

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Virgínia Corrêa Santos de Andrade

**POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS: DA CRIAÇÃO À
IMPLEMENTAÇÃO DO RENOVABIO NO MUNICÍPIO DE UBERABA/MG**

Uberlândia/MG, 2025

VIRGÍNIA CORRÊA SANTOS DE ANDRADE

**POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS: DA CRIAÇÃO À
IMPLEMENTAÇÃO DO RENOVABIO NO MUNICÍPIO DE UBERABA/MG**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEÓ – UFU, como requisito para obtenção do título de Doutora em Geografia.

Área de concentração: Dinâmicas Territoriais e Estudos Ambientais

Orientadora: Prof. Dra. Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues

Uberlândia/MG, 2025.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

- A553p
2025
- Andrade, Virgínia Corrêa Santos de, 1985-
Política nacional de biocombustíveis [recurso eletrônico] : da criação à implementação do Renovabio no município de Uberaba/MG / Virgínia Corrêa Santos de Andrade. - 2025.
- Orientadora: Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Geografia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2025.5028>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.
1. Geografia. I. Rodrigues, Gelze Serrat de Souza Campos, 1965-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

André Carlos Francisco
Bibliotecário-Documentalista - CRB-6/3408



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia
 Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1H, Sala 1H35 - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4381/3291-6304 - www.ppgeo.ufu.br - posgeo@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	GEOGRAFIA				
Defesa de:	Tese de Doutorado Acadêmico, Número 287 , PPGGEO				
Data:	11 de abril de 2025	Hora de início:	14h:00min.	Hora de encerramento:	17h:50min.
Matrícula do Discente:	12113GEO017				
Nome do Discente:	VIRGÍNIA CORRÊA SANTOS DE ANDRADE				
Título do Trabalho:	POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS: DA CRIAÇÃO À IMPLEMENTAÇÃO DO RENOVABIO NO MUNICÍPIO DE UBERABA/MG				
Área de concentração:	DINÂMICAS TERRITORIAIS E ESTUDOS AMBIENTAIS				
Linha de pesquisa:	ESTUDOS AMBIENTAIS E GEOTECNOLOGIAS				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se no Campus Santa Mônica (Online - conferenciaweb.rnp.br), no Instituto de Geografia, Geociências e Saúde Coletiva (IGESC) da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em **GEOGRAFIA**, assim composta: Professores Doutores: **Patrícia Francisca de Matos** - UFCAT-GO; **Camila Cunico** - UFPB-PB; **Mirlei Fachini Vicente Pereira** - IGESC-UFU; **Vicente de Paulo da Silva** - IGESC-UFU e **Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues** - IGESC-UFU orientador(a) do(a) candidato(a). Os membros participaram de forma remota.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, **Professora Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues** - IGESC-UFU, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta ocorreram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **Doutora**.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente Ata que após lida foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues, Professor(a) do Magistério Superior**, em 11/04/2025, às 17:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Camila Cunico, Usuário Externo**, em 11/04/2025, às 17:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mirlei Fachini Vicente Pereira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 11/04/2025, às 17:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vicente de Paulo da Silva, Professor(a) do Magistério Superior**, em 11/04/2025, às 17:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **PATRICIA FRANCISCA DE MATOS, Usuário Externo**, em 11/04/2025, às 17:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6149779** e o código CRC **554699FC**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Jesus por todas as oportunidades de estudo que tive, por serem sempre o meu sustento, minha força e minha calma, o alicerce que nunca falta em minha vida.

Obrigada aos meus pais, Ana e Alaor, meus primeiros incentivadores, que sempre se orgulharam das minhas conquistas, se esforçando para que não me faltassem oportunidades e recursos para seguir estudando. Minha amada mãe, que sempre me acompanha e inspira, obrigada por sua presença doce e amorosa que eu sinto diariamente.

Agradeço aos meus irmãos, meus tesouros, à minha avó Zezé por todas as orações e a todos os familiares e amigos.

Agradeço à minha orientadora, Dra. Gelze, que compartilhou tantos conhecimentos comigo de forma generosa e paciente. Foi um privilégio ser orientada por uma profissional tão competente e humana.

Agradeço a todos os professores que participaram das minhas bancas, por cada uma das contribuições e também a todos os demais professores e servidores do PPGEIO. Faço um agradecimento especial ao Prof. Mirlei, que foi um professor muito presente nessa pesquisa desde o projeto e contribuiu com muitas conversas, livros e ideias.

Agradeço a meu marido Augusto, que é meu maior incentivador e meu companheiro de vida, e a meus filhos, Ana Letícia e Felipe, que enchem minha vida de amor e alegria todos os dias.

Esse doutorado foi meu presente de 40 anos, porque sonhos não envelhecem e eu ainda acredito no poder transformador da educação!

“Porque se chamavam homens
Também se chamavam sonhos
E sonhos não envelhecem.”
(Milton Nascimento)

RESUMO

A partir dos anos 2000, especialmente nas áreas do Cerrado, o setor sucroenergético ocupou territórios em um processo contínuo de desterritorialização e reterritorialização. O relevo plano, o clima favorável, a disponibilidade hídrica e a fluidez logística, proporcionaram uma posição de destaque para Minas Gerais no cultivo da cana-de-açúcar, especialmente para o município de Uberaba/MG, que tem apresentado um crescimento exponencial na área plantada, sendo o maior produtor de cana-de-açúcar no Brasil nas últimas quatro safras (2020 a 2023). Um dos fatores que tem motivado o crescimento do cultivo da cana é a valorização do etanol na busca da segurança energética e no interesse em fontes de energia mais sustentáveis. Dentre as políticas públicas de redução no uso dos combustíveis fósseis, foi criada a Política Nacional de Biocombustíveis – RenovaBio, com o objetivo principal de apoiar os compromissos assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris. Esta política inclui mecanismos de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), comercialização e previsibilidade do mercado de combustíveis. Tem como foco o aumento do consumo de biocombustíveis e sua expansão na matriz energética brasileira, incentivando os produtores e criando um mercado aberto de créditos de redução de carbono denominado CBIO. Este trabalho objetiva analisar o conteúdo formal do RenovaBio, o contexto político, econômico e territorial da sua formulação, como se deu a implementação da política nas usinas sucroenergéticas de Uberaba e os impactos ambientais ocasionados pelo cultivo da cana-de-açúcar no município. A pesquisa bibliográfica, documental-estatística e trabalhos de campo permitiram concluir que o RenovaBio se apresenta como uma política pública promissora e inovadora em vários aspectos. Além do incentivo à expansão dos biocombustíveis, regularidade energética e redução das importações, ele alavanca tecnologias e investimentos, por propor um novo mercado comercial. O processo de criação do RenovaBio evidenciou a formação de uma rede de atores com fortes relações de poder, demonstrando a influência do setor sucroenergético e de todo o agronegócio para criação de políticas públicas que os favoreçam. Em quatro anos de operação, as usinas sucroenergéticas de Uberaba não tiveram melhorias significativas em seu desempenho no RenovaBio e, consequentemente, em suas práticas ambientais que resultem em melhorias consistentes no ambiente. Houve crescimento da área plantada, mas a produtividade não acompanhou essa expansão. As áreas de vegetação nativa do município sofreram redução e foi identificado em uma das usinas, pela auditoria, propriedades que realizaram desmatamento e, portanto, tiveram que ser excluídas do RenovaBio. Além do desmatamento, a ocupação agressiva e descompromissada do setor sucroenergético tem gerado outras implicações ambientais em Uberaba, como o afugentamento

e atropelamento da fauna, a contaminação das águas e solo pelo uso de agrotóxicos e fertilizantes, a compactação do solo e erosão pela utilização de maquinário agrícola e a redução da disponibilidade hídrica. Faz-se necessário corrigir algumas falhas legislativas da regulação do RenovaBio e ainda buscar uma sustentabilidade efetiva na sua implementação, considerando todos os impactos ambientais causados pela expansão das monoculturas necessárias à produção dos biocombustíveis.

Palavras-chave: RenovaBio; Análise de política pública; Cana-de-açúcar; Impacto ambiental; Mudanças climáticas.

ABSTRACT

Since the 2000s, especially in the Cerrado areas, the sugarcane and energy sector has occupied territories in a continuous process of deterritorialization and reterritorialization. The flat terrain, favorable climate, water availability, and logistical fluidity have given Minas Gerais a prominent position in sugarcane cultivation, especially in the municipality of Uberaba/MG, which has shown exponential growth in planted area. Uberaba has been the largest producer of sugarcane in Brazil in the last four harvests (2020 to 2023). One of the factors driving the growth of sugarcane cultivation is the appreciation of ethanol in the search for energy security and more sustainable energy sources. Among the public policies to reduce the use of fossil fuels, the National Biofuels Policy – RenovaBio was created, with the main objective of supporting the commitments assumed by Brazil in the Paris Agreement. This policy includes mechanisms for Life Cycle Assessment (LCA), commercialization, and predictability of the fuel market. It focuses on increasing the consumption of biofuels and their expansion in the Brazilian energy matrix, encouraging producers and creating an open market for carbon reduction credits called CBIO. This paper aims to analyze the formal content of RenovaBio, the political, economic, and territorial context of its formulation, how the program was implemented in the sugar-energy plants of Uberaba, and the environmental impacts caused by sugarcane cultivation in the municipality. The bibliographic, documentary-statistical research, and fieldwork allowed us to conclude that RenovaBio presents itself as a promising and innovative public policy in several aspects. In addition to encouraging the expansion of biofuels, energy regularity, and reduction of imports, it leverages technologies and investments by proposing a new commercial market. The process of creating RenovaBio revealed the formation of a network of actors with strong power relations, demonstrating the influence of the sugarcane and energy sector in the agribusiness sector in creating public policies that favor them. In four years of operation under the program, the sugarcane and energy plants in Uberaba have not seen significant improvements in their ratings and, consequently, in their environmental practices that result in consistent improvements to the environment. There was growth in the planted area, but productivity did not keep up with this expansion. The areas of native vegetation in the municipality were reduced and, during the program's audit, properties that had carried out deforestation were identified in one of the plants and, therefore, had to be excluded from RenovaBio. In addition to deforestation, the aggressive and uncommitted occupation of the sugarcane industry has generated other environmental implications in Uberaba, such as the scaring away and trampling of wildlife, the contamination of water and

soil by the use of pesticides and fertilizers, soil compaction and erosion by the use of agricultural machinery, and the reduction of water availability. It is necessary to correct some legislative flaws in the regulation of the program and also seek effective sustainability in its implementation, considering all the environmental impacts caused by the expansion of monocultures necessary for the production of biofuels.

Keywords: RenovaBio; Public policy analysis; Sugarcane; Environmental impact; Climate change.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES¹

Mapas

Mapa 2.1 - Localização do município de Uberaba/MG.....	45
Mapa 2.2 - Localização das usinas sucroenergéticas em Uberaba/MG e imediações.....	57
Mapa 5.1 – Áreas de cana-de-açúcar e urbanização no município de Uberaba/MG	139
Mapa 5.2 – Áreas de cobertura vegetal no município de Uberaba/MG.....	140

Fotos

Foto 5.1 – Uso de água na usina 2.....	150
Foto 5.2 – Animais encontrados na área rural do município de Uberaba/MG: seriema e tamandua.....	155
Foto 5.3 – Uso de maquinário no cultivo da cana-de-açúcar em Uberaba/MG.....	157
Foto 5.4 – Aplicação de vinhaça pela usina 2.....	161

Figuras

Figura 1.1 – Estrutura da tese conforme o problema de pesquisa.....	26
Figura 1.2 – Etapas do RenovaBio e especificação dos temas analisados.....	30
Figura 1.3 - Metodologia de análise do conteúdo formal da política pública.....	31
Figura 2.1 - Regiões Intermediárias e Imediatas do estado de Minas Gerais.....	46
Figura 2.2 - Sistema Logístico Multimodal de Biocombustíveis da Logum.....	50
Figura 2.3 - Sistema Logístico da Valor Logística Integrada (VLI).....	51
Figura 2.4 - Vista aérea da Usina Vale do Tijuco.....	55
Figura 2.5 - Vista aérea da Usina Uberaba.....	56
Figura 4.1 - Etapas do RenovaBio: Certificação, Validação e Comercialização...	79
Figura 4.2 - Valores típicos e valores penalizados para a produção de cana-de-açúcar.....	82
Figura 5.1 – Etapas do processo de auditoria da Usina 1 em 2020.....	107

¹ Não abrange as ilustrações do artigo da seção 3, que já foi publicado e possui sequência própria.

