

Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



DANIEL HENRIQUE FORNARO

**SISTEMATIZAÇÃO DA OPERACIONALIZAÇÃO DOS CRÉDITOS DE
DESCARBONIZAÇÃO - CBIOs**

ARARAS - 2021



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



DANIEL HENRIQUE FORNARO

**SISTEMATIZAÇÃO DA OPERACIONALIZAÇÃO DOS CRÉDITOS DE
DESCARBONIZAÇÃO - CBIOs**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia
Agrônoma – CCA – UFSCar para a obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Jeronimo Alves dos Santos

ARARAS – 2021

RESUMO

Como forma de atingir as metas de descarbonização estabelecidas no Acordo de Paris em 2015, o Brasil criou a Política Nacional de Biocombustíveis, também chamada de Programa RenovaBio. Estabelecido pela Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, o Programa RenovaBio criou o primeiro crédito de carbono oficial do país, o CBIO, visando substituir os combustíveis fósseis por biocombustíveis, com destaque para o etanol de primeira geração produzido por usinas de cana-de-açúcar. O CBIO é um crédito de descarbonização e pode ser negociado na Bolsa de Valores (B3). Deste modo, o presente trabalho se propôs a sistematizar todas as operações que precisam ser realizadas, desde a emissão do crédito até a sua negociação em Bolsa, de forma a trazer um entendimento abrangente a respeito do tema, abordando diversos aspectos envolvidos. Para atingir esse objetivo, foi realizada uma revisão bibliográfica narrativa, trazendo o seguinte conteúdo legislativo, que embasa todo o programa RenovaBio: a Lei nº 13.576/2017, o Decreto nº 9.888/2019, o Decreto nº 9.964/2019 e as resoluções da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) nº 758/2018 e nº 802/2019. No conteúdo legislativo abordado, encontrou-se que o crédito de carbono é uma forma de incentivar a participação de produtores de biocombustíveis – especialmente as usinas de cana-de-açúcar – no programa RenovaBio. Isso acontece porque o ativo CBIO pode ser emitido pelo produtor de biocombustíveis de acordo com a diminuição de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) gerada no processo produtivo do biocombustível em comparação ao seu substituto fóssil, como o etanol e a gasolina, por exemplo. Além disso, a legislação cria um comprador compulsório deste ativo como forma de garantir o funcionamento do programa, que são as distribuidoras de combustíveis, obrigadas a comprar uma quantidade de CBIO proporcional à quantidade de combustíveis fósseis que comercializam. A forma encontrada pelo programa para lastrear o ativo ambientalmente foi a criação de uma ferramenta baseada em metodologias científicas do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) chamada RenovaCalc. Nela o produtor de biocombustível insere dados sobre todo o seu processo produtivo que depois são auditados por iniciativas credenciadas pela ANP. Em relação à comercialização do CBIO, a negociação ocorre na B3, no mercado de balcão. Uma das principais características do ativo é que ele não possui validade. Entretanto as distribuidoras precisam realizar uma operação chamada de aposentadoria do ativo para cumprir suas metas individuais estabelecidas pela Lei. Concluiu-se que o mecanismo criado pelo Programa RenovaBio pode ser um importante fator de aumento de receitas para os produtores de biocombustíveis a medida em que esse mercado expande, enquanto que contribui para atingir as metas assinadas no Acordo de Paris pelo Brasil. No entanto, uma das principais falhas dessa política foi não incluir os produtores de cana-de-açúcar que fornecem a matéria-prima às usinas produtoras de etanol, uma vez que eles são parte importante do processo.

Palavras-chave: Meio Ambiente; sustentabilidade; governança; biocombustíveis; etanol.

ABSTRACT

As a means of achieving the set Paris Agreement decarbonization targets in 2015, Brazil has created the Política Nacional de Biocombustíveis, also called Programa RenovaBio. Established by Lei nº 13.576 of 2017's December 26, the Programa RenovaBio [a national biofuel production improving program] has created the very first official country's carbon credit – CBIO –, aiming to replace fossil fuels by biofuels, emphasizing first generation ethanol produced by sugarcane mills. CBIO is a decarbonization credit that may be traded on the Bolsa de Valores (B3) [Brazilian Stock Exchange]. In this way, the present work proposed to systematize all the operations that need to be carried out, from CBIO emission to its trading on the Bolsa de Valores, in order to bring subject's common understanding, by addressing several aspects. A narrative bibliographic review was carried out to reach this goal. This review brought the following legislative content, in which Programa RenovaBio is based on: the Lei nº 13.576/2017, the Decreto nº 9.888/2019, the Decreto nº 9.964/2019 and the Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) [National regulatory agency for the production and market of oil, natural gas and biofuels] resolutions nº 758/2018 e nº 802/2019. It was found in the legislative content addressed that the carbon credit was a means to encouraging biofuels producers – especially sugarcane mills – participation in the Programa RenovaBio. This is due to the issuance of CBIO assets, as there is a decrease of Greenhouse Gases (GHG) emissions in biofuel productive system, compared to its fossil substitute, such as ethanol and gasoline for example. In addition, there is a mechanism to guarantee the program in operation. This mechanism was to create CBIO compulsory buyers that are distributors, which is obligated to acquire this asset in same proportion as the fossil fuel they market. To generate asset's environmental ballast, the program created a tool denominated RenovaCalc, based on scientific methodologies elaborated by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In this tool, biofuels producers need to input data about their productive process. Then, companies certified by ANP will audit this data. Regarding to CBIO trading, it occurs at B3, in the over-count-market. One of mainly asset's characteristics is that there is no expiration date. However, there is an operation made by distributors named asset's retirement, required to achieve their targets set by law regarding decarbonization. It was concluded that the mechanism created by Programa RenovaBio might act as an addition factor in biofuels producers' revenues as there is expansion of carbon credit market, while it can contribute to achieve Brazil's decarbonization targets signed in Paris Agreement. On the other hand, one of the biggest program's problems is in not to including independent feedstock suppliers to sugarcane plants, as they're an important process part.

Keywords: Environment; sustainability; governance; biofuels; ethanol.

LISTA DE SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ACV – Avaliação do Ciclo de Vida;
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis;
- CAR – Cadastro Ambiental Rural;
- CBIO – Crédito de Descarbonização;
- CH₄ – Gás metano;
- CMV – Comissão de Valores Mobiliários;
- CO₂ – Dióxido de Carbono;
- CO₂eq – Dióxido de Carbono Equivalente;
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento;
- COP26 – conferência das partes sobre as Mudanças Climáticas;
- CV – Ciclo de vida;
- E1G – Etanol de primeira geração;
- ESG – Environmental, Social and Governance (Meio Ambiente, Social e Governança);
- GEE – Gases do Efeito Estufa;
- GWh – GigaWatts/hora;
- IC – Intensidade de Carbono;
- ILPF – Integração Lavoura-Pecuária-Floresta;
- IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima;
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento;
- MJ – MegaJoule;
- N₂O – óxido nitroso;
- NEEA – Nota de Eficiência Energético-Ambiental;
- ONU – Organização das Nações Unidas;

PPM – Partes por milhão;

UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar;

ZAE Cana – Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 O setor sucroenergético e seus desafios.....	7
2.2 Emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) e estratégias de mitigação: bioenergia e o mercado de créditos de carbono.....	9
3. OBJETIVOS.....	12
3.1 Objetivo geral.....	12
3.2 Objetivos específicos.....	12
4. MÉTODOS.....	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5.1 Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio).....	14
5.1.1 A Resolução ANP N° 758 de 2018.....	17
5.1.2 O Informe Técnico n. 02/SBQ.....	20
5.2 Explicando o funcionamento da RenovaCalc^{MD}.....	23
5.3 Escrituração, negociação em Bolsa de Valores e aposentaria dos CBIOs.....	29
5.4 Alguns resultados do programa RenovaBio.....	31
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXO A.....	49
ANEXO B.....	54

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a contribuição do Grupo de Trabalho I do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2014), existem evidências de um aumento de temperatura na superfície terrestre – tanto nos oceanos, quanto nos continentes – principalmente nas últimas décadas e o aumento do nível dos oceanos foi o maior registrado nos últimos dois milênios.

A concentração de dióxido de carbono na atmosfera aumentou 40% em relação aos níveis anteriores à era industrial, superando a marca de 380 ppm - partes por milhão – na última década, motivado principalmente pela queima de combustíveis fósseis (IPCC, 2014).

Com base nisso, 195 países realizaram um acordo junto à Organização das Nações Unidas (ONU) se comprometendo a executar planos que visem reduzir os níveis de emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, como medida paliativa ao aquecimento global causado pelo aumento da concentração desses gases na atmosfera (UNFCCC, 2015).

Já neste ano de 2021, ocorreu a conferência das partes sobre as Mudanças Climáticas – COP26 – junto à ONU, entre os dias 31 de outubro e 12 de novembro, em Glasgow, na Escócia. Entre os destaques, houve menção à necessidade de zerar a utilização dos combustíveis fósseis no setor de transportes, responsável por um quarto das emissões globais de GEE (ONU, 2021).

Segundo o Seminário Nacional sobre Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG BRASIL, 2020), no ano de 2019, o Brasil foi responsável por lançar a atmosfera 2,17 bilhões de toneladas de CO₂eq, houve aumento de 9,6% na taxa de emissões em relação ao ano de 2018, primariamente devido ao desmatamento das florestas e mudanças de uso da terra e, secundariamente, devido à atividade agropecuária, a qual emitiu 598,7 milhões de toneladas de CO₂eq no ano de 2019.

Vale mencionar que há outros Gases de Efeito Estufa além do dióxido de carbono (CO₂) que possuem Potencial de Aquecimento Global (GWP, sigla em inglês), e nem todos eles têm a mesma intensidade do CO₂, como é o caso do metano e do óxido nitroso. Logo, usa-se o termo CO₂eq é usado como base para padronizar a medida, utilizando o conceito de equivalentes de CO₂ (IPCC, 2014).

A atividade agrícola, por sua vez, é responsável por 72% das emissões totais brasileiras, seja de forma direta ou em atividades relacionadas, uma vez que a pecuária é o agente causal de desmatamento e mudança do uso da terra mais relevante na região desde a década de 70, em que os grandes produtores são aqueles que têm a maior participação neste processo. A caráter de exemplo, um hectare de cana-de-açúcar crua emite 2.793 kg de CO₂eq por ano. (SEEG BRASIL, 2020; MARGULIS, 2003; FIGUEIREDO, 2012).

Ainda de acordo com o Seeg, o setor energético é um dos maiores participantes na emissão brasileira, com devido destaque para os transportes, que apresentou paulatino aumento desses gases nas últimas décadas, chegando a marca de 196,5 milhões de toneladas de CO₂eq, principalmente devido à queima do diesel pela frota de caminhões.

No Estado de São Paulo, a frota de veículos circulantes ultrapassou a marca de 15 milhões de unidades em 2019, sendo 16% de toda a frota composta por veículos cujo combustível utilizado é o diesel, de origem fóssil, além dos carros, motocicletas e outros veículos automotores que utilizam exclusivamente gasolina, que juntos somaram mais de quatro milhões de unidades no período. Pôde-se notar uma diminuição da quantidade de dióxido de carbono equivalente no Estado nos últimos anos, entretanto a emissão em 2019 promovida pelos veículos foi de 38,5 milhões de toneladas de CO₂eq, daí a necessidade de se pensar em utilizar combustíveis renováveis (SÃO PAULO, 2020).

A substituição da gasolina pelo etanol no setor de transportes é um dos pontos-chave no que tange à mitigação das exalações dos GEE pelo fato de que o combustível por si só emite menos quantidade de CO₂eq em relação à gasolina e também pelo fato de a área destinada ao plantio da cana-de-açúcar, matéria-prima do etanol, é capaz de promover o sequestro de carbono, corroborando para um saldo positivo ao se utilizar etanol em detrimento à gasolina, embora esta conte com uma porcentagem de etanol anidro em sua composição (VIANNA; DUARTE; WEHRMANN, 2008; SOARES et al, 2009).

O trabalho de Samanez, Ferreira e Nascimento (2014) sobre a viabilidade da substituição da gasolina pelo etanol como combustível para automóveis do tipo *flex* por meio da Teoria das Opções reais, trouxe resultados que endossaram as afirmações de que o bicomcombustível é mais barato para o consumidor e ambientalmente mais correto, quando comparado ao combustível fóssil.

É nesse cenário que o Brasil introduziu por meio da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2009) a Política Nacional sobre a Mudança do clima, a qual prevê a realização projetos nos diferentes setores da economia nacional, como os da energia e agricultura já mencionados, que visem a mitigação da emissão de carbono na atmosfera, sendo um deles o Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC), executado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, cujo intuito é o de reduzir o desmatamento da Amazônia, intensificar a adoção de sistemas integrados de agricultura como a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Sistema de Plantio Direto, entre outras medidas voltadas para sanar os compromissos de emissão de carbono brasileiros (MAPA, 2012).

Outra medida planejada para alcançar as metas estabelecidas na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, 2015) instituído pelo governo brasileiro foi a criação da Política Nacional de Biocombustíveis, a *RenovaBio*, por meio da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, cujo intuito é promover a utilização de combustíveis originados a partir da biomassa como forma de reduzir a emissão de GEE, ao mesmo tempo em que visa garantir a procedência desses combustíveis, certificando as unidades produtoras, bem como visa garantir a competitividade do setor (BRASIL, 2017).

Para isto, a ferramenta encontrada pelo poder público foi a criação dos Créditos de Descarbonização - CBIOS, explicitada na mesma Lei, do 13º artigo ao 17º artigo, os quais preveem que a quantidade destes créditos deve ser fornecida com base no volume de biocombustíveis produzidos pelo emissor primário (neste caso as usinas de cana-de-açúcar), importados e comercializados, bem como devem levar em conta todos os meios produção do emissor primário em termos de emissão de carbono, sendo que esse emissor precisa ser certificado no programa.

Para um melhor entendimento desse processo, a sistematização da operacionalização dos CBIOS seria uma forma de simplificar a compreensão de toda a dinâmica, ou seja, desde a obtenção dos créditos até a sua comercialização. Vislumbra-se, por meio das legislações e procedimentos adotados, um mercado em ascensão que precisa ser compreendido para os agentes interessados neste novo modelo de negociação de CBIOS e, principalmente, para aqueles que desconhecem seu funcionamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

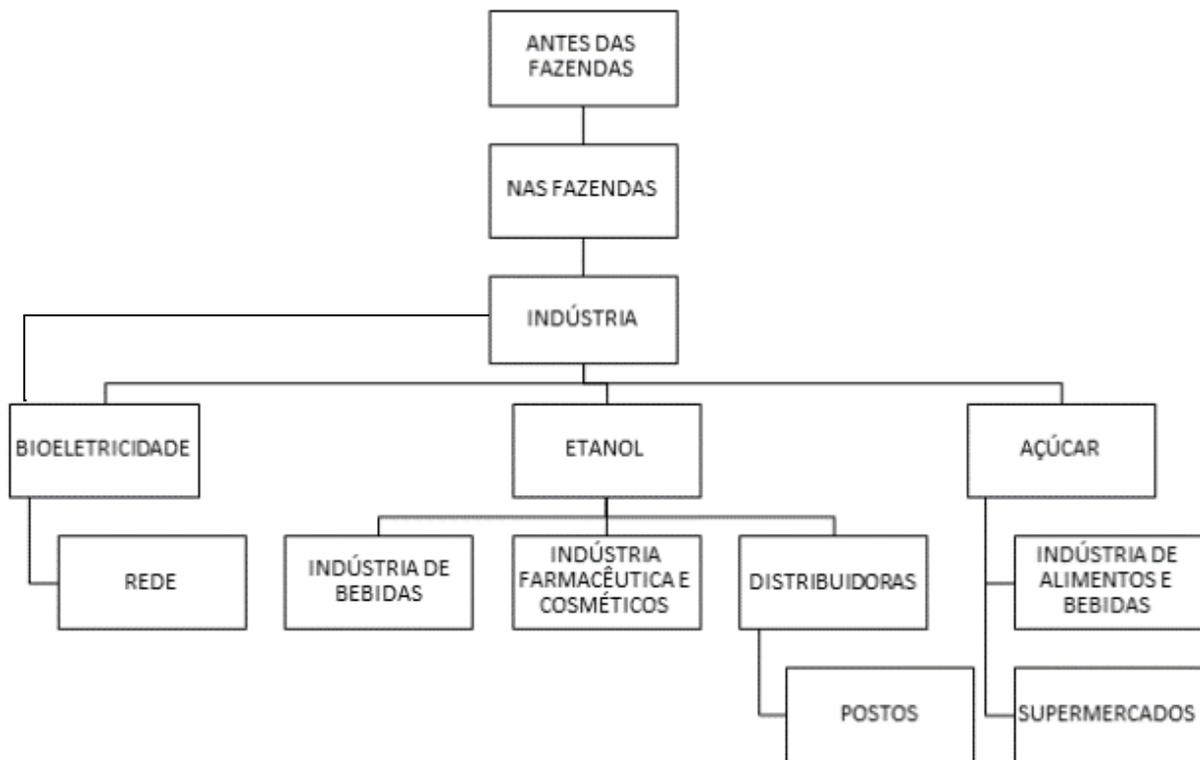
2.1 O setor sucroenergético e seus desafios

Os dados da União da Indústria de Cana-de-Açúcar – UNICA – (2021) para a safra de 2020/2021 apontaram que 657,4 milhões de toneladas moídas na indústria em todo o território nacional, das quais foram originados 32,5 milhões de metros cúbicos de etanol e 41,5 milhões de toneladas de açúcar. O destaque é o Estado de São Paulo, o qual foi responsável por mais da metade desse valor de moagem da cana.

