.	1.002.613,99	0,43%	72.959	1.599	2.918.374,41	63.960,00
DISTRIBUIDORA RIO BRANCO DE PETRÓLEO LTDA.	966.358,13	0,42%	70.321	1.541	2.812.842,10	61.640,00
DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEL TORRÃO LTDA.	939.429,44	0,41%	68.361	1.498	2.734.458,98	59.920,00
GP DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS S/A.	918.253,49	0,40%	66.821	1.465	2.672.820,77	58.600,00
SMALL DISTRIBUIDORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO LTDA.	905.913,35	0,39%	65.923	1.445	2.636.901,51	57.800,00
SETTA COMBUSTÍVEIS S/A.	846.707,40	0,37%	61.614	1.350	2.464.566,86	54.000,00

Razão Social	Somatório das Emissões (tCO2 equivalente)	Participação de Mercado (%)	Meta Individual 2019 (CBIO)	(8/365) * (Meta Individual 2019) (CBIO)	Meta Individual 2019 (CBIO) - R\$	(8/365) (Meta Individual 2019) (CBIO) * - R\$
ASTER PETRÓLEO LTDA.	837.118,96	0,36%	60.916	1.335	2.436.657,15	53.400,00
ATLÂNTICA PRODUTOS DE PETRÓLEO LTDA.	820.267,13	0,36%	59.690	1.308	2.387.605,41	52.320,00
IDAZA DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	786.022,23	0,34%	57.198	1.254	2.287.926,54	50.160,00
STANG DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	757.642,66	0,33%	55.133	1.208	2.205.320,27	48.320,00
TRIANGULO DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	736.334,17	0,32%	53.582	1.174	2.143.296,26	46.960,00
REJAILE DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	729.251,58	0,32%	53.067	1.163	2.122.680,48	46.520,00
ESTRADA DISTRIBUIDORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO LTDA.	717.583,27	0,31%	52.218	1.145	2.088.716,78	45.800,00
PONTUAL BRASIL PETRÓLEO LTDA	708.534,17	0,31%	51.559	1.130	2.062.376,96	45.200,00
DISTRIBUIDORA DE PRODUTOS DE PETRÓLEO CHARRUA LTDA	649.327,44	0,28%	47.251	1.036	1.890.040,04	41.440,00
DIBRAPE DISTRIBUIDORA BRASILEIRA DE PETRÓLEO LTDA.	631.290,34	0,27%	45.938	1.007	1.837.538,26	40.280,00
RM PETRÓLEO LTDA	613.677,48	0,27%	44.657	979	1.786.271,36	39.160,00
HORA DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	610.401,48	0,26%	44.418	974	1.776.735,70	38.960,00
D'MAIS DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	591.933,98	0,26%	43.075	944	1.722.981,11	37.760,00
FAN - DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	575.291,35	0,25%	41.863	918	1.674.538,34	36.720,00
76 OIL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS S/A	564.595,05	0,24%	41.085	900	1.643.403,91	36.000,00
IMPERIAL DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	553.647,78	0,24%	40.288	883	1.611.538,96	35.320,00
MAXSUL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	517.200,17	0,22%	37.636	825	1.505.448,52	33.000,00