Figura 5.2 – Não conformidades detalhadas pela firma inspetora sobre o cumprimento dos critérios de elegibilidade.....	116
Figura 5.3 - Composição e distância média dos sistemas logísticos.....	120
Figura 5.4 – Planilha inicial da RenovaCalc para produtores de etanol anidro e hidratado de primeira geração a partir de biomassa de cana-de-açúcar.....	121
Figura 5.5 – Fórmula para o cálculo de emissão de CBIO.....	130
Figura 5.6 - Área de influência da Usina Vale do Tijuco.....	143
Figura 5.7 – Demonstrativo da situação do Cadastro Ambiental Rural de uma propriedade do município de Uberaba/MG.....	145
Figura 5.8 – Recortes de reportagens promovendo o RenovaBio como política pública de incentivo aos biocombustíveis com desmatamento zero.....	147

Gráficos

Gráfico 1.1 – Evolução da produção de biocombustíveis no mundo.....	22
Gráfico 2.1 - Quantidade produzida de cana-de-açúcar, em toneladas, no estado de Minas Gerais e na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, de 1990 a 2023.....	41
Gráfico 2.2 - Participação da biomassa de cana-de-açúcar na geração elétrica brasileira, de 2021 a 2023, em GW.....	43
Gráfico 2.3 – Uberaba/MG: Evolução da área plantada de arroz, feijão, milho, soja e cana-de-açúcar de 1990 a 2023, em hectares.....	47
Gráfico 2.4 - Cana-de-açúcar produzida em Uberaba/MG, Morro Agudo/SP, Rio Brilhante/MS, Barretos/SP e Quirinópolis/GO, entre 2017 e 2022, em toneladas.	48
Gráfico 4.1 - Metas compulsórias anuais de redução de emissões de GEEs para a comercialização de combustíveis.....	87
Gráfico 4.2 – Emissões e remoções de GEEs no Brasil, de 1990 a 2021.....	90
Gráfico 4.3 - Déficit projetado no abastecimento de óleo diesel no Brasil (2016 a 2026)	91
Gráfico 4.4 - Evolução da importação líquida de combustíveis derivados de petróleo.....	91
Gráfico 4.5 - Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEEs) no Brasil, em milhões de toneladas.....	102
Gráfico 5.1 - Média de volume elegível por biocombustível, em outubro de 2024.	118

Gráfico 5.2 – Média da Nota de Eficiência Energético-Ambiental por biocombustível, em outubro de 2024.....	118
Gráfico 5.3 – Estimativa de emissões de gases de efeito estufa na produção de etanol de primeira geração, a partir de biomassa de cana-de-açúcar, em percentual.....	119
Gráfico 5.4 - Incremento de desmatamento no Cerrado, entre 2001 e 2024.....	137
Gráfico 5.5 - Incremento de desmatamento acumulado nos estados brasileiros, entre 2001 e 2024.....	138
Gráfico 5.6 – Percentual de cana-de-açúcar irrigada no município de Uberaba/MG no ano de 2017.....	151
Gráfico 5.7 - Evolução do uso da água na Usina Uberaba, entre 2001 e 2019, em m ³ /t.....	152

Quadros

Quadro 1.1 – Legislação do RenovaBio de 2017 a 2024.....	28
Quadro 1.2 - Critérios de identificação dos impactos ambientais nos meios físico e biótico.....	33
Quadro 2.1 – Municípios integrantes da Região Intermediária de Uberaba e Região Imediata de Uberaba.....	46
Quadro 4.1 - Cumprimento da meta compulsória dos anos de 2022 e 2023.....	88
Quadro 4.2 – Emissões de ciclo de vida de GEE de veículos médios, por tipo de motorização, em g CO ₂ eq./km.....	97
Quadro 5.1 – NEEA das usinas 1 e 2 em todas as certificações e renovações no RenovaBio.....	104
Quadro 5.2 - Detalhamento das informações declaradas na fase agrícola do cultivo da cana-de-açúcar, destinadas à produção de biocombustível, conforme parâmetros contidos na RenovaCalc.....	105
Quadro 5.3 – Descrição das Solicitações de Ação Corretiva - SAC relevantes, por assunto, da usina 1.....	110
Quadro 5.4 – Intensidade de carbono do etanol.....	113
Quadro 5.5 - Notas gerais de certificação na Política Nacional de Biocombustíveis, obtidas pela usina 1, para etanol anidro e hidratado, nos anos 2020 e 2023.....	114

Quadro 5.6 – Notas gerais de certificação na Política Nacional de Biocombustíveis, obtidas pela usina 2, para etanol anidro e hidratado, nos anos 2020, 2021 e 2024.....	115
Quadro 5.7 – Informações gerais da fase agrícola da RenovaCalc referente ao cultivo de cana-de-açúcar para produção de etanol anidro e hidratado de primeira geração, da usina 1 nos anos de 2020 e 2023 e da usina 2 nos anos de 2021 e 2024.....	122
Quadro 5.8 - Informações da RenovaCalc sobre o uso de corretivos e fertilizantes da usina 1 nos anos de 2020 e 2023 e da usina 2 nos anos de 2021 e 2024.....	125
Quadro 5.9 - Informações da RenovaCalc sobre o uso de combustíveis e eletricidade da usina 1 nos anos de 2020 e 2023 e da usina 2 nos anos de 2021 e 2024.....	128
Quadro 5.10 - Fator para emissão de CBIO das usinas 1 e 2.....	130
Quadro 5.11 – Produção de etanol anidro, etanol hidratado, açúcar e bioeletricidade da usina 2 entre 2021 e 2023.....	134
Quadro 5.12 – Produção de etanol, açúcar e bioeletricidade a partir da cana-de-açúcar no Brasil entre 2021 e 2023.....	134
Quadro 5.13 – Classificação dos impactos ambientais negativos no cultivo da cana-de-açúcar.....	136

LISTA DE TABELAS²

Tabela 5.1 - Receita bruta obtida com a comercialização de CBIOs, nas safras 2020 a 2024, das usinas 1 e 2 (em milhares de reais)	131
Tabela 5.2 – Simulação da rentabilização com a comercialização de CBIOs da usina 2, pela produção de etanol anidro.....	132
Tabela 5.3 – Comparativo das áreas do município de Uberaba, nos anos 2017 e 2023, em Km ²	141
Tabela 5.4 – Comparativo das áreas da APA do Rio Uberaba, nos anos 2017 e 2023, em Km ²	144

² Não abrange as tabelas do artigo da seção 3, que já foi publicado e possui sequência própria.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABVE	Associação Brasileira do Veículo Elétrico
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ADA	Área Diretamente Afetada
AI	Área de Influência
AID	Área de Influência Direta
AII	Área de Influência Indireta
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
ATR	Açúcar Total Recuperável
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BDMG	Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais
CBIO	Crédito de Descarbonização
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CMAA	Companhia Mineira de Açúcar e Alcool
CNPE	Conselho Nacional de Pesquisa Energética
CO2	Dióxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
COP	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
EADI	Estação Aduaneira do Interior
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FCA	Ferrovias Centro-Atlântica
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intensidade de Carbono
ICCT	Conselho Internacional de Transporte Limpo

INDI	Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MG	Minas Gerais
MME	Ministério de Minas e Energia
MPF	Ministério Público Federal
MUT	Mudança de Uso da Terra
NDC	Contribuições Nacionalmente Determinadas
NDVI	Índice de Vegetação Normalizado
NEEA	Nota de Eficiência Energético-Ambiental
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONG	Organização Não Governamental
PDE	Plano Decenal de Energia
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PNPB	Programa Nacional de Biocombustíveis
POLOCENTRO	Programa de Desenvolvimento dos Cerrados
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Alcool
PRODECER	Programa de Cooperação Nipo Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados
PRA	Programa de Regularização Ambiental
RADA	Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental
RenovaBio	Política Nacional de Biocombustíveis
RL	Reserva Legal
SAC	Solicitação de Ação Corretiva
SBCE	Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Serpro	Serviço Federal de Processamento de Dados
SIAMIG	Associação das Indústrias Sucroenergéticas de Minas Gerais
SICAR	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
SIMP	Sistema de Informações de Movimentações de Produtos
SIN	Sistema Interligado Nacional de Energia

SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
UNICA	União das Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia
URA	Unidade Regional de Regularização Ambiental do Triângulo Mineiro
VLI	Valor Logística Integrada
ZAE-Cana	Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
1.1 Metodologia da Pesquisa	26
2. A TERRITORIALIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO SUCROENERGÉTICO NO CERRADO DE MINAS GERAIS.....	36
2.1 Reestruturação produtiva e a expansão canavieira no Cerrado mineiro.....	36
2.2 O agronegócio sucroenergético no município de Uberaba/MG	44
3. ANÁLISE DA FORMULAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS - RENOVABIO: O TERRITORIAL, O POLÍTICO E O ECONÔMICO	58
4. ANÁLISE DO CONTEÚDO FORMAL DA POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS: A INTER-RELAÇÃO ENTRE AS METAS CLIMÁTICAS E A CRIAÇÃO DO RENOVABIO	79
4.1 Síntese das etapas da Política Nacional de Biocombustíveis	79
4.1.1 Certificação.....	79
4.1.2 Validação	84
4.1.3. Comercialização	85
4.2 Análise do conteúdo formal da Política Nacional de Biocombustíveis.....	88
4.2.1 Problemática	89
4.2.2 Articulação com políticas anteriores	92
4.2.3 Objetivos e fundamentos	95
4.2.4 Indicação de instrumentos e temporalidade.....	98
5. A IMPLEMENTAÇÃO DO RENOVABIO EM UBERABA: ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO DAS USINAS SUCROENERGÉTICAS E DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE CANAVIEIRA.....	103
5.1 Processo de certificação das usinas sucroenergéticas.....	103
5.2 O desempenho energético ambiental das usinas sucroenergéticas de Uberaba no RenovaBio	112
5.3 A comercialização dos Créditos de Descarbonização - CBIOs.....	130
5.4 Impactos ambientais decorrentes da implementação no RenovaBio.....	133
5.4.1 Redução da biodiversidade	137
5.4.2 Redução da disponibilidade hídrica.....	149
5.4.3 Afugentamento e atropelamento da fauna	155
5.4.4 Erosão	157
5.4.5 Contaminação do solo e dos recursos hídricos pelo uso de agrotóxicos e fertilizantes	158
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	164
REFERÊNCIAS	173

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o atual líder no mercado mundial de cana-de-açúcar em razão de diversos fatores. Como elementos externos há a valorização do açúcar como *commoditie* e a utilização do etanol como biocombustível alternativo à gasolina, para mitigação dos gases de efeito estufa. Internamente, houve a concessão de diversos incentivos públicos para alavancar o setor sucroenergético e a demanda interna por álcool desde o lançamento dos veículos *flex* (Pereira, 2022).

Tratando das questões físicas, a expansão da cana-de-açúcar foi motivada pela disponibilidade de áreas agricultáveis, solo adequado, topografia viável à mecanização, clima propício e disponibilidade hídrica. Some-se a isso a mão de obra disponível necessária ao cultivo, as condições logísticas favoráveis e a utilização de novas tecnologias que proporcionaram um aumento na produtividade e consequente diminuição dos custos na produção da cana-de-açúcar no Brasil (Campos, 2014).

Um ponto central na expansão do cultivo da cana, trata-se da preocupação ambiental mundial com a necessidade de reconfiguração da matriz energética. Desta forma, há uma tendência atual no mercado mundial de produção de energia renovável, buscando reduzir o uso de combustíveis fósseis e seus impactos negativos ao ambiente.

Nessa seara, o Acordo de Paris, assinado em dezembro de 2015, durante a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP21), materializou a aprovação, pela primeira vez na história, de um acordo universal que definiu medidas para reduzir os efeitos das mudanças climáticas. O compromisso global busca manter o aumento da temperatura média global em menos de 2°C e envidar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C (MME, 2017).

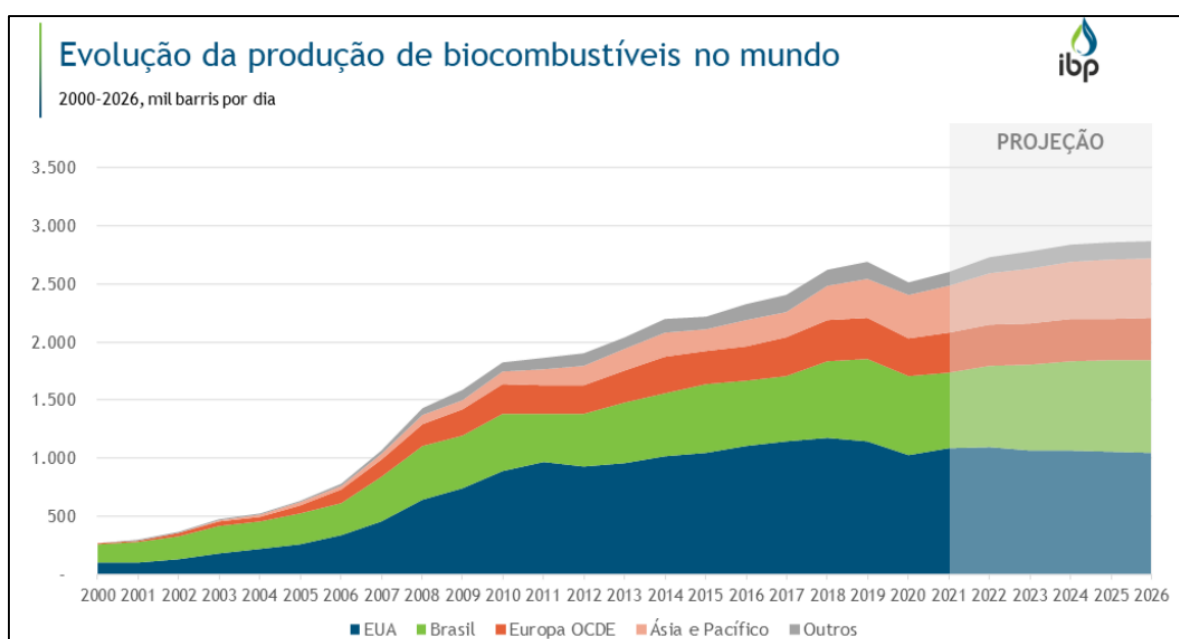
O Brasil assumiu um compromisso voluntário na COP21, com metas a serem alcançadas até 2030, para redução em 43% das emissões de gases de efeito estufa; diminuição a zero do desmatamento ilegal na Amazônia; e participação de 45% de energias renováveis na matriz energética nacional, dentre outras metas, que fazem parte de suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC na sigla em inglês) (MME, 2017).

Para viabilizar as audaciosas metas, foi criada a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), instituída pela Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, que veio integrar a política energética nacional e inova ao se basear no reconhecimento da capacidade de cada combustível em contribuir para a redução de emissões de gases de efeito estufa, buscando promover a descarbonização do setor de transportes (Brasil, 2017).