Neves e Trombim (2014) realizaram um estudo de levantamento de dados sobre a dimensão do setor sucroenergético, bem como o seu mapeamento e identificação dos segmentos da cadeia produtiva, sendo retratados da seguinte forma: o primeiro segmento como “antes das fazendas”, o qual compreende todo o mercado dos insumos e máquinas agrícolas. O segundo segmento foi denominado “Nas Fazendas” e corresponde à produção da matéria-prima e todos os fatores que envolvem. Na terceira etapa, a “indústria”, são as usinas e destilarias que moem

a matéria-prima para convertê-la em seus produtos finais bioeletricidade, etanol e açúcar. O destino desses produtos é distinto, uma vez que o açúcar vai diretamente para as indústrias de alimentos e para os supermercados, enquanto que o etanol, além da indústria farmacêutica, de cosméticos e de bebidas, passa pela distribuidora como intermediário até chegar aos postos nas versões hidratado e anidro, este último mesclado à gasolina A. Já em relação à bioeletricidade, parte é reutilizada na indústria e parte é injetada na rede elétrica (ver Figura 1).

Figura 1. Cadeia produtiva da cana-de-açúcar para o mercado interno.



Fonte: Neves e Trombim (2014). Adaptado pelo autor.

Júnior et al. (2012) realizaram um trabalho para determinar o grau de eficiência das usinas de cana-de-açúcar na safra 2008/2009, por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), uma programação matemática linear, utilizando-se de dados secundários dos Relatórios da Administração de 17 usinas de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo. Como variáveis, consideraram em dois grupos: os insumos, que abrangeram custos em geral, e os produtos, que esteve relacionado à receita anual bruta das usinas. Foram elaborados os cálculos baseados nos modelos de retornos constantes de escala (CCR) e retornos variáveis de escala (BCC) como métricas de eficiência técnica e de escala das usinas. Os autores constataram que o principal entrave está na eficiência técnica em detrimento à de escala, isto é, as usinas utilizaram mais

insumos do que o necessário para a produção e o volume desta estava adequado para a maioria dos casos. Os autores frisaram ainda que todas as usinas, sejam elas eficientes ou não, têm problemas para saldar dívidas de longo prazo, necessitando de outros instrumentos financeiros como linhas de crédito para tal.

Lopez Pantoja et al. (2016) realizaram um trabalho de valoração da opção de troca da produção das usinas pelo tipo flex (açúcar e etanol) em detrimento àquela focada em apenas um produto final, para o caso da região Sudeste e Nordeste do Brasil. Os autores aplicaram o método de Teoria das Opções Reais, na qual utilizaram dados disponíveis na plataforma do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) para direcionar a produção das usinas para o etanol ou para açúcar de acordo com o comportamento de preço desses ativos. Foram encontrados valores adicionais no Valor Presente (VP) para a região nordeste de R\$38 milhões e R\$160 milhões se comparados a usinas que produzem somente açúcar ou etanol, respectivamente, enquanto que para a região Sudeste, os valores agregados ao VP são de R\$522 milhões e R\$686 milhões, comparando a usinas que produzem somente açúcar ou etanol, nesta ordem.

Lorizola e Capitani (2018) fizeram um estudo no qual um dos objetivos consistiu em avaliar a influência das relações organizacionais, econômicas e financeiras do setor sucroalcooleiro utilizando o modelo estrutura-conduta-desempenho. Para aplicar o modelo, os autores coletaram dados econômicos primários de instituições de pesquisas, órgãos governamentais e anuários particulares. A conclusão foi de que o setor se recuperou da crise do setor no período de 2008-2014 graças ao aumento na demanda do etanol hidratado por causa dos automóveis *flex fuel*, sendo que as estratégias de incentivo a pesquisas relacionadas a subprodutos da indústria tais como etanol de segunda geração e produção de energia através do bagaço da cana, tiveram importância na manutenção do equilíbrio financeiro do setor.

Corroborando com esta afirmação, Alonso et al. (2017) propuseram um modelo de processamento industrial eficiente de conversão de biomassa (celulose, hemicelulose e lignina), convertendo-a em diversos produtos de ampla utilização no mercado, por meio de um processo de fracionamento. Foi encontrado que o valor adicional gerado pelo melhor aproveitamento foi de US\$500,00/tonelada, concluindo que o procedimento trouxe maior competitividade no mercado.

No entanto, um dos maiores desafios do setor está no segmento industrial da cadeia produtiva, como mostra a colaboração do trabalho de Santos e Castilho (2020), no qual um dos objetivos foi discutir a vulnerabilidade do setor nesse novo cenário de agronegócio globalizado. Para isso, os autores fizeram uma revisão bibliográfica sobre o agronegócio globalizado no

Brasil, seguido de um levantamento estatístico-documental de dados econômicos e a situação jurídica das Unidades Agrícolas do setor sucroenergético – usinas de cana-de-açúcar. Um dos resultados encontrados, por meio de levantamentos de dados estatísticos do setor, foi que 30% das usinas ou destilarias estão falidas ou em recuperação judicial. Os autores atribuem a crise do setor à especulação mercadológica em torno das *commodities*, à elevação dos custos com a obrigatoriedade de mecanização da produção com a proibição das queimas da palha da cana em algumas regiões, à dependência das unidades agroindustriais de linhas de crédito e ao seu constante endividamento para manter competitividade no mercado.

2.2 Emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) e estratégias de mitigação: bioenergia e o mercado de créditos de carbono.

De acordo com os dados da Seeg (2021), as emissões brasileiras tiveram seu maior índice dos últimos cinco anos em 2019, totalizando 2,175 bilhões de toneladas de CO₂eq, um aumento de cerca de 10% em relação ao ano de 2018.

Sousa Neto (2012) quantificou a emissão de N₂O, CO₂ e CH₄ provenientes da adubação em cana-de-açúcar. Para isto, ele realizou um experimento com quatro blocos (repetições) com cinco tratamentos, diferindo entre si no tipo do fertilizante quanto à origem (mineral ou orgânica) e nas combinações entre eles. Para isso, utilizou fontes minerais tradicionais como a ureia e também fontes orgânicas geradas no processamento da cana, como a vinhaça e a torta de filtro. O autor concluiu que as maiores emissões – tanto de N₂O, quanto de CO₂ – foram dos tratamentos em que se combinaram os fertilizantes minerais com os de fonte orgânica.

A respeito das emissões, Escobar et al. (2020) realizaram uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que quantificou, individualmente, as emissões de CO₂eq na produção de soja brasileira destinada à exportação de 90.000 configurações de cadeias produtivas diferentes, durante o período de 2010 a 2015. Os resultados mostraram que grande parte da área da soja cultivada para a exportação foi aquela que tomou o lugar da vegetação nativa e a emissão total da produção foi de 220 milhões de toneladas de CO₂eq, cujos destinos principais foram a China e a União Europeia.

Em termos de implicação da atividade agrônômica, Defante, Vilpoux e Sauer (2018) analisaram a expansão da produção da cana-de-açúcar para a produção de etanol na região Centro-Oeste do Brasil, implicando na substituição da cultura da soja, milho e pastagens degradadas pela da cana-de-açúcar. Os autores analisaram em dois períodos diferentes: de 2006 a 2009, o qual denominaram como fase inicial de expansão da cultura, e de 2009 a 2013, quando consideraram a fase de expansão máxima. Para entender como as alterações ocorreram,

utilizaram um modelo estatístico descritivo chamado *Shift-Share*, em que decompueram a análise dos efeitos dessa mudança na área de cultivo, na produtividade os impactos regionais da mudança. A conclusão foi de que o cultivo da cana-de-açúcar em substituição às áreas de pastagens degradadas e à soja gerou externalidades positivas na produção de alimentos, uma vez que induziu os produtores de soja e de carne a aumentarem suas produtividades, já que era este o maior responsável pelo desmatamento na Amazônia.

Diante do panorama de emissões de gases do efeito estufa (GEE) e o cumprimento do Acordo de Paris, Ahmadi, Kannangara e Bensebaa (2020) avaliaram, de forma comparativa, a compensação de carbono e o custo-benefício, por meio de uma análise econômica técnica integrada ao ciclo de vida numa cadeia de produtiva de energia a partir de biomassa (resíduos florestais), cuja intuição é substituir a fonte de combustível fóssil (diesel). Para isso, além do método de Avaliação do Ciclo de Vida, foi realizada uma análise técnico-econômica da atividade produtiva, na qual as variáveis utilizadas foram os custos operacionais e de capital para calcular o custo total do Ciclo de Vida da produção de bioenergia. Os autores concluíram que houve diminuição nas emissões de GEE e também viabilidade econômica da produção e redução no preço da energia gerada no caso da presença de um mercado de créditos do carbono bem estabelecido.

Hanssen et al. (2020) simularam o potencial de mitigação de emissões e sequestro de carbono na produção de bioeletricidade e biocombustíveis obtidos de plantas, analisando as projeções de médio e longo prazo (30 e 80 anos, respectivamente). Como método, os autores criaram um modelo no qual pressupõem que toda a vegetação nativa restante do mundo fosse retirada para ser substituída por culturas que produzem bioenergia. Com base nisso, dividiram a área de vegetação nativa a serem substituídas pelo cultivo de biomassa para geração de energia em *grids*, nos quais há uma determinada área padronizada. Nestes *grids*, calcularam as emissões relacionadas à atividade agrícola/pecuária e pela mudança do uso da terra, comparando com a quantidade de energia gerada nesses processos e o seu potencial para sequestro de carbono, comparativamente à vegetação nativa. O constatado foi o de que a utilização de plantas como a cana e o eucalipto para a produção de bioenergia e biocombustíveis líquidos não foram significativas no que tange ao sequestro de carbono, no entanto tiveram importância considerável para a redução das emissões dos meios de transportes.

Como contraponto, o trabalho de Lima et al. (2020) discute, por meio de uma revisão bibliográfica, a vulnerabilidade da matriz energética brasileira, a qual é altamente dependente regime de chuvas que está decrescendo. Os autores também abordaram a perspectiva de uso de outros tipos de energia renovável que podem ser utilizados, juntamente com a temática da

substituição dos combustíveis fósseis pelos biocombustíveis. Os dados mostraram que setor sucroenergético brasileiro cogerou 21.500 GigaWatts/hora (GWh) em 2018 que foram direcionados à rede elétrica, o que supriu consumo de 11,4 milhões de casas, com apenas 15% do total da biomassa. Para corroborar com tal informação, de acordo com o Balanço Energético Nacional (EPE, 2021), o valor total de geração de bioenergia por meio do bagaço da cana-de-açúcar no ano de 2020 foi de 38.778 GWh, dos quais 22.780 GWh foram injetados na rede elétrica, indicando um crescimento da importância dessa fonte. As perspectivas são de que este valor de energia injetada na rede pelas usinas aumente para 34.000 GWh até 2030. O trabalho destaca ainda a importância da criação de políticas de incentivo à produção e à cogeração de energia renovável, de forma a tornar a matriz energética menos dependente das hidroelétricas para alcançar as metas do Acordo de Paris.

Já o trabalho de Ebadian et al. (2020) consistiu em revisar, por meio da aplicação de questionários aos representantes do Programa de Colaboração de Tecnologia de Bioenergia da Agência Internacional de Energia, os programas de incentivo à produção e consumo de biocombustíveis em 15 países, incluindo o Brasil, Estados Unidos, Alemanha e China. O questionário solicitou, entre outros dados, a quantidade, em termos percentuais, de biocombustível que deve ser misturado ao de origem fóssil de acordo com a legislação vigente em cada país. Também solicitou dados referentes ao consumo de combustíveis no setor de transportes. Com os dados, os autores compilaram as respostas dos questionários e trouxeram os resultados. Os principais deles no que diz respeito à temática do presente trabalho foram:

1. Os biocombustíveis tiveram impulso, no início, devido a políticas que visavam o desenvolvimento socioeconômico e rural, no entanto a preocupação atualmente é com as mudanças climáticas;
2. Há uma tendência de crescimento da produção de biocombustíveis, principalmente aqueles que contam com políticas que exigem misturas destes com combustíveis fósseis;
3. As principais políticas de incentivo foram os mandatos de misturas dos biocombustíveis com os combustíveis fósseis e isenção/subsídios a unidades produtoras de biocombustíveis.

No Brasil, uma nova política de incentivo à produção de biocombustíveis foi elaborada mediante a Lei nº 13.576, de 26 de Dezembro de 2017, a RenovaBio (BRASIL, 2017). Como mencionado no item 1 deste trabalho é uma das estratégias ligadas ao cumprimento das metas

estabelecidas Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e a política conta com uma ferramenta de certificação de unidades produtoras de biocombustíveis baseada na emissão de CO₂eq desta, com a emissão do crédito de descarbonização (CBIO), cujo valor estabelecido pelo Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019 (BRASIL, 2019) é de uma tonelada de CO₂eq deixada de emitir em comparação com o ciclo de vida do combustível fóssil.

Grassi e Pereira (2019) trouxeram uma revisão bibliográfica tendo o setor sucroenergético brasileiro como peça central, em que eles discutiram a respeito da produção de cana-de-açúcar voltada para a produção de bioenergia e as variedades criadas para este fim, a produção de etanol no país, além de trazer uma explicação breve do programa RenovaBio. Os autores concluíram que a produção do etanol, principalmente com o advento tecnológico do etanol de segunda geração (etanol 2G), faz com que ele possa substituir o combustível fóssil, contando com o incentivo de programas como o RenovaBio, que é essencial para a competitividade do etanol 2G no mercado.

A produção de etanol 2G é aquela que tem as menores emissões de GEE em seu ciclo de vida, no entanto esta é também a que tem os maiores custos. O mercado de crédito de carbono transparente e organizado é vital para o sucesso da tecnologia, visto que a receita advinda da comercialização desses créditos faz com que o produto seja competitivo no mercado (ZHAO; WU; LI, 2017; HU; CHEN, 2019). Rodriguez Carpio *et al.* (2021) colocam que o valor de mercado do CBIOS a US\$15,00 tornaria economicamente viável um aumento na produção de etanol em 20%, de modo que este montante, ao substituir a gasolina, geraria uma redução de 79% nas emissões de CO₂eq.

