

idp

v.3 n.5

86

DEBATES EM ECONOMIA APLICADA

WORKING PAPER

**ANÁLISE DO DESEMPENHO ENERGÉTICO E
ECONÔMICO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO DE
ETANOL DE PRIMEIRA GERAÇÃO DOS ESTADOS DO
NORTE E NORDESTE NO CONTEXTO DA POLÍTICA
NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS (RENOVABIO)**

Milton Santos Campelo da Silva

ANÁLISE DO DESEMPENHO ENERGÉTICO E
ECONÔMICO DAS UNIDADES DE
PRODUÇÃO DE ETANOL DE PRIMEIRA
GERAÇÃO DOS ESTADOS DO NORTE E
NORDESTE NO CONTEXTO DA POLÍTICA
NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS
(RENOVABIO)

Milton Santos Campelo da Silva¹

¹ Milton Santos Campelo da Silva é Engenheiro Agrônomo e Mestre em Economia pelo Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP). ORCID 000-0002-5052-9215. E-mail: milton.campelo@uol.com.br.

IDP

O IDP é um centro de excelência no ensino, na pesquisa e na extensão nas áreas da Administração Pública, Direito e Economia. O Instituto tem como um de seus objetivos centrais a profusão e difusão do conhecimento de assuntos estratégicos nas áreas em que atua, constituindo-se um *think tank* independente que visa contribuir para as transformações sociais, políticas e econômicas do Brasil.

DIREÇÃO E COORDENAÇÃO

Diretor Geral

Francisco Schertel

Coordenador do Mestrado em Economia

José Luiz Rossi

CONSELHO EDITORIAL

Coordenação

Thiago Caldeira

Renan Holtermann

Milton Mendonça

Supervisão e Revisão

Luiz Augusto Magalhães

Mathias Tessmann

Apoio Técnico

Igor Silva

Projeto Gráfico e Diagramação

Juliana Vasconcelos

www.idp.edu.br

Revista Técnica voltada à divulgação de resultados preliminares de estudos e pesquisas aplicados em desenvolvimento por professores, pesquisadores e estudantes de pós-graduação com o objetivo de estimular a produção e a

DEBATES EM ECONOMIA APLICADA

discussão de conhecimentos técnicos relevantes na área de Economia.

Convidamos a comunidade acadêmica e profissional a enviar comentários e críticas aos autores, visando o aprimoramento dos trabalhos para futura publicação. Por seu propósito se concentrar na recepção de comentários e críticas, a Revista Debates em Economia Aplicada não possui ISSN e não fere o ineditismo dos trabalhos divulgados.

As publicações da Revista estão disponíveis para acesso e download gratuito no formato PDF. Acesse: www.idp.edu.br

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do IDP.

Qualquer citação aos trabalhos da Série só é permitida mediante autorização expressa do(s) autor(es).

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 7 |
| 2. Referencial Teórico E Bibliográfico | 10 |
| 3. Metodologia | 13 |
| 4. Resultados | 15 |
| 4.1 Panorama de certificação de unidades produtivas (UPs) | 15 |
| 4.2 Desempenho energético das unidades produtivas (UPs) de etanol de primeira geração (E1GC) do Norte e Nordeste | 16 |
| 4.3 Critérios de seleção de unidades produtivas (UPs) ao Renovabio | 19 |
| 4.4 Metas de descarbonização de CBIOS: parte obrigada (distribuidoras) | 20 |
| 4.5 Comercialização de CBIOS | 23 |
| 4.6 Volume de etanol certificado e comercializado por estado do norte-nordeste | 27 |
| 5. Conclusão | 29 |
| 6. Referências Bibliográficas | 31 |

RESUMO: A análise da Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio), inovador instrumento de contribuição para a transição energética para uma economia de baixo carbono, está fundamentada em pesquisa exploratória, com aplicação de método indutivo e estatístico, em boa medida intuitiva, que permitiu alcançar o seu principal objetivo que foi o de examinar o desempenho energético e econômico de 55 unidades produtoras (UPs) de etanol de primeira geração (E1GC), dos Estados do Norte e Nordeste, comparando-os a base de unidades produtoras de etanol autorizadas a operar, no período de janeiro de 2020 a fevereiro de 2022, testando a hipótese inicial de que há razoável diferenciação entre as UPs nos níveis de elegibilidade, intensidade de carbono, nota de eficiência energética e fator CBIOS, gerando, resultados econômicos diversos, que pode decorrer de variáveis ambientais e econômicas e a parâmetros de seleção de beneficiários e comercialização dos ativos. Restou também evidenciado que as UPs do centro-sul possuem maior eficiência energética e econômica em quantidade e qualidade de ativos de descarbonização, em comparação com a amostra pesquisada. Em conclusão, quanto maior a eficiência energética maior a eficiência econômica na oferta de ativos CBIOS.

PALAVRAS-CHAVE: Biocombustíveis, Créditos de Descarbonização, Etanol de Primeira Geração, Agroindústria Sucreenergética, Renovabio, CBIOS.

ABSTRACT: The National Biofuels Policy (Renovabio) presents itself as an innovative instrument to contribute to the energy transition to a low carbon economy, in this work, based on exploratory research, with the application of an inductive and statistical method, largely intuitive, allowed it to achieve its main objective, to analyze the energy and economic performance of the 55 first generation ethanol production units (UPs) (E1GC), in the north and northeast states, comparing the base of authorized ethanol production units, based on units certified by RenovaBio, in the period from January 2020 to February 2022, which allowed us to test the initial hypothesis that there is reasonable differentiation between the UPs in terms of eligibility, carbon intensity, energy efficiency score and factor CBIOS, generating, as a result, also different economic results, which may result from environmental and economic variables, associated with the parameters of selection of beneficiaries and commercialization of assets. In the expansion of the research, it was additionally evidenced that the UPs in the center-south have greater energy and economic efficiency in terms of quantity and quality of decarbonization assets, compared to the researched sample. In conclusion, the greater the energy efficiency, the greater the economic efficiency due to the greater supply of CBIOS.

KEYWORDS: Biofuels, Decarbonization Credits, First Generation Ethanol, Sugar-Energy Agroindustry, Renovabio, CBIOS.

RESUMEN: El análisis de la Política Nacional de Biocombustibles (Renovabio), una innovadora herramienta de contribución para la transición energética hacia una economía baja en carbono, se basa en una investigación exploratoria, con la aplicación de un método inductivo y estadístico, en gran medida intuitivo, que permitió alcanzar su objetivo. El objetivo principal

fue examinar el desempeño energético y económico de las 55 unidades productoras de etanol (UP) de primera generación (E1GC), en los Estados del norte y nordeste, comparándolas con la base de unidades productoras de etanol autorizadas a operar, a partir de enero 2020 a febrero de 2022, probando la hipótesis inicial de que existe una diferenciación razonable entre las UP en términos de niveles de elegibilidad, intensidad de carbono, puntaje de eficiencia energética y factor CBIO, generando resultados económicos diferentes, que pueden resultar de variables y parámetros ambientales y económicos para la selección de beneficiarios y venta de activos. También quedó en evidencia que las UP del centro-sur tienen mayor eficiencia energética y económica en términos de cantidad y calidad de activos de descarbonización, en comparación con la muestra encuestada. En conclusión, a mayor eficiencia energética, mayor eficiencia económica en la oferta de activos CBIOS.

PALABRAS CLAVE: Biocombustibles, Créditos de Descarbonización, Etanol de Primera Generación, Agroindustria Azucarera-Energética, Renovabio, CBIOS.

CLASSIFICAÇÃO JEL: Q16, Q48;

1. INTRODUÇÃO

A capacidade de sobrevivência dos seres humanos está relacionada diretamente à sua competência em detectar e explorar as fontes de energia disponíveis. Atualmente em razão do interesse crescente com o tema ambiental decorrente das mudanças climáticas, ganha força a busca de fontes alternativas de energias renováveis, menos poluentes, de baixo carbono e com reflexos econômicos.

Produtos que serviam apenas como fonte de alimento, a exemplo da cana-de-açúcar, foram sendo gradualmente destinados ao fornecimento de energia. O etanol vem contribuindo na superação de crises energéticas desde os anos de 1970, conquistando relevância internacional na redução dos impactos negativos do efeito estufa oriundo da queima de combustíveis fósseis.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), introduz conceitos e mecanismos econômicos relacionados a políticas ambientais, com o objetivo de estabilização da emissão desenfreada dos gases de efeito estufa (GEE), para mitigar danos ao clima mundial (EPE, 2020). E foi durante a terceira Conferência das Partes (COP-3), em Quioto no Japão (1997), que ficou estabelecido um protocolo de procedimentos para as economias industrializadas, com metas acerca da emissão de gases de efeito estufa (GEE), lançando as bases para a criação de um mercado de carbono.