No centro dessa discussão estão os biocombustíveis, que são produzidos a partir de biomassa, sendo a cana-de-açúcar a mais utilizada no Brasil. O termo biocombustível deriva do grego, em que *bio* significa vida. Essa nomenclatura tem sido questionada por evocar a imagem de renovação, abundância e fonte de energia limpa, sendo sugerido como mais adequado o termo agrocombustíveis (REBRIP, 2008). Apesar da pertinente discussão, nesse trabalho optou-se pelo uso do termo biocombustíveis, por ser o adotado na legislação de referência.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de biocombustíveis, ficando atrás somente dos Estados Unidos, fortes produtores de etanol proveniente do milho (gráfico 1.1).

Gráfico 1.1 – Evolução da produção de biocombustíveis no mundo.



Fonte: IBP, 2022.

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com uma área plantada de 9,75 milhões de hectares (EMBRAPA, 2022). Essa cana-de-açúcar é utilizada, em especial, na produção de açúcar e etanol. Podendo ser produzido a partir de diversas fontes, o etanol tem na cana-de-açúcar, sua principal matéria prima no país, respondendo por 95% da produção desse biocombustível (ANP, 2023a).

Tratando dos objetivos, o RenovaBio intenta, além de viabilizar o atendimento aos compromissos assumidos no Acordo de Paris, contribuir com a relação de eficiência energética e de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa na produção, na comercialização e no uso de biocombustíveis; promover a adequada expansão da produção e do uso de biocombustíveis na matriz energética nacional e contribuir com previsibilidade, para a

participação competitiva dos diversos biocombustíveis no mercado nacional de combustíveis (Brasil, 2017).

A participação no RenovaBio é voluntária por parte das usinas produtoras de biocombustíveis, iniciando pela certificação da produção, onde será calculada a emissão de GEEs em todo o ciclo produtivo. Este processo é auditado por firmas inspetoras credenciadas na ANP, a quem compete validar as informações, documentos e processos da usina produtora, resultando em uma nota de eficiência energético-ambiental que embasa a geração dos CBIOS – Créditos de Descarbonização.

Os CBIOS são comercializados na bolsa de valores e devem ser adquiridos pelas distribuidoras de combustíveis fósseis, partes obrigadas a adquirir esses créditos para compensar suas emissões na comercialização da gasolina e óleo diesel.

O RenovaBio trata-se de uma política pública promissora, com sua iniciativa centrada na avaliação da intensidade de carbono de cada combustível, que possui potencial para promover ganhos de eficiência energética na produção e no uso dos biocombustíveis. Isso porque os biocombustíveis com níveis menores de emissão associada poderão emitir um número maior de créditos a serem comercializados, funcionando como um incentivo econômico para que as usinas invistam na melhoria ambiental de seus processos produtivos.

Com a criação dos CBIOS, o RenovaBio intenta rentabilizar os produtores de biocombustíveis, majorando, assim, sua produção no Brasil. Todavia, o desenvolvimento da atividade agrícola é considerado grande causador de impactos ao ambiente, emergindo uma preocupação em relação aos efeitos negativos da expansão da monocultura da cana-de-açúcar no Brasil. Segundo a conceituação proposta por Sánchez (2013, p. 30), “impacto ambiental é a alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocadas por ação humana”.

Partindo desse pressuposto de que um impacto ambiental sempre será consequência de um ato humano, o plantio de cana-de-açúcar poderá acarretar impactos ambientais diversos: redução da biodiversidade, contaminação das águas pelo uso de agrotóxicos, compactação do solo pelo tráfego de maquinário agrícola, consumo intenso de combustíveis fósseis nas etapas de plantio, colheita e transporte.

Os biocombustíveis, utilizados em escala global, poderão representar contribuição aos esforços internacionais para redução das emissões de gases de efeito estufa, uma vez que configuram uma opção renovável em comparação aos combustíveis fósseis. Todavia, a sustentabilidade ambiental não se limita à redução dos GEEs. A sustentabilidade requer maior

responsabilidade, austeridade e equidade nos padrões mundiais de produção, de consumo e do uso da energia (Rodrigues Filho e Juliani, 2013).

O município de Uberaba é o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil das últimas quatro safras (2020 a 2023) e por essa razão é a área de estudo desta pesquisa. Uberaba se destaca na pecuária, em especial por ser grande centro de melhoramento genético da raça zebuína e, na agricultura, o cultivo da cana-de-açúcar predomina, apresentando um crescimento expressivo nos últimos anos. Em 2023, o município cultivou 9,60 milhões de toneladas em uma área de 115,7 mil hectares, que representa 25,9% do seu território total (IBGE, 2024).

Desta forma, verifica-se que a cana-de-açúcar possui forte expressividade na economia do município e de toda a região, mostrando-se fundamental verificar as condições ambientais dessa cultura que se encontra em expansão, bem como as alterações que estão sendo promovidas com a adesão das usinas ao RenovaBio, a fim de se analisar se a política tem cumprido com seu objetivo de redução dos impactos ambientais na geração dos biocombustíveis.

O **objetivo geral** da pesquisa é analisar a criação, a implementação e as alterações ambientais ocasionadas pela Política Nacional de Biocombustíveis no município de Uberaba/MG.

Os **objetivos específicos** são:

1. Verificar o contexto político, econômico e territorial de criação e aprovação da Política Nacional de Biocombustíveis.
2. Verificar os atores e instituições atuantes no processo de formulação do RenovaBio e se ocorreu a prevalência de interesses econômicos em sua aprovação.
3. Descrever o conteúdo formal do RenovaBio, identificando as etapas, problemática, objetivos e instrumentos criados para viabilizá-la.
4. Analisar a implementação do RenovaBio em Uberaba, verificando como ocorreu o processo de certificação e o desempenho energético ambiental das usinas sucroenergéticas.
5. Verificar a ocorrência de impactos ambientais decorrentes do cultivo da cana-de-açúcar em Uberaba desde o início da operação do RenovaBio.

A hipótese dessa pesquisa é a de que a Política Nacional de Biocombustíveis está sendo efetiva no município de Uberaba/MG, mostrando-se como um instrumento que, embora incentive a expansão do cultivo da cana-de-açúcar, tem promovido mudanças de gestão por parte das usinas sucroenergéticas para melhorar ambientalmente seus processos agrícolas e industriais, de forma a refletir na ausência de desmatamento nas áreas de cultivo e redução da intensidade de carbono da fase agrícola.

O setor sucroenergético possui um forte histórico de dependência de políticas públicas e outras medidas do Estado para se sustentar. Como o RenovaBio trará rentabilização ao setor, é importante refletir quais foram as forças atuantes na sua criação e aprovação.

Importante verificar também seu conteúdo, etapas e critérios, visando esclarecer as obrigações criadas, possíveis falhas regulatórias e quais interesses foram privilegiados na criação de seus instrumentos.

Por fim, é fundamental analisar como se deu a implementação do RenovaBio na prática e os possíveis rebatimentos territoriais e ambientais.

Para tanto, o trabalho foi dividido em seis seções, sendo que a introdução e metodologia compõe a seção 1 e as considerações finais a seção 6.

Na seção 2 será debatida a essência da dinâmica da expansão canavieira, seu avanço para o Centro-Sul e sua dependência em relação a políticas públicas governamentais para alavancar o crescimento do cultivo da cana. A territorialização das áreas de Cerrado e do município de Uberaba ocorreram nesse cenário, somadas às vantagens físicas, logísticas e político-normativas da região. Nesse capítulo será analisado o crescimento do cultivo da cana-de-açúcar no município de Uberaba, a infraestrutura e os serviços existentes que alicerçam o agronegócio sucroenergético na região.

A seção 3 trata do contexto de criação da Política Nacional de Biocombustíveis, trazendo uma análise de política pública, em sua etapa de formulação e verificando a situação econômica e política que embasou a aprovação e posteriores alterações no RenovaBio, além das questões territoriais decorrentes da sua criação. Este capítulo está em formato de artigo científico, pois já foi publicado³.

A seção 4 trata do conteúdo do RenovaBio, como política pública criada principalmente para contribuir na mitigação das mudanças climáticas. Ele objetivou analisar o conteúdo formal da Política Nacional de Biocombustíveis, expresso na Lei nº 13.576/2017 e demais normas expedidas para sua regulamentação. Foram realizadas duas análises: primeiramente ocorreu a síntese de cada etapa do RenovaBio (certificação, validação e comercialização); e a segunda análise buscou identificar a problemática, articulação com outras políticas públicas, objetivos, diretrizes, estratégias, temporalidade e indicação de instrumentos nela contidos.

A seção 5 objetivou analisar a implementação do RenovaBio no município de Uberaba e as alterações ambientais que possam ter acontecido a partir do início da operação da

³ Publicação ocorreu no periódico Sociedade e Natureza, no dia 27/03/2024.

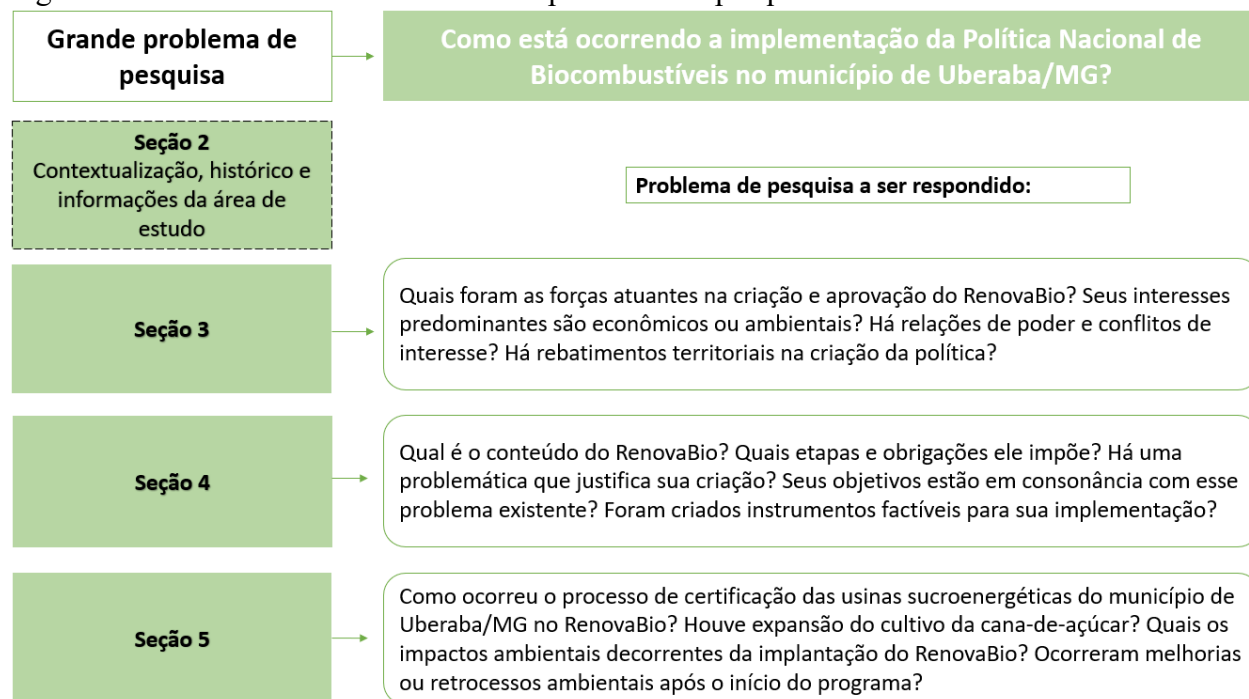
política. Para avaliação da implantação do RenovaBio foram analisados os processos de certificação e os números informados que avaliam o desempenho das usinas sucroenergéticas na fase agrícola contidos na RenovaCalc, comparando estes dados entre as certificações no RenovaBio já realizadas, de forma a identificar avanços e retrocessos. O trabalho buscou ainda identificar os principais impactos ambientais da fase agrícola do cultivo da cana-de-açúcar e como as usinas tem tratado as questões ambientais após a implementação do RenovaBio.

Como as usinas sucroenergéticas são as maiores beneficiadas pela criação do RenovaBio, já que são as principais destinatárias da renda oriunda da comercialização dos Créditos de Descarbonização (CBIOS) criados pela política, a análise realizada nesse trabalho terá como foco, especialmente, as normas que regulamentam a rota de produção de etanol de primeira geração, proveniente da cana-de-açúcar, verificando o ciclo de vida deste biocombustível na fase agrícola. Biocombustíveis oriundos de outras biomassas e as etapas industrial, transporte e comercialização do etanol não foram analisadas.

1.1 Metodologia da Pesquisa

A construção das seções da tese buscou responder ao problema de pesquisa da seguinte forma (figura 1.1):

Figura 1.1 – Estrutura da tese conforme o problema de pesquisa.



Fonte: Elaboração da autora (2023).

A metodologia utilizada na pesquisa foi a qualitativa, a partir das técnicas: pesquisa teórica, pesquisa documental e pesquisa de campo, a seguir especificadas conforme a construção do texto:

Seção 2 - A territorialização do agronegócio sucroenergético no Cerrado de Minas Gerais

Para construção dessa seção foi realizada a revisão teórica sobre a dinâmica canavieira, abrangendo a consulta em periódicos, livros, revistas especializadas, dissertações e teses.

A pesquisa teórica objetivou compreender as nuances da produção da cana, seu histórico de chegada ao Cerrado, os processos de territorialização e reterritorialização. No site do IBGE foram consultados os dados de produção de cana-de-açúcar e área plantada. Foram consultados os sítios eletrônicos das usinas sucroenergéticas e das principais empresas de logística. Buscou-se também dados referentes aos aspectos físicos junto à literatura e sobre questões institucionais, políticas e normativas nos sites de instituições financeiras, da Prefeitura de Uberaba e da SIAMIG - Associação das Indústrias Sucroenergéticas de Minas Gerais.