Bordonal *et al.* (2018) realizaram uma revisão bibliográfica voltada para investigar a sustentabilidade da produção de cana-de-açúcar no Brasil, abordando temas importantes no quesito de manejo dos recursos naturais, tais como como a mudança do uso da terra pela expansão da área cultivada, uso de fertilizantes sintéticos, mecanização da colheita, uso da água e afins. Uma conclusão importante do trabalho apontou que existe um grande potencial da produção da cultura ser mais sustentável, de modo que a redução do uso de fertilizantes sintéticos, diminuição dos gargalos produtivos da cana em geral e a integração com outros sistemas produtivos voltados para alimentação – animal ou humana – são essenciais para alcançar a sustentabilidade na produção.

Oliveira *et al.* (2019) trouxeram uma avaliação quantitativa dos serviços ecossistêmicos que estão ligados às condições fundamentais para a manutenção da sustentabilidade nas áreas de transição de pastagem para a cana-de-açúcar voltada à produção de biocombustíveis. O

método utilizado foi o de comparação por pares de 62 índices e indicadores econômicos e ambientais, almejando trazer inferências acerca da sustentabilidade da produção nestes casos. O resultado encontrado mais pertinente para o presente trabalho foi o de que a transição das áreas das pastagens para a cana-de-açúcar faria com que a sustentabilidade (econômica, ambiental e social) da produção crescesse em 78% na região Centro-Sul. Os autores colocam ainda que a substituição de pastagens degradadas pelo cultivo da cana-de-açúcar é uma boa atitude para alavancar a produção de bioenergia.

Também considerando estes aspectos, Mannarelli Filho *et al.* (2021) realizaram uma revisão bibliográfica que abordou, entre outros temas, a Responsabilidade Socioambiental do setor de produção de etanol e açúcar no Brasil. Identificaram que, embora o setor seja altamente competitivo, o tema de Responsabilidade Socioambiental ainda é pouco explorado nas estratégias das grandes empresas desse ramo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho, portanto, é demonstrar a estrutura e a sistemática de emissão e comercialização do CBIOs para os produtores/importadores de etanol de primeira geração, com base nas leis, decretos e resoluções que regem o processo, elucidando as condições exigidas a cada um dos agentes envolvidos no programa para a emissão desses créditos de descarbonização. Ademais, o presente trabalho se propôs a demonstrar como esses créditos são negociados na Bolsa de Valores, de modo que facilite a compreensão de todos os processos necessários para tal, além de trazer alguns resultados do programa como desfecho.

3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos consistiram em:

- a) Explicar a Lei que regulamenta a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), juntamente com a resolução nº 758 de 2018, da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), e o Informe Técnico ANP n.2/SQB que dão sustentação às colocações da Lei;
- b) Explicar o funcionamento da ferramenta RenovaCalc^{MD};
- c) Explicar o processo de negociação do CBIO em Bolsa de Valores e o que significa a sua aposentadoria.

- d) Trazer resultados do programa RenovaBio, o que incluiu o volume de CBIOs aposentados pelas distribuidoras e o volume deles negociados em bolsa. Também uma série histórica de preços e exemplos de geração de receitas a empresas por meio da venda do crédito.

4. MÉTODOS E FONTE DE DADOS

Para elaborar uma sequência lógica da sistemática da emissão e comercialização dos CBIOs, considerando todos os agentes e aspectos que a circundam, utilizou-se o método comparativo e a revisão bibliográfica narrativa.

De acordo com Gil (2008), no método comparativo se investiga fenômenos, classes, indivíduos, ou fatos de forma a destacar a semelhança e relação entre eles e como isso influencia conforme a ótica em que se observa determinada situação, sendo eficaz, portanto, para atingir o objetivo de demonstrar e comparar as versões dos emissores e dos compradores na sistemática do CBIOs.

Já a revisão bibliográfica narrativa, segundo Lakatos e Marconi (2003), reúne obras de acesso aberto ao público em geral e têm relação ou são pertinentes ao tema a ser estudado. Para Rother (2007), a revisão narrativa visa a imersão do autor com um tema em específico, de modo que o conhecimento sobre esse tema definido é adquirido em um curto espaço de tempo. Ainda de acordo com a autora, a revisão narrativa não é utilizada como fonte de dados e não responde uma pergunta, diferindo da revisão sistemática.

Lima *et al.* (2020) fizeram uma revisão bibliográfica a respeito das estratégias utilizadas pelo Brasil para cumprir com o Acordo de Paris, feito em 2015. Na revisão, é inclusive citado o setor sucroenergético, bem como a Política Nacional dos Biocombustíveis, que é o tema deste trabalho. Outro trabalho de revisão que abordou a RenovaBio foi o de Oliveira e Coelho (2019) sob a perspectiva do sucesso do biodiesel dentro desta política. Demirbas (2009), Naik *et al.* (2010), e Gaurav *et al.* (2017) são exemplos de trabalhos que abordaram a temática dos biocombustíveis por meio da revisão bibliográfica.

Para este trabalho foram consultadas bibliografias na forma de leis, normas, decretos, artigos, revistas, livros, entre outros, cuja finalidade é discutir um tema em específico e, no caso dos CBIOs, tal método é viável no que tange à exploração de seu funcionamento e de suas regras.

As fontes consultadas para a elaboração de uma sistemática que englobe toda a dinâmica dos CBIOs foram as leis e decretos federais, como a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017

(BRASIL, 2017), o Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019 (BRASIL, 2019a) e o Decreto nº 9.964, de 4 de agosto de 2019 (BRASIL, 2019b), que juntamente com os documentos como a Resolução ANP nº 758 de 2018 (ANP, 2018b) e a Resolução ANP nº 802 de 2019 (ANP, 2019), da ANP, regem o programa RenovaBio como um todo – desde a sua instituição até a negociação da moeda de descarbonização em Bolsa de Valores.

Para este trabalho, toda a pesquisa foi voltada à rota de produção de etanol de primeira geração a partir da cana-de-açúcar, visto que esta é a rota mais difundida no país para a produção de biocombustível e é vital para o crescimento da produção de etanol no país em curto prazo (PACHECO, 2011).

Dessa forma, as informações obtidas foram interpretadas numa sequência lógica, de modo que abrangeram todo o ciclo de emissões do CBIOs, de modo a esclarecer como funciona todo o processo a partir da junção desses documentos de referência mencionados, isto é, desde a certificação das unidades produtoras de biocombustíveis até a comercialização da moeda na Bolsa de Valores.

Para trazer os resultados do programa RenovaBio, foi consultada a série histórica de preços do ativo CBIO na B3, na qual foi apresentada os volumes mensais de CBIOs negociados e o volume financeiro (em reais) gerado. Também se gerou o Valor Unitário Mensal dos CBIOs, um dado que é o quociente do volume financeiro pelo volume de CBIOs negociados mensais. Por fim, as oscilações do valor dos CBIOs foram explicadas com matérias dispostas em sites online. Alguns balanços de empresas como foram consultados para trazer exemplos de receitas geradas a partir da comercialização do crédito.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)

Primeiramente, é importante salientar que a sistemática que envolve o programa RenovaBio desde a emissão até a comercialização do CBIOs é regida pela já mencionada Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017), a qual dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis, a RenovaBio.

Para facilitar a compreensão do processo, faz-se necessário o conhecimento das definições dispostas no artigo 5 desta Lei, presentes no Quadro 1.

Quadro 1. Definições dispostas no Art. 5 da Lei nº 13.576, de 26 de Dezembro de 2017.

Certificação de Biocombustíveis	Conjunto de procedimentos e critérios em um 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.
Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis	Documento emitido exclusivamente por firma inspetora como resultado do processo de Certificação de Biocombustíveis.
Ciclo de vida	Estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto, desde a matéria-prima ou de sua geração a partir de recursos naturais até a disposição final, conforme definido em regulamento.
Credenciamento	Procedimento pelo qual se avalia, qualifica, credencia e registra a habilitação de uma firma inspetora para realizar a certificação e emitir o Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis.
Distribuidor de combustíveis	Agente econômico autorizado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) a exercer a atividade de distribuição de combustíveis, nos termos do regulamento próprio da ANP.
Emissor primário	Produtor ou importador de biocombustível, autorizado pela ANP, habilitado a solicitar a emissão de Crédito de Descarbonização 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, nos termos definidos em regulamento.
Firma inspetora	Organismo credenciado para realizar a Certificação de Biocombustíveis e emitir o Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis e a Nota de Eficiência Energético-Ambiental.
Importador de biocombustível	Agente econômico autorizado pela ANP a exercer a atividade de importação de biocombustível, nos termos do regulamento.
Intensidade de carbono	Relação da emissão de gases causadores do efeito estufa, com base em avaliação do ciclo de vida, computada no processo produtivo do combustível, por unidade de energia.
Meta de descarbonização	Meta fixada para assegurar menor intensidade de carbono na matriz nacional de combustíveis.
Produtor de biocombustível	Agente econômico autorizado pela ANP a exercer a atividade de produção de biocombustível, conforme o regulamento próprio da ANP.
Sistema de produto	Coleção de processos unitários, com fluxos elementares e de produtos, que realizam uma ou mais funções definidas e que modelam o ciclo de vida de um produto.

Fonte: Brasil (2017).

A estratégia adotada por essa política foi a de atrair as unidades produtoras de biocombustíveis de forma voluntária e, para isso, valeu-se de um instrumento que atue como uma espécie de prêmio financeiro a unidades que, em o Ciclo de Vida (CV) de combustíveis a partir da biomassa, emitam menores quantidades de CO₂eq comparadas ao CV de um

combustível fóssil substituto. Neste caso, compara-se as emissões de CO₂eq do CV do etanol com as emissões do CV da gasolina.

A diferença de uma tonelada de emissões de CO₂eq dá o direito ao produtor de biocombustível, participante da RenovaBio, de emitir uma unidade de Crédito de Descarbonização. No entanto, para participar do programa RenovaBio e obter o direito de emitir a moeda de carbono, o produtor de biocombustível deve se submeter ao processo de Certificação de Biocombustíveis, discutido no item 5.1.2

Entre os estudos a respeito da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), baseada na Lei nº 13.576, de 26 de Dezembro de 2017, menciona-se os trabalhos de Marcovitch, Machado Filho e Ferreira (2019), que elencaram importantes trabalhos a respeito do tema da governança ambiental, nos quais a RenovaBio é citada como um dos meios para aumentar a participação de combustíveis de fontes renováveis no Brasil. Klein *et al.* (2019) utilizou a premissa do programa para estudar a viabilidade de integração da produção de etanol e de microalgas nas usinas e constatou que essa prática pode trazer mais competitividade e sustentabilidade na produção. Já Gonçalves *et al.* (2021) realizaram uma revisão bibliográfica na qual colocaram o programa como uma ferramenta para alavancar os rendimentos das usinas, principalmente no que diz respeito à comercialização dos CBIOS, cujo valor, segundo os autores, pode criar um mercado de R\$6,5 bilhões.

Como visto, todos os autores concordaram com a importância que a política na redução das emissões dos GEE e ainda colocam novas ideias que podem tornar o biocombustível mais competitivo no mercado, com a intenção de expandir seu uso. Indo ao encontro à perspectiva colocada pelos autores, concordam Moretti e Ferreira (2021), que destacaram a importância da RenovaBio e dos CBIOS em empresas que estão em busca de sustentabilidade, baseadas no conceito *ESG* (*Environmental, Social and Governance* – Meio Ambiente, Social e Governança), o qual atrela medidas de governança, sejam elas estatais ou do meio privado, a impactos sociais e ambientais trazidos por modelos de ação de empresas e do governo.

5.1.1 A Resolução ANP N° 758 de 2018.

A Resolução ANP N° 758 de 2018, da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2018b) elenca as rotas de produção de biocombustíveis que podem aderir ao programa RenovaBio, sendo nove tipos de rotas possíveis que estão aptas a passar pela Certificação de Biocombustíveis (Quadro 2). Destaca-se que neste trabalho a abordagem indicada na metodologia ficou restrita à rota IV (etanol de primeira geração)

A resolução também foi utilizada no trabalho de Pagel, Campos e Carolino (2020) e no trabalho de Denny (2020), embora tenham tido objetivos diferentes entre si. O primeiro trouxe foco maior nos possíveis desdobramentos socioeconômicos promovidos pelo programa, enquanto que o segundo tem uma visão global de todo o processo que envolve não só esta Resolução, mas também a RenovaBio.

Quadro 2. Rotas de produção de biocombustíveis contempladas na Resolução ANP N° 758 de 2018.

I	Biodiesel.
II	Biometano.
III	Combustíveis alternativos sintetizados por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA).
IV	Etanol combustível de primeira geração produzido a partir de cana-de-açúcar.
V	Etanol combustível de primeira e segunda geração produzido em usina integrada.
VI	Etanol combustível de segunda geração.
VII	Etanol combustível de primeira geração produzido a partir de cana-de-açúcar e milho em usina integrada.
VIII	Etanol combustível de primeira geração produzido a partir de milho.
IX	Etanol combustível importado de primeira geração produzido a partir de milho.

Fonte: ANP (2018b).

Todos os critérios e exigências para o credenciamento da firma inspetora estão dispostos também na Resolução ANP N° 758 de 2018, na qual é requisitado a empresas que desejarem se tornar uma firma inspetora, possuir inscrição no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) ou, para o caso de empresas estrangeiras, autorização para exercer a atividade no país.

A firma inspetora deve ser totalmente independente do produtor de biocombustível e não participar de nenhum de seus processos produtivos, durante todo o tempo em que o credenciamento estiver ativo, visando manter a transparência e a lisura do programa, caso contrário ocorre o cancelamento da credencial, conforme o artigo 10, incisos 1 e 2 da resolução.

Já os artigos 14 ao 17, colocam exigências técnicas para a execução da atividade da firma inspetora. Nelas constam que a firma deve desempenhar sua atividade de acordo com a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR ISO 14065:2015 (ABNT, 2015), a qual dispõe sobre o reconhecimento e validação dessas firmas inspetoras.

De acordo com o artigo 14, é obrigação dos agentes auditores garantirem toda a infraestrutura necessária para o procedimento, bem como possuir, para o processo de certificação, uma equipe de, no mínimo, dois profissionais com formação superior na área de

ciências agrárias, ambientais, engenharia ou química, de modo que esses profissionais tenham realizado treinamento baseado na norma ABNT NBR ISO 19011:2018 (ABNT, 2018), que dispõe sobre diretrizes para auditoria de sistemas de gestão. É requisitado ainda a esses profissionais obter experiência comprovada em inspeção de Inventários de Emissão de Gases de Efeito Estufa ou Pegada de Carbono de, no mínimo, dois anos.

O artigo 15 especifica que:

Fica vedada a contratação de pessoa física ou jurídica que tenha prestado consultoria relacionada à implementação do processo de certificação de biocombustível ou que tenha feito parte do quadro de trabalhadores, do quadro societário ou atuado como conselheiro da empresa objeto de certificação no período de dois anos anteriores ao início do processo de certificação (ANP, 2018b, Art. 15).

Os artigos 16 e 17 aplicam que a ANP pode solicitar documentos comprobatórios de realização das normas do Art. 14 pela firma inspetora a qualquer momento, e esta tem a obrigação de apresentá-los em até cinco dias úteis, sob pena de tornar o procedimento de certificação nulo, caso não haja o cumprimento das normas dispostas nos dois artigos que os antecedem, tendo que reiniciar o processo de Certificação de Biocombustíveis.

As sanções aplicáveis às firmas inspetoras são embasadas nas situações dispostas no Anexo II da Resolução ANP N° 758 de 2018 e contemplam medidas administrativas que vão desde advertências até cancelamento da credencial (Quadro 3).

Quadro 3. Situações de irregularidade e sanções aplicáveis às firmas inspetoras.