Razão Social	Somatório das Emissões (tCO2 equivalente)	Participação de Mercado (%)	Meta Individual 2019 (CBIO)	(8/365) *	
				Meta Individual 2019 (CBIO)	Meta Individual (8/365) (Meta Individual 2019) (CBIO) * - R\$
REDEPETRO DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	491.795,42	0,21%	35.788	784	1.431.501,24
FLEXPETRO DISTRIBUIDORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO LTDA	476.220,13	0,21%	34.654	760	1.386.165,23
PETROSERRA DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	453.217,66	0,20%	32.980	723	1.319.210,43
SIMARELLI DISTRIBUIDORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO LTDA.	446.119,79	0,19%	32.464	712	1.298.550,18
MEGAPETRO PETRÓLEO BRASIL S/A.	411.738,85	0,18%	29.962	657	1.198.475,33
PETRONAC DISTRIBUIDORA NACIONAL DE DERIVADOS DE PETRÓLEO E ALCÓOL LTDA	358.720,64	0,16%	26.104	572	1.044.151,75
DISTRIBUIDORA TABOÃO LTDA.	355.096,92	0,15%	25.840	566	1.033.603,94
MAX DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	347.255,66	0,15%	25.269	554	1.010.779,85
RUMOS DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	297.322,48	0,13%	21.636	474	865.436,08
DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS MASUT LTDA	296.661,44	0,13%	21.588	473	863.511,95
REDE SOL FUEL DISTRIBUIDORA S/A.	292.488,52	0,13%	21.284	467	851.365,56
ALCOOLBRAS - ALCÓOL DO BRASIL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	243.199,53	0,11%	17.697	388	707.896,84
SUL COMBUSTÍVEIS LTDA.	233.276,26	0,10%	16.975	372	679.012,55
ACOL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	226.699,83	0,10%	16.497	362	659.870,10
AMERICANIL DISTRIBUIDORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO EIRELI	217.279,68	0,09%	15.811	347	632.450,25
WATT DISTRIBUIDORA BRASILEIRA DE COMBUSTÍVEIS E DERIVADOS DE PETRÓLEO LTDA	203.593,89	0,09%	14.815	325	592.614,10

Razão Social	Somatório das Emissões (tCO2 equivalente)	Participação de Mercado (%)	Meta Individual 2019 (CBIO)	(8/365) *	
				Meta Individual 2019 (CBIO)	Meta Individual (8/365) (Meta Individual 2019) (CBIO) * - R\$
PETROLUZ DISTRIBUIDORA LTDA.	201.857,69	0,09%	14.689	322	587.560,45
PHOENIX DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	201.447,53	0,09%	14.659	321	586.366,55
TRANSO COMBUSTÍVEIS LTDA	190.095,65	0,08%	13.833	303	553.323,90
DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS SAARA S.A.	180.932,17	0,08%	13.166	289	526.651,16
PETROEXPRESS DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS E DERIVADOS DE PETRÓLEO LTDA.	180.549,39	0,08%	13.138	288	525.536,96
STOCK DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	178.972,75	0,08%	13.024	285	520.947,75
PELIKANO DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	167.447,61	0,07%	12.185	267	487.400,75
DISTRIBUIDORA SUL DE PETRÓLEO LTDA.	164.969,16	0,07%	12.005	263	480.186,58
FLEX DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	138.884,11	0,06%	10.106	222	404.259,11
REALCOOL DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	138.612,91	0,06%	10.087	221	403.469,71
SIM DISTRIBUIDORA DE COMBUSTIVEIS LTDA	132.005,44	0,06%	9.606	211	384.236,90
DIRECIONAL DISTRIBUIDORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO LTDA.	126.189,75	0,05%	9.183	201	367.308,79
SR BRASIL PETRÓLEO LTDA.	125.024,77	0,05%	9.098	199	363.917,80
LIDERPETRO DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	120.814,71	0,05%	8.792	193	351.663,31
WALENDOWSKY DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA	118.335,84	0,05%	8.611	189	344.447,91
RZD DISTRIBUIDORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO LTDA.	116.609,58	0,05%	8.486	186	339.423,18
SOLL DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	107.874,55	0,05%	7.850	172	313.997,53