Seção 3 – Análise da formulação da Política Nacional de Biocombustíveis - RenovaBio: o territorial, o político e o econômico

A partir da hipótese de que para a proposição do RenovaBio houve um relevante “jogo político de fazer política” a seção 3 traz uma análise da etapa de formulação da Política Nacional de Biocombustíveis, realizada em três níveis: Superficial, Abrangência territorial e Estrutural, adaptando-se a metodologia proposta por Freitas, Steinberger e Fernandes (2013) e Dagnino, Thomas, Gomes e Costa (2015). Como a seção 3 está em formato de artigo, os detalhes da estratégia metodológica estão contidos na página 60.

Seção 4 - Análise do conteúdo formal da Política Nacional de Biocombustíveis: a inter-relação entre as metas climáticas e a criação do RenovaBio

O RenovaBio trata-se de uma política pública, criada por meio de uma lei federal, que ao longo dos últimos seis anos vem sendo regulamentada e alterada por decretos, portarias e resoluções, criadas não somente pelo legislativo, mas também por normas infralegais

expedidas pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Ministério de Minas e Energia (MME) e Conselho Nacional de Pesquisa Energética (CNPE).

No quadro 1.1 consta a legislação que trata do tema, em ordem cronológica e separadas por órgão expedidor. Algumas normas mais recentes revogaram normas antigas, todavia, optamos por enumerar e analisar todas, tendo em vista que cada uma foi importante no momento de sua criação, pois estabeleciam diretrizes que foram seguidas no início da vigência do RenovaBio. Assim, as novas normas demonstram o aprimoramento da regulamentação do RenovaBio e como foi construída essa evolução, muitas vezes à base de erros e acertos. As normas já revogadas estão sinalizadas no campo ‘assunto’.

Quadro 1.1 - Legislação do RenovaBio de 2017 a 2024.

LEIS E DECRETOS FEDERAIS		
NÚMERO	ANO	ASSUNTO
Lei nº 13.576	2017	Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências.
Decreto nº 9.888	2019	Dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a Lei nº 13.576/2017, e institui o Comitê da Política Nacional de Biocombustíveis - Comitê RenovaBio.
Decreto nº 11.141	2022	Altera o Decreto nº 9.888/2019, para dispor sobre o prazo para comprovação do atendimento à meta anual individual de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis.
Decreto nº 11.499	2023	Altera o Decreto nº 9.888/2019, para dispor sobre a alteração da composição do Comitê da Política Nacional de Biocombustíveis - Comitê RenovaBio e redefinir a data para comprovação de atendimento à meta individual por cada distribuidor de combustíveis.
NORMAS DA ANP		
Portaria nº 303	2018	Constitui o Grupo Técnico RenovaBio no âmbito da Política Nacional de Biocombustíveis.
Portaria nº 758	2018	Regulamenta a certificação da produção ou importação eficiente de biocombustíveis de que trata o art. 18 da Lei nº 13.576/2017, e o credenciamento de firmas inspetoras.
Resolução nº 791	2019	Dispõe sobre a individualização das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis, no âmbito da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio).
Resolução nº 802	2019	Estabelece os procedimentos para geração de lastro necessário para emissão primária de Créditos de Descarbonização, de que trata o art. 14 da Lei nº 13.576/2017, e altera a Resolução ANP nº 758/2018.

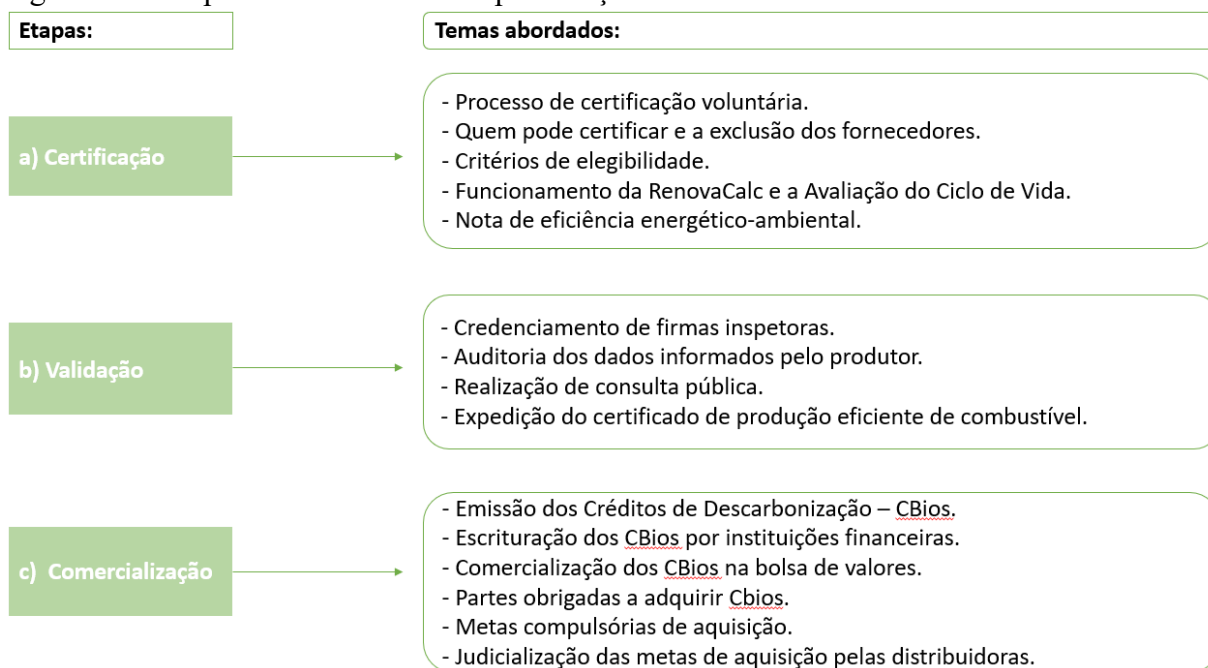
Resolução nº 823	2020	Altera a Resolução ANP nº 812/2020, com procedimentos a serem adotados durante as medidas temporárias de enfrentamento decorrentes da Covid-19 (revogada).
Resolução nº 829	2020	Altera o Anexo II da Resolução ANP nº 802/2019, que trata das operações de comercialização de biocombustíveis geradoras de lastro para emissão de CBIO.
Resolução nº 843	2021	Altera a Resolução ANP nº 791/2019, para incluir hipótese de redução das metas prevista no art. 3º da Resolução CNPE nº 8/2020.
Resolução nº 849	2021	Altera a Resolução ANP nº 812/2020, com procedimentos a serem adotados durante as medidas temporárias de enfrentamento decorrentes da Covid-19.
Resolução nº 914	2023	Altera a Resolução ANP nº 802/2019, para incluir a operação de comercialização de biodiesel entre produtores de biodiesel, autorizada pela Resolução ANP nº 857/2021.
Resolução nº 921	2023	Altera a Resolução ANP nº 791/2019, para inclusão de previsão de redução da meta anual individual definitiva em decorrência da comprovação de aquisição de biocombustíveis por meio de contrato de fornecimento de longo prazo.
Resolução nº 965	2024	Altera a Resolução ANP nº 802/2019, que dispõe sobre os procedimentos para geração de lastro necessário para emissão primária de Créditos de Descarbonização.
Resolução nº 974	2024	Altera a Resolução ANP nº 791/2019, que dispõe sobre a individualização das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases geradores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis, no âmbito do RenovaBio.
NORMAS DO CNPE		
Resolução nº 15	2019	Define as metas compulsórias anuais (2019 a 2029) de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis.
Resolução nº 8	2020	Define as metas compulsórias anuais (2020 a 2030) de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis, em substituição aos valores contidos na Resolução nº 15/2019.
Resolução nº 17	2021	Define as metas compulsórias anuais (2022 a 2031) de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis, em substituição aos valores contidos na Resolução nº 8/2020.
Resolução nº 13	2022	Define as metas compulsórias anuais (2023 a 2032) de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis, em substituição aos valores contidos na Resolução nº 17/2021.
Resolução nº 6	2023	Define as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis a partir de 2024.

Resolução nº 14	2024	Define as metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis a partir de 2025.
NORMAS DO MME		
Portaria nº 419	2019	Estabelece normas referentes à escrituração, registro, negociação e aposentadoria de Créditos de Descarbonização (revogada).
Portaria nº 122	2020	Altera itens da Portaria MME nº 419/2020 (revogada).
Portaria nº 56	2022	Estabelece diretrizes para implementação do mercado de Créditos de Descarbonização (CBIOs).

Fonte: Elaboração da autora (2023), com informações de Planalto (2023).

Assim, a primeira etapa metodológica se direcionou à análise de toda a legislação sobre o RenovaBio, buscando identificar como ocorreu a regulação do tema, quais as obrigações inerentes e visando esclarecer cada etapa que compõe a política. Foram abordados também pontos críticos da regulamentação. Após a análise da legislação, as etapas foram subdivididas contendo os seguintes temas de análise (figura 1.2).

Figura 1.2 - Etapas do RenovaBio e especificação dos temas analisados.

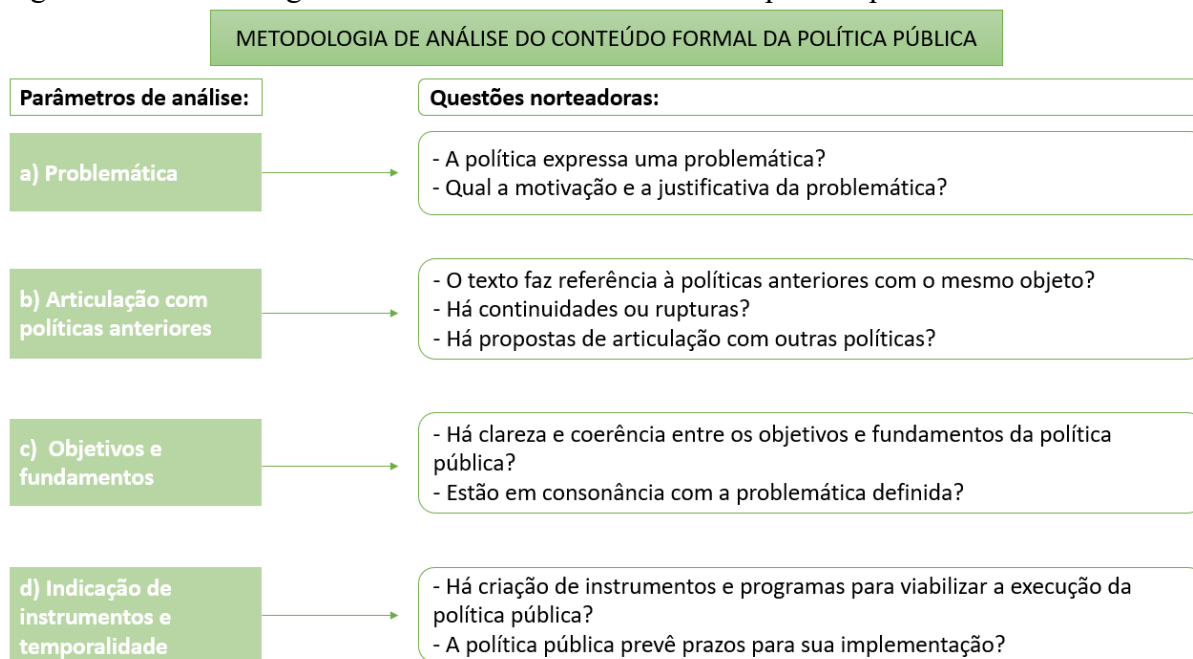


Fonte: Elaboração da autora (2023).

Na segunda parte da discussão, foi realizada a análise do conteúdo formal da proposta política. Freitas, Steinberger e Fernandes (2013) criaram uma metodologia de análise de políticas públicas, subdividida em três níveis: o conteúdo formal da proposta política; o jogo político de fazer política; e a abordagem espacial-territorial. Nesta seção realizou-se a análise

do conteúdo formal da Política Nacional de Biocombustíveis, conforme parâmetros analíticos descritos na figura 1.3.

Figura 1.3 - Metodologia de análise do conteúdo formal da política pública.



Fonte: Elaboração da autora (2023), a partir de Freitas, Steinberger e Fernandes (2013).

Essa análise do conteúdo formal baseou-se no texto da lei, nas notas técnicas da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e também na nota explicativa do MME, expedida em 2017 e que possui informações semelhantes a uma carta de interesses, explicitando as razões para criação da política pública.

Seção 5 - A implementação do RenovaBio em Uberaba/MG: Análise da participação das usinas sucroenergéticas e dos impactos ambientais da atividade canavieira

Diante da necessidade de obtenção dos dados das certificações das usinas sucroenergéticas no RenovaBio, realizou-se pesquisa documental junto à ANP, usinas sucroenergéticas do município de Uberaba, firmas inspetoras responsáveis pelas certificações, Unidade Regional de Regularização Ambiental do Triângulo Mineiro (URA/TM), Prefeitura de Uberaba/MG e SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. A pesquisa na ANP, nas usinas e nas firmas inspetoras objetivou obter dados e documentos acerca do processo de certificação das usinas junto ao RenovaBio; e na URA, Prefeitura e SICAR, buscou-se documentos concessivos das licenças de operação dos empreendimentos, existências de

penalidades aplicadas por descumprimento da legislação ambiental e situação do Cadastro Ambiental Rural.

O trabalho de campo aconteceu junto à Usina Vale do Tijuco, com duas visitas realizadas presencialmente⁴, onde foram obtidas informações acerca do processo de certificação da implementação do RenovaBio em todas as etapas. Na primeira visita ocorreram entrevistas com o gerente de sustentabilidade e coordenador ambiental, nas quais buscou-se identificar o engajamento ambiental da empresa, e, igualmente, as mudanças já ocorridas ou em planejamento, consistentes no avanço da área de plantio da cana e existência de projetos de melhorias ambientais nos processos produtivos. Na segunda oportunidade realizou-se a visita às instalações da Usina Vale do Tijuco e entrevista com um analista ambiental. A Usina Uberaba não respondeu aos pedidos de visita e entrevistas.