Situações passíveis de aplicação de sanções	Sanção Inicial	1ª Reincidência da sanção	2ª Reincidência da sanção
Uso do credenciamento de forma fraudulenta - emissão de relatórios e certificados sem que os serviços de certificação tenham sido realizados; com manipulação de resultados; emissão de certificados ou relatórios por profissional não habilitado; falsificação de registros ou outras informações no processo de certificação.	Cancelamento do credenciamento.	-	-
Concessão, permissão ou autorização de que qualquer outra organização relacionada com a firma inspetora (por meio de composição societária, controle administrativo, relação contratual, termos de cooperação), de forma remunerada ou não, faça qualquer uso da sua condição de credenciada pela ANP.	Suspensão até o atendimento das condições estabelecidas pela ANP, incluindo evidências de invalidação de serviços prestados.	Cancelamento do credenciamento	-
Realização de serviços de certificação de biocombustíveis fazendo referência à condição de firma inspetora credenciada durante o período de suspensão.	Cancelamento do credenciamento.	-	-
Não atendimento às notificações emanadas pela ANP decorrentes da atividade de Supervisão.	Advertência.	Suspensão até o atendimento das condições estabelecidas pela ANP.	Cancelamento do credenciamento
Não atendimento ao tratamento de não conformidade (s) verificada (s) pela ANP.	Advertência.	Suspensão até o atendimento das condições estabelecidas pela ANP.	Cancelamento do credenciamento
Não cumprimento dos prazos estabelecidos pela ANP.	Advertência.	Suspensão até o atendimento das condições estabelecidas pela ANP.	Cancelamento do credenciamento
Não disponibilização da documentação requisitada pela ANP, atrasando ou dificultando seu trabalho, sob quaisquer aspectos.	Suspensão até o atendimento das condições estabelecidas pela ANP.	Cancelamento do credenciamento	-
Ausência de fundamentação no processo de certificação para emissão do Certificado de Produção Eficiente de Biocombustíveis.	Suspensão até o atendimento das condições estabelecidas pela ANP.	Cancelamento do credenciamento	-
Incidência em não conformidades que, por sua relevância, extensão ou quantidade, propiciem a falta de confiança nas atividades realizadas pela firma inspetora.	Suspensão até o atendimento das condições estabelecidas pela ANP.	Cancelamento do credenciamento	-
Não atendimento às condições estabelecidas pela ANP após o período de suspensão determinado em decorrência de aplicação de sanção.	Cancelamento do credenciamento.	-	-

Fonte: ANP (2018b).

Analisando o Quadro 3, é perceptível que a ANP aplica sanções de forma mais rígida para atitudes fraudulentas das firmas inspetoras, seja pela emissão de documentos falsificados e dados manipulados, seja pela montagem da equipe de auditoria, cuja capacitação não condiz com os termos colocados no Art. 14 da resolução mencionada. Estas infrações são punidas com cancelamento do credenciamento ainda na sanção inicial. Já no caso de descumprimento de prazos, o não atendimento aos contatos feitos pela ANP e a prática de atividades que comprometam o sigilo de informações e/ou imparcialidade têm penas mais brandas inicialmente e as firmas são punidas com o cancelamento do credenciamento somente na 2ª reincidência.

Este modelo de aplicação de medidas administrativas trata condutas fraudulentas e omissões que comprometem de forma mais expressiva a lisura do processo de certificação de maneira mais rígida, enquanto que situações que podem ser negligenciadas de forma não intencional, como no caso do descumprimento de prazos, por exemplo, têm menor impacto num contexto geral e, de fato, são tratadas desta forma.

No Art. 23 até ao Art. 27 da Resolução ANP nº 758 de 2018, trata-se a seção dos critérios para elegibilidade de biomassa para a produção de biocombustível. No entanto, tal seção será melhor compreendida com a introdução, a seguir, do Informe Técnico nº 02/SQB (ANP, 2018a), que a complementa e orienta as próximas etapas do processo.

5.1.2 O Informe Técnico n. 02/SBQ.

Este documento produzido pela ANP estabelece e detalha os critérios para a elegibilidade dos produtores de biomassa produzida em território nacional, bem como descreve as etapas do processo de Certificação de Biocombustíveis de maneira orientada para a obtenção deste, tendo como documentos de referência a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017), o Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019 (BRASIL, 2019a), o Decreto nº 9.964, de 4 de agosto de 2019 (BRASIL, 2019b) e a Resolução ANP Nº 758 de 2018 (ANP, 2018b).

O documento coloca a seguinte definição a respeito do produtor de biomassa elegível:

Produtor de biomassa elegível: é o produtor de biomassa que possui pelo menos um imóvel rural que atenda a todos os critérios de elegibilidade, independentemente da existência de um ou mais imóveis rurais que não atendam aos critérios de elegibilidade (ANP, 2018a).

Os produtores ou importadores de biocombustíveis devem seguir certos critérios para que possam enquadrar determinada fração da produção de biomassa como elegível, conforme coloca a Resolução ANP nº 758 de 2018. Os principais são:

- a) A biomassa utilizada para a produção de biocombustível não pode advir de áreas onde foi suprimida a vegetação nativa a partir da data de promulgação da Lei 13.576, de 26 de dezembro de 2017;
- b) O produtor deve ter toda a biomassa elegível produzida em imóvel rural com Cadastro Ambiental Rural (CAR)¹ atualizado, verificado anualmente por ele.
- c) O produtor nacional de biocombustível a partir da cana-de-açúcar deve ter todo seu montante de produção oriundo de áreas aptas à instalação e exploração da cultura, conforme o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZAE Cana)²

Aqui há um ponto importante que vem sendo discutido ultimamente quanto aos agentes contemplados pelo programa RenovaBio. De acordo com o último levantamento do perfil produtivo da cana-de-açúcar feito pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB –, a produção da matéria-prima advinda de fornecedores independentes representou 33% da produção nacional de cana-de-açúcar. Estes fornecedores estabelecem contratos de venda da matéria-prima com as usinas (produtores de biocombustíveis), nos quais eles ficam encarregados de tudo o que compete à etapa das “Nas fazendas”, explicada na Figura 1 (CONAB, 2019). Com base nisso, estes fornecedores reivindicam parte dos CBIOs gerados pelas usinas, por entenderem que são parte importante do processo produtivo do biocombustível, o que de fato o são.

Atendidos estes critérios mencionados, o próximo passo é o produtor ou importador de biocombustível contratar uma firma inspetora credenciada na ANP e disponibilizar a esta todas as informações imprescindíveis à conclusão do processo. Após isso, a empresa produtora de biocombustíveis calcula a Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA), bem como a

¹ O Cadastro Ambiental Rural é estabelecido pela Lei nº 12.651/2012, cuja emissão considera a inter-relação da produção e dos recursos naturais, tais como Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal. Este é um modelo de regularizar, em termos ambientais, determinado estabelecimento rural a exercer sua atividade econômica (BRASIL, 2012).

² O Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar consiste em avaliar áreas para o estabelecimento da monocultura, cuja aptidão é balizada de acordo com as características físicas, químicas, biológicas e o potencial impacto ambiental da exploração da área, almejando a produção sustentável e ambientalmente correta (MANZATTO et al., 2009).

fração elegível à participação no programa por meio da RenvovaCalc. Os documentos comprobatórios com as informações necessárias para a emissão da nota devem permanecer arquivados por pelo menos cinco anos. É obrigação dela, ainda, monitorar as informações prestadas e registrá-las anualmente durante um período mínimo de cinco anos.

Vale ressaltar que, caso a Nota de Eficiência Energético-Ambiental pode contar com um bônus de até 20% caso a emissão negativa de gases (comparação entre o ciclo de vida do biocombustível com o seu substituto fóssil) for comprovada. O cálculo da NEEA é feito por meio da RenvovaCalc, abordada no item 5.2 deste trabalho com maiores detalhes.

O contrato entre a firma inspetora e o produtor de biocombustível deve ser realizado de modo que contemple as informações: 1) razão social, CNPJ e endereço completo da firma inspetora; 2) razão social, CNPJ e endereço completo do produtor de biocombustível; 3) identificação do responsável legal pela firma inspetora; 4) identificação do responsável legal pelo produtor de biocombustível; 5) identificação da unidade produtora, produto e rota a ser certificada; 6) data de assinatura do contrato e vigência; 7) os deveres e obrigações do produtor de biocombustível e da firma inspetora.

À firma inspetora compete neste processo: a validação dos documentos comprobatórios, a vistoria da instalação dos produtores de biocombustíveis, verificar o sistema da empresa de gerenciamento das notas fiscais, validar o cálculo do volume elegível, divulgar amplamente os resultados e informações dos processos, e realizar consulta pública da proposta de certificação. Tudo isto deve estar de acordo com os critérios para a certificação, presentes no informe técnico nº 02/SBQ (ANP, 2018b), o qual está disponível publicamente, sem nenhum tipo de restrição de acesso para cidadãos, empresas ou quaisquer entidades.

Durante a consulta pública todos os dados referentes ao credenciamento que a firma inspetora teve acesso devem ser apresentados. Após a finalização, relatórios do Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis e da Nota de Eficiência Energético-Ambiental devem ser enviados à ANP, que os avaliará.

A agência pode ainda exigir documentos complementares para a aprovação e/ou outras informações adicionais às firmas inspetoras durante o processo de avaliação. No caso de aprovação de ambos, os processos de renovação, suspensão ou cancelamento podem advir a pedidos do produtor ou importador de biocombustíveis e da ANP. Também a renovação pode ser requerida pela firma inspetora.

O documento da ANP proíbe expressamente que quaisquer pessoas ou organizações que prestem consultorias para a participação do produtor no programa RenvovaBio, ou que tenham trabalhado para as firmas produtoras, de serem parte integrante da auditoria no processo de

Certificação de Biocombustíveis. Tal atitude é configurada como conflito de interesses, sendo que inclusive empresas consultoras responsáveis pelo preenchimento da RenovaCalc são incluídas nesse impasse.

A firma inspetora deve realizar uma vistoria presencial da unidade produtora candidata à emissão do certificado, sendo imprescindível a presença dos funcionários da empresa produtora envolvidos no processo de certificação. A firma inspetora poderá inclusive tirar fotos para complementar a análise. Após a auditoria, um relatório deve ser gerado contendo todas as informações extraídas.

A consulta pública deve ser realizada pela firma inspetora contendo, entre outras informações, os dados de entrada preenchidos na RenovaCalc e de fração do volume de biocombustível elegível, formalizando uma proposta para a obtenção do Certificado da Produção Eficiente de Biocombustível e da Nota de Eficiência Energético-Ambiental. Isso é importante porque se trata de uma moeda emitida a partir de uma atividade econômica, negociada em bolsa, havendo a necessidade de se ter um lastro para este ativo e a transparência das informações como a própria legislação coloca.

Na etapa verificação dos critérios de elegibilidade exigidos ao produtor de biocombustíveis, mencionados neste item, a firma inspetora analisa o CAR individualmente em cada imóvel rural, seja próprio ou de terceiros, do qual a biomassa foi produzida. Portanto, o produtor de biocombustíveis deve fornecer o CAR dos imóveis próprios e também o de onde a biomassa foi adquirida. Se este documento não for disponibilizado, as áreas serão consideradas não elegíveis.

Isso decorre do fato de que uma unidade produtora de biocombustível pode possuir imóveis que fogem aos critérios estabelecidos, porque a produção da biomassa de determinado imóvel rural em território nacional pode ter advindo de áreas onde a vegetação nativa foi suprimida a partir de 2018, o que torna aquela área não elegível e não é computada para o cálculo da fração do volume de biocombustível elegível.

A respeito dessa fração do volume, ele é sempre compatível, proporcionalmente, com a fração do volume de biomassa elegível. Isto significa que o etanol anidro e o etanol hidratado elegíveis devem ser oriundos da biomassa que foi assim classificada. Essa é uma forma de assegurar que a intenção do programa seja cumprida, visto que não teria validade se o etanol produzido tivesse tido origem a partir de matéria-prima que não atenda aos requisitos expostos e tampouco contribuiria em termos ambientais.

Esses termos, sendo devidamente cumpridos, o produtor poderá acessar a RenovaCalc e preencher os dados de entrada nela requisitados, os quais deverão ter sua veracidade atestada

pela firma inspetora. Esta, por sua vez, deve gerar os relatórios com memória de cálculo dos dados preenchidos na RenovaCalc e da fração volume de biocombustível elegível.

5.2 Explicando o funcionamento da RenovaCalc^{MD}

A RenovaCalc^{MD} é a metodologia utilizada pela ANP para avaliar o ciclo de vida da rota de produção de biocombustível, sendo que por meio dela se calcula a quantidade de CBIOs que a nota fiscal dá o direito de emitir. Ela está disponível na forma de planilha de Excel, no sítio eletrônico da ANP³ (SCACHETTI *et al.*, 2018).

O programa RenovaBio segue as normas ABNT NBR ISO 14040:2014 (ABNT, 2014a), ABNT NBR ISO 14044:2014 (ABNT, 2014b) e ABNT NBR ISO/TS 14067:2015 (ABNT, 2015) que dão as diretrizes realizar a Avaliação do Ciclo de Vida, realizada por meio da RenovaCalc (MATSUURA *et al.*, 2018a).

A RenovaCalc^{MD} contabiliza todos os parâmetros que envolvem a produção do biocombustível com base no método da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) atribucional⁴, baseado na norma no qual se constitui um retrospecto de todo o sistema de produção de um produto num momento delimitado, atribuindo a cada etapa sua responsabilidade em um determinado aspecto. Neste caso, este aspecto é a contribuição para as emissões ou sequestro de Gases de Efeito Estufa (GEE) de cada etapa do processo produtivo, que é denominado Intensidade de Carbono (IC), pela avaliação das emissões de CO₂ e seus equivalentes do sistema de produção nas fases agrícola e industrial, fase de distribuição (transporte) e do uso do biocombustível (MATSUURA *et al.*, 2018a; WEIDEMA; EKVALL; HEIJUNGS, 2009; WEIDEMA, 2003).

A ordem de preenchimento que aparece na RenovaCalc^{MD} é a seguinte:

- I) preenchimento de dados relativos à fase agrícola;
- II) preenchimento de dados relativos à fase industrial;
- III) preenchimento de dados relativos à fase de distribuição.

³ A planilha da RenovaCalc está disponível para *download* no endereço: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/renovacalc>>.

⁴ Existe também a Avaliação de Ciclo de Vida consequential, porém, de acordo com Weidema (2003). No entanto, este método não permite atribuir contribuições de cada etapa do ciclo de vida de um produto e, portanto, não é utilizado no programa RenovaBio.

Atribui-se uma IC a cada um dos parâmetros requisitados pela ferramenta e fornecidos pelo produtor de biocombustível, em que o cálculo resulta na IC total do ciclo de vida do etanol, em gramas, de CO₂eq por MegaJoule de energia fornecida pelo biocombustível (g CO₂eq/MJ).

A principal metodologia que dá suporte à ferramenta de cálculo de IC, que quantifica as emissões de carbono por cada prática, é o Guia v.4 “*Agriculture, Forestry and Other Land Use*” do IPCC (2006d) para a fase agrícola. Os dados a montante dessa fase provêm do trabalho “*The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology*”, de Wernet *et al.* (2016). Já para a fase industrial, o principal é o Guia v.3 “*Industrial Processes and Product Use*” (IPCC, 2006c). Outros Guias do IPCC (2006a,b,e) também serviram de base metodológica para os cálculos de IC (MATSUURA *et al.*, 2018b).

A RenovaCalc elenca as diferentes rotas de produção de biocombustíveis já abordadas no item 5.1.1 em diferentes arquivos de Excel baixáveis. No caso do presente trabalho, utilizou-se para a ilustração o arquivo “*RenovaCalc_EIG_Produtores_cana (v.7)*”, o qual corresponde à rota de produção de etanol de primeira geração.

Figura 2. Planilhas contidas no arquivo “*RenovaCalc_EIG_Produtores_cana (v.7)*”.