Já o Acordo de Paris, realizado em 2015, firmado durante a 21ª Conferência das Partes (COP-21), fortalece a necessidade de soluções às ameaças anunciadas pela mudança climática. Na sequência, noventa e dois países apresentaram a precificação de carbono como alternativa de mitigação ambiental (BANCO MUNDIAL, 2019). O êxito do mecanismo escolhido depende da aceitação política, do apoio geral da sociedade e dos impactos apurados através de indicadores socioeconômicos (EPE, 2020)

Com o Protocolo de Quioto (1997) e o Acordo de Paris (2015), o etanol se fortaleceu, favorecendo os produtores brasileiros, uma vez que o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar e o segundo maior produtor de etanol, e isso decorre da combinação de vários fatores

como a tradição secular de cultivo, condições favoráveis de solo, clima, extensão territorial e avanços tecnológicos continuados.

Entre os países em desenvolvimento, o Brasil foi o primeiro a assumir metas de redução das emissões de GEE, via precificação de carbono, através da Lei n. 13.576, de 26 de dezembro de 2017, que cria a Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio), que garante a produção de biocombustíveis, com base em parâmetros de sustentabilidade econômica, financeira e ambiental. O Brasil assumiu o compromisso de redução de emissões de GEE em 37% até 2025, 43% até 2030 e zero até 2050, usando como referência as emissões do ano de 2005. Sabe-se que essas metas, no contexto global, são insuficientes para limitar o aumento da temperatura média em 1,5% acima dos níveis dos anos pré-industriais (UNEP,2019).

Para seus objetivos estratégicos, o Renovabio estabeleceu metas de descarbonização para o setor de combustíveis, desdobradas em metas obrigatórias para cada distribuidora. Os produtores de etanol credenciados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), recebem notas que são inversamente proporcionais ao lançamento de gás carbônico (CO₂), durante seu processo de produção agroindustrial e asseguram a emissão de Créditos de Descarbonização por Biocombustíveis (CBIOs), equivalente a uma tonelada de CO₂, sendo um ativo de natureza financeira, adquiridos pelas distribuidoras, como mecanismo de comprovação do cumprimento das metas compulsórias.

Trata-se de uma estratégia bem articulada de descarbonização da atmosfera com viés econômico das mais ambiciosas do mundo, assegurando previsibilidade para o mercado, com metas anuais de redução das emissões de CO₂, particionadas em cotas individuais para as distribuidoras de combustíveis, em um horizonte temporal inicial de 10 anos e que deve estimular outros setores da economia na proteção ao clima.

Os CBIOs são negociados na Bolsa de Valores Brasileira (B3) e são uma inovação da política energética, constituindo-se em uma fonte de renda adicional à agroindústria de biocombustíveis, que recebem valor único definido pelo mercado e a unidade produtiva (UP) que apresentar maior eficiência energética tende a obter maior retorno econômico. Essa

estratégia acaba negando assim o falso dilema entre salvar empresas ou salvar o meio ambiente.

A operacionalização acentua os impactos decorrentes de suas externalidades positivas obtidos pelo menor lançamento de gases tóxicos à saúde humana. Experiências semelhantes são adotadas nos países Europeus e Califórnia, USA, através do *Low Carbon Fuel Standard (LCFS)*, com metas de redução de carbono, em diferentes rotas tecnológicas, que inspirou a política energética brasileira na redução da Intensidade de Carbono (IC) em 10% da matriz de combustíveis fósseis até o ano de 2030, tomando como base os níveis do ano de 2018, esperando mitigar o lançamento de 620 milhões de toneladas de gás carbônico equivalentes na atmosfera no intervalo dos anos 2020 a 2030.

Dessa forma, a presente pesquisa objetiva analisar o desempenho energético e econômico da agroindústria sucroenergética de etanol de primeira geração dos Estados do Norte e Nordeste, comparando a base de unidades produtoras (UPs) com a base de unidades certificadas, após mais de dois anos de operacionalização da Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio). A hipótese levantada na pesquisa é de que há razoável diferenciação entre as UPs nos níveis de elegibilidade, intensidade de carbono, nota de eficiência energética e fator CBIO, gerando, em consequência, resultados econômicos também diversos.

Para validar a linha de pesquisa em seu objetivo geral e principal hipótese, o estudo está dividido em cinco seções, sendo a primeira delas esta introdução. A segunda seção apresenta o referencial teórico e bibliográfico, que dão sustentação à investigação do tema. A terceira seção trata da metodologia operacional adotada, ou seja, exploratória, indutiva, estatística e intuitiva, envolvendo a coleta, tratamento e análise dos dados. Na quarta seção encontra-se a discussão dos resultados e as evidências apresentadas a partir da análise dos dados. E a quinta e última seção apresenta as principais conclusões pertinentes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E BIBLIOGRÁFICO

O debate em torno da transição energética decorre dos efeitos adversos das mudanças climáticas e suas externalidades, com fortes impactos no desenvolvimento sustentável em níveis globais. As políticas mitigatórias apresentam benefícios superiores aos custos decorrentes de sua implementação (STERN, 2006). Para Maroun (2007), os impactos ocasionados pelas mudanças climáticas podem afetar de forma negativa o meio ambiente, incluindo a saúde humana, as atividades econômicas, a segurança alimentar, os recursos naturais e as infraestruturas.

O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), destaca que para abrandar as mudanças do clima e o desencadeamento de consequências mais rigorosas, com limite de aquecimento global em 1,5 graus Celsius, deverão ser adotadas medidas mais intensas para minimizar as emissões de gases provocadores de efeito estufa nas atividades econômicas (IPCC, 2018).

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), responsável pela elaboração e aprimoramento da metodologia de cálculo da projeção de emissões de gases de efeito estufa, destaca que o setor de produção de energia responde por 32% das emissões em função do uso de combustíveis fósseis. E o segmento de transportes foi o que mais apresentou crescimento, mesmo com a evolução na produção e consumo de biocombustíveis (MCTI, 2019).

Os custos das emissões carecem de informações seguras, o que resulta em um preço final não ótimo de produtos e serviços no aspecto social e ambiental, sendo uma externalidade entendida como uma falha de mercado que desvirtua as políticas regulatórias, se caracterizando como uma fonte de alocação ineficiente de recursos econômicos (EPE, 2020).

A imposição desse efeito externo negativo ou positivo, resulta de atividade que impacta, prejudicando ou beneficiando terceiros não envolvidos nela diretamente, gerando efeito colateral adverso ou benéfico que decorre da produção ou consumo de serviços ou

bens sem que seja feito nenhum pagamento que acabam não sendo inseridos no sistema geral de preços (BARATA, 2001).

Com Pigou (1924), inicia-se a análise da poluição ambiental como uma externalidade em que a intervenção ou regulação estatal é essencial e determinante, seja através da aplicação de punitiva compensação financeira ou através de proposição de precificação de preços regulado pelo próprio mercado como o que se atesta para o mercado de carbono.

Nessa causa há relevante contribuição de Coase (1960), ao considerar os direitos de propriedade, defende a negociação direta entre os agentes econômicos de mercado, garantindo uma eficiente intermediação dos efeitos externos de suas atividades. A partir do conceito de direitos de propriedade em que os atores econômicos se articulam na busca da obtenção do ótimo alcance de externalidade. A alocação ineficiente somente pode se dá quando esse resultado não pode ser obtido (VARIAN, 1994).

Os fundamentos de Coase e Pigou, respaldam as bases de sustentação das políticas públicas ligadas a pauta ambiental, como influência para o crescimento econômico desde a década de 1970, e mais intensamente a partir dos anos 1990, de acordo com Santos (2018). Adotadas na regulação para alcance das metas de diminuição na emissão de gases de efeito estufa, confirmando que essas abordagens asseguram que as políticas ambientais deixaram de ser apenas de controle e comando governamental e passaram a adotar mecanismos econômicos de mercado mais eficientes.

Na economia ambiental um dos fundamentos utilizados para minimizar os efeitos adversos resultantes das etapas de produção de bens e serviços ocorre via verificação dos prejuízos ambientais causados pela degradação, e seus custos assumidos pelo agente causador. Trata-se de um tradicional exame de custo-benefício dos instrumentos de controle institucional a ser escolhido (EPE, 2020).

