

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FLAVIA FERNANDES SOBRINHO

VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA RENOVABIO  
ENTRE DUAS AGROINDÚSTRIAS SUCROENERGÉTICAS

CURITIBA

2020

FLAVIA FERNANDES SOBRINHO

VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA RENOVABIO  
ENTRE DUAS AGROINDÚSTRIAS SUCROENERGÉTICAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta

CURITIBA

2020

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	6
2. JUSTIFICATIVA .....	9
3. OBJETIVOS .....	10
3.1. Objetivo geral .....	10
3.2. Objetivos específicos .....	10
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	10
4.1. RenovaBio .....	10
4.2. Etapas para certificação .....	12
4.3. Critérios de elegibilidade .....	13
4.4. Volume elegível .....	14
4.5. RenovaCalc .....	14
4.6. Perfil específico e perfil padrão .....	16
4.7. Nota de Eficiência Energética-Ambiental (NEEA) .....	17
4.8. Auditoria externa .....	18
4.9. Crédito de Descarbonização (CBio) .....	18
4.10. Estimativa de preços .....	20
5. MATERIAIS E MÉTODOS .....	20
5.1. Objeto de estudo .....	20
5.2. Caracterização do estudo .....	21
5.3. Processo de certificação .....	21
5.3.1. Referencial temporal de dados .....	21
5.3.2. Contratação de serviços de consultoria e auditoria .....	21
5.3.3. Atendimento dos critérios de elegibilidade .....	22
5.3.4. Preenchimento da RenovaCalc .....	22
5.3.5. Auditoria externa .....	27
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	28
6.1. Investimentos financeiros .....	28
6.1.1. Custos com auditoria e consultoria .....	28
6.1.2. Variação dos custos totais .....	29
6.2. Emissão de CBios e projeção de retorno financeiro .....	30
7. CONCLUSÃO .....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40

## Resumo

A mudança climática tem se tornado o mais complexo problema ambiental a ser enfrentado mundialmente pela sociedade. Diversos efeitos negativos do clima sobre a qualidade de vida humana têm sido atribuídos ao aquecimento global, sendo fundamental que as empresas e a sociedade em geral discutam modos de desaceleração dos seus impactos. Importantes setores da economia do mundo contribuem majoritariamente com emissões de gases do efeito estufa, tendo destaque o desmatamento, a indústria e o setor de transportes. Assumindo grandes objetivos no combate a mudança climática, o Brasil deu início a implementação Política Nacional de Biocombustíveis por meio da criação do Programa RenovaBio, que visa incentivar a produção e comercialização de biocombustíveis a partir do estabelecimento de um mercado de compra e venda de créditos de descarbonização com base em metas estabelecidas às distribuidoras de combustíveis. Este trabalho tem por objetivo apresentar a viabilidade econômica e os processos necessários para a implementação do programa RenovaBio em duas agroindústrias do setor sucroenergético. A análise dos dados da implementação do programa demonstrou que, baseando-se na média do preço estimado de venda do crédito de descarbonização, o RenovaBio se mostrou um programa com retorno financeiro positivo e com importante função de agregar valor ambiental e econômico à produção e ao comércio de biocombustíveis, além de contribuir para que o país amplie sua matriz energética renovável e cumpra seus compromissos ambientais.

Palavras-chave: Biocombustível; Etanol; Cana-de-açúcar; Comércio de Carbono; Sustentabilidade; Política de Biocombustíveis.

## **Abstract**

Climate change has become the most complex environmental problem to be faced by society worldwide. Several negative effects of climate on the quality of human life have been attributed to global warming, and it is essential that companies and society discuss ways of decelerating their impacts. Important sectors of the world economy contribute mostly to emissions of greenhouse gases, with emphasis on deforestation, industry and the transport sector. Assuming great objectives to combat climate change, Brazil initiated the implementation of the National Biofuels Policy through the creation of the RenovaBio Program, which aims to encourage the production and commercialization of biofuels by establishing a market for the purchase and sale of decarbonization credits based on targets established for fuel distributors. This work aims to present the economic viability and the necessary processes for the implementation of the RenovaBio program in two agro-industries in the sugar-energy sector. The data analysis of program implementation, based on the average of the estimated sale price of the decarbonization credit, RenovaBio proved to be a program with a positive financial return and with an important function of adding environmental and economic value to the production and trade of biofuels, in addition to contributing to the country expanding its renewable energy matrix and fulfilling its environmental commitments.

Key-words: Biofuel; Ethanol; Sugarcane; Carbon Credit; Sustainability; Biofuels Policy.

## 1. INTRODUÇÃO

A mudança climática é atualmente um dos maiores desafios da humanidade. O previsto aumento da temperatura da Terra pode gerar danos irreversíveis à biodiversidade e comprometer a agricultura, a indústria e a infraestrutura, como consequência de desastres naturais, prejudicando o desenvolvimento econômico tanto de países desenvolvidos quanto de países em desenvolvimento.

Nas últimas décadas, pesquisas científicas e especialistas do mundo todo tem apontado que o principal fator de contribuição para o aumento do efeito estufa é a intensificação de emissões de gases que contribuem para o efeito estufa (GEE) da Terra em decorrência das atividades antrópicas na agricultura, nos transportes e na industrialização. À medida que as populações, as economias e os padrões de vida crescem, o mesmo acontece com o nível cumulativo de emissões de GEE. Com isso, vivenciamos hoje uma era em que a atmosfera apresenta uma maior concentração de GEEs e, em decorrência disso, está ocorrendo um aquecimento extra do planeta, denominado Efeito Estufa Antrópico ou Antropogênico, com seus consequentes efeitos de mudanças climáticas.

A partir da maior disponibilidade de informações científicas, houve uma crescente preocupação política sobre o clima e seus impactos no meio ambiente e na sociedade como um todo, alcançando relevância pela primeira vez na década de 80, quando foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ONU Meio Ambiente) para sintetizar e divulgar informações científicas sobre as mudanças climáticas. Nesse contexto, nos anos seguintes, a Assembleia Geral das Nações Unidas também conduziu as negociações para a formação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. Desde então, as Partes (países que ratificaram e aceitaram a Convenção) anualmente reúnem-se na Conferência das Partes (COP) para rever a implementação da Convenção, definir metas para atuação política dos países e dar continuidade às discussões sobre a melhor forma de tratar as mudanças climáticas em curso.

Dessa forma, ao longo das realizações anuais das Convenções das Partes, estabeleceram-se importantes acordos globais pelo clima, definindo aos países signatários metas e compromissos de combate à emissão de GEE. Entre os acordos,

merecem destaque o Protocolo de Quioto e mais recentemente o Novo Acordo Climático Global. O Protocolo de Quioto foi o primeiro grande acordo mundial a estabelecer metas de redução de emissões para os países desenvolvidos e de economias em transição e mecanismos de flexibilização como Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Já o Novo Acordo Climático Global surgiu em 2015, durante a COP21 – Conferência de Paris, enfatizando a necessidade do registro de compromissos mais fortes e de iniciativas baseadas em metas para que as ações de contenção do aquecimento global fossem mais efetivas.

Para o alcance do objetivo final do Acordo de Paris, os governos se envolveram na construção de seus próprios compromissos, a partir das chamadas Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas (iNDC, na sigla em inglês). Por meio das iNDCs, cada nação apresentou sua contribuição de redução de emissões de GEE até 2030, seguindo o que cada governo considera viável a partir do cenário social e econômico local (MMA, 2017). Signatário do acordo, o Brasil apresentou sua proposta oficial de redução de emissões em 21 de setembro de 2016, e com isso, suas metas deixaram de ser pretendidas e tornaram-se compromissos oficiais.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, em sua NDC, o Brasil assumiu o compromisso de reduzir as emissões totais de GEE do país em 37% em 2025, e fez a indicação de reduzir as emissões em 43%, em 2030, tendo o ano de 2005 como referência. Os compromissos assumidos incluem restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas; fortalecer o cumprimento do Código Florestal; alcançar desmatamento ilegal zero na Amazônia brasileira; promover o uso de tecnologias limpas no setor industrial; obter 10% de ganhos de eficiência elétrica em 2030; estimular medidas de eficiência e infraestrutura no transporte público e áreas urbanas; alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030 e, ainda, o aumento da participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030.

Segundo o relatório apresentado na COP24 – Conferência de Katowice, em 2018, na Polônia, o setor de transporte contribui com um quarto das emissões globais de gases de efeito estufa e é a área em que a presença do carbono mais aumenta desde 2000. O relatório projeta que países em desenvolvimento serão responsáveis por praticamente todo o aumento das emissões de carbono por transporte e que as emissões globais pelos transportes devem ser reduzidas para dois ou até três

gigatoneladas de CO<sub>2</sub> até 2050 para que as metas do Acordo de Paris sejam cumpridas (AGÊNCIA BRASIL, 2018).