CONTROLE_DE_REVISOES	INSTRUCOES	RENOVACALC_EIGC	DADOS_AGRICOLAS_PRIMARIO	DADOS_AGRICOLAS_PADRAO	INFORMACOES_ELEGIBILIDADE
----------------------	------------	-----------------	--------------------------	------------------------	---------------------------

Fonte: ANP (2020).

Faz-se necessária a menção de que as planilhas “*CONTROLE_DE_REVISOES*” e “*INSTRUCOES*”, observadas na Figura 2, não são planilhas nas quais os parâmetros são requisitados e não há campos para preenchimento.

A planilha “*INFORMACOES_ELEGIBILIDADE*” solicita a informação da biomassa elegível por cada imóvel rural, bem como o município onde este se localiza, a situação do CAR e se o produtor possui uma fração de sua biomassa inelegível, sempre observados os critérios de elegibilidade estabelecidos. É a partir dessa, então, informação que se calcula o volume de biocombustível que será elegível, no qual será aplicada toda a metodologia da RenovaCalc para o cálculo da emissão do CBIO. A caráter de exemplo, se uma usina produz 1.000 m³ de etanol e 70% da biomassa total processada seja elegível, será considerado para o cálculo de emissão de CBIO 700 m³ de etanol.

Com a biomassa elegível informada, parte-se para a interface da planilha “*RENOVACALC_EIGC*”, na qual o produtor de biocombustíveis tem como primeiros dados de entrada a serem preenchidos o nome da usina, CNPJ, o responsável pelo preenchimento, telefone e e-mail para contato, conforme é visto na Figura 3. Ainda nesta figura, é possível ver a discriminação das IC’s de cada uma das etapas do CV (agrícola, industrial, transporte e uso),

a Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA) e a redução das emissões para etanol anidro e hidratado, em porcentagem.

Figura 3. Interface da planilha “*RENOVACALC_EIGC*”: dados de identificação do produtor. IC total, IC por etapa do CV, NEEA e redução das emissões de etanol anidro e hidratado (%).

The screenshot displays the 'RenovaCalc' interface for 'Etanol combustível de primeira geração produzido a partir de cana-de-açúcar'. It includes input fields for 'Nome da Usina' (Usina Hipotética), 'CNPJ' (00.000.000/0000-00), 'Responsável pelo preenchimento', 'Telefone' ((00) 0000-0000), and 'E-mail'. Below these are two columns of data for 'Etanol Anidro' and 'Etanol Hidratado'. A 'Fóssil substituído: Gasolina' is set to 87,40. The summary table is as follows:

Metric	Etanol Anidro	Etanol Hidratado
Intensidade de Carbono (g CO ₂ eq/MJ)	0,44	0,66
agropecuária	0,00	0,00
industrial	0,00	0,00
transporte	0,00	0,00
uso	0,44	0,66
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (g CO ₂ eq/MJ)	86,96	86,74
Redução de emissões	99,50%	99,24%

Fonte: ANP (2021).

Como primeira etapa requisitada na RenovaCalc, a fase agrícola é compreendida como a fase de produção da biomassa e os dados de entrada estão relacionados aos combustíveis utilizados na frota de máquinas, geração de resíduos culturais, uso de fertilizantes, entre outros. Nesta fase, o produtor de biocombustível se depara com duas opções, dependendo da disponibilidade dos dados a serem informados.

Uma delas é o preenchimento da planilha “*DADOS_AGRICOLAS_PRIMARIO*” – cujos parâmetros técnicos solicitados estão presentes mais bem detalhados no Quadro A1, do Anexo A, em que a usina tem as todas as informações solicitadas pela RenovaCalc na fase agrícola, ou seja, os dados primários do imóvel rural de origem da biomassa a ser processada. A segunda opção é o preenchimento da planilha “*DADOS_AGRICOLAS_PADRAO*”, no qual a usina geralmente possui apenas as informações que são possíveis de se conseguir a jusante do processo agrícola, antes da moagem, configurando o “perfil padrão” de produção. Isto decorre do fato de que as usinas podem contar com produtores parceiros, cujos processos produtivos nem sempre têm todos os dados técnicos disponíveis para as usinas. No caso do preenchimento

do “perfil padrão”, serão admitidos os parâmetros contidos nos quadros A1, A2 e A3 do Anexo A e será acrescida de penalização, algo que incentiva o preenchimento dos parâmetros com os dados primários de forma a tornar a ACV fidedigna e gerar um lastro robusto para o CBIO. Na fase agrícola, os GEE mais importantes considerados são o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O) e o dióxido de carbono (CO_2). No entanto, a RenovaCalc padroniza-os como gCO_2eq , conceito aplicado pelo relatório AR5, do IPCC (2014).

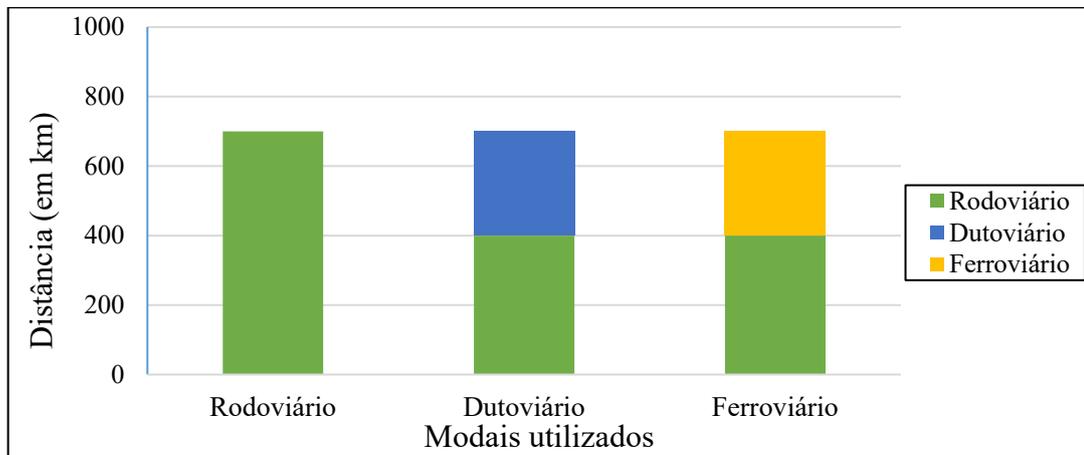
Neste conceito, o gás metano (CH_4) tem Potencial de Efeito Estufa de 28 (se biogênico) a 30 vezes (se de origem fóssil) maior do que o dióxido de carbono (CO_2). Já o óxido nitroso (N_2O) tem esse fator 256 vezes maior. Eles são padronizados em $\text{g CO}_2\text{eq}$ usando estas conversões de multiplicação como premissa (IPCC, 2014).

Na fase industrial são solicitados os dados correspondentes ao uso e cogeração de energia elétrica, geração de coprodutos, aproveitamento de resíduos e afins. Os parâmetros de entrada solicitados nesta etapa, são apresentados de forma mais bem detalhada no Quadro B1, do Anexo B deste trabalho. Como a etapa industrial depende exclusivamente da usina, os dados preenchidos nesta fase devem ser obrigatoriamente primários – não se permite a adoção de um “perfil padrão”, já que é possível se ter o controle e se conhecer todas as informações relativas a esta etapa.

Na fase de distribuição, o produtor de biocombustível deve informar o modal logístico pelo qual o seu produto é transportado preenchendo a participação do modal rodoviário, dutoviário e ferroviário, com suas respectivas porcentagens. Caso o produtor não tenha a ciência dessas informações, será adotado o modal rodoviário como padrão, no qual este será adotado como o único modal utilizado. As distâncias consideradas pela RenovaCalc^{MD}, em quilômetros, para cada modal na distribuição estão elencadas no Gráfico 1.

No Gráfico 1 se nota que os modais dutoviário e ferroviário contam com o modal rodoviário em suas composições, visto que é admitido que estes modais correspondem a apenas parte da distância percorrida na distribuição dos dois tipos de etanol, ao contrário do modal rodoviário, que é considerado como tal em sua integralidade.

Gráfico 1. Distâncias (em km) e composições modais para a distribuição de biocombustível admitidas para o cálculo com a RenovaCalc^{MD}.



Fonte: ANP (2018a).

Quanto ao uso do biocombustível, a ferramenta já fornece, de antemão, as ICs do etanol anidro e etanol hidratado, cujos valores são 0,66 e 0,44 g CO₂eq/MJ, respectivamente.

Após o preenchimento de todos estes parâmetros, a RenovaCalc^{MD}, calcula a Nota de Eficiência Energético-Ambiental do Ciclo de Vida avaliado. O cálculo é feito pela diferença entre a IC do CV do biocombustível e a IC do seu combustível substituto, a gasolina, cujo valor é padronizado em 87,4 g CO₂eq/MJ.

A NEEA utilizada para gerar o fator de emissão do CBIO, como na equação 1.

$$f = NEEA * \frac{f_{elegível}}{100} * \rho * PCI * 10^{-6} \quad (1)$$

Onde f é o fator para emissão de CBIO, NEEA é a Nota de Eficiência Energético-Ambiental (em gCO₂eq/MJ), $f_{elegível}$ é a fração do volume de biocombustível elegível (em %), ρ é a massa específica do biocombustível (t/m³), PCI é o poder calorífico inferior do biocombustível (em MJ/kg). Para a massa específica (ρ), adota-se, respectivamente, os valores de 0,791 e 0,809 t m⁻³ para etanol anidro e etanol hidratado. Já em relação aos valores do PCI, o valor para o etanol anidro é de 28,26 MJ kg⁻¹, enquanto que para o etanol hidratado o valor é de 26,38 MJ kg⁻¹. Todos estes valores estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de massa específica e poder calorífico inferior dos biocombustíveis.

Produto	Massa específica [t/m³]	Poder calorífico inferior [MJ/kg]
Etanol anidro ¹	0,791	28,26
Etanol hidratado ¹	0,809	26,38
Biodiesel ¹	0,880	37,68
Biometano ²	0,00076	48,25
Querosene parafínico sintetizado por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (SPK - HEFA) ¹	0,735	43,54
Diesel alternativo sintetizado por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA) ¹	0,782	43,98
Gasolina alternativa sintetizado por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA) ¹	0,690	44,94

¹Massa específica à temperatura de 273,15 K (0 °C) e 101,325 kPa (1 atm). ²Biometano com 96,5% de metano, a 273,15 K (0 °C) e 101,325 kPa (1 atm).

Fonte: ANP (2018a).

5.3 Escrituração, negociação em Bolsa de Valores e aposentaria dos CBIOS

Retomando o conteúdo da Lei nº 13.576, de 26 de Dezembro de 2017, para a situação na qual a ANP aprova toda a documentação, a qual valida o direito do produtor (ou importador) emitir o crédito de descarbonização – calculado conforme o fator de emissão dos CBIOS (equação 1), o agente contrata os serviços de um escriturador, que é um banco ou outra instituição financeira, que deve emitir e manter sob custódia o registro do CBIO escritural, o qual permite a negociação em bolsa. O CBIO escritural é um ativo que não paga dividendos ou tem desdobramentos, tampouco há um vencimento. Enquadra-se no mercado balcão.

Uma das características do mercado de balcão é a descentralização das negociações e, portanto, a ausência de um local físico para as negociações. No entanto, existe o segmento organizado, em que uma instituição auto-reguladora mantém as negociações, como é o caso do CBIOS negociado na B3 (CVM, 2005). O mercado de balcão se difere do mercado futuro principalmente quanto à padronização, visto que no mercado futuro há padronização do ativo a ser negociado e os valores deste têm alterações diárias (CVM, 2021).

A negociação em Bolsa de Valores é regulamentada com base na Portaria nº 419, de novembro de 2019 (BRASIL, 2019) e nela constam três tipos de agentes: o primeiro deles é o emissor, que é o produtor ou importador de biocombustíveis com o direito de emitir o CBIO; o segundo é a Parte Obrigada, a distribuidora de biocombustíveis, a qual deve cumprir com as metas de redução de emissão de carbono, baseadas na Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017 e no Decreto nº 9.888, de 2019; e o terceiro agente no ambiente de negociações é a Parte

Não Obrigada, que são os investidores independentes ou especuladores que detêm os CBIOs e os negociam no momento que julgarem vantajoso. É importante fazer a ressalva de que o emissor primário pode contratar apenas um único escriturador.

Parte, então, do escriturador registrar o crédito numa entidade registradora, que deve ser certificada e regularizada pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) – neste caso a B3. A entidade registradora é responsável pelo ambiente de negociação, no qual há a incumbência de disponibilização dados referentes ao montante de CBIOs comercializados, os preços máximo, médio e mínimo que ativo atingiu no dia anterior e no acumulado do ano, bem como deve disponibilizar os dados dos CBIOs que foram aposentados no dia anterior e ao longo do ano. A quantidade de CBIOs detidos pelos três agentes citados anteriormente também é uma informação indispensável à luz da legislação.

A aposentadoria do CBIO é realizada pelo escriturador, que mediante a demanda do detentor do crédito informa que este será aposentado à instituição registradora (Bolsa de Valores), que o retira de negociação, conforme os termos da Portaria nº 419, de novembro de 2019. Isso acontece apenas com a parte obrigada – as distribuidoras, que precisa cumprir com suas metas de descarbonização, dadas de acordo com a distribuição dos combustíveis fósseis do ano anterior pela própria distribuidora. As metas são cumpridas aposentando os seus CBIOs, em que as distribuidoras os compram dos produtores e aposentam-nos utilizando o sistema da B3 e, com isso, o CBIO sai do mercado.

A partir deste momento, cabe retomar algumas etapas que já foram aqui discutidas e adicionar novas etapas, englobando todos os processos até a aposentadoria dos créditos de descarbonização, como uma forma de sistematizar todo o processo (Quadro 4).

Quadro 4. Sistematização do Processo: da emissão até a aposentadoria dos CBIOs.

(continua)

Agentes	Processos	Ambiente
1) Produtor/emissor	Solicita à ANP a autorização da emissão do CBIO.	Fora da B3
2) ANP	Analisa os documentos e autoriza a emissão.	
3) Produtor/emissor	Contrata um escriturador para emitir o CBIO.	Fora da B3
4) Escriturador	Emite o CBIO escritural e realiza o registro na B3.	
5) Escriturador	Insere as informações na B3 e registra as informações referentes à emissão do CBIO.	Dentro da B3 - Negociação
6) B3	O sistema da B3 gera um código identificador para o CBIO e este está disponível para a negociação.	Dentro da B3 - Negociação
7) Escriturador	Após o primeiro negócio, aloca as quantidades para o comprador, indicando o Preço Unitário (PU) de venda dos CBIOs.	
8) Representante do Cliente	O representante do comprador confirma a operação lançada pelo escriturador.	Dentro da B3 - Negociação
9) B3	<i>Delivery versus payment (DVP)</i> : lança a troca de posição do ativo, mediante a confirmação do pagamento realizado.	

Quadro 4. Sistematização do Processo: da emissão até a aposentadoria dos CBIOs.

(conclusão)

Agentes	Processos	Ambiente
10) Representante do Cliente	Lança a aposentadoria do CBIO em nome do cliente ou investidor.	Dentro da B3 – Aposentadoria do CBIO
11) B3	Sistema identifica quantidades em custódia e solicita duplo-comando do Escriturador	
12) Escriturador	Faz o duplo-comando da operação para ter controle das quantidades escrituradas.	Dentro da B3 – Aposentadoria do CBIO
13) B3	Aposenta o CBIO, retirando da posição do cliente e do balcão de negociação.	

Nota: O processo colocado no Quadro 4 diz respeito a todas as rotas de produção, não apenas à de etanol de primeira geração.

Fonte: B3.