Stern (2006) destaca que o efeito estufa e seu impacto climático global se destaca como a maior falha de mercado da atualidade e reconhece que a precificação de carbono é um mecanismo básico para a regulação no combate aos danos ambientais. A transmutação

da externalidade climática negativa em toneladas equivalentes de carbono permite uma operacionalização mais clara e eficiente de políticas regulatórias sobre danos ambientais e sua parametrização tem consequências relevantes em relação às diferenciações tecnológicas e econômicas das plantas de produção industrial de biocombustíveis e seu acesso ao mercado de carbono (MORENO; SEPICH; FUHR, 2016).

O interesse e o peso das políticas reguladoras governamentais delineadas para o setor sofreram mudanças ao longo do tempo, constituindo-se em elemento impulsionador da atividade sucroenergética. Há uma atuação conjunta e complementar entre o Estado e a iniciativa privada nas diversas etapas históricas, de forma mais enfática a partir dos anos de 1970, via Programa Nacional do Alcool (Proálcool), e com a evolução dos veículos tipo *fuel flex*, deslocou-se do pleno controle do Estado para ficar subordinado aos mecanismos do mercado (ALCARDE, 2008).

A análise sobre a regulação do biocombustível no Brasil é objeto de estudo de Fazzi et al. (2020), quando faz um paralelo com os Estados Unidos no aspecto da regulação de processos de produção. No Brasil, com mais de 40 anos de experiência, os objetivos eram controlar os desequilíbrios no balanço de pagamentos decorrentes dos choques do petróleo e na manutenção da atividade econômica, enquanto nos EUA, com 15 anos de operacionalização, o foco foi na redução da emissão de gases de efeito estufa.

A experiência brasileira, como uma inovação verde, para Gramkow e Anger-Kraavi (2019), tem como definição a introdução de um produto novo no mercado e que reduz a externalidade negativa ambiental com interações positivas no âmbito econômico e como externalidade positiva da inovação verde (CEPAL, 2019)

O mercado de carbono enfrenta incertezas, em decorrência de instrumentos de incentivos vencidos do Protocolo de Quioto e pela existência de pendências jurídicas e operacionais no âmbito do Acordo de Paris e que não evoluíram durante a COP-26 realizada em Glasgow na Escócia, em 2021, apesar do avanço no indicativo de formação de um mercado de carbono à nível internacional.

O setor de energia da cana-de-açúcar vem enfrentando falta de investimento e as políticas imprevisíveis de preços dos combustíveis distorcem os mercados, desencorajando novos investimentos. O Renovabio, se apresenta como um importante indutor de ganho nos diversos segmentos da sociedade, do meio ambiente e da economia (MELO, 2018).

Como incentivo financeiro às Unidades Produtivas, em 2020, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) lançou linha de crédito voltada para melhorias da eficiência energético-ambiental e da certificação da produção de empresas produtoras de biocombustíveis, com taxas de juros variáveis em função de seu desempenho na redução de emissão de CO₂, o “BNDES RenovaBio”, com dotação orçamentária de um bilhão de reais. Além disso, importante iniciativa do Ministério de Minas e Energia (MME), através da Portaria nº 252, de 17 de junho de 2019, permite a emissão de debêntures incentivadas, criando assim, condições para as unidades produtivas captarem recursos no mercado de capitais, para investir em renovação de canaviais e em suas instalações industriais.

3. METODOLOGIA

A metodologia está respaldada em coleta de dados secundários, disponibilizados em fontes reconhecidamente oficiais, também no exame bibliográfico e de prova documental, de viés técnico e científico, como artigos científicos, dissertação de mestrado, teses de doutorado, periódicos e livros, fazendo-se a interação dos dados obtidos e o foco da presente pesquisa.

Em sua execução adotou-se métodos científicos de forma sistemática e racional conforme Bunge (1980), desde a definição do problema a utilização de instrumentos de medição disponíveis, em especial aqueles divulgados pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Bolsa de Valores do Brasil (B3), Ministério de Minas e Energia (MME), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), dentre outras, bem como organizações do setor como a União da

Indústria de Cana-de-Açúcar (ÚNICA), Sindicato de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Maranhão e Pará (SINDICANALCOOL) e Observatório da Cana.

Fontes e informações permitiram alcançar o objetivo central da pesquisa que é a análise do desempenho energético e econômico da agroindústria sucroenergética de etanol de primeira geração dos Estados do Norte e nordeste, comparando a base de unidades produtoras de etanol autorizadas, com a base de unidades certificadas pelo RenovaBio, que permite testar a hipótese inicial de que há razoável diferenciação entre as UPs nos níveis de elegibilidade, intensidade de carbono, nota de eficiência energética e fator CBIO, gerando resultados econômicos diversos, que podem decorrer de variáveis ambientais e econômicas, associadas aos parâmetros de seleção de beneficiários e de comercialização dos ativos.

Aplicou-se os métodos indutivo e estatístico, fundamentada em pesquisa exploratória uma vez que se trata de um tema ainda recente nas discussões acadêmicas e tem o propósito de expandir a compreensão sobre um determinado evento que pode ser explicado cientificamente (ZANELLA, 2009).

No método indutivo, o processo para chegar ao conhecimento, parte da observação de fatos mais particulares, e a partir daí se chega ao desenvolvimento de leis e teorias. O método estatístico, por sua vez, permite obter representações simples com relações entre si, comparações de ocorrências com interpretação de seus significados (LAKATOS; MARCONI, 2003).

São abordagens em boa medida intuitivas em face da minimização de notação técnica, mas amplamente utilizada em economia e aqui confrontadas com a realidade operacional das unidades produtivas de etanol de primeira geração que resulta em uma avaliação de desempenho pragmática por atender ao atual estágio do Renovabio e sua limitação temporal de um pouco mais de dois anos de funcionalidade.

A pesquisa tem respaldo na análise rigorosa dos parâmetros que garantem a obtenção da Certificação no Renovabio que é resultado do exame de todo o ciclo de vida da produção de etanol hidratado ou etanol anidro, cujos critérios foram definidos através da Lei

13.576/2017, que criou a Política Nacional de Biocombustíveis, a saber: i) Elegibilidade; ii) Intensidade de Carbono (IC); iii) Fator CBIO; e iv) Nota de Eficiência Energética Ambiental (NEEA). Complementarmente adicionou-se um exame sobre: i) Seleção de Beneficiários ao Renovabio; ii) Metas Obrigatórias de Compra de CBIOS; e iii) Comercialização de CBIOS.

4. RESULTADOS

4.1 Panorama de certificação de unidades produtivas (UPs)

O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) tem como principal função a formulação de políticas bem como as diretrizes de energia no país. Com relação ao RenovaBio, ficou definida duas macrorregiões territoriais: Centro-Sul e Norte-Nordeste.

Para efeito de parametrização, a Tabela 1 apresenta o panorama geral de UPs credenciadas no RenovaBio em relação à base autorizada na produção de etanol de primeira geração (E1GC), à nível Brasil, Centro-Sul e Norte-Nordeste. Fica evidenciada a expressiva base de UPs da microrregião Centro-Sul, Autorizadas, Credenciadas no RenovaBio, como em Construção e Ampliação. A primeira certificação foi emitida em outubro de 2019 e até então, do total de usinas autorizadas (336), o setor sucroenergético apresenta 256 UPs certificadas. Todas são agroindústrias *full* de cana-de-açúcar, produtoras de E1GC.

A macrorregião Norte-Nordeste possui 16% da base de produção nacional de etanol de primeira geração e 14% da base de UPs certificadas. Fica evidenciado o menor poder de produção e inferior número de certificações quando considerada a totalização de plantas industriais autorizadas. Ceará e Sergipe não possuem UPs credenciadas no Renovabio, apesar deste último Estado deter a quarta maior posição dentre os 11 Estados pesquisados.