A maioria dos dados obtidos nessa pesquisa referentes aos processos de certificação e renovação no RenovaBio, foram provenientes de informações contidas nos sítios eletrônicos da ANP e das firmas inspetoras BENRI e SGS. Esses dados devem ficar públicos somente durante o período de consulta pública da certificação (por 30 dias) e, na maioria das vezes, são retirados dos sites posteriormente. Durante esse curto período de publicidade foram obtidos os dados mais importantes da pesquisa. Estes mesmos dados foram solicitados às usinas, mas não nos foram enviados. Após análise dos dados, foram enviados e-mails com solicitações de complementação ou esclarecimentos às usinas, que não foram respondidos.

Realizou-se também visita a algumas propriedades que empregam o cultivo da cana-de-açúcar nas imediações, dividindo-se as visitas entre propriedades com cultivo em sistema de parceria agrícola e fornecedores. Essas visitas possibilitaram a observação, anotações de campo e registros fotográficos. Em relação aos fornecedores, ocorreram entrevistas para verificação da situação atual da participação no RenovaBio. Durante essas visitas, realizou-se também conversas informais com funcionários e ex-funcionários das duas usinas, que nos permitiram esclarecer pontos importantes sobre os impactos ambientais, especialmente a realização de queima.

Para avaliar o desempenho das usinas sucroenergéticas no RenovaBio foram elaborados quadros comparativos das notas obtidas na fase agrícola (RenovaCalc), que permitiram avaliar os avanços e retrocessos entre as certificações e renovações.

Para a análise das alterações ocorridas no ambiente, buscou-se identificar os principais impactos ambientais negativos, nos meios físico e biótico, da fase agrícola da

⁴ Visitas realizadas em junho e dezembro de 2023.

produção de cana-de-açúcar, não somente em relação à mudança climática, já que todos os impactos ambientais devem ser levados em consideração.

A primeira etapa da análise foi pautada na pesquisa teórica e no trabalho de campo, sendo identificados os principais aspectos e impactos negativos e respectivas atividades impactantes da fase agrícola do cultivo da cana-de-açúcar. Foram analisados somente os impactos dos meios físico e biótico por serem o objeto do RenovaBio, que por centrar-se no tema “mudança climática” não abrange impactos socioeconômicos.

Na etapa subsequente, adaptando-se as recomendações das normas ABNT NBR ISO 14001: 2004, NBR ISO 14004: 2018, da Resolução CONAMA 237/1997 e dos autores Sánchez (2013) e Silva, Shibao e Santos (2015), os impactos foram classificados conforme a reversibilidade, duração, abrangência e significância (quadro 1.2). Esses atributos foram escolhidos dentre outros porque possibilitam maior esclarecimento sobre a significância dos impactos que potencialmente podem afetar os meios físico e biótico, em consequência do RenovaBio.

Quadro 1.2 – Critérios de identificação dos impactos ambientais nos meios físico e biótico.

Critério	Classificação	Descrição
Reversibilidade	Reversível	Impacto compromete temporariamente a disponibilidade de recursos ou causa prejuízos remediáveis à vida vegetal ou animal.
	Irreversível	Impacto tem potencial de esgotar a disponibilidade de recursos, extinguir a vida animal ou vegetal, ou ainda comprometer a saúde ou a expectativa de vida humana.
Duração	Temporário	Impacto cessa a manifestação de seus efeitos em um horizonte temporal definido ou conhecido.
	Cíclico	Impacto está relacionado à sazonalidade e pode ocorrer de forma repetitiva em diferentes fases ou ciclos.
	Permanente	Impacto estende seus efeitos além de um horizonte temporal definido ou conhecido.
Abrangência	Local	Quando o impacto, ou seus efeitos, ocorrem na área diretamente afetada pelo empreendimento (ADA) ou na área de influência direta (AID) definida para o empreendimento.
	Regional	Quando o impacto, ou seus efeitos, ocorrem na área de influência indireta (AII) definida para o empreendimento.
	Global	Quando o impacto, ou seus efeitos, se manifestam em áreas que extrapolam as áreas

		de influência definidas para o empreendimento.
Significância	Baixa	O impacto provocará leve mudança no ambiente afetado.
	Média	O impacto provocará mudança moderada no ambiente afetado.
	Alta	O impacto provocará grande mudança no ambiente afetado.

Fonte: Elaborado pela autora (2024), adaptado de ABNT (2018), Sánchez (2013), Silva, Shibao e Santos (2015) e Brasil (1997).

Para analisar a reversibilidade levou-se em consideração a capacidade do ambiente afetado de retornar ao seu estado anterior caso (i) cesse a solicitação externa, ou (ii) seja implantada uma ação corretiva (Sánchez, 2013). Nesse ponto, observou-se também que casos de contaminação e comprometimento da saúde pública são de difícil reversibilidade, conforme indicado nas pesquisas e materiais citados no texto.

A duração da atividade impactante e, conseqüentemente do impacto ambiental, também se mostrou importante para avaliação da importância desse impacto, uma vez que, quanto mais frequentes e duradouros seus efeitos, mais significativo é o impacto.

Os impactos também foram classificados quanto à sua abrangência, já que os impactos de um empreendimento nunca ficam restritos à sua própria área de implantação, no mínimo fazendo-se sentir em sua vizinhança.

Para esse critério foi adotada a terminologia contida nas Resoluções do CONAMA e Termos de Referência que norteiam a elaboração de EIA/RIMA – Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental dos empreendimentos produtores de cana-de-açúcar. Também foi consultado o EIA/RIMA de uma das usinas pesquisadas, que se encontrava disponível no site do órgão ambiental estadual (Brasil, 1997).

Por fim, a análise da significância buscou avaliar a extensão e consequência dos prováveis impactos, levando em consideração a sensibilidade do ambiente impactado. Segundo Sánchez (2013), um impacto será tanto mais significativo quanto mais importante ou vulnerável o recurso ambiental afetado e, ao mesmo tempo, quanto maior a pressão sobre esse recurso.

Essa análise da significância, além de se basear nos dados obtidos na pesquisa, nos números constantes na RenovaCalc e informações obtidas nos documentos e entrevistas, levou em consideração os outros critérios da classificação (reversibilidade, duração e abrangência). Há subjetividade nessa mensuração, já que, conforme Sánchez (2013), não existem padrões ambientais para todos os impactos (tais como há para poluentes atmosféricos), cabendo considerar as diversas variáveis e incertezas para se realizar uma classificação.

Foram produzidos mapas de uso da terra objetivando comparar a situação do município de Uberaba antes e após o RenovaBio, utilizando imagens do MapBiomas (satélite Landsat 8, na resolução 1:150.000) dos anos 2017 e 2023, nas quais verificou-se a expansão do cultivo da cana-de-açúcar e a supressão de vegetação nativa nesse lapso temporal, em que o RenovaBio foi implementado. Tal comparação objetivou verificar se a situação real das áreas de cultivo do município corresponde às alterações dos parâmetros informados pelas usinas sucroenergéticas na política.

Baseando-se nestes materiais, nos dados obtidos na pesquisa documental, dados da pesquisa de campo e com suporte da pesquisa teórica acerca dos impactos ambientais da atividade canavieira, foram produzidas as discussões do trabalho.

2. A TERRITORIALIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO SUCROENERGÉTICO NO CERRADO DE MINAS GERAIS

2.1 Reestruturação produtiva e a expansão canavieira no Cerrado mineiro

A cana-de-açúcar, um dos cultivos mais importantes no Brasil, desempenhou um papel de destaque na construção da economia do país desde a época colonial, perdurando até a atualidade. Apesar de sua introdução no Brasil ter ocorrido pelo estado de São Paulo, sua expansão esteve ligada inicialmente à região Nordeste, que apresentava condições abióticas favoráveis e, desde o governo imperial, recebia políticas de incentivo à produção canavieira, como a distribuição de fundos para a instalação de engenhos produtores de açúcar (Rodrigues e Ross, 2020).

No decorrer do século XIX, a produção de açúcar no Nordeste começou a enfrentar desafios. A crise no sistema escravista, que culminou com a abolição da escravidão em 1888, afetou a força de trabalho disponível, além da baixa produtividade das lavouras canavieiras, decorrente da exaustão dos solos intensamente explorados. Havia ainda, o crescimento internacional da produção de açúcar, prejudicando ainda mais o setor açucareiro nordestino.

Parte deste contexto explica a expansão do cultivo da cana-de-açúcar para a região Centro-Sul, impulsionada por uma combinação de fatores sociais, econômicos e tecnológicos. São Paulo, em particular, começou a se destacar devido às melhores condições logísticas para o transporte e infraestrutura, a modernização da agricultura e disponibilidade de mão de obra (Furtado, 2007).

Na década de 1970, motivado pela crise do petróleo e redução da demanda de açúcar, foi criado pelo governo brasileiro o Proálcool – Programa Nacional do Álcool, que desempenhou um papel central na consolidação do Centro-Sul como o principal polo canavieiro do país.

O programa incentivou a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, com o objetivo de reduzir a dependência do Brasil em relação ao petróleo importado e oferecia incentivos financeiros para a instalação de novas usinas, oportunidade em que produtores nordestinos ampliaram sua rede produtiva para a região Sudeste.

Especialmente vindo de Alagoas, alguns grupos nordestinos se fixaram em Minas Gerais a partir do início dos anos 1980, trazendo consigo mão de obra migrante para trabalhar no cultivo da cana-de-açúcar, que ainda ocorria de forma manual. Os grupos João Lyra, Carlos Lyra e Tércio Wanderley Camargo são exemplos que expandiram suas operações para o estado de Minas Gerais (Campos, 2019).

Conforme Oliveira (2009), os principais fatores que motivaram a migração do capital agroindustrial canavieiro nordestino foram a baixa disponibilidade de terras para a expansão da cana-de-açúcar na região, a deficiência hídrica, a imprevisibilidade das precipitações, a baixa fertilidade dos solos e o relevo dissecado que dificultava a mecanização do plantio e colheita.

A diversificação econômica existente no Centro-Sul também colaborou para o crescimento do cultivo da cana-de-açúcar. Enquanto o Nordeste estava focado na produção de açúcar, a economia no Centro-Sul não se baseava somente na agricultura, com destaque também para as indústrias e o comércio. A modernização do transporte ferroviário e rodoviário, além do avanço das indústrias, facilitava o escoamento da produção, seja internamente, ou exportando pelo porto de Santos. Assim, a cana-de-açúcar se alicerçou na infraestrutura econômica já existente para alavancar sua produção (Vian e Belik, 2003).

Neste mesmo contexto expansionista, o Cerrado de Minas Gerais começou a ser objeto do avanço agrícola, sob incentivo de programas governamentais. Além do Proálcool, também foram importantes o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados - POLOCENTRO e Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – PRODECER, que possibilitaram o desenvolvimento de infraestrutura e tecnologias para viabilizar a produção agrícola em larga escala no Cerrado (Pessoa e Inocêncio, 2014).

A ocupação do Cerrado pela cana-de-açúcar representou um marco significativo para a agricultura brasileira. Tradicionalmente associada às áreas litorâneas do Brasil, a cana-de-açúcar tem se deslocado progressivamente para o interior. O Cerrado, segundo maior domínio morfoclimático do Brasil, cobre aproximadamente 2,5 milhões de quilômetros quadrados, ou aproximadamente 22% do território nacional e possui importância central no desenvolvimento do agronegócio do país (Strassburg et al., 2017).

Os solos pobres em nutrientes representavam um desafio para a expansão agrícola, todavia, progressos técnicos e tecnológicos, como o uso de corretivos de solo, desenvolvimento de variedades de cana mais resistentes e o uso da irrigação, permitiram o avanço dos cultivos para essas áreas, antes consideradas impróprias (Diniz, 2006). A disponibilidade hídrica e a presença do clima com duas estações distintas também são importantes fatores, além do relevo aplanado, com suave dissecação e raras áreas serranas, que atuaram como um atrativo na modernização agrícola, ao facilitar o processo de mecanização do plantio e colheita da cana-de-açúcar, e conseqüentemente, na redução dos custos (Andrade, 2017).

Ocorreram ainda alterações no modelo de produção, marcadas especialmente pelo acesso ao crédito e a novas tecnologias, devido à proximidade com centros de pesquisa que

resultaram no aperfeiçoamento das técnicas de cultivo e processamento da cana-de-açúcar. A mecanização da produção e o desenvolvimento de novas variedades da planta, possibilitaram uma maior produtividade e eficiência (Vian e Belik, 2003).

Essa fase de crescimento da produção de cana-de-açúcar no Cerrado se deve também à fase de pós desregulamentação e reestruturação produtiva ocorrida no setor. Após anos de intensa intervenção governamental na economia, o Brasil passou por um processo de abertura econômica no início da década de 1990 com a propagação da política neoliberal praticada pelas principais economias capitalistas, advindas do processo de globalização (Duarte, 2013).

Tais medidas significaram uma menor participação do Estado em vários setores econômicos e produtivos, incluindo privatizações, concessões e a desregulamentação, que se trata da remoção ou simplificação das regras governamentais que restringem a operação das forças de mercado (Sullivan, Sheffrin, 2002).

A redução do controle estatal sobre a produção e sobre os preços praticados refletiu nas bases da concorrência e na forma de organização do complexo canavieiro. Sem a regulamentação, os grupos começaram a se articular para definir novos formatos de atuação e coordenação dos mercados de açúcar e álcool. No ano de 1997 foi criada a UNICA – União das Indústrias de Cana-de-Açúcar⁵ a partir da fusão de antigas associações canavieiras do estado de São Paulo. Em Minas Gerais o órgão representativo mais expressivo é a SIAMIG - Associação das Indústrias Sucroenergéticas de Minas Gerais. Tais entidades formaram um canal de interlocução entre o setor sucroalcooleiro, o Governo Federal, os estados e a sociedade.