No Brasil, o setor de energia se encontra em terceiro lugar no total de emissões. A agropecuária e as mudanças de uso da terra e florestas representam o primeiro e segundo lugares, respectivamente (ESTADÃO, 2019). A matriz energética brasileira está entre as mais limpas do mundo, com 42,9% de energia de fonte renovável e com a bioenergia (produtos derivados da cana-de-açúcar e óleo vegetal, nesse caso o biodiesel) representando quase 18% (16,8% de participação da biomassa da cana e etanol e 1% do biodiesel) em 2017. No entanto, a matriz energética do Setor de Transportes ainda é muito concentrada no óleo diesel e na gasolina automotiva. Em 2017, em relação às emissões do setor energético, a parcela das emissões de CO<sub>2</sub> pelo setor de transportes foi de 45,8%, muito influenciado por esses combustíveis derivados de petróleo. Dentro da avaliação veicular nacional, em 2017 a participação de etanol e biodiesel na matriz de biocombustíveis ficou em 21,1% (BEN, 2018).

Assim, devido à relevância dos biocombustíveis em sua matriz de combustíveis, o Brasil busca cumprir o Acordo de Paris incentivando setores de sua matriz energética diretamente vinculados às suas NDCs, como o de transporte. Para o atingimento dessas metas, estima-se que será necessário aumentar a oferta de etanol em 25 bilhões de litros, entre 2014 e 2030 (Empresa de Pesquisa Energética, 2016). Pioneiro mundial no uso de biocombustíveis, o país objetiva se firmar em uma posição almejada por muitos países que buscam desenvolver fontes renováveis de energia como alternativas estratégicas ao petróleo (FGV, 2017).

Neste contexto, em 2017 foi instituída a Política Nacional de Biocombustíveis – RenovaBio, com o objetivo promover a expansão da produção de biocombustíveis na matriz energética do país, sendo eles o etanol, o biodiesel, o biogás e o bioquerosene de aviação, tendo em vista os compromissos assumidos no Acordo de Paris.

O principal instrumento do RenovaBio é o estabelecimento de metas nacionais anuais de descarbonização para o setor de combustíveis, que serão desdobradas em metas individuais compulsórias para os distribuidores de combustíveis, conforme suas participações no mercado de combustíveis fósseis (ANP, 2019). A Resolução CNPE 05/2018 foi a responsável por definir as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis para o período de 2018-2028, estabelecendo que a Intensidade de Carbono Projetada no país deve sair de 73,55 gCO<sub>2</sub>/MJ em 2018 para 66,75 em 2028,



projetando uma redução de emissão de 591 milhões de toneladas de CO<sub>2eq</sub> durante o período.

Dessa forma, a implantação do RenovaBio poderá incentivar o setor de biocombustíveis, na medida em que propõe que processos mais limpos de produção de biocombustível sejam mensurados e comparados com seu respectivo substituto combustível fóssil e recompensados por retornos financeiros baseados na diferença das emissões de carbono alcançadas ao se produzir um combustível menos poluente. O diferencial do programa é que não se trata de subsídios aos setores, mas de incentivo a participação de produtores e revendedores de combustíveis num mercado ambiental de compra e venda de créditos de descarbonização. Um dos principais beneficiados pelo programa é o setor sucroenergético, que vive há muitos anos crises recorrentes decorrentes do seu elevado endividamento, da queda de produtividade, do aumento de custos e da perda de competitividade do etanol perante a gasolina. Até junho de 2020, 189 usinas de etanol de cana-de-açúcar já haviam sido certificadas.

Assim, ao efetivamente implementar o Programa RenovaBio, o Governo pretende, além de assegurar previsibilidade para o mercado de combustíveis e induzir ganhos de eficiência energética, reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa na produção, comercialização e uso de biocombustíveis, conduzindo o país na direção do cumprimento de seus compromissos globais de combate às mudanças climáticas.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Em 2019, o Programa RenovaBio deu seus primeiros passos para sua definitiva implementação e fixação como importante instrumento do mercado ambiental voltado ao setor de biocombustíveis. Por se encontrar em fase inicial de funcionamento, ainda não estão disponíveis expressivos resultados sobre o retorno obtido pelas empresas após a efetiva implantação do Programa.

Dessa forma, neste trabalho pretende-se apresentar, a partir de um estudo de caso comparativo entre duas agroindústrias produtoras de etanol de cana-de-açúcar, como a adesão voluntária ao Programa RenovaBio pode trazer benefícios econômicos e ambientais quanto a redução de suas emissões de gases formadores do efeito estufa. Conhecer tais resultados é de grande importância para se avaliar como o Programa pode ser financeiramente vantajoso para a empresa e influenciar a tomada

de decisão quanto a qualidade e tipo de processo produtivo e a definição do *mix* de produção dos empreendimentos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral**

Este trabalho tem por objetivo analisar comparativamente o resultado da adesão ao programa RenovaBio de duas agroindústrias do setor sucroenergético produtoras de etanol de cana-de-açúcar e os possíveis efeitos na tomada de decisão do empreendimento quanto à viabilidade econômica da produção de etanol e qualidade ambiental da cadeia produtiva.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Descrever as etapas da implementação do Programa Renovabio nas empresas objeto de estudo;
- Identificar os principais fatores que influenciam na definição da Nota de Eficiência Energético-Ambiental e suas possíveis consequências sobre o processo produtivo;
- Apresentar a viabilidade econômica do investimento, os custos médios demandados e o retorno financeiro esperado a partir da adesão ao programa.

### **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **4.1. RenovaBio**

O RenovaBio é uma ferramenta de uma Política de Estado de descarbonização do transporte, alinhada aos compromissos que o Brasil assumiu mundialmente na Conferência do Clima de Paris, em 2015. Esse programa tem o objetivo de certificar a produção de biocombustíveis por meio de um processo no qual a firma inspetora avalia, em função da eficiência energética e com base em avaliação do ciclo de vida, a conformidade da mensuração de aspectos relativos à produção de biocombustíveis da unidade produtora, visando priorizar uma menor emissão de gases causadores do efeito estufa em comparação às emissões auferidas pelo combustível fóssil.

O Programa é inspirado por outros mercados de carbono como o *RFS – Renewable Fuels Standard*, dos Estados Unidos; o *LCFS – Low-carbon Fuel Standard*, da Califórnia; e a Diretiva para promoção de Energias Renováveis, da União Européia, todos com o objetivo comum de alcançar maiores números de consumo de biocombustíveis no setor de transportes até os primeiros anos da próxima década.

Neste contexto, o programa teve início com o estabelecimento pelo CNPE – Conselho Nacional de Política Energética – de metas anuais de descarbonização para o setor de combustíveis. Essas metas são então desdobradas em metas individuais compulsórias para os distribuidores de combustíveis, conforme suas participações no mercado de combustíveis fósseis.

Para determinar suas metas, o programa RenovaBio se utiliza da metodologia da Análise de Ciclo Vida (ACV) para determinar a intensidade de carbono emitida pelo biocombustível. Essa metodologia envolve a compilação e avaliação das entradas, saídas e impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida (“do berço ao túmulo”). É uma metodologia com forte base científica e reconhecida internacionalmente, sendo padronizada pelas normas ISO 14040:2006 e 14044:2006.

Com as metas estabelecidas, as distribuidoras de combustíveis deverão comprovar o cumprimento de metas individuais compulsórias por meio da compra de Créditos de Descarbonização (CBio), ativo financeiro negociável em bolsa, derivado da certificação do processo produtivo de biocombustíveis com base nos respectivos níveis de eficiência alcançados em relação a suas emissões. A emissão de CBios ocorrerá por meio do processo de certificação da produção de biocombustíveis, que atribuirá notas diferentes para cada produtor e importador de biocombustível em valor inversamente proporcional à intensidade de carbono do biocombustível produzido. A nota, denominada de Nota de Eficiência Energético-Ambiental, refletirá exatamente a contribuição individual de cada agente produtor para a mitigação de uma quantidade específica de gases de efeito estufa em relação ao seu substituto fóssil (em termos de toneladas de CO<sub>2</sub>equivalente).

Dessa forma, os produtores e importadores de biocombustíveis poderão aderir facultativamente ao programa por meio da contratação de firmas inspetoras credenciadas na ANP para realização da Certificação de Biocombustível e validação da Nota de Eficiência Energético-Ambiental. O Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis terá validade de três anos, contados a partir da data de sua

aprovação pela ANP, e somente poderá ser emitido pela firma inspetora após a aprovação do processo pela ANP.