Tabela 1 - UPs de E1GC autorizadas, credenciadas, em ampliação e construção (2022)

| Autorizadas (A) | Credenciadas Renovabio (B) | Percentual (B/A) | UP em Construção | UP em Ampliação |
|--------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|--------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|

| | | | | | |
|----------------|-----|-----|------|----|----|
| Brasil | 336 | 256 | 76% | 50 | 21 |
| Centro-Sul | 281 | 219 | 78% | 49 | 15 |
| Norte-Nordeste | 55 | 37 | 55% | 01 | 06 |
| Alagoas | 17 | 11 | 68% | 00 | 02 |
| Bahia | 04 | 04 | 100% | 01 | 01 |
| Ceará | 01 | 0 | 0% | 00 | 00 |
| Maranhão | 04 | 02 | 50% | 00 | 01 |
| Pará | 01 | 01 | 100% | 00 | 00 |
| Paraíba | 07 | 06 | 85% | 00 | 01 |
| Pernambuco | 12 | 09 | 75% | 00 | 01 |
| Piauí | 01 | 01 | 100% | 00 | 00 |
| RG do Norte | 03 | 02 | 66% | 00 | 00 |
| Sergipe | 05 | 00 | 00% | 00 | 00 |
| Tocantins | 01 | 01 | 100% | 00 | 00 |

Fonte: ANP e Observatório da Cana (2022). Adaptada pelo autor.

4.2 Desempenho energético das unidades produtivas (UPs) de etanol de primeira geração (E1GC) do Norte e Nordeste

A Certificação no RenovaBio é resultado do exame acurado das atividades que se constituem no ciclo de vida que leva a produção de etanol, desde o preparo da área de cana-de-açúcar até a fase pós-industrial, através dos critérios de Elegibilidade, Intensidade de Carbono (IC), Fator CBIO e Nota de Eficiência Energética Ambiental (NEEA), calculados através da ferramenta RENOVACALC, desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e homologada como plataforma oficial do RenovaBio, que mede a Intensidade de Carbono (IC) para a obtenção de biocombustíveis e que se reflete na Nota de Eficiência Energética-Ambiental (NEEA). Quanto maior IC menor NEEA.

A combinação da NEEA com o volume de biocombustível elegível comercializável irá resultar nos Créditos de Descarbonização (CBIOS), que se transformam em receita para as UPs de etanol. Conceitualmente:

- I. **Elegibilidade:** é o valor (%), que representa a parte do biocombustível certificado apto a receber a NEEA e que é proveniente do volume originado da biomassa de cana-de-açúcar, de área que não tenha ocorrido o desmatamento da vegetação nativa, após o dia de

vigência da Resolução da ANP Nº 758, ou seja, 23.11.2018, e ainda, que apresente o *status* junto ao Cadastro Ambiental Rural (CAR);

- II. **Intensidade de Carbono (IC):** resulta do lançamento de gases causadores do efeito estufa no decorrer do tempo de vida da produção do biocombustível, medido e exprimida em unidade de energia, em graus de gás carbônico equivalente por Megajoule (gCO₂eq/MJ).
- III. **Nota de Eficiência Energética Ambiental (NEEA):** medida em grama de gás carbônico equivalente por Megajoule ou (gCo₂eq/MJ), lançado no Certificado de Produção Eficiente de Biocombustíveis da unidade produtiva e demonstra a diferença encontrada entre o nível de Intensidade de Carbono (IC) do produtor de etanol e o índice de Intensidade de Carbono (IC) do combustível fóssil, neste caso a gasolina. Portanto, a diferença de emissões de gás carbônico entre os combustíveis limpos e fósseis;
- IV. **Fator CBIO:** volume necessário de etanol carburante comercializado para emissão de 1 CBIO. A nota de eficiência energética-ambiental define o peso do Fator CBIO em combinação com a parte fracionada do volume de biocombustível elegível. 01 (um) ativo CBIO corresponde a uma tonelada de CO₂ equivalente, na relação economia e ambiente.

A Tabela 2 evidencia que as UPs do Norte-Nordeste apresentam parâmetros de eficiência energética abaixo da performance da macrorregião Centro-Sul, nos critérios de Elegibilidade, Intensidade de Carbono, NEEA e Fator CBIO.

Tabela 2 - Comparação do desempenho energético das UPs de etanol de primeira geração (E1GC) dos Estados do Norte-Nordeste

| Base | Auto-rizadas (A) | Certificadas Renovabio (B) | (B/A) | Certifi-cação em Curso | Elegi-bili-dade | NEEA | IC | Fator CBIO |
|----------------|------------------|----------------------------|-------|------------------------|-----------------|------|------|------------|
| Brasil | 336 | 256 | 76% | 03 | 92% | 59,6 | 27,8 | 836 |
| Centro-Sul | 281 | 219 | 78% | 02 | 93% | 59,8 | 27,6 | 821 |
| Norte-Nordeste | 55 | 37 | 67% | 01 | 73% | 56,8 | 30,6 | 1.107 |
| Alagoas | 17 | 11 | 68% | 00 | 73% | 56,6 | 30,8 | 1.119 |
| Bahia | 04 | 04 | 100% | 00 | 76% | 57,5 | 29,9 | 1.041 |
| Ceará | 01 | 0 | 0% | 00 | 00% | 00 | 00 | 00 |
| Maranhão | 04 | 02 | 50% | 00 | 100% | 50,3 | 37,1 | 894 |
| Pará | 01 | 01 | 100% | 00 | 89% | 64,7 | 22,7 | 785 |

| | | | | | | | | |
|-------------|----|----|------|----|-----|------|------|-------|
| Paraíba | 07 | 06 | 85% | 00 | 63% | 57,7 | 29,7 | 1.263 |
| Pernambuco | 12 | 09 | 75% | 01 | 57% | 56,4 | 31,0 | 1.416 |
| Piauí | 01 | 01 | 100% | 00 | 74% | 63,9 | 23,5 | 969 |
| RG do Norte | 03 | 02 | 66% | 00 | 67% | 59,6 | 27,8 | 1.146 |
| Sergipe | 05 | 00 | 00% | 00 | 00% | 00 | 00 | 00 |
| Tocantins | 01 | 01 | 100% | 00 | 92% | 54,3 | 33,1 | 918 |

Fonte: ANP e Observatório da Cana (2022). Adaptada pelo autor.

As perdas de eficiência energética das Unidades Produtivas do Norte-Nordeste têm reflexo no desempenho econômico de CBIOS. Menos ativos, menor a oferta no mercado. As UPs de Pernambuco apresentam a mais baixa Elegibilidade (57%) da cana produzida apta para os critérios RenovaBio, com quase (50%) de perda para os parâmetros CBIO. Com Intensidade de Carbono alta, seu Fator de CBIO é também o mais alto do Norte-Nordeste (1.416). Enquanto o padrão Brasil apresenta um Fator CBIO de 836 para a emissão de um CBIO. No entanto, a macrorregião Norte-Nordeste apresenta UPs com desempenho muito acima da média nacional.

Tabela 3 - Parametrização da eficiência energética das UPs do Norte-Nordeste em relação à base Brasil

| Competência | Referenciais de desempenho | Descrição |
|------------------------------|----------------------------|--|
| Elegibilidade Norte-Nordeste | (-) 20% | Percentual de cana produzida excluída da emissão de CBIOS. |
| Intensidade de Carbono (IC) | (+) 3 unidades | Maior IC menor a NEEA. |
| Fator CBIO | (+) 286 litros de etanol | UPs Norte –Nordeste precisa de mais litros de etanol para cada CBIO. |

Fonte: Elaborado pelo autor.

As unidades produtivas dos Estados do Maranhão e Pará, na amostra pesquisada, apresentam eficiência energética em Elegibilidade, NEEA, IC e Fator CBIO acima do nível Brasil (Tabela 4), evidenciando a adoção de tecnologias de produção acima das demais unidades certificadas.

Tabela 4 - UP do Norte-nordeste com fatores de eficiência energética acima do parâmetro Brasil

| | | |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Elegibilidade | Maranhão 100% | Desempenho exclusivo no País |
| NEEA | Pará (64,7) Piauí (63,9) | Desempenho Brasil (59,6) |
| Intensidade de Carbono | Pará (22,7) Piauí (23,5) | Posição Brasil (27,8) |
| Fator CBIO | Pará (785) | Brasil (836) |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Importante fator de análise de eficiência energética é a Intensidade de Carbono, por aferir a maior ou menor emissão de GEE, que é o foco do processo de descarbonização da matriz energética de combustíveis. Esta intensidade é medida a partir da emissão de GEE no ciclo de vida do produto, por unidade de energia.

4.3 Critérios de seleção de unidades produtivas (UPs) ao Renovabio

Na pesquisa em campo restou constatado os efeitos diretos decorrentes da Resolução ANP nº 758, de 23.11.2018, que define os parâmetros de seleção dos beneficiários para certificação e que assegura a garantia de produção agrícola e industrial eficiente de biocombustíveis ao amparo do artigo 18 da Lei nº 13.576.