Razão Social	Somatório das Emissões (tCO2 equivalente)	Participação de Mercado (%)	Meta Individual 2019 (CBIO)	(8/365) *		
				Meta Individual 2019 (CBIO)	Meta Individual (8/365) (Meta Individual 2019) (CBIO) * - R\$	
DIAMANTE DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	106.534,09	0,05%	7.752	170	310.095,77	6.800,00
TOWER BRASIL PETRÓLEO LTDA.	97.953,28	0,04%	7.128	156	285.119,05	6.240,00
TAG DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS S/A.	96.491,51	0,04%	7.022	154	280.864,18	6.160,00
ARAGUAIA DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS S. A	96.229,53	0,04%	7.003	153	280.101,62	6.120,00
UNI COMBUSTÍVEIS LTDA	95.163,93	0,04%	6.925	152	276.999,91	6.080,00
COPERCANA DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA	88.999,37	0,04%	6.476	142	259.056,30	5.680,00
PODIUM DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	82.737,56	0,04%	6.021	132	240.829,66	5.280,00
DIAL - DISTRIBUIÇÃO, ABASTECIMENTO E LOGISTICA LTDA.	81.487,38	0,04%	5.930	130	237.190,67	5.200,00
BIOPETRÓLEO DO BRASIL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA	77.828,04	0,03%	5.663	124	226.539,20	4.960,00
YPETRO DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS S.A.	77.539,70	0,03%	5.642	124	225.699,90	4.960,00
DANPETRO DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO S.A.	73.451,71	0,03%	5.345	117	213.800,72	4.680,00
ALPES DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	71.505,49	0,03%	5.203	114	208.135,72	4.560,00
BIOSTRATUM DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA	69.341,38	0,03%	5.046	111	201.836,52	4.440,00
MONTE CABRAL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	65.137,56	0,03%	4.740	104	189.600,18	4.160,00
ART PETRO DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	52.752,77	0,02%	3.839	84	153.550,95	3.360,00
GRAN PETRO DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	52.018,15	0,02%	3.785	83	151.412,65	3.320,00

Razão Social	Somatório das Emissões (tCO2 equivalente)	Participação de Mercado (%)	Meta Individual 2019 (CBIO)	(8/365) * (Meta Individual 2019) (CBIO)	Meta Individual 2019 (CBIO) - R\$	(8/365) (Meta Individual 2019) (CBIO) * - R\$
VIRALCOOL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	50.298,03	0,02%	3.660	80	146.405,78	3.200,00
BRASOIL DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	50.252,81	0,02%	3.657	80	146.274,15	3.200,00
ECOMAT - ECOLÓGICA MATO GROSSO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.	46.886,89	0,02%	3.412	75	136.476,75	3.000,00
FGC DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	37.107,71	0,02%	2.700	59	108.011,85	2.360,00
BRASPETRO DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	37.090,92	0,02%	2.699	59	107.962,99	2.360,00
PETROBALL DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	27.975,13	0,01%	2.036	45	81.429,04	1.800,00
DISTRIBUIDORA MONTEPETRO DE PETRÓLEO LTDA.	25.896,24	0,01%	1.884	41	75.377,90	1.640,00
PETROGOIÁS DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	22.172,92	0,01%	1.614	35	64.540,18	1.400,00
MANGUINHOS DISTRIBUIDORA S. A.	21.385,27	0,01%	1.556	34	62.247,51	1.360,00
GREEN DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	20.085,52	0,01%	1.462	32	58.464,25	1.280,00
CRUZ DE MALTA DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	18.057,10	0,01%	1.314	29	52.559,99	1.160,00
GOL COMBUSTÍVEIS S. A	16.453,73	0,01%	1.197	26	47.892,95	1.040,00
LIDER DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	15.367,95	0,01%	1.118	25	44.732,51	1.000,00
CENTRO OESTE BRASIL PETRÓLEO LTDA.	14.833,40	0,01%	1.079	24	43.176,54	960,00
PETROALCOOL DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	13.826,46	0,01%	1.006	22	40.245,60	880,00
COMÉRCIO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO ISABELLA LTDA.	13.334,64	0,01%	970	21	38.814,00	840,00
ECO BRASIL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	11.873,99	0,01%	864	19	34.562,40	760,00
BATUVY DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA	10.374,32	0,00%	755	17	30.197,22	680,00