A Figura 1 esquematiza o funcionamento do programa RenovaBio junto às partes interessadas:

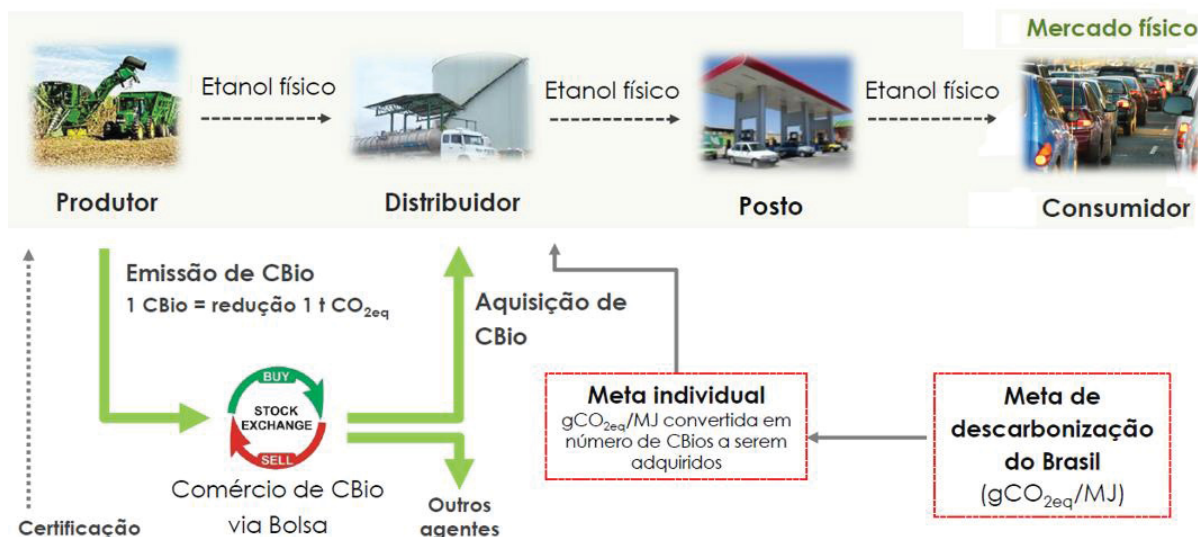


Figura 1: Funcionamento do RenovaBio.  
Fonte: UNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar.

## 4.2. Etapas para certificação

O programa é de adesão voluntária e ao final a unidade produtora recebe o certificado constando os resultados da participação no programa e sua NEEA, com validade por três anos, renovável sucessivamente por igual período. Findado o prazo de validade, as unidades produtoras de biocombustíveis deverão realizar nova certificação, se desejarem continuar a fazer parte do programa. Nessa ocasião, serão auditadas as documentações anuais de todo o período entre as certificações, de modo que toda a documentação utilizada anualmente como evidência dos dados informados deverá ser mantida arquivada e apresentada a cada renovação do certificado.

O produtor de biocombustível que facultativamente aderir à participação no programa RenovaBio deve cumprir as seguintes etapas, conforme esquematizado pela Figura 2:

- (i) Contratação da Firma Certificadora e, se necessário, consultoria externa;
- (ii) Atendimento aos critérios de elegibilidade em relação às áreas agrícolas;
- (iii) Preenchimento da planilha RenovaCalc com dados referentes ao processo de produção – fases agrícola, industrial e de distribuição;

- (iv) Auditoria Externa com a Firma Certificadora contratada;
- (v) Consulta Pública por prazo mínimo de 30 dias;
- (vi) Auditoria de todo o processo pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP);
- (vii) Emissão da certificação pela ANP.

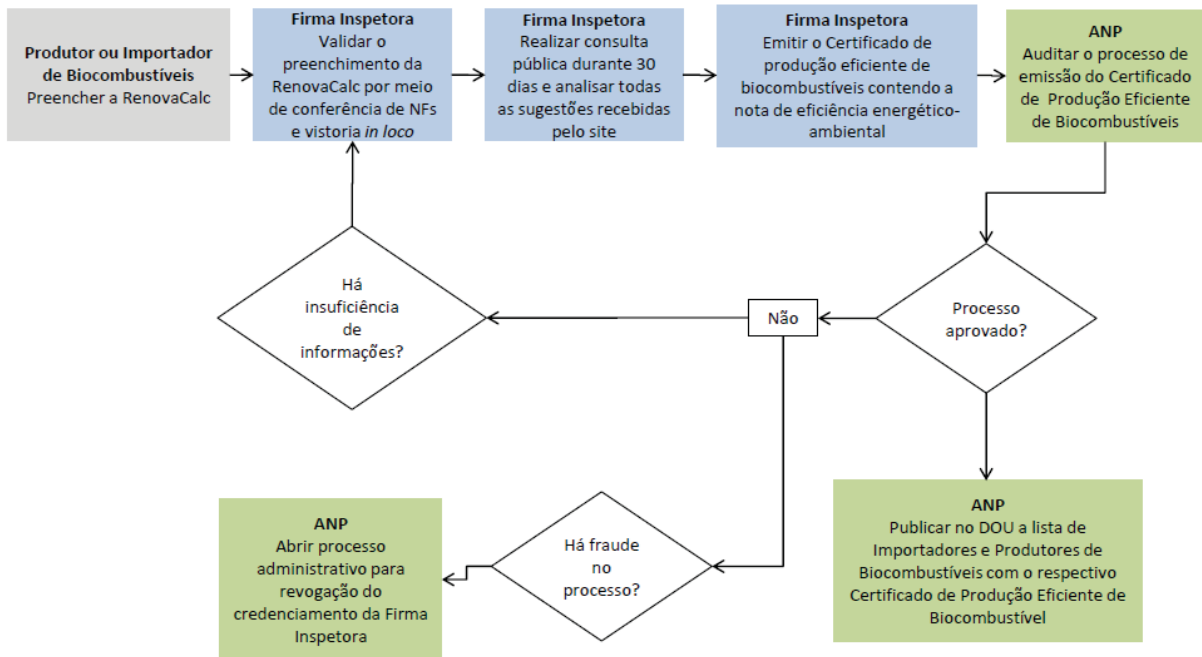


Figura 2: Processo de certificação do Programa RenovaBio.  
Fonte: UNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar.

### 4.3. Critérios de elegibilidade

Para que a biomassa proveniente de uma área agrícola seja considerada elegível e possa fazer parte do escopo do programa RenovaBio, a área fornecedora da biomassa deve ter Cadastro Ambiental Rural (CAR) que atenda simultaneamente:

- (i) *Supressão de vegetação nativa (critério de elegibilidade a que se refere o art. 24 da Resolução ANP n° 758/2018)*: Para atendimento a este critério, não poderá ter ocorrido supressão de vegetação nativa na área dedicada à produção de biomassa dos imóveis rurais participantes do processo de certificação.
- (ii) *Situação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) (critério de elegibilidade a que se refere o art. 25 da Resolução ANP n° 758/2018)*: Para atendimento a este

critério, a biomassa deve ser oriunda de imóvel rural nacional que esteja com seu CAR ativo ou pendente, conforme o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SNCAR).

- (iii) *Zoneamento Agroecológico (critério de elegibilidade a que se refere o art. 26 da Resolução ANP nº 758/2018)*: Para atendimento a este critério, as informações biomassa devem ser oriundas de imóvel rural nacional localizado em municípios com área apta ao cultivo de cana-de-açúcar, conforme previsto no Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar (ZAE Cana), na forma do Decreto nº 6.961/2009, e modificações previstas nas Instruções Normativas nº 57/2009, e nº 22/2010, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e outras que venham a surgir. O requisito não se aplica às áreas já ocupadas por cana-de-açúcar em 17 de setembro de 2009.

#### **4.4. Volume elegível**

O volume elegível é representado pela fração do volume de biocombustível certificada, que está apta a receber a Nota de Eficiência Energético-Ambiental. Deve ser igual à fração de biomassa energética utilizada pela unidade produtora para a produção do biocombustível certificado. Por exemplo, em uma usina onde apenas 70% da cana-de-açúcar processada é elegível (ou seja, 70% de sua biomassa atende aos critérios de elegibilidade simultaneamente), então 70% do volume de etanol anidro e 70% do volume de etanol hidratado será apto a gerar CBios, independentemente do *mix* de produção (açúcar/etanol) adotado.

#### **4.5. RenovaCalc**

A planilha RenovaCalc fornece o resultado de intensidade de carbono do biocombustível apto a gerar Créditos de Descarbonização. Essa etapa consiste em, com base no escopo definido das áreas agrícolas e no resultado da avaliação de elegibilidade, fazer o levantamento de dados de produção das empresas, bem como das evidências necessárias para comprovação das informações.

A RenovaCalc é dividida em 9 abas, uma para cada tipo de biocombustível:

- (i) E1GC – etanol de primeira geração produzido a partir de cana-de-açúcar;

- (ii) E1G2G – etanol de primeira e segunda geração produzido em usina integrada;
- (iii) E2G – etanol combustível de segunda geração;
- (iv) E1GFlex – etanol de primeira geração produzido a partir de cana-de-açúcar e milho em usina integrada;
- (v) E1GM – etanol de primeira geração produzido a partir de milho;
- (vi) E1GMI – etanol importado de primeira geração produzido a partir de milho;
- (vii) Biodiesel;
- (viii) CombAlterHEFA – combustíveis alternativos sintetizados por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA) de soja;
- (ix) Biometano.

Para a produção de etanol de primeira geração, deve-se preencher unicamente a aba E1GC, conforme Figura 3.

A aba E1GC da RenovaCalc é subdividida em três fases:

- (x) Fase Agrícola – Dados Consolidados;
- (xi) Fase Industrial – Processamento de etanol;
- (xii) Fase de distribuição.

Figura 3: Aba E1GC da Planilha RenovaCalc.  
Fonte: O autor.

Para a formação dos dados da Fase Agrícola – Dados Consolidados na aba E1GC é necessário fazer o preenchimento da planilha Produtores de Cana-de-Açúcar.