Conforme demonstrado na Tabela 1, das 336 UPs autorizadas a produzir E1GC, 256 (76%) estão certificadas. Na base amostral Norte-Nordeste, das 55 UPs autorizadas, apenas 37 UPs (67%) estão certificadas. Assim, 18 UPs (33%) de sua base produtiva está excluída da Certificação de Produção Eficiente de Biocombustíveis. Sergipe com suas 05 UPs (100%) fora do RenovaBio. As hipóteses das causas de exclusão obtidas durante a pesquisa indicam que:

- I. A emissão da documentação da ANP com a devida Nota de Eficiência Energética Ambiental (NEEA) exige que se faça a contabilização somente da biomassa oriunda de áreas que não tenha havido supressão de vegetação nativa, a partir da data em vigor da Resolução ANP de número 758, de 23 de novembro de 2018. Essa nota de corte de

desmatamento desconsidera inclusive supressões legais com licenciamentos autorizados pelas Secretarias de Meio Ambiente Estaduais.

- II. A biomassa de cana de açúcar oriunda de fornecedores diversos dependem da atualização no Sistema CAR (Cadastro Ambiental Rural). Há produtores penalizados por apresentar dados *default*, o que gera piora na NEEA. O CAR está amparado na Lei nº 12.651, de 22 de maio de 2012, e regulado via Instrução Normativa MMA nº 2, de 05 de maio de 2014, sendo um registro público eletrônico nacional e obrigatório para todos os imóveis rurais.
- III. Desconsideração acerca da adoção de práticas de maior adequação ambiental como: redução do corte de cana queimada, proteção de matas ciliares, recuperação de nascentes, reúso da água, colheita mecanizada, combate a incêndios florestais, requalificação de trabalhadores, adequação ao Código Florestal e cumprimento de condicionantes de licenças ambientais.
- IV. Priorização da produção de açúcar: várias unidades nordestinas, mantém sua tradição histórica, econômica e de mercado para a venda de açúcar.

4.4 Metas de descarbonização de CBIOS: parte obrigada (distribuidoras)

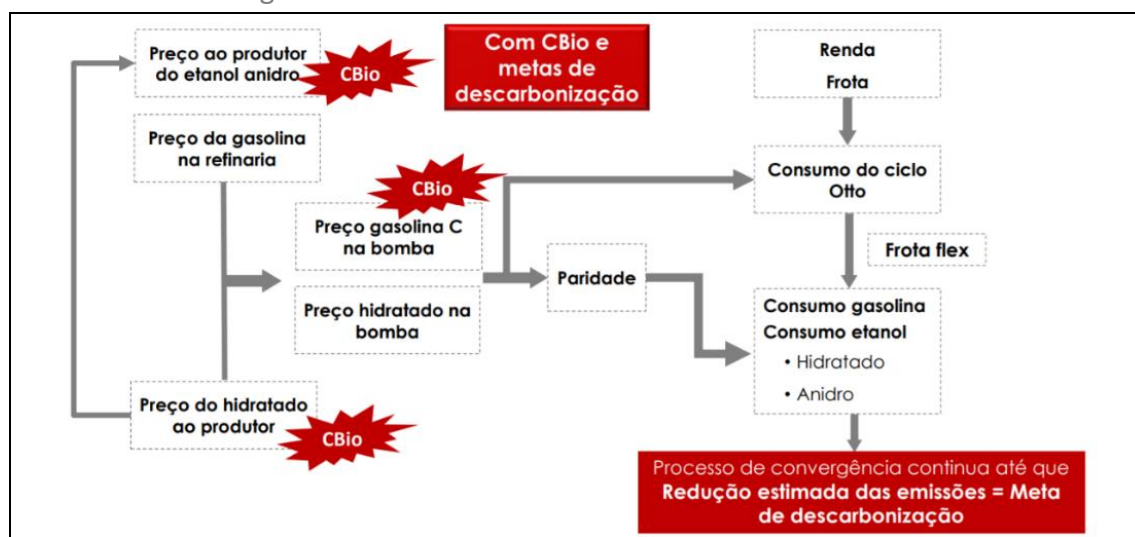
As Metas de Descarbonização têm o propósito de atingir o mais baixo índice de Intensidade de Carbono (IC) na matriz energética do Brasil. Para uma maior compreensão dessa dinâmica relaciona-se alguns conceitos:

- I. Produtor e Importador de biocombustível é tratado como Emissor Primário de Crédito de Descarbonização (CBIO), após autorizado e habilitado pela ANP. A quantidade de ativos emitidos é proporcional ao etanol produzido ou importado respaldado pelo Nota de Eficiência Energética e Ambiental (NEEA);
- II. Distribuidor de Combustíveis: é o agente que exerce essa atividade, autorizado pela ANP;

- III. Órgão Regulador: Ministério das Minas e Energia (MME), que define a quantidade a ser emitida de Crédito de Descarboxinação, permitindo assim que ocorra a autorregulação do preço da tonelada pelo próprio mercado.
- IV. As Figuras 1 e 2 apresentam toda a dinâmica no mercado de combustíveis após o advento do Renovabio.

A Figura 1 apresenta a dinâmica do mercado de combustível após o Renovabio e adoção do título CBIO.

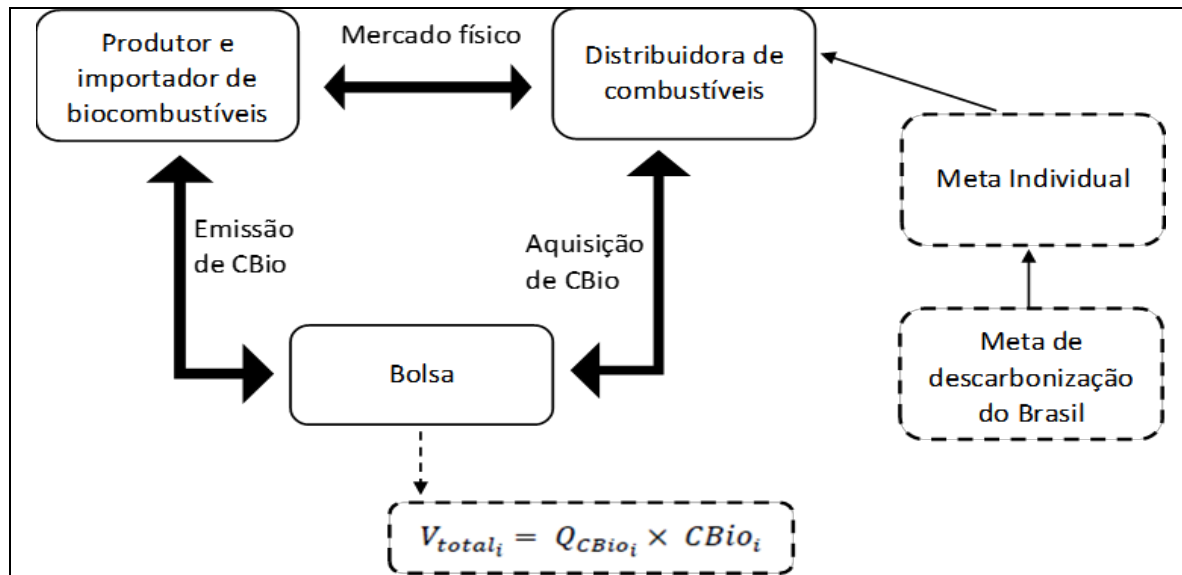
Figura 1 – Dinâmica no mercado de combustíveis com o Renovabio



Fonte: MME (2017).

O CBIO é um ativo financeiro registrado na forma escritural, que assegura a dinâmica de comercialização através da Bolsa de Valores, bem como a aferição do cumprimento das metas individualizadas dos distribuidores de combustível.