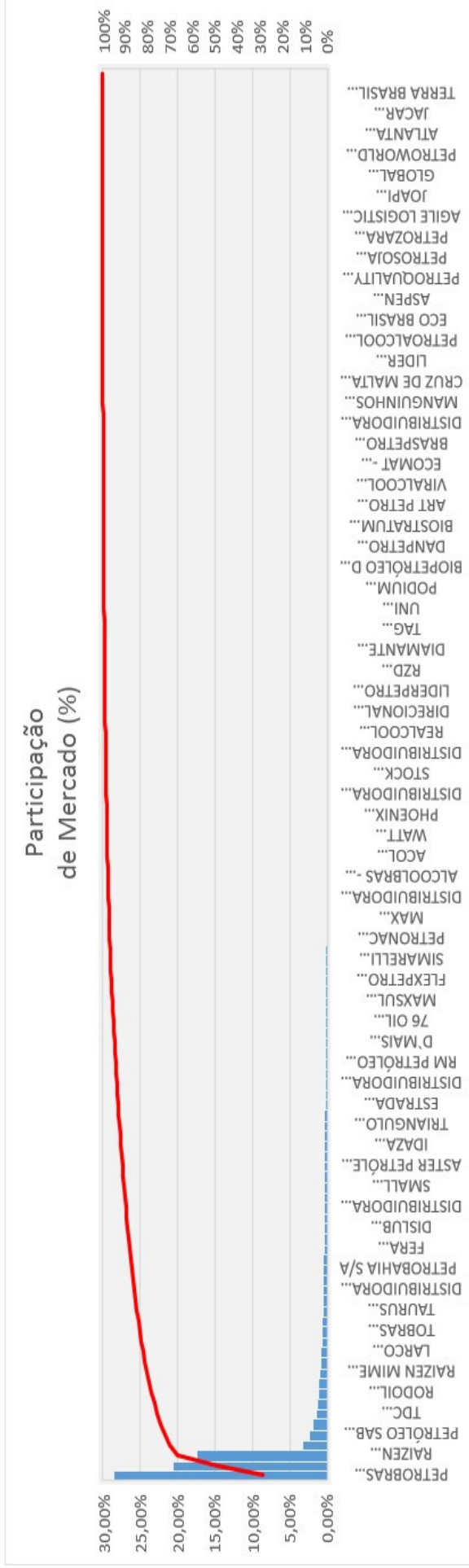
Razão Social	Somatório das Emissões (tCO2 equivalente)	Participação de Mercado (%)	Meta Individual 2019 (CBIO)	(8/365) *	
				Meta Individual 2019 (CBIO) - R\$	(8/365) (Meta Individual 2019) (CBIO) * - R\$
ASPEN DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA	10.268,11	0,00%	747	29.888,07	640,00
PETRO AMAZON PETRÓLEO DA AMAZONIA LTDA	6.633,71	0,00%	483	19.309,18	440,00
PETROQUALITY DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	5.787,12	0,00%	421	16.844,94	360,00
PETROSUL DISTRIBUIDORA TRANSPORTADORA E COMÉRCIO DE COMBUSTÍVEIS LTDA	4.762,86	0,00%	347	13.863,56	320,00
PETROSOJA DISTRIBUIDORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO LTDA	4.437,89	0,00%	323	12.917,66	280,00
MINUANO PETRÓLEO LTDA.	4.200,81	0,00%	306	12.227,58	280,00
PETROZARA DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	3.897,52	0,00%	284	11.344,78	240,00
PARANAPANEMA DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA	2.500,19	0,00%	182	7.277,47	160,00
AGILE LOGÍSTICA E DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS LTDA	1.743,33	0,00%	127	5.074,42	120,00
VETOR COMÉRCIO DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	961,34	0,00%	70	2.798,25	80,00
JOAPI DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS S.A.	744,36	0,00%	54	2.166,66	40,00
FLAG DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	375,94	0,00%	27	1.094,28	40,00
GLOBAL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	282,08	0,00%	21	821,08	40,00
ORCA DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	244,75	0,00%	18	712,40	40,00
PETROWORLD COMBUSTÍVEIS S/A.	193,59	0,00%	14	563,48	40,00
PDV BRASIL COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES LTDA.	72,14	0,00%	5	209,99	40,00

Razão Social	Somatório das Emissões (tCO2 equivalente)	Participação de Mercado (%)	Meta Individual 2019 (CBIO)	(8/365) *	
				Meta Individual 2019 (CBIO)	Meta Individual 2019 (CBIO) - R\$
ATLANTA DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	69,14	0,00%	5	1	201,24
ARAPETRO DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	27,66	0,00%	2	1	80,50
JACAR DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	10,36	0,00%	1	1	30,15
ECOLÓGICA DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	10,31	0,00%	1	1	30,00
TERRA BRASIL DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	9,65	0,00%	1	1	28,10

* Este conteúdo não substitui as versões certificadas do Despacho Nº 495, de 27/06/2019 publicado no Diário Oficial da União em 28/06/2019, e do Despacho Nº 585, de 26/07/2019 publicado no Diário Oficial da União em 29/07/2019.