A planilha Produtores de cana-de-açúcar é subdividida em 4 abas, conforme a Figura 4:

- (i) Dados Consolidados
- (ii) Dados Primários dos Produtores
- (iii) Dados Padrão dos Produtores
- (iv) Informações sobre elegibilidade

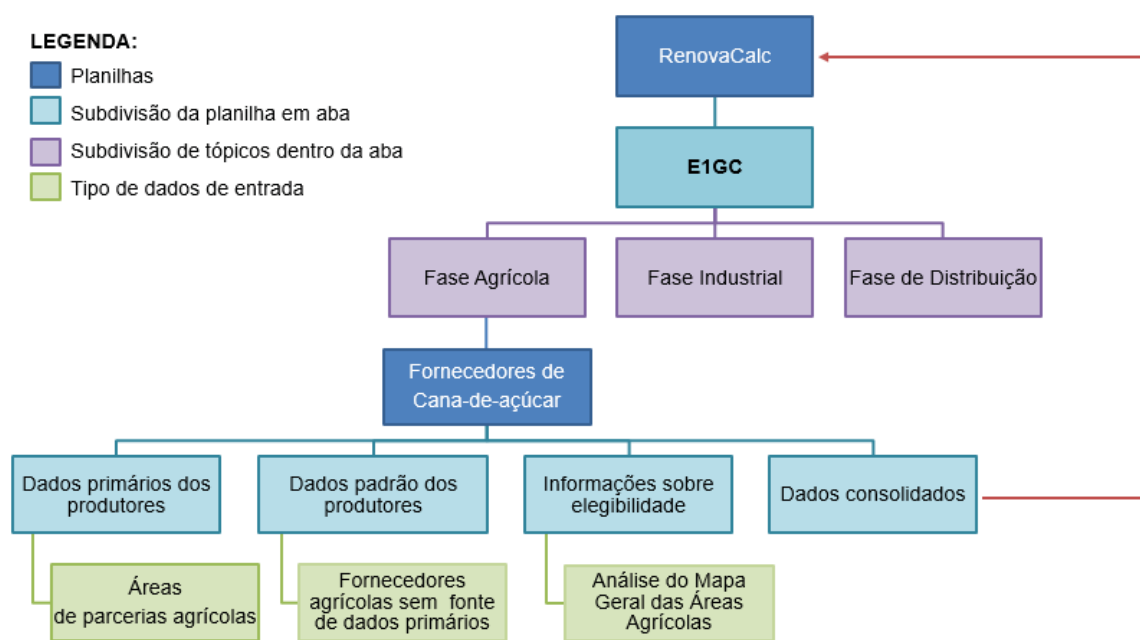


Figura 4: Dados de entrada das Planilhas RenovaCalc e Fornecedores de Cana-de-açúcar.  
Fonte: O autor.

#### 4.6. Perfil específico e perfil padrão

O perfil específico é dado pela opção de preenchimento da RenovaCalc a ser utilizada pelo produtor em que são incluídos os parâmetros técnicos requeridos com os dados obtidos em seus respectivos processos produtivos e nos processos dos produtores de biomassa energética.

Já o perfil padrão é a opção de preenchimento da RenovaCalc a ser utilizada pelo produtor em que são incluídos os parâmetros técnicos referentes à produção de biomassa energética requeridos com os dados previamente alimentados da própria



calculadora, correspondentes ao perfil médio de produção no Brasil acrescido de penalização.

Assim, a classificação em Perfil Específico (dado primário) ou Perfil Padrão (dado padrão) é dada pelo nível de controle de informações do produtor de biocombustível sobre a biomassa da área agrícola. Se o produtor exerce controle total e tem acesso aos dados de produção, essa área e sua respectiva biomassa podem ser incluídas como dado primário. De outra forma, se não houver controle sobre os dados produtivos (consumo de insumo e de diesel, por exemplo), para que a biomassa em questão seja incluída no escopo de certificação ela deve ser considerada como dado padrão, sofrendo penalização ao se utilizar de números pré-definidos pela RenovaCalc.

#### **4.7. Nota de Eficiência Energética-Ambiental (NEEA)**

De acordo com a Resolução ANP 758/2018, a Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA) é o valor atribuído no Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis, individualmente, por emissor primário (produtor de biocombustível), que representa a diferença entre a intensidade de carbono do combustível fóssil substituto e a intensidade de carbono do biocombustível, estabelecida no processo de certificação.

A NEEA é obtida após o preenchimento dos dados de produção dos produtores de biocombustíveis na RenovaCalc, a partir da ponderação dos dados e análise do ciclo de vida dos produtos.

Após o processo de certificação, a NEEA obtida tem validade de três anos e pode ser utilizada para a emissão de CBios nos anos seguintes.

Assim, considerando o processo de certificação das usinas A e B, as NEEA obtidas no processo de certificação em 2019, referente aos dados de produção de 2018, viabilizam a emissão de CBios em 2020 sobre a produção de 2019. A Figura 5 esquematiza a obtenção e uso da NEEA para venda da produção de emissão de CBios.

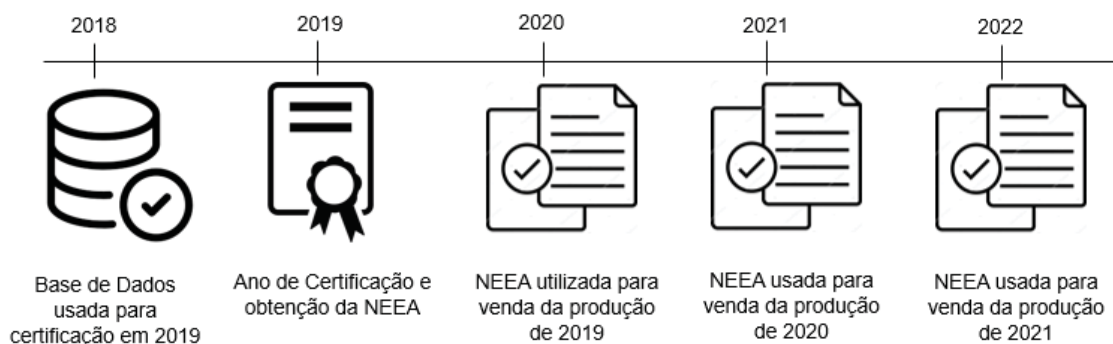


Figura 5: Obtenção da NEEA e seu uso nos anos seguintes para emissão de CBios.

Fonte: O autor.

#### 4.8. Auditoria externa

A auditoria externa é etapa obrigatória da certificação do programa. Nessa fase, os critérios de elegibilidade e os dados de produção informados nas planilhas RenovaCalc e Produtores de Cana-de-Açúcar são verificados por uma firma inspetora credenciada na ANP, sendo este critério indispensável para sua contratação.

A auditoria tem a função de verificar o atendimento dos critérios de elegibilidade e analisar a fundamentação dos dados informados na RenovaCalc, a partir de evidências de controle das empresas.

Assim, tendo a auditoria um resultado positivo, a firma inspetora elabora um relatório de auditoria que irá embasar a emissão do Certificado de Produção Eficiente de Biocombustíveis pela ANP.

#### 4.9. Crédito de Descarbonização (CBio)

Após todo o processo de certificação e a auditoria final serem validados pela ANP dentro de um processo próprio do órgão federal, o produtor de biocombustível fica autorizado para emissão de Créditos de Descarbonização (CBios). Cada CBio corresponde a uma redução de emissão de 1 tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente em relação ao combustível fóssil substituto.

A quantidade de CBios que cada unidade produtora poderá emitir será proporcional ao volume de biocombustível produzido e comercializado, e dependerá, também, da Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA) individual, valor

constante no Certificado de Produção Eficiente de Biocombustíveis, emitido pela firma certificadora após a auditoria.

O cálculo da quantidade de CBios que a unidade produtora poderá emitir será realizado a partir do fator de emissão obtido no Certificado de Produção Eficiente, obtido pela fórmula (1), constante no Informe Técnico nº 02/SBQ v.3 - Orientações Gerais: Procedimentos para Certificação da Produção ou Importação Eficiente de Biocombustíveis.

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

Onde:

f = fator para emissão de CBio;

NEEA = Nota de Eficiência Energético-Ambiental (em gCO<sub>2</sub>eq/MJ);

f elegível = Fração do volume de biocombustível elegível (em %);

$\rho$  = Massa específica do biocombustível (t/m<sup>3</sup>);

PCI = Poder calorífico inferior do biocombustível (MJ/kg).

O fator para emissão de CBio poderá ser multiplicado pelo volume (em litros) comercializado pelo produtor de biocombustível, de modo a obter-se a quantidade de CBios que cada nota fiscal de venda dará direito a emitir, conforme fórmula (2):

$$(2) \quad CBios = f * Volume \text{ elegível}$$

Onde:

CBios = quantidade emitida de Créditos de Descarbonização;

f = fator para emissão de CBios;

Volume elegível = volume de biocombustível produzido correspondente à fração de biomassa energética elegível utilizada.

Assim, a quantidade de CBios que o produtor de biocombustíveis pode emitir variará de acordo com sua produção de biocombustível e o volume elegível obtido pela fração de biomassa considerada elegível a partir do resultado do atendimento dos critérios de elegibilidade.

#### **4.10. Estimativa de preços**

Utilizando-se de dados do Banco Mundial para avaliar a variação dos valores dos impostos sobre o carbono no mundo e do preço médio do carbono no mercado mundial, as entidades representativas do setor sucroenergético estimaram, para fins de análise de projeto e mercado, que o preço médio de um Crédito de Descarbonização (CBio) estaria próximo de U\$ 10,00, sujeito às variações normais de um mercado organizado.