Aqui cabe um destaque, já que no Quadro 4 não foi mencionada a participação das firmas inspetoras. Nesta sequência proposta no quadro, as firmas inspetoras se situam entre os produtores/emissores e a ANP (itens 1 e 2 do Quadro 4), visto que, como já foi explicado, as firmas inspetoras têm o dever de auditar os dados advindos dos produtores/emissores e enviá-los à ANP e prestar contas públicas sobre esses dados. A partir disto, a ANP decidirá se o produtor tem o direito de obter o Certificado de Produção Eficiente de Biocombustíveis.

5.4 Alguns resultados do programa RenovaBio

Com as toda a estruturação do programa RenovaBio e a sistemática dos CBIOs colocadas, observou-se alguns resultados práticos do programa. A ANP divulgou as metas de aposentadorias de CBIOs até a data de 31 de dezembro de 2020 (ANP, 2020a) para as distribuidoras correspondentes aos anos de 2019 e 2020, por meio do Despacho nº 797, de 24 de setembro de 2020. Neste documento, a meta total para aposentadoria, ou seja, a soma das metas de cada uma das 141 distribuidoras de combustíveis listadas pela ANP, foi de 14.898.231 CBIOs. No entanto, 14.535.334 destes foram aposentados, o que representou 97,6% da meta total.

De acordo com o “Relatório de Cumprimento de Meta 2019-2019 por distribuidor de combustível”, da ANP (2020b), isso aconteceu porque algumas distribuidoras não cumpriram suas metas na íntegra e também porque algumas delas não aposentaram nenhum CBIO.

A Tabela 2 apresenta, em ordem crescente, a razão social/nome, metas de aposentadoria de CBIOs e o cumprimento em termos absolutos e em porcentagem das dez distribuidoras que tiveram o pior desempenho na aposentadoria dos CBIOs. Apesar de nenhuma delas terem

aposentado o crédito, algumas tiveram metas maiores que outras e, portanto, foram consideradas as piores. Estas distribuidoras que não cumpriram com a suas metas terão de arcar com multa e essa meta não atingida será somada à de 2021. O texto da Lei nº 13.576 de 26 de dezembro de 2017 coloca a respeito da multa:

Art. 9. O não atendimento à meta individual sujeitará o distribuidor de combustíveis à multa, proporcional à quantidade de Crédito de Descarbonização que deixou de ser comprovada, sem prejuízo das demais sanções administrativas e pecuniárias previstas nesta Lei e na Lei no 9.847, de 26 de outubro de 1999, e de outras de natureza civil e penal cabíveis [...] Parágrafo único. A multa a que se refere o caput deste artigo poderá variar, nos termos do regulamento, entre R\$ 100.000,00 (cem mil reais) e R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais) (BRASIL, 2017, p.4).

Tabela 2. As dez distribuidoras com os piores desempenhos na aposentadoria de CBIOS, em ordem decrescente.

POSIÇÃO	RAZÃO SOCIAL	META (em CBIOS) 2019-2020	CBIOS APOSENTADOS até 31/12/2020*	CUMPRIMENTO DA META (%)
141	ROYAL FIC DISTRIBUIDORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO S/A	188.045	0	0
140	ATLÂNTICA PRODUTOS DE PETRÓLEO LTDA.	46.700	0	0
139	MAX DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	23.323	0	0
138	WATT DISTRIBUIDORA BRASILEIRA DE COMBUSTÍVEIS E DERIVADOS DE PETRÓLEO LTDA	13.926	0	0
137	SR BRASIL PETRÓLEO LTDA.	13.662	0	0
136	DISTRIBUIDORA SUL DE PETRÓLEO LTDA.	11.590	0	0
135	DIRECIONAL DISTRIBUIDORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO LTDA.	8.535	0	0
134	PELIKANO DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA	8.154	0	0
133	ECO BRASIL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	6.976	0	0
132	PETROBALL DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	6.248	0	0
131	NOROESTE DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA.	5.392	0	0
TOTAL		332.551	0	0

Nota: O processo colocado no Tabela 2 diz respeito a todas as rotas de produção, não apenas à de etanol de primeira geração.

Fonte: ANP (2020b).

De acordo com a Tabela 2, juntas, essas dez distribuidoras deixaram de compensar 332.554 CBIOs. Na prática isso significa que elas têm um saldo de emissões de 332.551 toneladas de CO₂eq, visto que estas metas são baseadas nos CV dos combustíveis fósseis por elas distribuídos e que cada CBIO equivale a uma tonelada de CO₂eq deixada de emitir.

Por outro lado, cabe destacar as distribuidoras que tiveram melhor desempenho na aposentaria dos CBIOs, isto é, aquelas que tiveram as maiores metas e as cumpriram integralmente, conforme mostrado na Tabela 3 em ordem decrescente.

Tabela 3. As dez distribuidoras que mais aposentaram CBIOS no biênio 2019-2020, em ordem decrescente

POSIÇÃO	RAZÃO SOCIAL	META (em CBIOS) 2019-2020	CBIOS APOSENTADOS até 31/12/2020	CUMPRIMENTO DA META (%)
1	PETROBRAS DISTRIBUIDORA S.A.	4.040.538	4.040.538	100
2	IPIRANGA PRODUTOS DE PETRÓLEO S.A	2.961.712	2.961.712	100
3	RAIZEN COMBUSTÍVEIS S.A.	2.667.008	2.667.008	100
4	ALESAT COMBUSTÍVEIS S. A.	510.553	510.553	100
5	PETRÓLEO SABBÁ S.A.	375.016	375.016	100
6	CIAPETRO DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA	265.538	265.538	100
7	ATEM' S DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO S.A.	252.765	252.765	100
8	TDC DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS S/A.	228.915	228.915	100
9	RODOIL DISTRIBUIDORA DE COMBUSTÍVEIS LTDA	181.761	181.761	100
10	RAIZEN MIM COMBUSTIVEIS S/A.	155.835	155.835	100
TOTAL		11.790.477	11.790.477	100

Nota: O processo colocado na Tabela 3 diz respeito a todas as rotas de produção, não apenas à de etanol de primeira geração.

Fonte: ANP (2020b).

Conforme visualizado na Tabela 3, o volume das metas para estas dez distribuidoras foi de 11.790.477 CBIOS e isso significa que elas foram responsáveis pela distribuição de combustíveis fósseis que, em seus Ciclos de Vida, emitiram esse mesmo valor em toneladas de CO₂eq. No entanto, diferentemente do caso colocado na Tabela 2, estas distribuidoras compensaram a distribuição de combustíveis fósseis conforme a Lei.

A tabela 4, apresenta a quantidade de CBIOS negociados e o valor financeiro movimentado, respectivamente, distribuídos ao longo do período de comercialização de junho 2020 a julho de 2021. De acordo com a Tabela 4, desde o início de sua negociação – em junho de 2020 – até julho de 2021, a quantidade de CBIOS negociados na B3 foi de 46,5 milhões, e o valor financeiro movimentado atingiu a marca de R\$1,74 bilhão em treze meses.

Tabela 4. Quantidade de CBIOs negociados por mês e o valor financeiro gerado, no período de junho de 2020 a outubro de 2021.

MÊS/ANO	VOLUME NEGOCIADO (em CBIOs)	VALOR FINANCEIRO (R\$)
Junho/20	6.200	100.100
Julho/20	142.593	2.888.075
Agosto/20	436.753	8.675.656
Setembro/20	3.011.294	89.601.389
Outubro/20	10.254.794	517.260.073
Novembro/20	2.408.424	105.330.712
Dezembro/20	9.896.515	411.476.980
Janeiro/21	1.442.091	45.835.961
Fevereiro/21	2.216.266	71.227.163
Março/21	3.034.098	89.350.470
Abril/21	3.536.280	108.333.258
Mai/21	3.728.475	114.121.179
Junho/21	3.283.915	94.090.280
Julho/21	3.125.061	86.221.643
Agosto/21	3.271.165	92.484.843
Setembro/21	11.689.232	507.083.732
Outubro/21	3.433.136	149.456.955
TOTAL	64.916.292	2.493.538.469

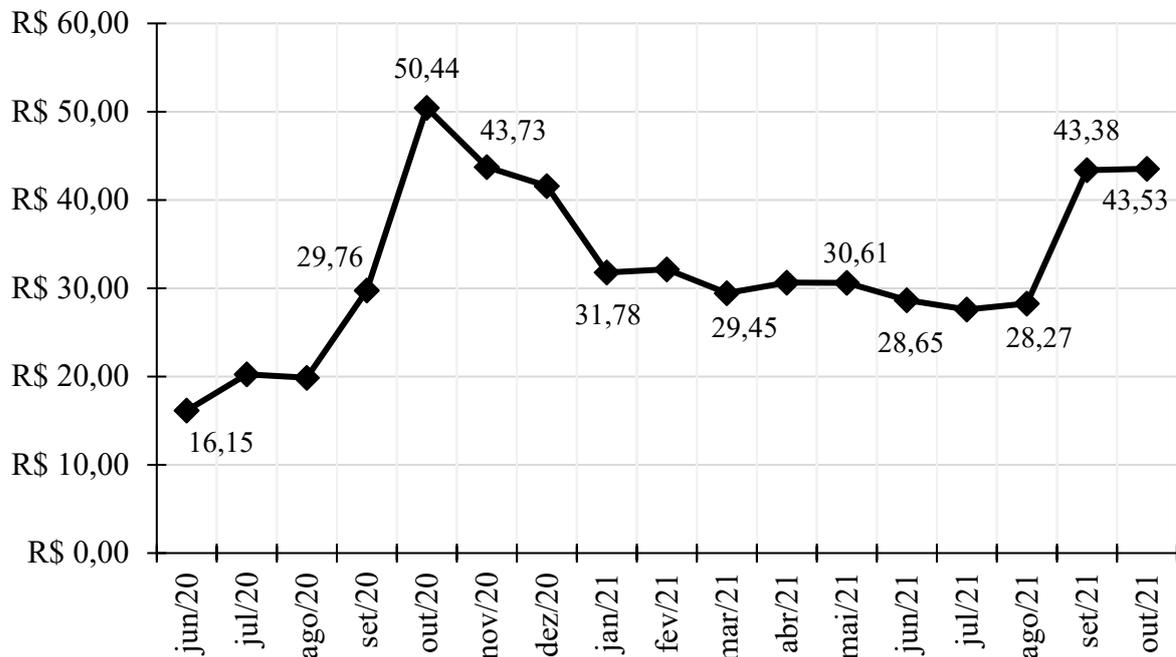
Nota: os CBIOs negociados em outubro de 2021 correspondem àquela cuja transação ocorreu até dia 28 do mês.

Fonte: B3.

O Gráfico 2 traz a série histórica mensal dos preços dos CBIOs. O preço médio do CBIO no primeiro mês de comercialização, junho de 2020, foi de R\$16,45, o menor preço da série. A partir daí houve altas nos meses seguintes (exceto agosto) até chegar ao valor mais alto foi atingido no mês de outubro do mesmo ano, quando o crédito alcançou R\$50,47. Nos meses de novembro e dezembro de 2020, preço passou por quedas e terminou o ano no valor de R\$41,58

O CBIO começou o ano de 2021 com um valor menor, valendo R\$31,78 por unidade em janeiro. Nos meses seguintes o preço médio não apresentou grandes variações até agosto, quando fechou a média mensal unitária a R\$28,27. A partir de setembro de 2021, o preço voltou a subir de forma mais acentuada, atingindo o valor de R\$43,38. Por pouco variou no mês de outubro, período em que este trabalho contemplou, cujo preço médio foi de R\$43,54.

Gráfico 2. Série histórica de preços médios do CBIO (em R\$) de junho de 2020 até outubro de 2021.



Fonte: B3.

Uma matéria publicada no site NovaCana trouxe as explicações do motivo da queda de preços visualizada entre os meses de outubro e novembro, na qual explicou que a redução desse valor foi um reflexo de desdobramentos jurídicos.

O mês de novembro foi repleto de reviravoltas no RenovaBio. Em meio a incertezas e questionamentos judiciais quanto ao programa, o mercado de créditos de descarbonização (CBios) registrou flutuações de preços [...] a Associação das Distribuidoras de Combustíveis (Brasilcom) conseguiu uma redução nas metas de suas associadas na justiça, alegando que o tempo disponível para aquisição era pequeno, o número de CBios ainda era inferior à meta e que a recente alta observada teria impacto nas bombas de combustíveis, prejudicando os consumidores. Ao mesmo tempo, o teto das negociações voltou a ficar abaixo de R\$ 50 por CBio, e com tendência de queda [...] (BOSSLE, 2020).

No entanto, o Gráfico 2 indica que possa existir uma certa tendência no comportamento desses preços, visto que à medida que o prazo de aposentadoria dos CBIOs se aproxima, os preços do ativo aumentam – como aconteceu nos meses de outubro de 2020 e setembro de 2021 –, porque aumenta o interesse das distribuidoras em adquiri-los, seja do emissor, seja da parte não-obrigada (especuladores).

Dentro desse mercado, uma das companhias que teve receita com a comercialização dos CBIOs foi o grupo São Martinho, que obteve um valor de R\$27,179 milhões durante o período de junho de 2020 a junho 2021 (SÃO MARTINHO, 2021). As usinas associadas da COOPERSUCAR também tiveram destaque na emissão dos CBIOs. Ao todo, as usinas emitiram 5,2 milhões de CBIOs escriturais até 24 de maio de 2021, o que, segundo o escopo do programa e a empresa, significou que foram deixadas de emitir 5,2 milhões de toneladas de CO₂eq (COOPERSUCAR, 2021).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho se propôs a facilitar a compreensão do de todo o processo da criação do ativo CBIO por legislações até a sua negociação e aposentadoria no mercado, ou seja, elucidou a sistematização das operações neste novo mercado, contribuindo para o aumento de conhecimento a respeito dele.

A abordagem da ferramenta *RenovaCalc*^{MD} da forma proposta, incluindo ilustrações e tabelas de apoio para a geração do valor do CBIO, trouxe uma visão com detalhes do processo para a rota de produção do etanol de primeira geração. Com base nisso, ficaram organizados de forma compreensível os fatores que são necessários – como os dados de entrada para o preenchimento das fases agrícola e industrial – para que o valor gerado tenha o respaldo científico e legal adequado, uma vez que o ativo é negociado em mercado regulamentado.

Na sistemática de negociação na B3, foram apresentados alguns elementos-chave para que o entendimento fosse adequado, incluindo os escrituradores do ativo e o conceito de aposentadoria deste e a importância relacionada a ela. O Quadro 4 introduzido para responder a este objetivo permitiu uma estruturação das negociações em Bolsa de Valores.

O programa, no entanto, tem algumas limitações, visto que as metas de cada distribuidora se baseiam no ciclo de vida dos combustíveis fósseis distribuídos, cujo valor de CBIOs a serem aposentados para cumprir tais metas pode ser maior do que aquele ofertado pelo mercado.

Outro gargalo do programa é o repasse de preços da parte obrigada que, ao adquirir os CBIOs, tem um custo adicional que pode ser repassado ao consumidor final nos postos.

Por fim, o programa também falha em não trazer benefícios aos produtores de cana-de-açúcar que fornecem a matéria-prima às usinas, visto que estes são parte importante na produção de etanol no Brasil. Sugere-se, portanto, a realização de pesquisas que possam abordar estes temas e trazer possíveis soluções para esses impasses.

A produção bibliográfica consultada foi adequada e trouxe riqueza e embasamento a tudo o que foi abordado por este trabalho, do início ao fim.