Figura 2 - Fluxo Renovabio – Mercado de CBIOS



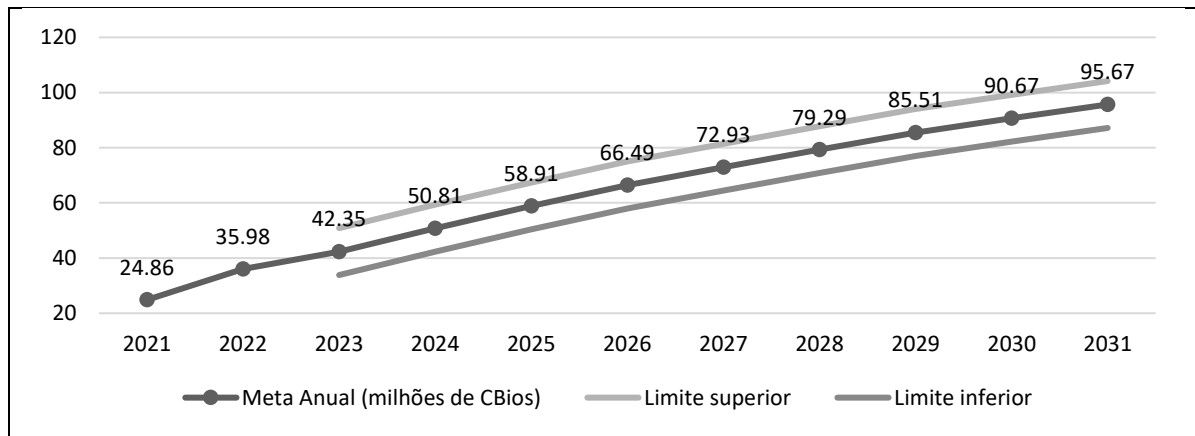
Fonte: MME (2017).

Nota: * V_{total_i} : valor total transacionado no ano i ;

- Q_{CBio_i} quantidade de CBIO comercializada no ano i ;
- $CBio_i$ preço unitário do CBIO no ano i ;

A atual legislação prevê, na primeira incidência, receita da venda do CBIO pela indústria, emissor primário, carga fiscal de 15% (IRFonte) mais 9,25% (PIS/COFINS). A Figura 3 permite observar a evolução das metas de aquisição de Créditos de Descarbonização (CBIOS) no horizonte temporal de 2022 a 2031, conforme Ministério das Minas e Energia (MME).

Figura 3 - Proposta de metas CBIOS para decênio 2022 - 2031



Fonte: MME (2022).

A oferta potencial de CBIOS é de 35,6 milhões de CBIOS. Essa oferta está próxima da meta para 2022. Desafio é produzir mais etanol, sem aumentar a área de produção, para demais anos. O Brasil sinaliza uma oferta de 45 bilhões de litros de etanol para 2025 e 54 bilhões para o ano de 2030.

4.5 Comercialização de CBIOS

A lavoura canavieira é uma fonte limpa e alternativa aos combustíveis de origem fóssil. Mas a conclusão crítica sobre crédito de carbono é que muito mais um mecanismo de aumento da lucratividade do setor que a emite do que uma solução ou resposta para o problemático desafio das emissões de GEE (PIETRAFESA; SANTOS, 2014).

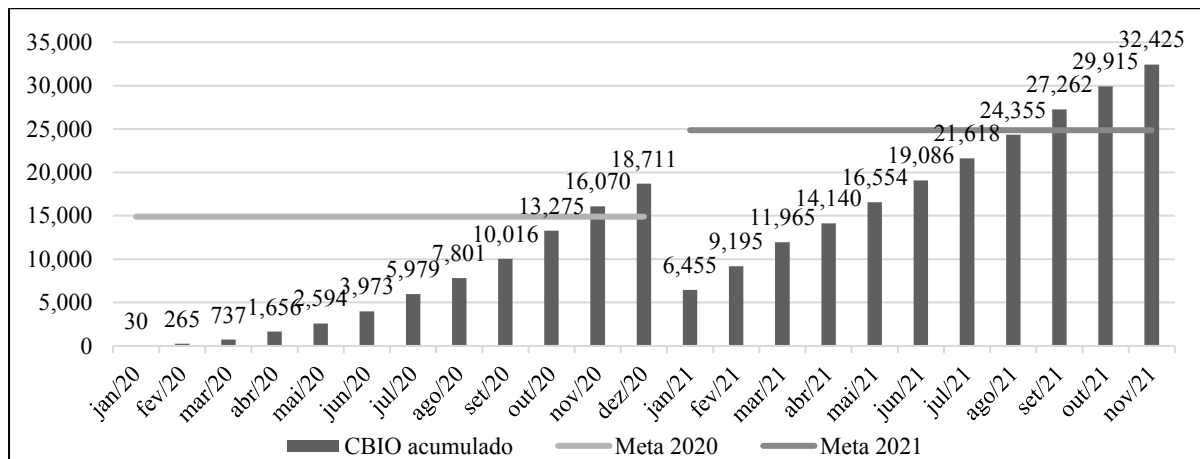
Em simulação para formação de mercado de emissões, realizada pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGVCES) e a Bolsa Verde do Rio de Janeiro (BVRio), em 2018, foi identificada a necessidade de se alcançar o equilíbrio do balanço entre volume de emissões, análise de risco, retorno dos *offsets* e compra de títulos que possuem riscos de performance.

Utilizando um sistema de comércio de emissões (SCE), *cap and trade*, o RenovaBio se vale da categoria de preço explícita, com precificação direta. Com o mercado mobilizado para operações de compra e venda de créditos de carbono, os agentes econômicos compradores

justificam suas emissões de GEE e os ofertadores obtêm mais lucro, evidenciando seu viés econômico.

Portanto, lançado no mercado de capitais em 2020 em número superior a meta de 14.898.230 (quatorze milhões oitocentos e noventa e oito mil duzentos e trinta) CBIOS, para aquisição obrigatória pelas distribuidoras de combustíveis, resultou no cumprimento de 98% da meta de compras comprovando a eficácia da Política Nacional de Biocombustíveis.

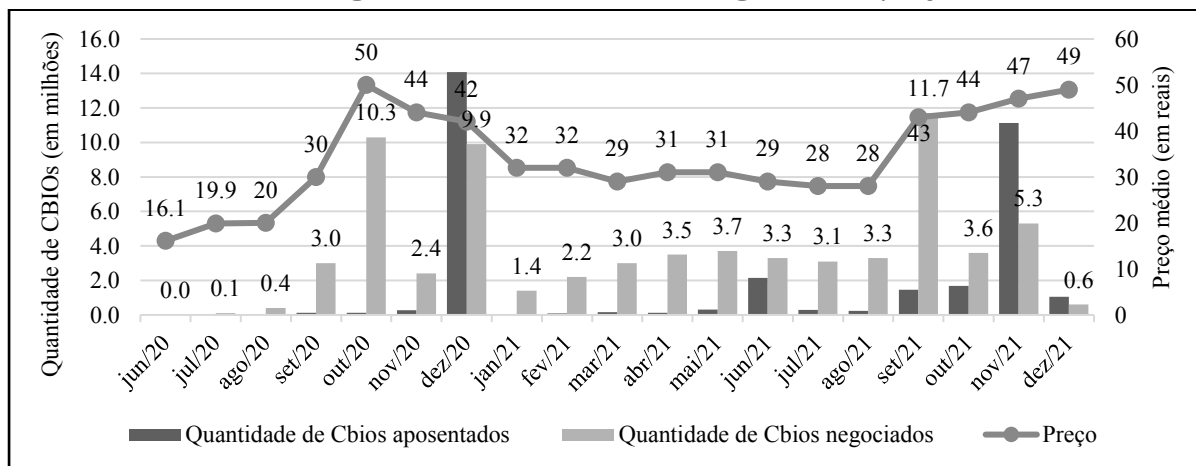
Figura 4 - Evolução da geração de CBIOS no mercado (2020 – 2021)



Fonte: ANP (2022).

Conforme Figura 5, o valor do CBIOS inicial, na metade de 2020, foi de R\$ 16,10, e R\$ 43,43, de preço médio, no primeiro ano. A partir de setembro de 2021, os preços dos CBIOS registraram forte valorização, em meio à constatação sobre a ampla quebra na produção de etanol de cana nesta safra 2021/22 do Centro-Sul.

Figura 5 - Quantidade CBIOS negociados e preço médio



Fonte: B3 e Observatório da Cana (atualizado em 02/12/2021).

A Tabela 5 apresenta a movimentação das negociações de Crédito de Descarboxinação (CBIOS) nos anos de 2020, 2021 e início de 2022. Em 2021, foram retirados de circulação 24.406.585 CBIOS, o que equivale ao cumprimento de 98,2% da meta nacional.

Tabela 5 - Resumo das negociações de créditos de descarboxinação

| Ano | Compra parte não obrigada | Compra acumulada parte obrigada | Em posse do emissor | Meta ANP | CBIOS aposentados | CBIOS não aposentados |
|------|---------------------------|---------------------------------|---------------------|------------|-------------------|-----------------------|
| 2020 | 26.019 | 261.187 | 3.612 | 14.898.230 | 14.609.067 | 3.899.569 |
| 2021 | 273.160 | 5.113.051 | 5.021.826 | 25.222.723 | 24.406.585 | 10.413.339 |
| 2022 | 290.212 | 6.519.733 | 5.685.656 | 35.980.000 | 8.500 | 12.457.893 |

Fonte: ANP, B3 e Observatório da Cana (2022). Adaptado pelo autor.