Cada CBio equivale a uma tonelada de CO<sub>2eq</sub>/MJ que deixa de ser emitida pelo biocombustível em comparação a seu substituto fóssil.

### **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **5.1. Objeto de estudo**

Para este estudo foram avaliadas as etapas e os investimentos feitos para a implementação do Programa RenovaBio em duas agroindústrias produtoras de biocombustível etanol a partir da cana-de-açúcar.

As agroindústrias, aqui denominadas de usinas A e B, são integrantes do setor sucroenergético, estão localizadas a oeste do interior do Estado de São Paulo e pertencem a um mesmo grupo controlador estrangeiro. As empresas foram escolhidas para este estudo com o objetivo de avaliar o impacto nos resultados do programa considerando que a usina A conta com maior estrutura própria para produção e colheita de cana-de-açúcar que a usina B, que tem maior fornecimento de cana-de-açúcar por serviço terceirizados, e que a definição do perfil de produção é um fator de impacto na Nota de Eficiência-Energética.

A usina A tem capacidade de moagem de 3.000.000 de toneladas de cana-de-açúcar, é produtora de etanol anidro (que é adicionado a outros combustíveis, como a gasolina) e hidratado (usado diretamente como combustível), açúcar VHP (Very High Polarization – Açúcar bruto, sem refinamento) e energia elétrica. A usina B, por sua vez, tem capacidade de moagem de 2.635.000 toneladas de cana-de-açúcar e produz etanol anidro e hidratado e açúcar VHP. A área agrícola de escopo da certificação da usina A foi de 60.660,27 hectares, enquanto a da usina B foi de 32.334,16 hectares.

## **5.2. Caracterização do estudo**

O estudo avaliou o resultado da Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA) obtido pelas produtoras de biocombustíveis A e B, a partir do fornecimento de dados produtivos à RenovaCalc (ferramenta de cálculo de intensidade de carbono dos biocombustíveis em  $tCO_{2eq}/MJ$  – tonelada de  $CO_2$  equivalente por Megajoule - e geração da Nota de Eficiência Energético-Ambiental), para inferir os principais fatores que podem influenciar a busca por melhores resultados de descarbonização dos combustíveis produzidos e conseqüentemente conduzir as empresas ao desenvolvimento de técnicas e processos mais ambientalmente eficientes.

Além disso, o estudo também buscou apresentar os investimentos e serviços contratados externamente necessários para a implementação do programa, e avaliar o retorno financeiro esperado a partir do cálculo da quantidade de Créditos de Descarbonização (CBios) disponíveis para a venda em cada unidade, de modo a definir a viabilidade do projeto.

O processo de certificação das usinas A e B analisado neste estudo teve início em junho de 2019 e utilizou-se dos dados produtivos de 2018 para o cálculo da NEEA.

## **5.3. Processo de certificação**

### **5.3.1. Referencial temporal de dados**

A participação no programa toma como base sempre o ano civil anterior ao que ocorre o processo de certificação. Neste estudo de caso, ao realizar o processo de certificação em 2019, as usinas A e B utilizaram os dados de produção da safra de 2018 (janeiro a dezembro).

### **5.3.2. Contratação de serviços de consultoria e auditoria**

Após a decisão da participação no Programa RenovaBio, o passo inicial dado pelas usinas foi a contratação de uma consultoria especializada na certificação RenovaBio a fim de auxiliar no preenchimento da RenovaCalc, na análise de elegibilidade das áreas agrícolas e no processo de auditoria como um todo.

Considerando que, de forma generalizada, o Programa ainda está em fase inicial de implantação no setor do agronegócio, as consultorias que se adiantaram no processo de especialização para atender aos produtores de biocombustíveis acabaram obtendo vantagens. Nesse contexto, na fase de definição da consultoria a ser contratada, apenas duas empresas apresentaram seus serviços.

A escolha da consultoria se deu pela avaliação dos itens agregadores do projeto, como um bom sistema de análise de elegibilidade e um sistema de gestão dos dados e das evidências da RenovaCalc, além do alto nível de conhecimento técnico dos consultores para o apoio no levantamento dos dados.

### **5.3.3. Atendimento dos critérios de elegibilidade**

Para o início do processo de certificação, houve primeiramente a definição do escopo das áreas agrícolas que fariam parte da certificação, considerando o atendimento dos critérios de elegibilidade.

Para o atendimento simultâneo das condições de elegibilidade da biomassa, as usinas A e B realizaram o mapeamento das áreas agrícolas escolhidas para o escopo da certificação e, com o auxílio da consultoria contratada, cruzaram sua base de dados cartográficos com os sistemas oficiais do Governo Federal (SNCAR e ZAE Cana), obtendo como resultado final uma moagem elegível de 98,20% (usina A) e 95,31% (usina B). A moagem elegível corresponde à fração de biomassa elegível (cana-de-açúcar) utilizada no processo produtivo do escopo considerado, sendo igual ao volume elegível de produto final (etanol) que poderá ser utilizado para o cálculo de Créditos de Descarbonização (CBios).

### **5.3.4. Preenchimento da RenovaCalc**

As usinas A e B são produtoras de etanol de primeira geração, por isso preencheram unicamente a aba E1GC da RenovaCalc, além da Planilha de Fornecedores de cana-de-açúcar, que forma os dados agrícolas que serão inseridos na aba E1GC da RenovaCalc.

Na Planilha de Fornecedores de cana-de-açúcar, os dados de biomassa foram inseridos e calculados conforme sua classificação dentro de um perfil de produção - Dado Primário ou Dado Padrão - e, uma vez consolidados (ficam

disponíveis na aba Dados Consolidados), foram posteriormente inseridos na aba E1GC da RenovaCalc, dentro da divisão Fase Agrícola – Dados Consolidados.

Assim, na aba E1GC foram preenchidos dados das fases Agrícola, Industrial e Distribuição, conforme descrito abaixo:

#### **a) Fase Agrícola**

Na fase agrícola da aba E1GC foram informados:

##### (i) Informações Gerais

- Área total (ha)
- Produção Total colhida para moagem (t cana)
- Quantidade comprada pela unidade produtora de biocombustível (t cana)
- Teor de impurezas vegetais (base úmida) (kg/t cana)
- Umidade (%)
- Teor de impurezas minerais kg/t cana
- Palha recolhida (base seca) (t cana)

##### (ii) Área queimada (ha)

##### (iii) Corretivos

- Calcário calcítico (kg/t cana)
- Calcário dolomítico (kg/t cana)
- Gesso (kg/t cana)

##### (iv) Fertilizantes Sintéticos

- Ureia (kg N/t cana)
- Fosfato monoamônico (MAP) (kg N/t cana)
- Fosfato monoamônico (MAP) (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/t cana)
- Fosfato diamônico (DAP) (kg N/t cana)
- Fosfato diamônico (DAP) (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/t cana)
- Nitrato de amônio (kg N/t cana)
- Solução de nitrato de amônio e ureia (UAN) (kg N/t cana)
- Amônia anidra (kg N/t cana)
- Sulfato de amônio (kg N/t cana)

- Nitrato de amônio e cálcio (CAN) (kg N/t cana)
- Superfosfato simples (SSP) (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/t cana)
- Superfosfato triplo (TSP) (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/t cana)
- Cloreto de potássio (KCl) (kg K<sub>2</sub>O/t cana)

(v) Fertilizantes Orgânicos/Organominerais

- Vinhaça (L/ t cana) e Concentração de N (g N/L)
- Torta de filtro (base úmida) (kg/t cana) e Concentração de N (g N/kg)
- Cinzas e fuligem (base úmida) (kg/t cana) e Concentração de N (g N/kg)

(vi) Combustíveis e eletricidade

- Diesel B8 (L/t cana)
- Diesel B10 (L/t cana)
- Diesel BX ((L/t cana)
- Diesel B20 (L/t cana)
- Diesel B30 (L/t cana)
- Biodiesel B100 (L/t cana)
- Gasolina C (L/t cana)
- Etanol hidratado (L/t cana)
- Biometano de terceiros (Nm<sup>3</sup>/t cana)
- Biometano próprio (Nm<sup>3</sup>/t cana)
- Eletricidade da rede – mix médio (kWh/t cana)
- Eletricidade – PCH (kWh/t cana)
- Eletricidade – biomassa (kWh/t cana)
- Eletricidade – eólica (kWh/t cana)
- Eletricidade – solar (kWh/t cana)

**b) Fase Industrial**

Na fase industrial da aba E1GC foram informados:

(i) Processamento e rendimentos

- Quantidade de cana processa (t cana)



- Quantidade de palha processada (base seca) (t cana)
- Rendimento etanol anidro (L/t cana)
- Rendimento etanol hidratado (L/t cana)
- Rendimento de açúcar (kg/t cana)
- Rendimento energia elétrica comercializada (kWh/t cana)
- Rendimento bagaço comercializado (base úmida) (kg/t cana)
- Umidade (%)

(ii) Combustíveis e eletricidade

Bagaço Próprio

- Quantidade (base úmida) (kg/t cana)
- Umidade (%)