Tais órgãos representativos, além de muitos outros existentes no setor, demonstram a força e a importância que o mercado canavieiro possui para o país, pois há influência direta dessas organizações em todas as áreas de interesse: na política, com a aprovação, modificação e veto de legislações; na implementação de tributos ou isenção destes; na criação de políticas públicas que fortaleçam o setor; na concessão de anistias; na disponibilização de financiamentos agrícolas por instituições financeiras públicas e privadas; na flexibilização de normas ambientais e regulamentação de agrotóxicos.

A partir das mudanças promovidas no processo de desregulamentação, ficou patente a ocorrência de um movimento de reestruturação produtiva em todo o setor agropecuário. A reestruturação produtiva retrata um processo de mudança espacial, social, tecnológica e

⁵ Atualmente denominada União das Indústrias de Cana-de-Açúcar e Bioenergia.

organizacional, com expressividade suficiente para promover um novo ordenamento à estrutura produtiva até então vigente (Alves, 2010).

A reestruturação territorial ocorreu a partir da expansão das áreas de cultivo da cana-de-açúcar, que passaram a ocupar outros territórios, indo em direção ao interior do país, nas áreas de Cerrado. Tal movimento ocasionou uma reorganização territorial, onde a cana-de-açúcar se apropriou de espaços existentes, substituindo atividades, sejam elas agrícolas ou áreas de pastagem, em um processo contínuo de desterritorialização e reterritorialização (Matos, 2011).

Ressaltando a presença da agricultura no processo de territorialização, Sposito (2004, p. 112) afirma que:

O território é fonte de recursos e só assim pode ser compreendido quando focado em sua relação com a sociedade e suas relações de produção, o que pode ser identificado pela indústria, pela agricultura, pela mineração, pela circulação de mercadorias, etc., ou seja, pelas diferentes maneiras que a sociedade se utiliza para se apropriar e transformar a natureza.

Assim, o território vai além da motivação econômica e das relações sociais, envolvendo também as relações de poder. Haesbaert (2004) define território partindo da multiterritorialidade a partir de três aspectos – “político”, onde o território é visto como um espaço delimitado e controlado sobre o qual se exerce determinado poder, o território demarcado pelo Estado-nação; “simbólico”, onde o espaço passa a ser concebido pelos aspectos culturais, o território é produto da apropriação subjetiva do imaginário; e “econômico”, onde o território é visto através das relações econômicas como fonte de recursos no embate entre classes sociais e na relação capital-trabalho como produto da divisão territorial do trabalho.

Nessas relações de poder estabelecidas no agronegócio, não há somente o poder político exercido pelo Estado, mas também as relações motivadas pelo poder econômico, que exercem forte influência na dominação e reestruturação de territórios.

A produção de cana-de-açúcar demanda extensas áreas para garantir o volume processado pelas usinas e assim, vão se somando novos territórios destinados ao cultivo, diante da instalação de um número crescente de empreendimentos destinados à produção de álcool e açúcar no estado. Essa demanda se volta para áreas com melhor qualidade de solo e passíveis de mecanização, com a utilização da ciência e tecnologia para implantação de um modelo de agricultura mais moderno e capitalizado, com o emprego de defensivos, corretivos e maquinário especializado (Pereira, 2012).

A organização do setor sucroenergético no território se utiliza de recursos e ativos encontrados nas áreas mais estratégicas para produção e logística (Santos, 2017). No atual período globalizado, territórios são chamados a participar deste processo inserindo-se nos mais diversos circuitos espaciais produtivos, disponibilizando condições geográficas ideais para proporcionar competitividade aos agentes, em termos de qualidade e custo dos produtos. Assim, as grandes corporações necessitam ter acesso privilegiado e realizar usos diferenciados de ativos e recursos territoriais que proporcionem rentabilidade e fluidez em suas ações, efetivando o uso corporativo do território, a partir da cooperação do Estado (Santos; Silveira, 2010).

Outro fator que contribuiu para alavancar o setor canavieiro no Brasil foi a introdução no mercado automobilístico dos veículos flexíveis (*flexfuel*), movidos a gasolina ou etanol, em qualquer proporção. A partir de então, o consumo de etanol no mercado interno aumentou consideravelmente, favorecendo o setor com uma maior competitividade entre os preços do etanol e gasolina, o que permitia às usinas diversificar sua produção entre o açúcar e o etanol, de acordo com o momento econômico vivenciado no país (Santos, 2017).

Assim, o estado de Minas Gerais apresentou um crescimento acelerado na área plantada de cana-de-açúcar, especialmente a partir dos anos 2000, com destaque para a mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba⁶, que tem se tornado polo importante de produção nacional.

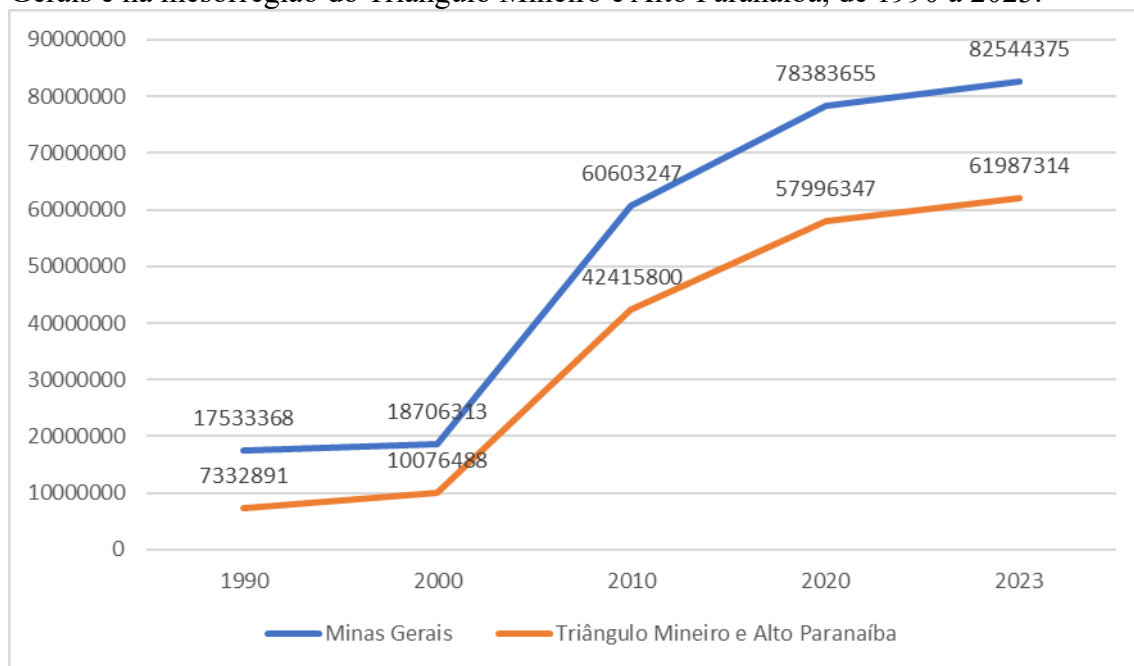
O processo de reorganização produtiva na agropecuária levou à reorganização territorial, resultando em novos arranjos territoriais, criando novas territorialidades, desterritorializando e reterritorializando outras. Esses novos arranjos territoriais podem ser visualizados na região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Isso se deve ao fato de encontrarmos aqui uma intensa substituição dos sistemas técnicos agrícolas, mudança nas formas de uso e ocupação do espaço, a substituição da produção de alimentos pela produção de commodities [sic], a implantação de monoculturas substituindo as vocações “naturais” da região, como por exemplo, a pecuária devido a difusão da monocultura canavieira presente em grande parte desse território (CAMPOS e CLEPS JR, 2015. p. 225).

A quantidade de cana-de-açúcar produzida em Minas Gerais entre os anos 2000 e 2010 deu um salto aproximado de 323%, chegando a 60,6 milhões de toneladas. Na última safra

⁶ Desde 2017 o IBGE criou as regiões intermediárias e imediatas em substituição aos termos mesorregião e microrregião. No estado de Minas Gerais, a mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba corresponde atualmente às regiões intermediárias de Uberlândia, Uberaba e Patos de Minas. Todavia, o SIDRA/IBGE ainda utiliza a divisão e nomenclatura anterior ao disponibilizar os dados de produção e, por essa razão, este trabalho optou por utilizar a nomenclatura mesorregião e microrregião, diante da necessidade de utilização dos números da cana-de-açúcar coletados no SIDRA.

(2023/2024) esse número chegou a 82,5 milhões de toneladas, sendo que 61,9 milhões foram produzidas na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (gráfico 2.1).

Gráfico 2.1 - Quantidade produzida de cana-de-açúcar, em toneladas, no estado de Minas Gerais e na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, de 1990 a 2023.



Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de Produção Agrícola Municipal, IBGE (2024).

Após 2003, a consolidação do setor sucroenergético se deu em três momentos principais: no primeiro, os menores produtores foram comprados por grandes produtores; no segundo, multinacionais do setor alimentício e *tradings* compraram os grupos médios e grandes, e no terceiro, as companhias multinacionais do ramo de energia adquiriram participação nos grupos sucroenergéticos (Duarte, 2013).

O crescimento do setor sucroenergético atraiu o interesse de corporações transnacionais e fundos de investimentos estrangeiros, que realizaram fusões, aquisições e associações (*joint-ventures*) com várias usinas e distribuidoras brasileiras, marcando assim um processo de internacionalização de capital no setor (Pitta, 2016).

Importante pontuar que a crise econômica de 2008 colocou um terço do setor em dificuldades, exigindo forte reestruturação financeira e societária. Neste momento, tradicionais grupos das áreas de agroindústria, química e petróleo ingressaram no setor sucroenergético (Duarte, 2013).

Apesar dos impactos da crise financeira de 2008, importantes empresas continuaram a investir no setor, devido ao alto potencial do Brasil de se tornar

o grande produtor e exportador de etanol, considerando-se o contexto da busca mundial por um combustível renovável ambientalmente sustentável. Várias usinas que tinham muitas dificuldades em pagar seus fornecedores de cana-de-açúcar e de honrar seus compromissos financeiros buscaram solução para seus problemas de caixa na venda de seus ativos, em fusões ou na formação de *joint ventures* com empresas estrangeiras ou grandes grupos nacionais (Rodrigues e Ross, 2020, p. 200).

A participação estrangeira na produção brasileira de açúcar e etanol aumentou de 3% em 2006 para 33% em 2013. Na safra 2015/2016, dentre os 15 maiores grupos do setor sucroenergético, 6 eram de capital majoritariamente estrangeiro (Raízen¹³, Biosev, Bunge, Tereos, CofcoAgri e Renuka), o que lhes conferia uma participação de 23% da moagem total de cana do país, 17,2% da produção de etanol e 29,8% da produção de açúcar (Novacana, 2013).

Das 36 usinas presentes no estado de Minas Gerais, 22 estão no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, seis são controladas totalmente por grupos estrangeiros (quatro no Triângulo Mineiro, uma no Sul/Sudoeste de Minas e uma na mesorregião Central Mineira) e duas usinas possuem associação de grupo nacional com grupo estrangeiro – a Bambuí Bioenergia, comandada pela Petrobrás em parceria com o grupo francês Total e a usina Vale do Tijuco da Companhia Mineira de Açúcar e Álcool – CMAA, no qual realiza e gerencia a produção de açúcar da Indofood Agri Resources, grupo da Indonésia, em 50%. As demais são constituídas por grupos nacionais e/ou familiares (Agência Minas, 2023; Campos, 2019).

Estes movimentos de fusões e aquisições culminam na centralização de capital no setor, refletindo na concentração da produção e comercialização (Spadotto, 2015), além do controle de infraestruturas logísticas. A estratégia dessas empresas é garantir o acesso aos produtos e o poder de barganha de fornecedores, bem como ter maior controle sobre os estoques, preços de mercado e circulação (Barbosa, 2013).

A tendência às fusões empresariais reduz o número de polos decisórios, concentra ainda mais os vetores de mando e torna mais rígidas as relações entre áreas polarizadoras e áreas polarizadas. Dessa forma, como a fusão de empresas tende a ampliar a presença de capitais e de firmas globais no território, aumentam ao mesmo tempo os desequilíbrios e as novas formas de manifestação do setor externo da economia, em detrimento do setor interno (SILVEIRA, 2010, p. 79).

Em contraponto às consequências citadas, a presença crescente de agentes estrangeiros e capitalizados no setor sucroenergético trouxe um aprimoramento na gestão das usinas, além do aumento de investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I).