Dos 142 distribuidores, 118 cumpriram integralmente ou atingiram algo em torno de 85% da meta, assegurando a comprovação dos 15% restantes para 2022. Enquanto 07 distribuidoras se comportaram com retiradas em quantidade abaixo de 85% de suas metas e 17 distribuidoras não aposentaram seus créditos de descarboxinação. O descumprimento da meta anual individual, sujeita o distribuidor de combustíveis a sanções previstas como multa

que pode chegar a R\$ 50 milhões, além disso, a quantidade de CBIOS como meta não atingida é incorporada à meta imposta ao distribuidor no ano seguinte.

A aposentadoria de CBIOS ocorre pela sua retirada de circulação do mercado de valores, por parte dos distribuidores, em quantidade correspondente aos valores comprados. Esse processo também pode ocorrer por iniciativa de pessoas físicas ou jurídicas não obrigadas.

A Tabela 5 parametriza as compras de ativos por parte de pessoas físicas e jurídicas (partes não obrigadas), demonstrando que essa participação vem apresentando tendência de crescimento, inclusive pelo fato que nos primeiros meses do ano de 2022 as aquisições de “partes não obrigadas” já superaram o acumulado dos anos de 2020 e 2021. Outro aspecto que chama atenção para o desempenho dos ativos CBIOS em 2022, trata-se do “preço mínimo” e “preço médio” muito acima das posições dos dois primeiros anos, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Negociações e aposentadorias (2020, 2021 e 2022)

| ANO | Preço Máximo (R\$) | Preço Médio (R\$) | Preço Mínimo (R\$) | Total CBIOS Apositados |
|------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------------|
| 2020 | 72,00 | 43,66 | 15,00 | 14.609.067 |
| 2021 | 66,00 | 39,31 | 6,90 | 24.406.585 |
| 2022 | 105,00 | 62,89 | 34,00 | 8.500 |

Fonte: ANP, B3 e Observatório de Cana (2022). Adaptado pelo autor.

A totalização do volume comercializado nos dois primeiros anos de vendas de CBIOS (ver Tabela 7) é um indicativo de valores em função dos preços médios apontados. No entanto, segundo a B3, o Renovabio já proporcionou a compra de aproximadamente dois bilhões de reais em Créditos de Descarboxinação (CBIOS) até final do mês de março de 2022.

Tabela 7 - Volume de recursos gerados pelos CBIOS (2020, 2021 e 2022)

| Ano | CBIOs Aposentados | Preço Médio CBIO (R\$) | Volume Financeiro (R\$) | Cumprimento da meta pelas distribuidoras |
|-------|-------------------|------------------------|-------------------------|--|
| 2020 | 14.609.067 | 43,66 | 637.831.865,22 | 97,6% |
| 2021 | 24.406.585 | 39,31 | 959.422.856,35 | 98,2% |
| 2022 | 2.473.321 | 86,18 | 213.150.803,78 | |
| TOTAL | 41.488.973 | - | 1.810.405.525,35 | |

Fonte: ANP, B3 e Observatório da Cana (2022). Adaptado pelo autor.

4.6 Volume de etanol certificado e comercializado por estado do Norte-Nordeste

Pelo volume de etanol certificado e comercializado fica relativizada a participação das unidades produtivas no Norte-Nordeste no cenário nacional. A Tabela 8 evidencia que nem todas as UPs credenciadas no Renovabio emitem CBIOS para o volume de biocombustível elegível, assim como não realiza sua venda integralmente retendo sua posse em carteira. Como disposto na Tabela 5, no ano 2021, ficou mantido em posse dos emissores a quantidade de 5.021.826 CBIOS ativos, que ao preço médio de R\$ 39,31 a unidade, resultaram no volume financeiro de R\$ 197.407.980,06.

Tabela 8 - Volume (m³) certificado e comercializado (2021)

| | Volume Total (m3) | Volume Certificado (%) | Volume Certificado/Comercializado (%) |
|----------------|-------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Centro-Sul | 61.601.175 | 93 | 71 |
| Norte-Nordeste | 4.921.116 | 80 | 59 |
| Alagoas | 700.242 | 95 | 54 |
| Bahia | 1.369.259 | 100 | 83 |
| Ceará | 0 | 0 | 0 |
| Maranhão | 319.549 | 76 | 63 |
| Pará | 99.328 | 100 | 37 |
| Paraíba | 655.905 | 86 | 68 |
| Pernambuco | 606.415 | 95 | 51 |
| Piauí | 153.303 | 48 | 42 |
| RG do Norte | 208.186 | 84 | 54 |
| Sergipe | 0 | 00 | 0 |
| Tocantins | 601.978 | 38 | 38 |

FONTE: ANP, Observatório da Cana (2022). Adaptado pelo autor.

No ano de 2022, encontra-se em posse dos emissores um total de 4.473.505 CBIOS unidades ao preço médio de R\$ 86,18 resulta um total de R\$ 385.526.660,90, evidenciando que esse ativo está em alta neste começo de ano.

Em conclusão, fica demonstrado que do total de 336 unidades produtivas autorizadas a produzir etanol de primeira geração de cana (E1GC), 281 delas ou 83% estão na macrorregião Centro-Sul e 55 UPs (17%) operam no Norte-Nordeste. Do universo nacional 256 UPs estão credenciadas no âmbito do Renovabio, sendo 219 (85%) no Centro-Sul e 37 unidades (14%) no Norte-Nordeste, portanto proporcionalmente abaixo da disponibilidade efetiva.

Ainda, o Centro-Sul possui 49 UPs (98%) em construção e 15 (71%) em ampliação, contra apenas 01 (2%) e 6 (29%), respectivamente, no Norte-Nordeste (Tabela 1), firmando a pujança diferenciada entre as duas macrorregiões, inclusive para o futuro do RenovaBio.

Em eficiência energética, conforme Tabela 2, as UPs do Centro-Sul apresentam desempenho qualitativo também superior em Elegibilidade de biomassa de cana de açúcar (93% contra 73%), Intensidade de Carbono (IC), poluindo menos (27,6 contra 30,6), conseqüentemente sua Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA) é superior (59,8 contra 56,8) e finalmente, necessita de menos etanol para cada ativo CBIO emitido, como Fator CBIO de 821 contra 1.107 no Norte-Nordeste, apesar da pesquisa encontrar UPs nessa região com fatores de eficiência energética superiores aos encontrados no Centro-Sul.

Tudo isso resulta em maior eficiência econômica das UPs do Centro-Sul, em quantidade e qualidade de ativos CBIOS, de tal forma que o volume negociado com base no preço médio acumula resultado em pouco mais de R\$ 1,8 bilhões de reais majoritariamente carreados para as plantas industriais daquela região ficando para as UPs do Norte-Nordeste algo em torno de 15% desse total. Esses valores podem ser reinvestidos em avanços tecnológicos, desde o cultivo da cana-de-açúcar, aperfeiçoamentos associados ao processo industrial e avanços nos métodos de gestão.

Estudos da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2020) demonstram que a vinculação de limites de emissões de GEE com indicativo de precificação de carbono resultante de negociações entre as partes produtoras e compradoras, auxilia as empresas em desenvolver atividades de baixo custo em carbono e com isso, reduzindo seus lançamentos de gases de efeito estufa, via investimentos em processos de maior eficiência energética, levando a uma redução adicional nos custos de produção e maior desempenho econômico (EPE, 2020).

5. CONCLUSÃO

Em referência ao ano de 2020, o total de etanol produzido foi na ordem de 32,6 bilhões de litros, mesmo assim, com decréscimo de 9,5% em relação ao ano de 2019. A produção de açúcar apresentou um aumento de 39%, alcançando 41,5 milhões de toneladas, com exportações com crescimento de 71,7% ou 13,9 milhões de toneladas, resultando em dois recordes históricos na linha do tempo. O setor alcançou a marca de 663 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, com evolução de 1,3% superior ao anterior (MAPA, 2021).

O ano inicial de operacionalização do RenovaBio coincidiu com o mesmo ano da pandemia global do novo coronavírus (Covid-19), que impactou a demanda por combustíveis, sendo um dos principais fatores para que houvesse uma maior ênfase para a produção de açúcar, na safra 2020/21. O aumento nas cotações da *commodity* no mercado internacional, desde o início de 2020, também contribuiu para essa tendência, bem como a alta cotação do dólar americano.