Palha própria

- Quantidade (base úmida) (kg/t cana)
- Umidade (%)

Bagaço de terceiros

- Quantidade (base úmida) (kg/t cana)
- Umidade (%)
- Distância de transporte (km)

Cavaco de madeira

- Quantidade (base úmida) (kg/t cana)
- Umidade (%)
- Distância de transporte (km)

Lenha

- Quantidade (base úmida) (kg/t cana)
- Umidade (%)
- Distância de transporte (km)

### Resíduos Florestais

- Quantidade (base úmida) (kg/t cana)
- Umidade (%)
- Distância de transporte (km)
  
- Óleo combustível (L/t cana)
- Etanol hidratado próprio (L/t cana)
- Etanol anidro próprio (L/t cana)
- Biogás próprio (L/t cana) e PCI do Biogás (MJ/Nm<sup>3</sup>)
- Biogás de terceiros (L/t cana) e PCI do Biogás (MJ/Nm<sup>3</sup>)
- Eletricidade da rede – mix médio (kWh/t cana)
- Eletricidade – PCH (kWh/t cana)
- Eletricidade – biomassa (kWh/t cana)
- Eletricidade – eólica (kWh/t cana)
- Eletricidade – solar (kWh/t cana)

### **c) Fase de Distribuição**

Na fase de distribuição da aba E1GC foram informados:

#### Etanol anidro

- Rodoviário (%)
- Dutoviário (%)
- Ferroviário (%)

#### Etanol hidratado

- Rodoviário (%)
- Dutoviário (%)
- Ferroviário (%)

O preenchimento das planilhas RenovaCalc e Produtores de cana-de-açúcar seguiu as orientações do Informe Técnico nº 02/SBQ v.3 - Orientações Gerais: Procedimentos para Certificação da Produção ou Importação Eficiente de Biocombustíveis.

### 5.3.5. Auditoria externa

Após todo o levantamento de dados de produção inseridos nas planilhas (RenovaCalc e Fornecedores de cana-de-açúcar) e a formação da base de dados cartográfica contemplando todas as áreas agrícolas produtivas em conformidade com os critérios de elegibilidade, as usinas A e B passaram pelo processo de auditoria externa.

Até o início dos processos de certificação das usinas A e B, as firmas inspetoras credenciadas pela ANP eram as listadas na Figura 5:

 <b>Firmas Inspetoras Credenciadas no RenovaBio</b>				
Razão Social	CNPJ	Credenciamento nº	Despacho nº	Publicação no DOU
GREEN DOMUS DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL LTDA EPP	07.658.544/0001-94	1	23	11/01/2019
SGS ICS CERTIFICADORA LTDA.	00.272.073/0001-32	2	86	25/01/2019
INSTITUTO TOTUM DE DESENVOLVIMENTO E GESTÃO EMPRESARIAL LTDA.	05.773.229/0001-82	3	341	02/05/2019

Figura 6: Firmas Inspetoras credenciadas no RenovaBio em maio de 2019.  
Fonte: ANP – <http://anp.gov.br>

O principal fator considerado para a definição de contratação da firma inspetora, para fins de auditoria, foi a presença de mercado da empresa no ramo de auditorias externas. Assim, ainda que financeiramente não fosse a escolha mais viável, pesou-se pela experiência da equipe auditora, solidez da empresa e qualidade de atendimento.

A auditoria ocorreu no período de 28 a 31 de outubro de 2019 e foi conduzida por dois auditores. Nesta etapa, foram analisados toda a base cartográfica das usinas do estudo com seus respectivos resultados da análise de elegibilidade, bem como todos os dados inseridos na RenovaCalc e Planilha de Produtores de cana-de-açúcar com suas respectivas documentações formadoras de evidências.

As evidências apresentadas pelas usinas do estudo foram relatórios de sistemas de controle, boletins de produção, notas fiscais e memorial de cálculo de vários requisitos da calculadora RenovaCalc.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1. Investimentos financeiros

Os investimentos financeiros necessários para a implementação do programa se deram principalmente com consultoria e auditoria externas e implantação de sistema de gerenciamento das evidências dos dados *input* da RenovaCalc.

#### 6.1.1. Custos com auditoria e consultoria

Na Tabela 1 estão apresentados os custos iniciais levantados para a contratação da auditoria externa para as duas usinas do estudo, considerando as três firmas inspetoras disponíveis na ocasião de início de implantação do programa.

Firma Auditora	Orçamento		Total
	A	B	02 Unidades
1	R\$ 58.800,00	R\$ 49.000,00	R\$ 107.800,00
2	R\$ 78.191,70	R\$ 67.913,08	R\$ 146.104,78
3	R\$ 85.900,00	R\$ 80.400,00	R\$ 166.300,00

Tabela 1: Custos iniciais para contratação de firmas inspetoras externas.  
Fonte: O autor.

Na Tabela 2 estão apresentados os custos iniciais de contratação de consultoria externa levantados para atendimento das usinas A e B, considerando a disponibilização ou não de sistema de gerenciamento das evidências dos dados informados na RenovaCalc, além do serviço de avaliação dos critérios de elegibilidade das áreas agrícolas do escopo das unidades.

Empresa	Sistema de Elegibilidade		Consultoria e Controle de Evidências	Mensalidade Sistema de Evidências	Total Sistema + Consultoria (1º ano)	Renovação dos Sistemas
	A	B				
X	R\$ 12.500	R\$ 7.500	R\$ 50.000 (R\$ 25.000/un.)	R\$ 30.000 (R\$ 15.000/ano/un. R\$ 1.250/mês/un.)	R\$ 100.000	R\$ 30.000 (R\$ 1.250/mês/un.)
Z	R\$ 20.000	R\$ 20.000	R\$ 10.000 (R\$ 5.000/un.)	-	R\$ 50.000	R\$ 40.000 (R\$ 20.000/un.)

Tabela 2: Custos iniciais para contratação de consultoria externa, do sistema de gerenciamento de evidências e serviço de análise dos critérios de elegibilidade.

Fonte: O autor.

Pela análise dos dados da Tabela 2, nota-se que os custos totais das consultorias para as duas unidades (usinas A e B), considerando a contratação também dos sistemas de apoio para o gerenciamento das evidências de dados de auditoria e para a análise de elegibilidade das áreas agrícolas, seriam da ordem de R\$ 100.000 da consultoria X e R\$ 50.000 para a consultoria Z. Esses valores referem-se ao primeiro ano de certificação e implantação dos sistemas. Após o primeiro ano, os custos referem-se à renovação de licenças dos sistemas implantados, sendo da ordem de R\$ 30.000 para a consultoria X e R\$ 40.000 para a consultoria Z.

É possível notar também que os custos com auditoria e consultoria entre unidades se diferenciam apenas quanto à análise de elegibilidade, já que um maior escopo de áreas implica maior dispêndio de tempo e trabalho na entrega da análise dos dados cartográficos. Considerando apenas a consultoria, o custo do apoio técnico no levantamento dos dados da RenovaCalc foi o mesmo para as duas unidades, pois a forma de entrega dos dados é padrão e independe do tamanho da unidade.

### 6.1.2. Variação dos custos totais

As usinas deste estudo foram atendidas pela consultoria X. Apesar de apresentar orçamento superior, a consultoria X ofereceu mais recursos para o projeto, como o sistema próprio de gerenciamento de evidências e melhor apresentação do resultado da análise de elegibilidade das áreas. Além disso, a

consultoria X também apresentou maior conhecimento técnico para o serviço de assessoria a ser utilizado durante o levantamento de dados.

Em relação a auditoria, as empresas foram atendidas pela firma inspetora 3. A escolha do serviço de auditoria se deu pela solidez da empresa no mercado e confiança na consolidação da *expertise* de atuação da firma inspetora. Considerando que o RenovaBio é um programa novo com a possibilidade de muitos ajustes durante o processo de certificação, esses aspectos foram o diferencial que elevaram a confirmaram a opção de contratação.

Avaliando as possíveis combinações de orçamentos entre as diferentes firmas auditoras e consultorias externas, é possível notar grande variação dos custos, conforme Tabela 3. A usina A teve seu orçamento para auditoria e consultoria variando entre R\$ 83.800 e R\$138.400, e a usina B teve seu orçamento variando entre R\$ 74.000 e R\$ 127.900. A diferença nos custos entre as usinas se deve ao tamanho do escopo da certificação, já que, tendo a usina A maior quantidade de moagem e mais áreas para análise do critério de elegibilidade, seu orçamento total do projeto acaba sendo ligeiramente superior.

Auditoria e Consultoria		
	A	B
Menor combinação de orçamento	R\$ 83.800,00	R\$ 74.000,00
Maior combinação de orçamento	R\$ 138.400,00	R\$ 127.900,00

Tabela 3: Combinação de custos entre auditoria e consultoria.  
Fonte: O autor.