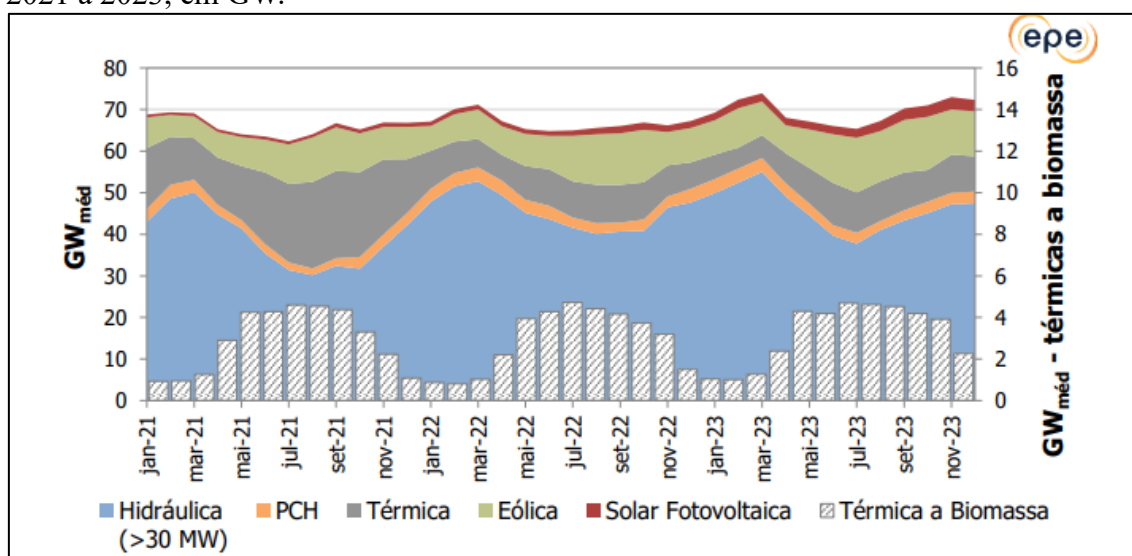
Minas Gerais, além da importância no desenvolvimento agrícola do país, tem mostrado expressividade a partir da atual estratégia de desenvolvimento energético, atrelado à demanda por biocombustíveis e a produção de bioenergia.

A geração térmica à biomassa ocupa um papel importante no contexto energético nacional. As usinas têm investido em tecnologia para o aumento da produção de bioeletricidade a partir da queima do bagaço da cana-de-açúcar e de outros resíduos agrícolas, utilizando a energia produzida em seus processos produtivos para tornarem-se autossuficientes. O excedente elétrico é comercializado para o SIN - Sistema Interligado Nacional de Energia, criando a figura do Produtor Independente de Energia, como um novo mercado para as usinas (Lemos et al., 2015).

Seguindo essa vertente, novas usinas sucroenergéticas foram construídas (*greenfields*) e outras, já em operação, foram ampliadas e modernizadas em curto período de tempo (*brownfields*), em razão do aquecimento do mercado de etanol, açúcar e bioeletricidade (Santos, 2017).

Segundo a EPE (2024), no ano de 2023 verificou-se um aumento do montante de bioeletricidade ofertada em 10,1% em comparação a 2022. Em 2023, a participação da energia exportada da cana-de-açúcar na matriz elétrica nacional foi de 3,4%, mostrando o gráfico 2.2 que a injeção sazonal da biomassa de cana na geração elétrica complementa a fonte hídrica, especialmente nos meses de estiagem que coincide com a safra da cana-de-açúcar.

Gráfico 2.2 - Participação da biomassa de cana-de-açúcar na geração elétrica brasileira, de 2021 a 2023, em GW.



Fonte: EPE (2024).

A modernização do setor sucroenergético, pautada nos parâmetros produtivos da agricultura científica globalizada (Santos, 2000), acarretou a ampliação dos cultivos de cana-de-açúcar e aumento da produtividade, por meio da otimização dos processos agrícolas e industriais, das operações logísticas e do aprimoramento das formas de gestão e comercialização. Esta fase caracteriza-se ainda pela especialização da produção por meio do uso dos subprodutos da cana-de-açúcar.

Alguns dos principais avanços científico-tecnológicos, na área agrícola e industrial, citados por Santos (2017), foram:

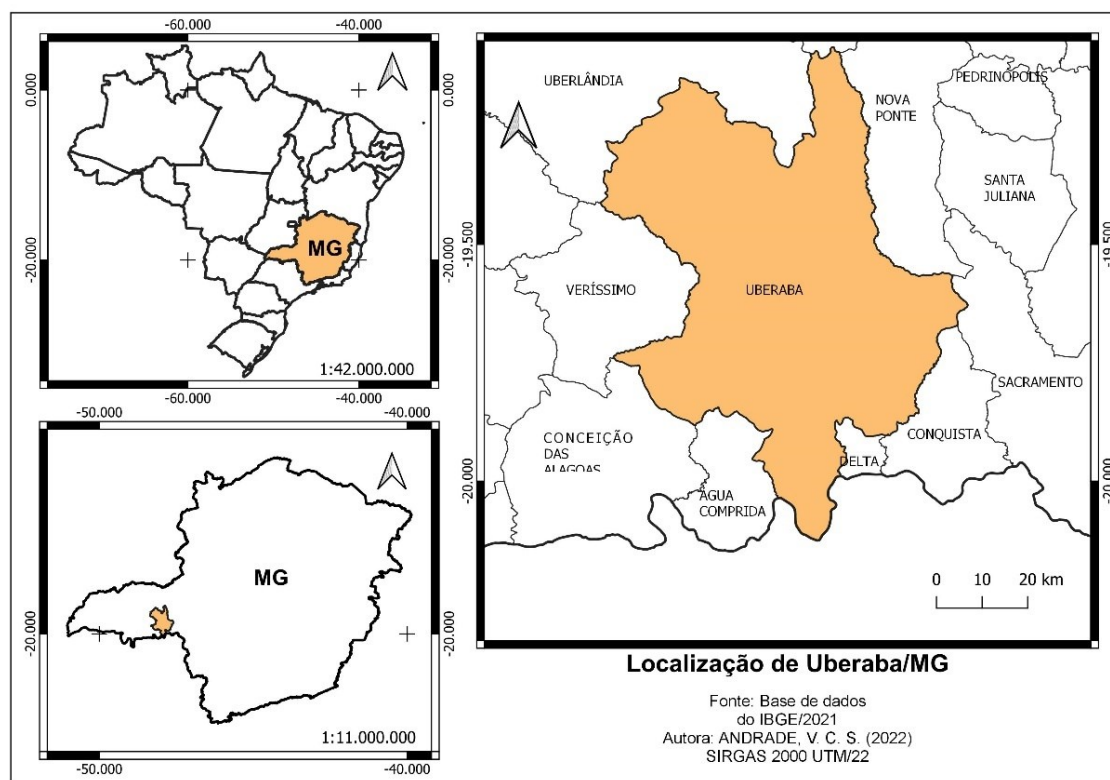
- i) o desenvolvimento e a introdução de variedades de mudas de cana-de-açúcar geneticamente melhoradas, fisiologicamente adequadas à colheita mecanizada, adaptadas às condições edafoclimáticas, resistentes a pragas e doenças, tolerantes a estresse hídrico e com maior capacidade de armazenamento de açúcares;
- ii) o mapeamento georreferenciado da produtividade, da infestação de pragas e doenças, da erosão e das deficiências hídricas;
- iii) o desenvolvimento de novos produtos comerciais, como o diesel de cana, a querosene de cana para aviação, a ração animal (a partir do bagaço, vinhaça, melaço, torta de filtro, levedura), o bioplástico, papel e celulose à base de bagaço, e outros tipos de açúcar (líquido, invertido e orgânico);
- iv) o aproveitamento do bagaço, pontas e palha da cana para a cogeração de energia térmica, mecânica e elétrica (queima dos resíduos em caldeiras de alta pressão), e para a obtenção do etanol de 2ª geração.

Assim, o contexto recente da expansão da cana-de-açúcar para o Cerrado mineiro, foi marcado por grandes investimentos no setor sucroenergético, nacionais e internacionais, em pesquisas e na busca por novas áreas de cultivo. Isso deve-se a valorização do etanol na busca da segurança energética e no investimento em fontes de energia mais sustentáveis, no contexto da preocupação com a mudança climática e a necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa, em grande parte pelo uso de combustíveis fósseis.

2.2 O agronegócio sucroenergético no município de Uberaba/MG

Uberaba é um município localizado na porção oeste do estado de Minas Gerais e constitui um dos mais importantes polos econômicos da região, com destaque para o setor agropecuário, industrial e de serviços. Sua extensa área territorial faz divisa com doze municípios, sendo nove pertencentes ao estado de Minas Gerais (mapa 2.1).

Mapa 2.1 - Localização do município de Uberaba/MG.



Fonte: Base de dados do IBGE (2021). Elaboração: A autora (2022).

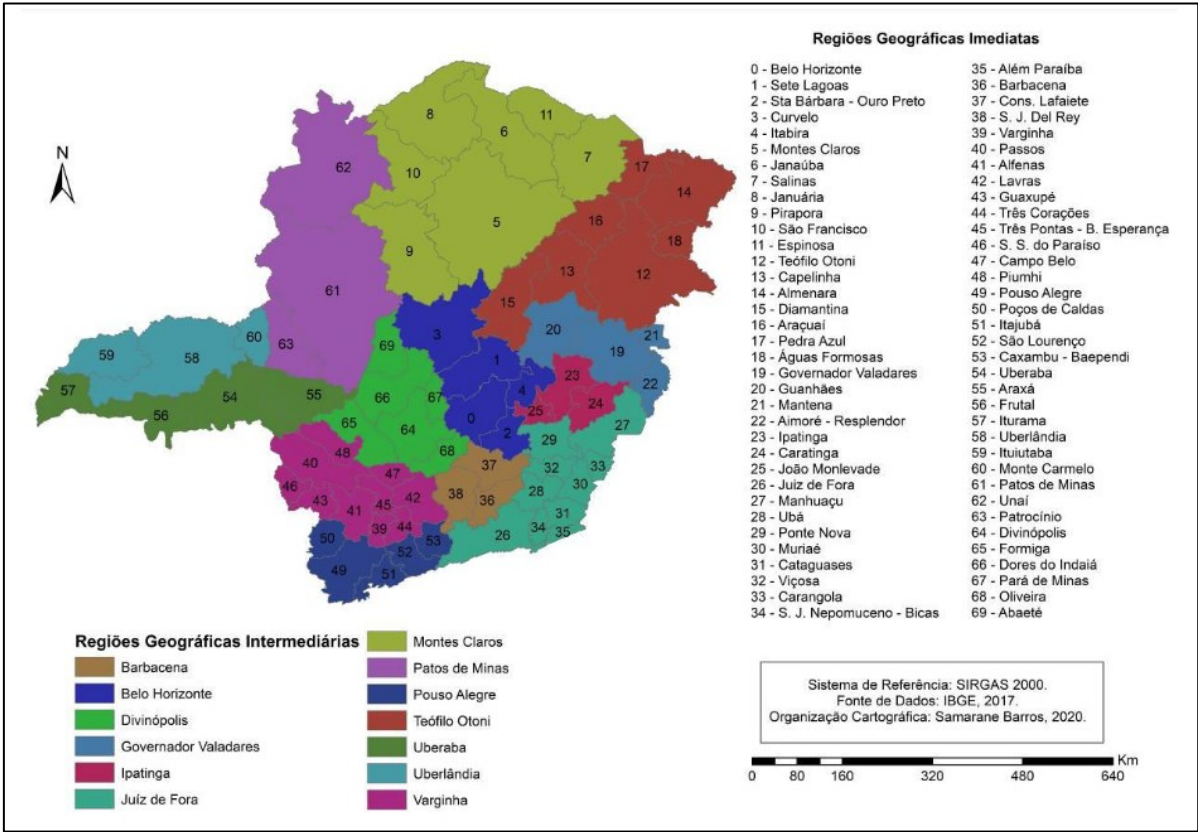
Uberaba integra a Região Geográfica Intermediária de Uberaba, uma das treze regiões intermediárias do estado de Minas Gerais (Figura 2.1), criadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2017⁷. A Região Geográfica Intermediária de Uberaba é composta por 29 municípios, distribuídos em quatro regiões geográficas imediatas. A Região Geográfica Imediata de Uberaba é composta por 10 municípios (quadro 2.1).

Uberaba é o município mais populoso da sua região intermediária, com estimativa de 354.142 habitantes em 2024, sendo nacionalmente reconhecida pelas atividades do agronegócio, em especial a pecuária bovina e a produção de soja, milho e cana-de-açúcar (gráfico 2.3). Em 2020, o município obteve o segundo maior PIB Municipal Agropecuário de Minas Gerais (PIB Municipal/IBGE, 2022).

A área plantada de cana-de-açúcar vem crescendo em Uberaba e ultrapassou os demais cultivos significativos, a soja e o milho, compreendendo, em 2023, 115.700 hectares de área cultivada de cana, que representa 39,65% da área plantada total do município.

⁷ Esta terminologia atual substitui os termos microrregião e mesorregião (IBGE, 2017).

Figura 2.1 – Regiões Intermediárias e Imediatas do estado de Minas Gerais.



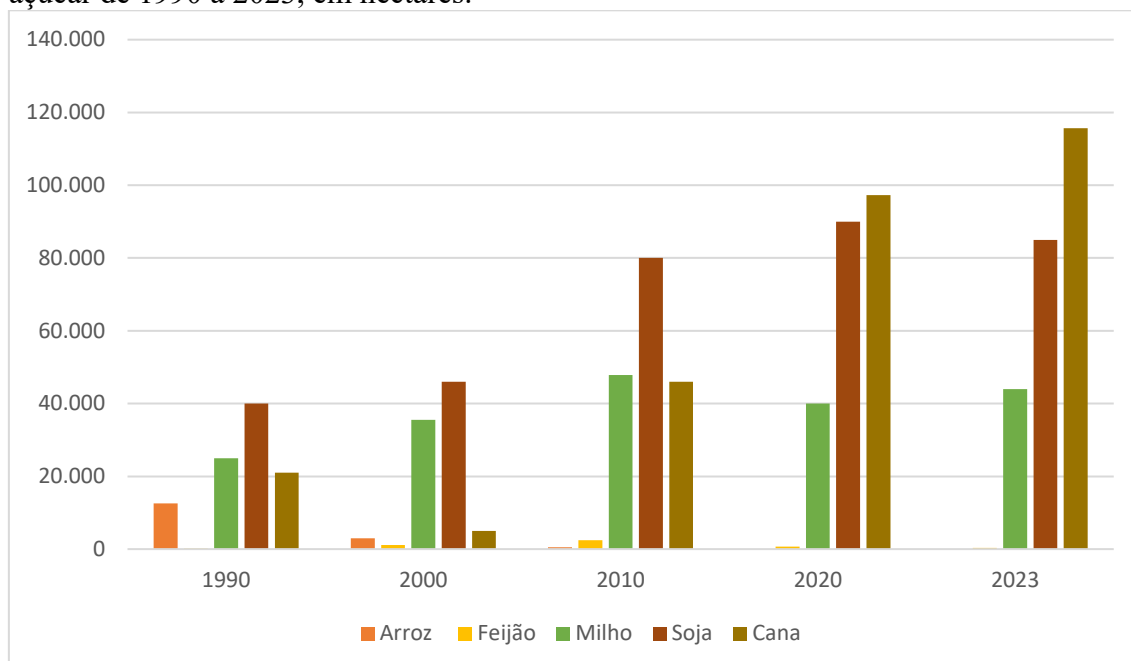
Fonte: Barros (2021).