Neste momento a oferta de CBIOS oriundos de etanol de cana certificada é de 35,6 milhões de CBIOS, próxima da meta compulsória de 2022, que é de 35,9 milhões de CBIOS. A partir de 2023 essa meta será de 42,35 milhões de CBIOS, portanto, acima da emissão de ativos atual, o que tende a levar ao crescimento de seu valor na B3. Em janeiro do corrente ano esses títulos apresentaram valorização acima do observado no mesmo mês dos dois primeiros anos, tanto em valor mínimo como máximo.

Esse mercado apresenta um potencial de uma maior participação de pessoas físicas e de pessoas jurídicas não obrigadas, pois o C BIO ainda não está regulado como um produto listado em Bolsa, portanto, necessita avançar etapas no mercado de capitais, como aumentar sua liquidez e ter uma curva futura de preços através do desenvolvimento de derivativos. Atualmente pelas regras de comercialização do C BIO a ponta compradora e a ponta vendedora não podem se conhecer. No meio do caminho há as operadoras. Para realizar contratos a termo dos derivativos essas partes precisam ser conhecidas.

A necessária alteração da Portaria nº 419, de 20.11.2019, do Ministério das Minas e Energia (MME), com novas regras de comercialização no sentido de tornar o C BIO um ativo listado, permitindo a qualquer pessoa física ou jurídica comprá-lo na modalidade digital. Espera-se assim uma maior valorização desse papel num futuro mercado secundário. Mas essa regulação a nível nacional é dependente de regulação a nível internacional.

Outro desafio está em estimar o potencial de oferta de C BIOS para os anos subsequentes a 2023 até 2031 com meta de 95,67 milhões de C BIOS a serem emitidos. A posição atual está, portanto, abaixo de 50% em relação ao futuro próximo.

Finalmente, a hipótese levantada inicialmente foi confirmada, conforme Moreno, Sepich e Fuhr (2016), de que a transmutação da externalidade climática negativa em toneladas equivalentes de carbono permite uma operacionalização mais clara e eficiente de políticas regulatórias sobre danos ambientais e sua parametrização tem consequências relevantes em relação às diferenciações tecnológicas e econômicas das plantas de produção industrial de biocombustíveis e seu acesso ao mercado de carbono.

Em um pouco mais de dois anos de implementação, o RenovaBio oportuniza uma curva de aprendizagem para todos os atores envolvidos, inclusive para a plena vigência de um Mercado de Carbono.

5. CONCLUSÃO

ALCARDE, André Ricardo. **Do Proálcool ao *flex fuel*, etanol migrou do Estado para o mercado.** ESALQ/USP. Visão Agrícola n.8, jan-jun. 2008. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/visao_agricola/sites/default/files/VA08-pesquisa02.pdf. Acesso em 29 abr. 2021.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Resolução ANP nº 758, de 23.11.2018** – DOU 27.11.2018.

_____. **Painel Dinâmico da Plataforma CBIO RenovaBio. 2022.** Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-dinamicos-do-renovabio> Acesso em: 10 jan 2022.

B3. **Séries Históricas. 2022.** Disponível em: http://estatistica.cetip.com.br/astec/series_v05_series_introducao.asp?str Modulo=Ativo&int Idioma=1&int Titulo=6&int NivelBD=2/. Acesso em: 10 jan. 2022.

BANCO MUNDIAL. **Carbon Pricing Leadership Report. 2019.** Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/567161559579098882/2018-2019-Carbon-Pricing-Leadership-Report>. Acesso em 20 jul. 2021.

BARATA, M.M.L. **Aplicação de uma estrutura contábil para apropriação dos custos ambientais e avaliação da sua influência no desempenho econômico das empresas, 2001.** Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2001.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 8, p. 1-74, 28 mai. 2012.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Secretaria de Políticas para a Formação e Ações Estratégicas. Coordenação-Geral do Clima. **Estimativas**

anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. 5. ed. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2019.

_____. Ministério das Minas e Energia. **RenovaBio.** Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renova-bio>. Acesso em: 22. set. 2021.

_____. Ministério das Minas e Energia. **Portaria nº419, de 20 de novembro de 2019.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mme>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

BUNGE, M. **Ciência e desenvolvimento.** Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1980.

CEPAL. **O Big Push Ambiental no Brasil: Investimentos coordenados para um estilo de desenvolvimento sustentável.** CEPAL, Fundación Friedrich Ebert. 2019. Disponível em: <<https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/44506-o-big-push-ambiental-brasil-investimentos-coordenados-estilo-desenvolvimento>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

COASE, R. **The Problem of Social.** *The Journal of Law and Economics*. v. 3, p. 1– 44, out. 1960.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Nota Técnica. **Precificação de Carbono: riscos e oportunidades para o Brasil. Conceitos, experiências e reflexões para aplicação no setor energético.** Rio de Janeiro, EPE, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes_final_05012021.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

FAZZI, L.R. *et al.* **A regulação de biocombustíveis no Brasil e nos EUA no contexto da mitigação das mudanças climáticas e do correlato acordo de Paris.** *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, maio 2020. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9155/5061>. Acesso em: 14 abr. 2021.

FGVces. **Sobre a simulação do sistema de comércio de emissões. 2018.** Disponível em: <<http://www.gvces.com.br/sobre-a-simulacao-do-sistema-de-comercio-de-emissoes/locale=pt-br>>. Acesso em 10 jan. 2022.

GRAMKOW, C.; ANGER-KRAAVI, A. **Developing green: A case for the brazilian manufacturing industry. Sustainability.** v. 6783. nov 2019.

IPCC. **Global Warming of 1.5° C. Na IPCC Special Reporto n the impacts of global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the contexto of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, 2018.**

LAKATOS, E.M; MARCONE, M.A. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo; Atlas, 2003.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sustentabilidade/ Agroenergia. Brasília, 2021.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 11 mai. 2021.

MAROUN, Maria. **Adaptação às mudanças climáticas: uma proposta de documento de concepção de projeto (DCP) no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL).** 2007. Dissertação de Mestrado em Planejamento Energético. COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

MELO. Marcelo Caetano de Ribeiro e. **Políticas públicas brasileiras de biocombustíveis: estudo comparativo entre os programas de incentivos à produção, com ênfase em etano e biodiesel.** 2018. Dissertação de Mestrado em Biocombustíveis – Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

MORENO, C; SPEICH, D; FUHR, L.A. **A métrica do carbono: abstrações globais e epistemicídio ecológico.** Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Boll, 2016.

OBSERVATÓRIO DA CANA. **Painel de certificação, metas e mercado de CBIOS.**

2022. Disponível em: < <https://observatoriodacana.com.br/listagem.php?id Mn= 142>>.

Acesso em: 10 jan. 2022.

OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Linkages between environmental policy and competitiveness (OECD) Environment Working Papers** nº 13.

Paris: OECD. 2010. Disponível em: <<https://www.oecd-ilibrary.org/environment/linkages-between-environmental-policy-and-competitiveness>>. Acesso em: 5. jul. 2020.

PIETRAFESA, J.P.; SANTOS, J.M. dos. **Créditos de Carbono e a internacionalização de etanol de região de cerrado.** Revista Campo-Território. v.9, nº 17, 2014. Disponível em:

<<https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/23793>>. Acesso em: 05 fev. 2022.

PIGOU, A.C., **The Economics of Welfare.** London: Macmillan, 1924.

SANTOS, L. **Proposal for the implementation of a carbon pricing instrumental in the**

Brazilian Industry: assessing competitiveness risk and distributive impacts. Tese de

Doutorado em Planejamento Energético – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

STERN, N. **The Economics of Climate Change.** The Stern Review. Cambridge. 2006.

VARIAN, H.R. **Microeconomia: princípios básicos.** São Paulo: Makron Books, 1994.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração.**





Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC; Brasília: CAPES; UAB, 2009.



The background features a dark blue color scheme with various data visualization elements. On the left, there is a bar chart with four bars of increasing height, with values 178, 180, 175, and 190. A line graph with two lines is overlaid on the bars, showing an overall upward trend. To the right, there are two circular progress indicators: the top one shows 68% and the bottom one shows 75%. A dotted line with a downward-pointing arrow is also visible. At the bottom right, there is a network diagram consisting of interconnected nodes forming a spherical shape.

idp

SGAS Quadra 607 - Módulo 49
Via L2 Sul, Brasília-DF
CEP: 70200-670

  /sejaidp
 (61) 3535-6565
 idp.edu.br