Dessa forma, escolhidas as empresas de auditoria e consultoria, em consonância com o melhor atendimento aos critérios necessários ao projeto, e após a negociação final, os valores finalizados de contratação dos serviços foram de:

- **Usina A:** R\$ 121.050,00
- **Usina B:** R\$ 117.050,00

## 6.2. Emissão de CBios e projeção de retorno financeiro

Em relação aos resultados deste estudo, a partir de 2020, as usinas A e B poderão emitir CBios utilizando-se da NEEA obtida ao final do processo de certificação ocorrido

em 2019. Nos anos seguintes, as usinas se utilizarão da mesma NEEA para emitir CBios em função de sua produção, e esse processo ocorrerá pelos três anos seguintes ao da certificação (prazo de validade da certificação) ou até que ocorra uma nova certificação e alteração da NEEA (num prazo menor do que três anos).

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos ao fim do processo de certificação pelas usinas A e B.

Resultado da Auditoria da Firma Inspetora			
		A	B
Volume elegível (%)		98,2	95,31
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA)	Etanol Anidro	58,6	57,8
	Etanol Hidratado	58,3	57,5

Tabela 4: Resultado da auditoria da Firma Inspetora para as usinas A e B.  
Fonte: O autor.

Nesse sentido, em 2020, a quantidade de CBios que poderão ser emitidos sobre a produção de 2019 está representada nos Quadros 1 e 2. Comparativamente, também foram analisados como a mesma NEEA e diferentes volumes de produção e de perfil de produção (quantidade de dados inseridos como primários ou padrão) poderiam influenciar a quantidade de CBios emitida e os resultados financeiros esperados baseados na estimativa dos representantes do setor sucroenergético (1 CBio = U\$ 10,00). Para essa comparação, utilizou-se uma simulação sobre os dados de produção de 2018 em relação a 2019.

- **Usina A** - Considerando 70% dos dados de biomassa como dados primários e 30% como dados padrão, e a NEEA obtida com o processo de certificação:

<b>CENÁRIO 01 - USINA A</b>		
<b>CERTIFICAÇÃO - 70% DA CANA EM DADOS PRIMÁRIOS E 30% DA CANA EM DADOS PADRÃO (PENALIZADOR)</b>		
Volume Elegível %		<b>98,2</b>
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCo2eq/MJ)	Etanol Anidro	<b>58,6</b>
	Etanol Hidratado	<b>58,3</b>
<b>Produção (litros)</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Etanol Anidro	<b>69.032.253</b>	<b>53.494.197</b>
Etanol Hidratado	<b>51.133.952</b>	<b>31.586.617</b>
<b>Cbios</b>	<b>151.275</b>	<b>107.405</b>
<b>Litros/Cbio</b>	<b>794</b>	<b>792</b>
<b>R\$ (dólar a R\$4,20)</b>	<b>R\$ 6.353.561,72</b>	<b>R\$ 4.511.003,85</b>

Quadro 1: Variação de CBios emitida entre as produções de 2018 e 2019 pela Usina A.  
Fonte: O autor.

- **Usina B** - Considerando 51% dos dados de biomassa como dados primários e 49% como dados padrão, e a NEEA obtida com o processo de certificação:

<b>CENÁRIO 01 - USINA B</b>		
<b>51% DA CANA EM DADOS PRIMÁRIOS 49% DA CANA EM DADOS PADRÃO (PENALIZADOR)</b>		
Volume Elegível %		<b>95,31</b>
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCo2eq/MJ)	Etanol Anidro	<b>57,8</b>
	Etanol Hidratado	<b>57,5</b>
<b>Produção (litros)</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Etanol Anidro	<b>4.694.960</b>	<b>0</b>
Etanol Hidratado	<b>58.986.221</b>	<b>59.465.845</b>
<b>Cbios</b>	<b>74.771</b>	<b>69.550</b>
<b>Litros/Cbio</b>	<b>852</b>	<b>855</b>
<b>R\$ (dólar a R\$4,20)</b>	<b>R\$ 3.140.366,87</b>	<b>R\$ 2.921.100,59</b>

Quadro 2: Variação de CBios emitida entre as produções de 2018 e 2019 pela Usina B.  
Fonte: O autor.

O cálculo de CBios com as produções de 2018 é apenas a título de comparação, já que essa produção não foi vendida com emissão de CBios. Ao compararmos os



resultados da quantidade de CBios autorizadas para emissão em relação as produções de 2018 e 2019, podemos observar que a definição do mix produtivo da usina (produção voltada para açúcar ou etanol) influenciará diretamente no retorno financeiro esperado. No caso da usina A, para uma produção 41% menor em 2019, o retorno financeiro seria inferior em R\$ 1.842.557,87. Na usina B uma pequena redução de 7% na produção de etanol poderia implicar uma perda financeira da ordem de R\$ 219.266,28. Essa simulação de cenários pode colaborar com a tomada de decisão do foco de produção de todo o grupo.

Considerando um cenário em que todos os dados dos escopos das usinas A e B seriam inseridos diretamente como Dados Padrão na RenovaCalc, as NEEA seriam consideravelmente reduzidas, já que todo o escopo seria penalizado com os valores default da RenovaCalc, conforme descreve a Tabela 5:

	A		B	
	70% dados primários 30% dados padrão	100% dados padrão	51% dados primários 49% dados padrão	100% dados padrão
NEEA Etanol Anidro	58,6	55,9	57,8	52,9
NEEA Etanol Hidratado	58,3	55,5	57,5	52,5

Tabela 5: Variação da NEEA em função da variação do perfil de produção.  
Fonte: O autor.

Assim, as simulações dos resultados sobre as produções das usinas A e B com o perfil de produção considerando 100% dos dados inseridos na RenovaCalc como dados padrão podem ser observadas nos Quadros 3 e 4.

- **Usina A**

CENÁRIO 02 - USINA A		
100% DA CANA DADOS PADRÃO (PENALIZADOR)		
Volume Elegível %		98,32
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCo2eq/MJ)	Etanol Anidro	55,9
	Etanol Hidratado	55,5
<b>Produção (litros)</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Etanol Anidro	69.032.253	53.494.197
Etanol Hidratado	51.133.952	31.586.617
<b>Cbios</b>	144.359	102.506
<b>Litros/Cbio</b>	832	830
<b>R\$ (dólar a R\$4,20)</b>	R\$ 6.063.097,89	R\$ 4.305.248,96

Quadro 3: Resultados da NEEA e quantidade de CBios da Usina A com perfil de produção formado por 100% de dados padrão.  
Fonte: O autor.

- **Usina B**

CENÁRIO 02 - USINA B		
100% DA CANA DADOS PADRÃO (PENALIZADOR)		
Volume Elegível %		95,31
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCo2eq/MJ)	Etanol Anidro	52,9
	Etanol Hidratado	52,5
<b>Produção (litros)</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Etanol Anidro	4.694.960	0
Etanol Hidratado	58.986.221	59.465.845
<b>Cbios</b>	68.281	63.502
<b>Litros/Cbio</b>	933	936
<b>R\$ (dólar a R\$4,20)</b>	R\$ 2.867.821,20	R\$ 2.667.091,84

Quadro 4: Resultados da NEEA e quantidade de CBios da Usina A com perfil de produção formado por 100% de dados padrão.  
Fonte: O autor.

Ao fazer uma análise comparativa entre os Cenários 01 e 02, nota-se que a diminuição das NEEA ao informar todo o escopo como dado padrão impacta significativamente o retorno financeiro esperado. A usina A teria diminuição de

rendimento em 2019 de R\$ 205.754,89, enquanto a usina B sofreria uma redução de R\$ 254.008,75 no retorno financeiro.

As simulações do Cenário 3 apresentadas nos Quadros 5 e 6 pretendem avaliar os impactos financeiros caso as usinas do estudo tivessem um resultado de 100% do escopo como biomassa elegível em comparação ao efetivo resultado da certificação. Considerando as produções de 2018, a usina A poderia ter um incremento financeiro de R\$ 116.460,40 enquanto a usina B poderia aumentar seu rendimento em R\$ 154.530,70. Em relação as produções de 2019, o aumento da usina A seria de R\$ 82.686,42 e o da usina B de R\$ R\$ 143.741,07.

- **Usina A**

<b>CENÁRIO 03 - USINA A</b>				
<b>70% DA CANA EM DADOS PRIMÁRIOS</b>				
<b>30% DA CANA EM DADOS PADRÃO (PENALIZADOR)</b>				
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCo2eq/MJ)	Etanol Anidro			<b>58,6</b>
	Etanol Hidratado			<b>58,3</b>
<b>Produção (litros)</b>	<b>2018</b>		<b>2019</b>	
Etanol Anidro	<b>69.032.253</b>		<b>53.494.197</b>	
Etanol Hidratado	<b>51.133.952</b>		<b>31.586.617</b>	
Volume Elegível %	<b>98,2</b>	<b>100</b>	<b>98,2</b>	<b>100</b>
<b>Cbios</b>	<b>151.275</b>	<b>154.048</b>	<b>107.405</b>	<b>109.374</b>
<b>Litros/Cbio</b>	<b>794</b>	<b>780</b>	<b>792</b>	<b>778</b>
<b>R\$ (dólar a R\$4,20)</b>	<b>R\$ 6.353.561,72</b>	<b>R\$ 6.470.022,12</b>	<b>R\$ 4.511.003,85</b>	<b>R\$ 4.593.690,28</b>

Quadro 5: Comparativo da quantidade de CBios emitida em função da variação do volume elegível e total de produção da usina A.  
Fonte: O autor.