Este trabalho se limitou à abordagem de apenas uma única rota de produção (rota IV – de produção de etanol de primeira geração). Por isso, sugere-se que trabalhos nos quais se aborde com detalhes outras rotas de produção também sejam produzidas. Outra pesquisa relevante seriam detalhar, quantitativamente, como cada um dos fatores que compõem a ferramenta *RenovaCalc*^{MD} influenciam na NEEA, por meio de análises de sensibilidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS. Despacho ANP nº 797, de 24 de setembro de 2020. A diretoria colegiada da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, no uso de suas atribuições legais e regulamentares, com base nas deliberações tomadas na 1.022ª Reunião de Diretoria, realizada em 24 de setembro de 2020, e em face da publicação da Resolução CNPE nº 8, de 18 de agosto de 2020, retifica o Despacho nº 263, de 19 de março de 2020, e torna públicas novas metas individuais compulsórias, por distribuidor de combustíveis, de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa, que vigorarão até 31 de dezembro de 2020. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 185, p. 119-120, 25 set. 2020a. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=25/09/2020&jornal=515&pagina=119>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS. **Informe Técnico nº 02/2018/SBQ** - Orientações Gerais: Procedimentos para Certificação da Produção ou Importação Eficiente de Biocombustíveis. 2018a, 49 p. v.4. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/arquivos/prod-fornecimento-biocombustiveis/renovabio/informe-tecnico-02.pdf>>. Acesso em: 23 fev 2021.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS. **Relatório Cumprimento Meta 2019-2020 por distribuidor de combustíveis**. 2020b. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/comprovacao-da-meta-individual-de-2019-2020-por-distribuidor-de-combustiveis>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS. **RenovaCalc**. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/renovacalc>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS. Resolução ANP Nº 758 de 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. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 227, p. 54-63, 27 nov. 2018. Disponível em: <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2018/novembro&item=ranp-758-2018>. Acesso em: 15 fev 2021.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS. Resolução ANP Nº 802 de 2018 - 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. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 236, p.121, 6 dez. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-802-de-5-de-dezembro-de-2019-231852634>. Acesso em: 15 fev 2021.

AHMADI, L.; KANNANGARA, M.; BENSEBAA, F. Cost-effectiveness of small scale biomass supply chain and bioenergy production systems in carbon credit markets: A life cycle perspective. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**. v. 37, p. 100627, 2020. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213138819302747>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

ALBUQUERQUE, I. *et al.* **Análise das emissões brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas de clima no Brasil 1970-2019**. Brasil. 2020. Disponível em: <http://seeg.eco.br/documentos-analiticos>. Acesso em: 19 jan. 2021.

ALONSO, D. M.; HAKIM, S. H.; ZHOU, S. *et al.* Increasing the revenue from lignocellulosic biomass: Maximizing feedstock utilization. **Science Advances**, v. 3, n. 5, p. e1603301, 2017. Disponível em: <<https://advances.sciencemag.org/content/3/5/e1603301>>. Acesso em: 27 jan. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14065: Requisitos para organismos de validação e verificação de gases de efeito estufa para uso em acreditação e outras formas de reconhecimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 19011: Diretrizes para auditoria de sistemas de gestão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14040: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida - princípios e estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014a. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14044: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida: requisitos e orientações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014b.

B3. **Crédito de Descarbonização (CBIO)**. Disponível em: <http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/outros-servicos/servicos-de-natureza-informacional/credito-de-descarbonizacao-cbio/>. Acesso em: 20 mai. 2021.

B3. **Renda Fixa | Histórico do CBIO**. Disponível em: <http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/renda-fixa/>. Acesso em: 16 ago. 2021.

BORDONAL, R. O. *et al.* Sustainability of sugarcane production in Brazil. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 2, 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-018-0490-x>> . Acesso em: 03 mai. 2021.

BOSSLE, R. Preço do CBio volta a cair e título é negociado, em média, por R\$ 43,73 em novembro: no começo do mês, papéis atingiram alta histórica de R\$ 72, mas terminaram o período cotados entre R\$ 39,80 e R\$ 45. **NovaCana**, Online, 1 dez. 2020. Disponível em: <https://www.novacana.com/n/industria/financeiro/preco-cbio-volta-cair-titulo-negociado-media-r-43-73-novembro-011220>. Acesso em: 19 ago. 2021.

BRASIL. Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 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. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 123, p. 22-23, 28 jun. 2019b. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9888.htm. Acesso em: 03 fev. 2021.

BRASIL. Decreto nº 9.964, de 8 de agosto de 2019. Altera o Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019, para dispor sobre critérios, procedimentos e responsabilidades para regulação e fiscalização da Certificação de Biocombustíveis e do lastro do Crédito de Descarbonização da Política Nacional de Biocombustíveis - RenovaBio. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 153, p. 4-5, 9 ago. 2019a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9964.htm. Acesso em: 2 jul. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, Edição Extra, p. 109, 29 dez. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso em: 20 jan. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 4, 28 mai. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113576.htm. Acesso em: 20 jan. 2021.

BRASIL. Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 147, p. 4, 27 dez. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113576.htm. Acesso em: 20 jan. 2021.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Gabinete do Ministro. Portaria nº 419, de 20 de novembro de 2019. Brasília, 2019c. Resolução no uso das atribuições que lhe confere o art. 87, parágrafo único, incisos II e IV, da Constituição, tendo em vista o disposto nos arts. 11 e 12, do Decreto-lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967, no art. 17 da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, no art. 10-A do Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019, e o que consta no Processo nº 48340.002940/2019-27. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 225, p. 64, 21 nov. 2019. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-419-de-20-de-novembro-de-2019-228863910>>. Acesso em: 18 mai. 2021

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perfil do Setor do Açúcar e do Etanol no Brasil: Estimativa para a safra 2015/2016**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/cana/perfil-do-setor-sucroalcooleiro>>. Acesso em: 03 mar. 2021.

COOPERSUCAR. COPERSUCAR ultrapassa marca de 5 milhões de CBIOs. **Coopersucar**, online, 02 jun. 2021. Disponível em: <<https://www.copersucar.com.br/release/copersucar-ultrapassa-marca-de-5-milhoes-de-cbios/>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

CVM – COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. Mercado de Balcão Organizado. **Comissão de Valores Mobiliários Superintendência de Proteção e Orientação a Investidores**, jan. 2005. Disponível em: <<https://www.investidor.gov.br/portaldoinvestidor/export/sites/portaldoinvestidor/publicacao/Cadernos/CVM-Caderno-7.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2021.

CVM – COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. Mercado Futuro. **Portal do Investidor**. Disponível em: <https://www.investidor.gov.br/menu/Menu_Investidor/derivativos/mercado_futuro.html>. Acesso em: 24 nov. 2021.

DEFANTE, L. R.; VILPOUX, O. F.; SAUER, L. Rapid expansion of sugarcane crop for biofuels and influence on food production in the first producing region of Brazil. **Food Policy**, v. 79, p. 121–131, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306919218300368>>. Acesso em: 26 jan. 2021.

DEMIRBAS, A. **Political, economic and environmental impacts of biofuels: A review**. *Applied Energy*, v. 86, p. S108–S117, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261909001688?casa_token=zqL8agvfRVwAAAAA:ZI1G7XP7lyb5_twCXmmoFC_htjzx5dHlw2igc_vEtTXzq0hulDg2Bh2jHTyVXhLsbdPn2weKWw>. Acesso em: 3 mai 2021.

DENNY, D. M. T. Competitive renewables as the key to energy transition—RenovaBio: the Brazilian biofuel regulation. **The Regulation and Policy of Latin American Energy Transitions**, p. 223–242, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128195215000139>>. Acesso em: 17 mai 2021.

EBADIAN, M.; VAN DYK, S.; MCMILLAN, J. D.; et al. Biofuels policies that have encouraged their production and use: An international perspective. **Energy Policy**, v. 147, p. 111906, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421520306182>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

EGGLESTON H.S., BUENDIA L., MIWA K., NGARA T. AND TANABE K. Published: IGES, Japan: IGES, 2006a. em várias paginações.

ESCOBAR, N. et al. Spatially-explicit footprints of agricultural commodities: Mapping carbon emissions embodied in Brazil's soy exports. **Global Environmental Change**, v. 62, p. 102067, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378019308623>>. Acesso em 24 nov. 2021.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balanco Energético Nacional 2021**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>>. Acesso em: 13 set. 2021.

FIGUEIREDO, E. B. de. **Balço de gases de efeito estufa e emissões de CO₂ do solo nos sistemas de colheita da cana-de-açúcar manual queimada e mecanizada crua**. 2012. x, 96 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/105155>>. Acesso em: 23 nov. 2021.

GAURAV, N.; SIVASANKARI, S.; KIRAN, G. S. et al. Utilization of bioresources for sustainable biofuels: A Review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 73, p. 205–214, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117300801?casa_token=N5BpL-iJ6HIAAAAA: jzO1ObqZXAn6hZzvSRmHfVPzJvhaULH6Ar92hkrZ9XQrRZCKaKtLXobwsTyRdwcIjAyqnacnGA>. Acesso em: 3 Mai 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GONÇALVES, F. *et al.* Strategies to improve the environmental efficiency and the profitability of sugarcane mills. **Biomass and Bioenergy**, v. 148, p. 106052, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953421000891?casa_token=oCmXBFWfACUAAAA: nmHvvRjI9Qn1HmyOvLnGsriUtQE1dcVvMH8CpOnT0miFu4Xy6U5NJWJEil4OOp5z8gBStP4srsI>. Acesso em: 17 mai 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**, v. 129, p. 201–205, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669018310586>>. Acesso em: 26 jan. 2021.

HANSEN, S. V.; DAILOU, V.; STEINMANN, Z. J. N. et al. The climate change mitigation potential of bioenergy with carbon capture and storage. **Nature Climate Change**, v. 10, n. 11, p. 1023–1029, 2020. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41558-020-0885-y>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

HU, K.; CHEN, Y. Equilibrium fuel supply and carbon credit pricing under market competition and environmental regulations: A California case study. **Applied Energy**, v. 236, p. 815–824, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261918318592>>. Acesso em: 26 jan. 2021.

IPCC. **2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: v. 1 general guidance and reporting**. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme,

IPCC. **2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: v. 2 energy**. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, EGGLESTON H.S., BUENDIA L., MIWA K., NGARA T., AND TANABE K. Japan: IGES, 2006b. Em várias paginações.

IPCC. **2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: v. 3 industrial processes and product use**. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, EGGLESTON H.S., BUENDIA L., MIWA K., NGARA T., AND TANABE K. Japan: IGES, 2006c. Em várias paginações.

IPCC. **2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas Inventories: v. 4 agriculture, forestry and other land use**. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, EGGLESTON H.S., BUENDIA L., MIWA K., NGARA T., AND TANABE K. Japan: IGES, 2006d. Em várias paginações.

IPCC. **2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: v. 5 waste**. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, EGGLESTON H.S., BUENDIA L., MIWA K., NGARA T., AND TANABE K. Japan: IGES, 2006e. Em várias paginações.

IPCC. Annex 2: metrics and methodology. **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** In: KREY, V. et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014. p. 1281-1328.

IPCC. **Summary for Policymakers**. In: STOCKER, T.F. et al. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 2013. p. 119-158.

JÚNIOR, A. C. B.; ABRANTES, L. A.; GOMES, A. P.; LIMA GONÇALVES, R. M. Eficiência produtiva e análise econômica e financeira de usinas de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo. **Revista Ambiente Contábil** - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - ISSN 2176-9036, v. 4, n. 2, p. 74-92, 18 out. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/ambiente/article/view/2140>>. Acesso em: 26 jan. 2021.

KLEIN, B. C.; CHAGAS, M. F.; WATANABE, M. D. B.; *et al.* Low carbon biofuels and the New Brazilian National Biofuel Policy (RenovaBio): A case study for sugarcane mills and integrated sugarcane-microalgae biorefineries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 115, p. 109365, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032119305738?casa_token=aWjqKtZPbQoAAAAA:KD2Nb9G66A0VWpW90dXWiz_0S-LMWI2yWvICF5zJQtFAco6KjVVn7hKhU1ABkhCSnV5hpxvEurI>. Acesso em: 17 mai 2021.

LIMA, M. A.; MENDES, L. F. R.; MOTHE, G. A. et al. Renewable energy in reducing greenhouse gas emissions: Reaching the goals of the Paris agreement in Brazil. **Environmental Development**, v. 33, p. 100504, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211464520300191>>. Acesso em: 27 jan. 2021.

LORIZOLA, G. M.; CAPITANI, D. H. D. Análise do modelo estrutura-conduta-desempenho do setor sucroenergético brasileiro. **Nucleus**, v. 15, n. 2, p. 383-399, 2018.

MANNARELLI FILHO, T. *et al.* Responsabilidade social, sustentabilidade e inovação no setor sucroenergético brasileiro: Tendências e perspectivas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021.

MANZATTO, C. V. et al. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar: expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro**. Embrapa Solos-Documents (INFOTECA-

E), 2009. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPS-2010/14408/1/ZonCana.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2021.

MAPA. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono>. Acesso em: 20 jan. 2021.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARCOVITCH, J.; MACHADO FILHO, C. A. P.; FERREIRA, G. T. C. **A Governança Ambiental e seus Compromissos**. São Paulo: FEA/USP, 2019. Disponível em: <<https://www.usp.br/mudarfuturo/cms/>>. Acesso em: 17 mai 2021.

MARGULIS, S. **Principais Resultados - Conclusões**. In: MARGULIS, S. **Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira**. Brasília: Estação Gráfica, 2003. Cap. 6. p. 79-82. Disponível em: <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital>. Acesso em: 19 jan. 2021.

MATSUURA, M. I. S. F. *et al.* **NOTA TÉCNICA – RenovaCalc^{MD}: Método e ferramenta para a contabilidade da Intensidade de Carbono de Biocombustíveis no Programa RenovaBio**. 2018a. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/images/Consultas_publicas/2018/n10/CP10-2018_Nota-Tecnica-Renova-Calc.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2021.

MATSUURA, M. I. S. F. *et al.* **Renovacalc: a calculadora do programa RenovaBio**. In: Congresso Brasileiro sobre Gestão do Ciclo de Vida, 6., 2018b. Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: IBCT, 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196899/1/Marilia-renovacalc.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2021.

MORETTI, C. L.; FERREIRA, T. T.. O manifesto verde de Bill Gates e a agricultura de baixo carbono no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, ano XXX, n. 1, p. 3-6, jan/mar 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1131959>. Acesso em: 9 ago. 2021.

NAIK, S. N.; GOUD, V. V.; ROUT, P. K. *et al.* Production of first and second generation biofuels: A comprehensive review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 2, p. 578–597, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109002342?casa_token=_Rdm0QLCgI4AAAAA:sgIwdUe-oX1SGeqKTvTXQ1sS8ei0JbZf8RARVklGZ9XtCPI5YQljZI3kuivf4FpGRoCznHG8qQA>. Acesso em: 3 May 2021.

NEVES, M. F. TROMBIN, V. G. **A dimensão do setor sucroenergético: Mapeamento e Quantificação da Safra 2013/14**. 2014. Riberão Preto. 1ª Ed.

OLIVEIRA, D. M. S. *et al.* Is the expansion of sugarcane over pasturelands a sustainable strategy for Brazil's bioenergy industry? **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 102, p. 346–355, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118308074?casa_token=ZP38mxBTJvkAAAAA:FcX7_LXVqciyjZuqQHE8QJ03Zv6rHtC5GQz50C_RQolF6vv5U5oL_UTXI4Sioktzdryj_C4cXrE>. Acesso em: 3 mai 2021.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. COP26: transporte livre de combustíveis fósseis e propostas para texto final. **ONU News**. Online, 10 nov. 2021. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2021/11/1770042>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

PACHECO, T. F. **Produção de etanol: Primeira ou Segunda Geração**. Circular Técnica 04, p. 1-6. 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/886571/1/CITE04.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2021.

PAGEL, U. R.; CAMPOS, A. F.; CAROLINO, J. Análise dos desdobramentos da Política Nacional de Biocombustíveis (RENOVABIO) no cenário brasileiro. **Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental**, p. 120–128, 2020. Disponível em: <<https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/32894#:~:text=Com%20a%20promulga%C3%A7%C3%A3o%20da%20Lei,uso%20do%20biocombust%C3%ADveis%20na%20matriz>>. Acesso em: 17 mai 2021.