APÊNDICE D - Gráfico das metas de redução

Gráfico das metas de redução de GEEs^{164 165}



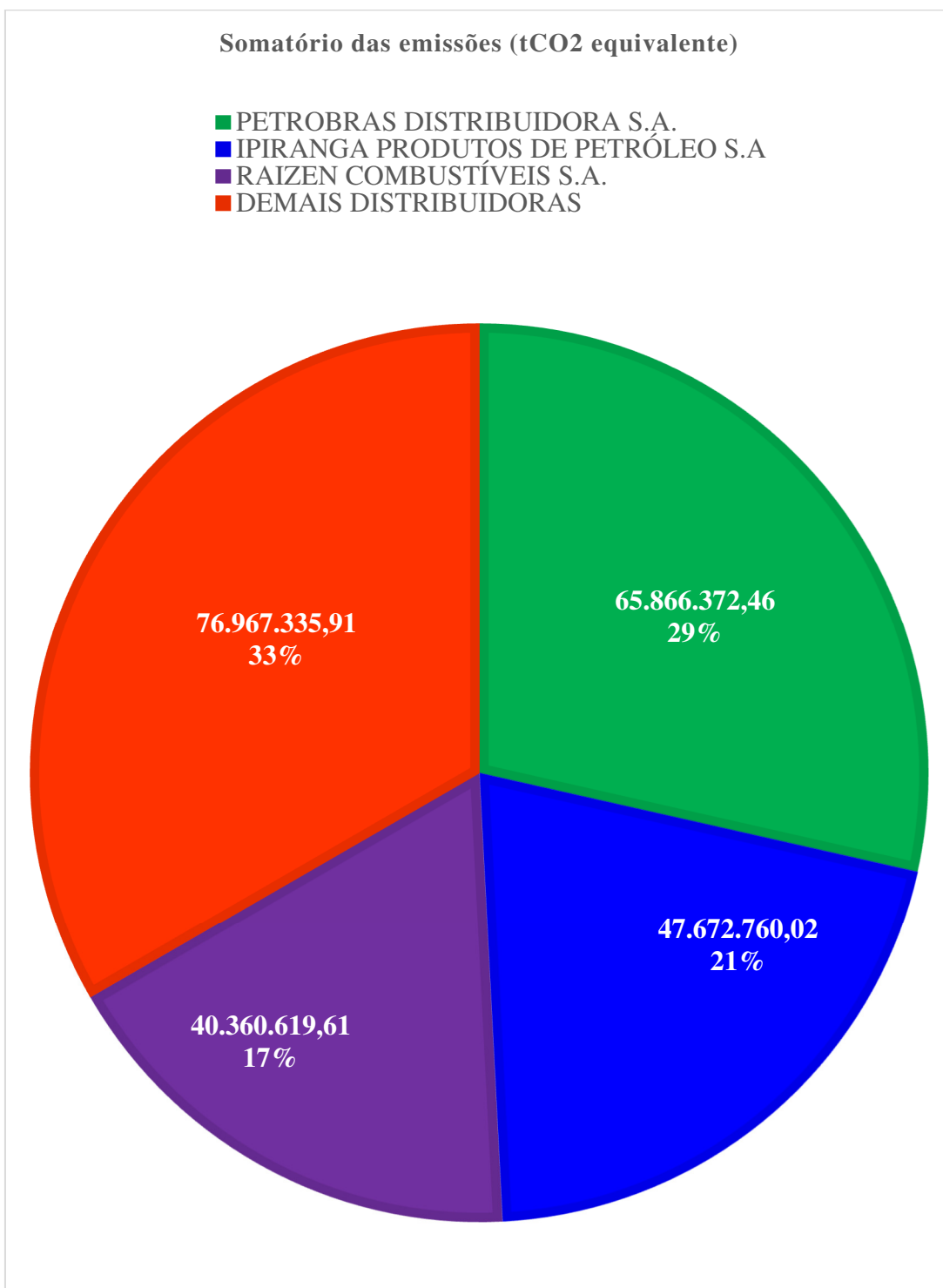
Fonte: Elaboração própria (2020) adaptado de (ANP, 2019k)