- **Usina B**

CENÁRIO 03 - USINA B				
51% DA CANA EM DADOS PRIMÁRIOS				
49% DA CANA EM DADOS PADRÃO (PENALIZADOR)				
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (gCo2eq/MJ)	Etanol Anidro			57,8
	Etanol Hidratado			57,5
<b>Produção (litros)</b>	<b>2018</b>		<b>2019</b>	
Etanol Anidro	4.694.960		0	
Etanol Hidratado	58.986.221		59.465.845	
Volume Elegível %	95,31	100	95,31	100
<b>Cbios</b>	74.771	78.450	69.550	72.972
<b>Litros/Cbio</b>	852	758	855	815
<b>R\$ (dólar a R\$4,20)</b>	R\$ 3.140.366,87	R\$ 3.294.897,57	R\$ 2.921.100,59	R\$ 3.064.841,66

Quadro 6: Comparativo da quantidade de CBios emitida em função da variação do volume elegível e total de produção da usina B.  
Fonte: O autor.

Considerando o investimento feito pelas usinas do estudo e o retorno financeiro esperado já com a venda de CBios a partir de 2020, conforme apresentado no Quadro 7, percebe-se que o programa tem alta margem de viabilidade e que se mostra vantajoso mesmo no pior cenário simulado para as duas usinas, ou seja, com todos os dados do escopo como dados padrão, conforme apresentado no cenário 02.

RETORNO FINANCEIRO - VENDA CBios em 2020		
<b>Custos Alocados</b>	<b>Usina A</b>	<b>Usina B</b>
Custo Total da certificação (2019)	R\$ 121.050,00	R\$ 117.050,00
Venda de CBios - Produção de 2019	R\$ 4.511.003,85	R\$ 2.667.091,84
<b>Saldo final</b>	<b>R\$ 4.389.953,85</b>	<b>R\$ 2.546.041,84</b>

Quadro 7: Retorno financeiro esperado no primeiro ano de implantação do Programa RenovaBio.  
Fonte: O autor.

Avaliando os três cenários para ambas as usinas, nota-se que os fatores influenciadores no retorno financeiro esperado são a Nota de Eficiência Energético-Ambiental, o volume elegível e o total de produção de etanol (anidro e hidratado). A NEEA e o volume elegível estão diretamente relacionados aos esforços de qualidade de produção, de modo que uma produção mais eficiente, com baixa emissão de carbono, resultaria em uma nota maior e isso se refletiria numa maior quantidade de

Créditos de Descarbonização. Já a produção de etanol faz parte da tomada de decisão comercial do grupo, que inclui avaliação do mercado internacional de commodities, dado que o açúcar é exportado e a produção de etanol das usinas do estudo atendem exclusivamente ao mercado interno.

A quantidade de biomassa elegível, que determina o volume elegível apto a emitir CBios, também tem reflexos na NEEA, sendo, portanto, essencial cumprir com os critérios de elegibilidade das áreas agrícolas e buscar implementar processos adequados para regularizar a expansão das áreas de cana-de-açúcar a fim de que toda o escopo de certificação se torne elegível.

Considerando que a RenovaCalc se utiliza da base metodológica da Avaliação do Ciclo de Vida para determinar a intensidade de carbono dos biocombustíveis, os fatores que mais influenciam os resultados das NEEA são justamente os insumos com cadeia produtiva mais poluentes, como fertilizantes com alta concentração de nitrogênio e diesel. Por essa razão, a fase mais impactante no resultado final é a agrícola, dado o alto consumo de fertilizantes, calcário, gesso, diesel no maquinário agrícola e no transporte de matéria-prima, quantidade de área queimada e produção de resíduos utilizados pelas usinas como subproduto, como vinhaça, cinzas e torta de filtro. Nesse contexto, quanto maior o direcionamento do processo produtivo agrícola para um menor consumo de combustível fóssil, além de maior uso de insumos orgânicos com baixo teor de nitrogênio em detrimento do uso de insumos sintéticos com alto teor de nitrogênio, melhores as possibilidades de alcançar NEEA mais altas.

Além disso, quanto maior a efetividade em implementar controles dos dados produtivos das áreas em que não há o total domínio do produtor de biocombustível (normalmente áreas de fornecedores terceirizados de cana-de-açúcar), maior a possibilidade de que essas áreas entrem no escopo de certificação como dados primários, evitando assim a perda de pontos importantes na NEEA pela penalização default dos dados padrão.

As usinas desse estudo apresentaram ligeiras diferenças em suas NEEA, que podem ser atribuídas, principalmente, a diferença na quantidade de cana-de-açúcar do escopo a que foram atribuídos dados primários e dados padrões. A usina A teve 70% do seu escopo definido como dado primário e 30% como dado padrão. Já a usina B teve 51% de seu escopo como dado primário e 49% como dado padrão, o que resultou numa maior penalização de suas informações. Somado a isso, outros fatores diferenciais que favoreceram a NEEA da usina A incluem a cogeração de energia para

venda externa e o processo de recolhimento de palha após a colheita da cana-de-açúcar. Em termos de consumo de diesel, ambas as usinas tiveram resultados parecidos, já que seu raio médio de produção tem valores quase idênticos (35,10 km para usina A e 35 km para usina B). Quanto ao uso de fertilizantes, a usina A tem rendimentos discretamente superiores, especialmente pelo uso de fertilizantes orgânicos com baixo teor de nitrogênio.

Pela sinergia de todos esses fatores, a usina A, com maior NEEA e maior capacidade produtiva, tem vantagem no retorno financeiro com a implementação do RenovaBio. Mesmo assim, a usina B também apresenta vantagens com a implementação do programa, mas poderá se beneficiar ainda mais com uma produção maior de etanol.

## **7. CONCLUSÃO**

Ao realizar o estudo de caso avaliando a implementação do Programa em duas usinas produtoras de etanol a partir da cana-de-açúcar, verificou-se que apesar de um custo médio elevado de implementação para uma certificação, na faixa dos R\$ 100.000 por unidade, o resultado final viabiliza o investimento e que o retorno financeiro esperado incentiva a participação das usinas no Programa, ainda que suas capacidades produtivas sejam diferentes.

É importante destacar que o investimento inicial garante a aptidão para a venda de CBios por três anos, sendo que o preço do CBio poderá ter grande variação nesse período. Ainda assim, os valores esperados pelos órgãos e atores envolvidos no programa são promissores e podem ser grandes estimuladores para o setor sucroenergético de maneira geral, já que ainda que as usinas integrem o programa com um escopo totalmente inserido no perfil de produção de dados padrão, existe um bom retorno financeiro, como puderam ser comprovadas pelas simulações de cenários apresentadas.

O estudo permitiu identificar que os processos agrícolas que utilizam insumos com melhor resultado na análise de ciclo de vida refletem em elevação da Nota de Eficiência Energético-Ambiental. Nesse sentido, vale ressaltar a importância de que os retornos financeiros obtidos com o Programa sejam investidos em melhorias de processos, transitando para uma baixa emissão de carbono. Além disso, investir em incremento da capacidade produtiva do biocombustível viabiliza uma maior

quantidade de CBios que poderá ser emitida e vendida, o que, ao se analisar as oscilações do mercado de *commodities* e do mercado ambiental de compra e venda de créditos de descarbonização, pode auxiliar na definição do perfil produtivo a ser priorizado no período.

Dessa forma, conclui-se que o estabelecimento do programa RenovaBio deve levar a uma maior produção de etanol, pois além de colaborar para o cumprimento das metas estabelecidas pelo país do Acordo de Paris e contribuir para uma matriz energética mais limpa, também garante que o setor sucroenergético receba importante incentivo para se recuperar de longas crises estabelecidas nos últimos anos em decorrência dos subsídios aos combustíveis fósseis. No entanto, deve-se observar que o sucesso do programa depende também do efetivo apoio governamental aos biocombustíveis e menores interferências, em termos de disponibilização de subsídios, no mercado de combustíveis fósseis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. Efeito Estufa: transporte responde por 25% das emissões globais, 11 de dezembro de 2018. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-12/efeito-estufa-transporte-responde-por-25-das-emissoes-globais>. Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. Informe Técnico nº02/SBQ v.3. 2019. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/renovabio/legislacao>. Acesso em: 06 de outubro de 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. RenovaBio. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/renovabio>. Acesso em: 05 de dezembro 2019.

BRASIL. Lei nº 13.576 de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). Disponível em: <http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/renovabio/legislacao>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

BRASIL. Resolução nº 05 de 05 de junho de 2018. Estabelece as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis. Brasil: Conselho Nacional de Política Energética. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/renovabio/legislacao>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Balanço Energético Nacional 2018. Rio de Janeiro, maio de 2018.

ESTADÃO. Transporte é o principal emissor de CO2 do setor de energia no Brasil, 2017. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/blogs/ecoando/transporte-e-o-principal-emissor-de-co2-do-setor-de-energia-no-brasil/>. Acesso em: 06 de dezembro de 2019.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV ENERGIA. Biocombustíveis. Ano 4. Rio de Janeiro, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Acordo de Paris. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em: 04 de dezembro de 2019.

RODRIGUES, Luciano. Renovabio: O que muda no dia-a-dia das usinas. UNICA, 2018. 28 slides.