PANTOJA, David Eduardo Lopez et al. Valoração econômica da flexibilidade de produção em diferentes regiões do setor sucroalcooleiro brasileiro. **Revista brasileira de gestão de negócios**, v. 18, p. 226-244, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbgn/a/57cWzBtMRzfMfbSrRkRSsjvD/?lang=pt&format=html>>. Acesso em: 24 nov. 2021.

RODRÍGUEZ CARPIO, R.; MIYOSHI, S. C.; ELIAS, A. M. et al. Multi-objective optimization of a 1G-2G biorefinery: A tool towards economic and environmental viability. **Journal of Cleaner Production**, v. 284, p. 125431, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620354779>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta paul. enferm**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. v-vi, June 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-21002007000200001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03 mai. 2021.

SAMANEZ, C. P.; FERREIRA, L. da R; NASCIMENTO, C. C. do. Avaliação da opção de troca de combustível no carro brasileiro flex: um estudo por região geográfica usando teoria de opções reais e simulação estocástica. **Prod.**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 628-643, set. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S010365132014000300012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20 Jan. 2021.

SANTOS, H. F.; CASTILLO, R. Vulnerabilidade territorial do agronegócio globalizado no Brasil: crise do setor sucroenergético e implicações locais. **Geosp – Espaço e Tempo (On-**

line), v. 24, n. 3, p. 508-532, dez. 2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/166602>. Acesso em: 26 Jan. 2021.

SÃO MARTINHO. Demonstrações Financeiras Individuais e Consolidadas em 31 de março de 2021 e Relatório do Auditor Independente. Disponível em: <https://ri.saomartinho.com.br/Download.aspx?Arquivo=CGA8WCaw2vBOXj1JthS/UQ==>> Acesso em: 19 ago. 2021.

SÃO PAULO. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Emissões veiculares no estado de São Paulo 2019**. São Paulo, 2020. 137 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes>. Acesso em: 19 jan. 2021.

SEEG. **Sistema de Estimativa de Emissão de Gases**. Disponível em: https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>. Acesso em: 2 fev. 2021.

SOARES, L.H. de B. et al. **Mitigação das emissões de gases efeito estufa pelo uso de etanol da cana-de-açúcar produzido no Brasil**. Embrapa Agrobiologia-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/biblioteca>. Acesso em: 19 jan. 2021.

SOUSA NETO, E. R. de. **Fluxos de óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) a partir de um solo cultivado com cana-de-açúcar sob diversos tratos culturais**. 2012. Tese (Doutorado em Química na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, University of São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64135/tde-23042013-092611/en.php>>. Acesso em: 23 nov. 2021.

UNFCCC. ONU. **Acordo de Paris**. 2015. Paris, França. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement#>. Acesso em: 18 jan. 2021.

UNICA. **Observatório da Cana**. Disponível em: <https://observatoriodacana.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4&acao=visualizar&idTabela=2449&safr=2019%2F2020&estado=RS%2CSC%2CPR%2CSP%2CRJ%2CMG%2CES%2CMS%2CMT%2CGO%2CDF%2CBA%2CSE%2CAL%2CPE%2CPB%2CRN%2CCE%2CPI%2CMA%2CTO%2CPA%2CAP%2CRO%2CAM%2CAC%2CRR>>. Acesso em: 1 Fev. 2021.

VIANNA, J. N. de S.; DUARTE, L. M. G.; WEHRMANN, M. E. S. F. Contribuição do etanol para mitigação das mudanças climáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4., 2008, Brasília, DF. Mudanças ambientais globais: a contribuição do ANPPAS ao debate: **anais...** Brasília, DF: 2008. 16 p.

WEIDEMA, B. P. **Market information in life cycle assessment**. Miljøstyrelsen: Copenhagen, 2003. Disponível em: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2003/87-7972-991-6/pdf/87-7972-992-4.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

WEIDEMA, B. P.; EKVALL, T.; HEIJUNGS, R. Guidelines for application of deepened and broadened LCA. **Deliverable D18 of work package**, v. 5, p. 17, 2009. Disponível em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.628.948&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

WERNET, Gregor et al. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 21, n. 9, p. 1218-1230, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301561039_The_ecoinvent_database_version_3_Part_I_Overview_and_methodology>. Acesso em: 26 jul. 2021.

ZHAO, X.; WU, L.; LI, A. Research on the efficiency of carbon trading market in China. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 79, p. 1–8, 2017. Disponível em: <[https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117306779#:~:text=The%20results%20show%20that%20\(1,converge%20from%20the%20state%20of](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117306779#:~:text=The%20results%20show%20that%20(1,converge%20from%20the%20state%20of)>. Acesso em: 26 Jan. 2021.

ANEXO A – ESPECIFICAÇÕES PARA PREENCHIMENTO DE DADOS NA FASE AGRÍCOLA

Quadro A1 – Dados solicitados para preenchimento correspondentes ao “perfil específico” e ao “perfil padrão” de produção.

(continua)

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Orientações
1	Sistema de plantio ¹	<p>Convencional - Envolve o preparo de solo primário, que consiste em operações mais profundas, normalmente realizadas com arado, que visam o rompimento de camadas compactadas de solo e a eliminação ou enterrio da cobertura vegetal. No preparo secundário, as operações são mais superficiais, utilizando-se grades ou plainas para nivelar, destorroar, destruir crostas superficiais, incorporar agroquímicos e eliminar plantas daninhas. A semeadura é a lanço ou em linha.</p> <p>Direto - Plantio direto é o sistema de semeadura no qual a semente é colocada diretamente no solo não revolvido. Abre-se um pequeno sulco (ou cova) de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura da semente com solo.</p> <p>Mínimo/Reduzido - sistema no qual se utiliza menor mobilização do solo, quando comparado ao sistema convencional. A semeadura é realizada diretamente sobre cobertura vegetal previamente dessecada com herbicida, sem o revolvimento do solo.</p>	N.A	Parâmetro informacional. Não afeta a intensidade de carbono do biocombustível, portanto dispensa verificação.
2	Área total ¹	Área total da unidade de produção, ou seja, soma das áreas colhida, de produção de mudas, de reforma, de cana de ano e meio e de cana bisada.	ha	Verificar por imagens de satélite, de resolução espacial melhor ou igual a 30 m, e técnicas de geoprocessamento.
3	Área queimada total	Soma das áreas (ver requisito 2) que sofreram queima: com autorização para colheita; para eliminação de resíduos culturais; queima acidental e/ou criminosa.	ha	Verificar por meio do sistema de PIMS (Plant Information Management System) de cada usina
4	Produção total de cana ¹	Quantidade total de produto produzido na área total de produção (ver requisito 2). Refere-se ao total anual de cana colhida destinada à moagem (soma de colmos, impurezas vegetais e minerais). Este parâmetro deve ser reportado em base úmida.	t cana, em base úmida	Verificar registros internos, para produção própria. Verificar NF de compra, para produtos de fornecedores.

Quadro A1 – Dados solicitados para preenchimento correspondentes ao “perfil específico” e ao “perfil padrão” de produção.

(continuação)

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Orientações
5	Teor médio de impurezas vegetais ¹	Refere-se ao teor médio de impurezas vegetais contido na cana (ver requisito 4). Deve ser reportado em base úmida e informado o teor de umidade dessas impurezas.	kg /t cana, em base úmida Teor de umidade: %	Verificar registros internos.
6	Teor médio de impurezas minerais ¹	Refere-se ao teor médio de impurezas minerais contido na cana (ver requisito 4).	kg /t cana, em base úmida	Verificar registros internos.
7	Palha recolhida total ¹	Refere-se à quantidade total de palha recolhida anualmente na área total de produção (ver requisito 2). Este parâmetro refere-se à palha recolhida separadamente da cana (por exemplo, palha enfardada, palha recolhida por forrageira, entre outros)	t de palha, em base seca	Verificar registros internos, para produção própria. Verificar NF de compra, para produtos de fornecedores.
8	Consumo de corretivos ²	Quantidade consumida de cada corretivo (calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola), dividida pela quantidade de cana (ver requisito 4).	kg/ t cana	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.
9	Consumo de fertilizantes sintéticos ²	Quantidade consumida de cada elemento (N, P ₂ O ₅ e K ₂ O por fonte), aplicados na área total (ver requisito 2), dividida pela quantidade de cana (ver requisito 4). Caso a RenovaCalcMD não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificá-la no campo “Outros” e informar o teor específico do elemento (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O).	kg elemento/ t cana	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. Cada fonte de fertilizante possui uma quantidade específica de N, P ₂ O ₅ e K ₂ O (%). Para identificar esta fonte, consultar o rótulo do fertilizante ou documento com especificações técnicas. Após consultar a fonte, utilizar a Tabela A3 do deste Anexo para informar na calculadora a quantidade de cada nutriente. No caso da aplicação de formulados (NPK), também é necessário identificar a fonte e quantidade de cada elemento.
10	Consumo de fertilizantes orgânicos/organominerais ²	Quantidade de resíduos industriais e outros fertilizantes organominerais utilizados como fertilizantes por fonte (vinhaça, torta de filtro, cinzas e fuligem, outros) aplicados na área total (ver requisito 2), dividida pela quantidade de cana (ver requisito 4). Informar o teor de Nitrogênio em cada fonte. Caso a RenovaCalcMD não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificar esta fonte no campo “Outros” e informar o teor de N de cada fonte.	kg ou L / t cana Teor de nitrogênio: g N/kg ou g N/L	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. O teor de N do fertilizante deve ser informado pelo fabricante ou determinado por análise de laboratório.

Quadro A1 – Dados solicitados para preenchimento correspondentes ao “perfil específico” e ao “perfil padrão” de produção.

(conclusão)

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Orientações
11	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede ²	<p>Refere-se ao consumo de combustíveis (soma das operações agrícolas, irrigação, transportes da cana, palha, vinhaça, torta de filtro, cinzas, deslocamento de pessoas, etc.), na área total (ver requisito 2), dividido pela quantidade total de cana (ver requisito 4). Devem ser contabilizados os combustíveis próprios e de terceiros (por exemplo, se a colheita da cana é terceirizada, o combustível utilizado para esta operação deve ser contabilizado pela usina ou fornecedor que contratou este serviço).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diesel B8, B10, BX, B20, B30. Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento. • Biodiesel B100 • Gasolina C • Etanol hidratado • Biometano • Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; eólica; Solar) ou Mix BR 	<p>L/t cana Nm³/t cana kWh/t cana</p>	<p>Para os combustíveis, verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia (“conta de luz”). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.</p>

Fonte: adaptado de ANP (2018b).

(1) Dados solicitados para o preenchimento “perfil específico” e do “perfil padrão” de produção. (2) Dados solicitados somente no preenchimento do “perfil específico” de produção.

Quadro A2 – Valores típicos e penalizados no “perfil padrão” de produção.

Parâmetro	Valor Típico	Valor Penalizado
Área queimada	18%	100%
Calcário Calcítico ou Dolomítico	5,79 kg/t cana	12,00 kg/t cana
Gesso Agrícola	2,79 kg/t cana	5,00 kg/t cana
Fertilizantes Sintéticos Nitrogenados	1,11 kg N/t cana	2,00 kg N/t cana
Fertilizantes Sintéticos Fosfatados	0,44 kg P ₂ O ₅ /t cana	1,00kg P ₂ O ₅ /t cana
Fertilizantes Sintéticos Potássicos	1,35 kg K ₂ O/t cana	2,00kg K ₂ O/t cana
Fertilizantes Orgânicos Nitrogenados - Vinhaça	440,2 L/t cana	1000,0L/t cana
Concentração de nitrogênio na vinhaça	0,38 g N/L	0,38 g N/L
Fertilizantes Orgânicos Nitrogenados - Torta de Filtro	30,6 kg /t cana	42,8 kg /t cana
Concentração de nitrogênio na torta de filtro	2,80 g N/kg	2,80 g N/kg
Fertilizantes Orgânicos Nitrogenados - Cinzas	7,2 kg /t cana	10,1 kg /t cana
Combustíveis (Diesel B10)	3,18 L/t cana	6,00 L/t cana

Fonte: retirado de ANP (2018b).

Quadro A3 – Composições dos fertilizantes sintéticos adotados pelo RenovaBio.

Fertilizantes	Composição (%)		
	N	P	K
Ácido Nítrico diluído	12	0	0
Amônia Anidra	82	0	0
Bicarbonato de Amônio	18	0	0
Cloreto de Amônio	25	0	0
Cloreto de Potássio	0	0	59
Fosfato Monoamônico (MAP)	10	51	0
Fosfato diamônico (DAP)	17	46	0
Nitrato de Amônio	34	0	0
Nitrato de Amônio e Cálcio	25	0	0
Nitrato de Cálcio	15	0	0
Nitrato de Sódio	15	0	0
Nitrato Sulfato de Amônio	26	0	0
Nitrato de Potássio	13,5	0	44
"Phosphate Rock"	0	25	0
Solução de Nitrato de Amônio e Ureia	32	0	0
Sulfato de Amônio	20,5	0	0
Sulfato de Potássio	0	0	49
Superfosfato Simples	0	20	0
Superfosfato Triplo	0	46	0
Ureia	45	0	0

Fonte: retirado de ANP (2018b)

ANEXO B – ESPECIFICAÇÕES PARA PREENCHIMENTO DE DADOS DA FASE INDUSTRIAL

Quadro B1 – Dados solicitados no preenchimento da fase industrial para a rota de etanol de primeira geração.

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Orientações
1.	Quantidade de cana processada	Quantidade total anual de cana que chega na usina (soma de colmos, impurezas vegetais e minerais). Este parâmetro deve ser reportado em base úmida.	t cana/ano, em base úmida	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
2.	Quantidade de palha processada	Quantidade total anual de palha processada na usina. Este parâmetro refere-se à palha recolhida separadamente da cana (por exemplo, palha enfardada, palha recolhida por forrageira, entre outros).	t palha/ano, em base seca	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
3.	Rendimento de etanol anidro	Refere-se ao volume total (corrigido para a temperatura de 20 °C) de etanol anidro produzido anualmente dividido pela quantidade de cana processada (ver requisito 1).	L/t cana	Verificar registros internos.
4.	Rendimento de etanol hidratado	Refere-se ao volume total (corrigido para a temperatura de 20 °C) de etanol anidro produzido anualmente dividido pela quantidade de cana processada (ver requisito 1).	L/t cana	Verificar registros internos.
5.	Rendimento de açúcar	Refere-se à massa total de açúcar produzido anualmente dividido pela quantidade de cana processada (ver requisito 1).	kg/t cana	Verificar registros internos.
6.	Energia elétrica comercializada	Refere-se à quantidade total de eletricidade comercializada anualmente dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1).	kWh/t cana	Verificar registros internos. Verificar NF de venda.
7.	Bagaço comercializado	Refere-se à quantidade total de bagaço comercializado anualmente dividido pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). Deve ser reportado em base úmida e reportado o respectivo teor de umidade.	kg/t cana, em base úmida Teor de umidade: %	Verificar registros internos. Verificar NF de venda.
8.	Consumo de biocombustíveis	Consumo de biocombustíveis utilizados no processamento da cana para conversão em etanol.	kg/t cana	Verificar registros internos e NF de compra.
8.1.	Biocombustíveis próprios	Quantidade consumida de bagaço e palha, em base úmida, dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). Informar também a umidade destes biocombustíveis.	kg/t cana, em base úmida Teor de umidade: %	Verificar registros internos.
8.2.	Biocombustíveis adquiridos de terceiros	Quantidade consumida de bagaço, palha, cavaco de madeira, lenha e resíduos florestais, em base úmida, dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). Informar a umidade destes biocombustíveis. Além disso, deve-se informar a distância de transporte destes biocombustíveis do fornecedor até a usina.	kg/t de cana, em base úmida Teor de umidade: % Distância de transporte: km	Verificar NF de compra de bagaço e

Fonte: retirado de ANP (2018b).