¹⁶⁴ Gráfico das metas individuais compulsórias de redução de GEEs

¹⁶⁵ "Participação de Mercado (%)"

APÊNDICE E - Somatório das Emissões

Somatório das Emissões (tCO2 equivalente) – Percentual



Fonte: Elaboração própria (2020) adaptado de (ANP, 2019k)

**APÊNDICE F - Certificados da Produção ou Importação
Certificados da Produção ou Importação Eficiente¹⁶⁶**

<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/certificacoes/certificados-aprovados-producao.xlsx>

Fonte: (ANP, 2021f)

¹⁶⁶ de Biocombustíveis, atualizado em 03/11/2020, Fonte: ANP, (202f)

APÊNDICE G - Tributação dos Combustíveis por Estado¹⁶⁷¹⁶⁸

Etanol Hidratado (comum ou aditivado)							
Etanol	PIS/COFINS¹⁶⁹	PIS/COFINS	PIS/COFINS	ICMS¹⁷⁰	PMPF¹⁷¹	ICMS	Tributos
	Produtor	Distribuidora	Etanol	%	16/ago	TOTAL	TOTAL
AC	0,1309	0,1109	0,2418	25,00%	5,441	1,3603	1,602
AM	0,1309	0,1109	0,2418	25,00%	4,5368	1,1342	1,376
AP	0,1309	0,1109	0,2418	25,00%	5,54	1,385	1,627
PA	0,1309	0,1109	0,2418	25,00%	5,3108	1,3277	1,57
RO	0,1309	0,1109	0,2418	26,00%	5,138	1,3359	1,578
RR	0,1309	0,1109	0,2418	25,00%	4,969	1,2423	1,484
TO	0,1309	0,1109	0,2418	29,00%	4,81	1,3949	1,637
AL	0,1309	0,1109	0,2418	25,00%	5,2492	1,3123	1,554
BA	0,1309	0,1109	0,2418	20,00%	4,99	0,998	1,24
CE	0,1309	0,1109	0,2418	25,00%	5,0459	1,2615	1,503
MA	0,1309	0,1109	0,2418	26,00%	5,025	1,3065	1,548
PB	0,1309	0,1109	0,2418	23,00%	5,3188	1,2233	1,465
PE	0,1309	0,1109	0,2418	25,00%	5,066	1,2665	1,508
PI	0,1309	0,1109	0,2418	22,00%	5,06	1,1132	1,355
RN	0,1309	0,1109	0,2418	23,00%	5,5311	1,2722	1,514
SE	0,1309	0,1109	0,2418	27,00%	5,206	1,4056	1,647
ES	0,1309	0,1109	0,2418	27,00%	5,109	1,3794	1,621
MG	0,1309	0,1109	0,2418	16,00%	4,4365	0,7098	0,952
RJ	0,1309	0,1109	0,2418	32,00%	5,231	1,6739	1,916
SP	0,1309	0,1109	0,2418	13,30%	4,099	0,5452	0,787
PR	0,1309	0,1109	0,2418	18,00%	4,27	0,7686	1,01
RS	0,1309	0,1109	0,2418	30,00%	5,8422	1,7527	1,994
SC	0,1309	0,1109	0,2418	25,00%	4,84	1,21	1,452
DF	0,1309	0,1109	0,2418	28,00%	5,088	1,4246	1,666
GO	0,1309	0,1109	0,2418	25,00%	4,3385	1,0846	1,326
MS	0,1309	0,1109	0,2418	20,00%	4,2014	0,8403	1,082
MT	0,1309	0,1109	0,2418	25,00%	4,2709	0,5339	0,776

¹⁶⁷ Referência: 16 a 31 de agosto de 2021

¹⁶⁸ Fonte: FECOMBUSTIVEIS, (2021)

¹⁶⁹ PIS: Programa de Integração Social; COFINS: Contribuição para Financiamento da Seguridade Social

¹⁷⁰ Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação

¹⁷¹ Preço Médio Ponderado a Consumidor Final

UFBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

Rua Aristides Novis, 02, 6º andar, Federação, Salvador BA

CEP: 40.210-630

Telefone: (71) 3283-9800

E-mail: pei@ufba.br

Home page: <http://www.pei.ufba.br>