Quadro 2.1 – Municípios integrantes da Região Intermediária de Uberaba e Região Imediata de Uberaba.

Região Geográfica	Municípios
Região Intermediária de Uberaba	Água Comprida, Araxá, Campo Florido, Campos Altos, Carneirinho, Comendador Gomes, Conceição das Alagoas, Conquista, Delta, Fronteira, Frutal, Ibiá, Itapagipe, Iturama, Limeira do Oeste, Nova Ponte, Pedrinópolis, Perdizes, Pirajuba, Planura, Pratinha, Sacramento, Santa Juliana, Santa Rosa da Serra, São Francisco de Sales, Tapira, Uberaba, União de Minas e Veríssimo
Região Imediata de Uberaba	Água Comprida, Campo Florido, Conceição das Alagoas, Conquista, Delta, Nova Ponte, Sacramento, Santa Juliana, Uberaba, Veríssimo.

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de IBGE (2024).

Gráfico 2.3 – Uberaba/MG: Evolução da área plantada de arroz, feijão, milho, soja e cana-de-açúcar de 1990 a 2023, em hectares.



Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de Produção Agrícola Municipal, IBGE (2024).

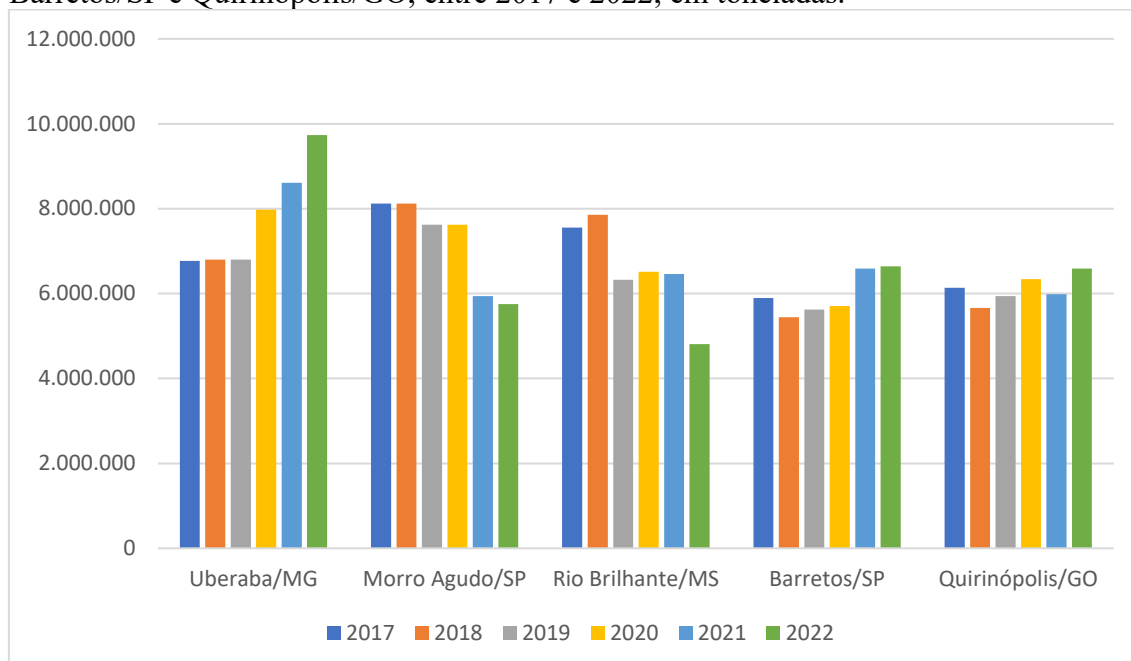
Uberaba trata-se do maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil na atualidade, posição que ocupa pelo quarto ano consecutivo, 2020 a 2023 (IBGE, 2024).

O gráfico 2.4 apresenta os municípios com a maior produção de cana-de-açúcar no país. Historicamente, os municípios do estado de São Paulo eram os maiores produtores, tendo Morro Agudo/SP na primeira posição por muitos anos, sendo acompanhado por municípios da região Sudeste. Nos últimos dez anos, municípios da região Centro Oeste começaram a despontar no cultivo da cana-de-açúcar, com destaque para Rio Brilhante/MS e Quirinópolis/GO.

Na safra 2020/2021 ocorreu uma queda brusca de produção que atingiu diversos municípios, tendo como causa as questões climáticas (seca e geada), ocorrência de incêndios e diversificação em outros cultivos, como a soja e o milho (Novacana, 2021).

A produção de cana-de-açúcar, em alguns municípios de São Paulo e Mato Grosso, vem sendo substituída pela soja e milho, tendo como principais razões: aumento da produtividade das lavouras de grãos; aumento do preço dos grãos, com valorização da saca da soja e milho; menor custo do cultivo de grãos em comparação com a cana (Santa Fé, 2023).

Gráfico 2.4 - Cana-de-açúcar produzida em Uberaba/MG, Morro Agudo/SP, Rio Brillhante/MS, Barretos/SP e Quirinópolis/GO, entre 2017 e 2022, em toneladas.



Fonte: Elaboração da autora (2023), com informações de Produção Agrícola Municipal, IBGE (2023).

Apesar de tais fatores, Uberaba não teve recuo de produção, apresentando crescimento nos últimos anos e consolidando sua posição de maior produtora de cana-de-açúcar do país. Na safra 2022/2023 Uberaba foi seguida por Barretos e Quirinópolis como os três maiores municípios em produção no Brasil.

A posição de liderança de Uberaba se deve, entre outros fatores, à centralidade econômica do município, que se localiza num raio médio de 500 Km dos grandes centros consumidores urbanos da região Centro-Sul, como Uberlândia/MG (110 Km), Brasília/DF (525 Km), Belo Horizonte/MG (477 Km), Ribeirão Preto/SP (173 Km), e São Paulo/SP (484 Km), o que lhe garante uma vantagem de mercado consumidor para os seus produtos e serviços (Santos, 2022).

As rodovias BR-050, BR-262, BR-452, MG-190 e MG-427 proporcionam o fácil acesso a municípios dos estados de São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul, pois permitem o escoamento de várias mercadorias produzidas na região, especialmente soja, milho, açúcar, etanol, fosfato e fertilizantes.

Essas rodovias são funcionais à logística do setor sucroenergético, pois favorecem tanto o transporte da cana-de-açúcar colhida no campo até as usinas, quanto o transporte do açúcar e do etanol até os terminais de carga e centros de distribuição. A malha rodoviária atende ainda a movimentação de diversos insumos químicos e mecânicos demandados pelas atividades

agrícolas e agroindustriais, garantindo assim os fluxos materiais necessários ao circuito espacial produtivo (Santos, 2022).

A eficiência e fluidez logística estão dentre os principais atributos necessários para que uma região se torne competitiva. Conforme Santos (1996, p. 219) “não basta, pois, produzir. É indispensável pôr a produção em movimento. Em realidade, não é mais a produção que preside à circulação, mas é esta que conforma a produção”.

No setor sucroenergético, a existência de algumas infraestruturas especializadas para o escoamento de seus produtos comerciais são fundamentais para aumentar a competitividade logística, como centros de coleta e armazenagem de açúcar (armazéns) e de etanol (tanques de armazenamento), próximos a terminais modais e multimodais (Braga e Castillo, 2013), além de um sistema de transporte moderno, como é o caso das rodovias e ferrovias (para etanol e açúcar) e dutovias (para etanol), conectadas aos principais canais de distribuição e portos do país (Oliveira, 2015).

Dentre os projetos de melhoria logística da região que foram implementados por grandes empresas do setor sucroenergético em cooperação com o Estado, destaca-se o Sistema Multimodal de Escoamento de Biocombustíveis da Logum⁸. A Logum Logística S.A. é responsável pela construção e operação de um sistema de transporte de biocombustíveis que comporta uma rede de dutos de mais de 1 mil km de extensão, que passará por 89 municípios, envolvendo ainda o transporte por rodovias, e serviços de logística, carga, descarga, movimentação, estocagem e operação de portos.

A malha da Logum engloba terminais em Uberaba (MG), Ribeirão Preto (SP) e Paulínia (SP), que recebem o etanol proveniente das unidades produtoras do interior do país pela rodovia. Ao chegar aos terminais, o biocombustível é transportado pelos dutos direto para os tanques dos clientes nos polos de distribuição localizados em Barueri (SP), Guarulhos (SP), São Caetano do Sul (SP), São José dos Campos (SP) e Duque de Caxias (RJ), além de ser transportado para o terminal marítimo da Ilha D'Água (RJ), para carregamento de navios tanque (cabotagem e exportação) (Logum, 2024).

O projeto conta com o financiamento do BNDES e vai interligar as unidades produtoras de etanol do interior de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, aumentando a eficiência logística dos produtores e distribuidores de etanol. A previsão

⁸ A estrutura acionária da Logum Logística S.A. é composta por quatro empresas – Copersucar (30%), Raizen (30%), Petrobras (30%) e Uniduto Logística (10%), que são agentes relevantes no mercado de combustíveis e biocombustíveis do país.

de conclusão é até 2030, mas os terminais de Uberaba, do interior de São Paulo e do Rio de Janeiro já estão prontos, em funcionamento (figura 2.2).

Figura 2.2 - Sistema Logístico Multimodal de Biocombustíveis da Logum.



Fonte: Logum (2024).

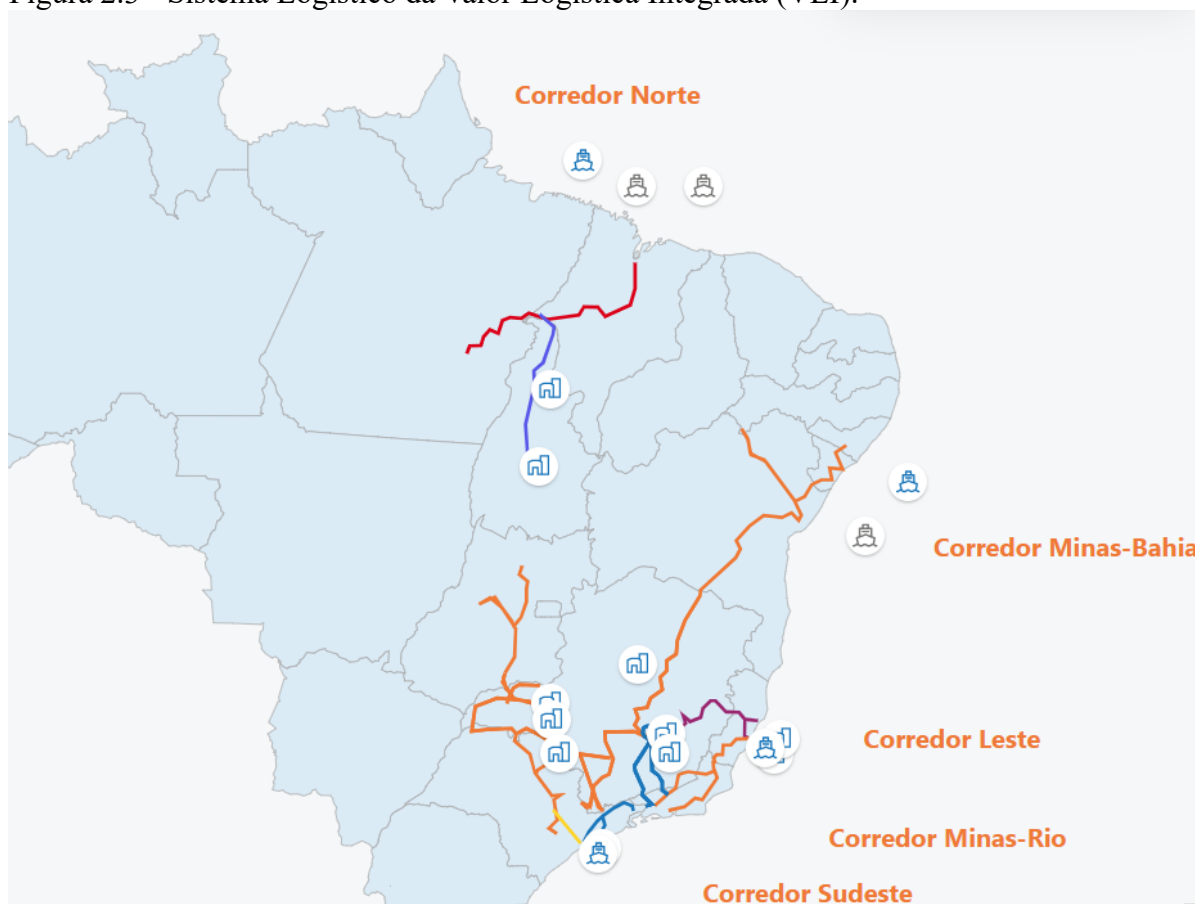
O modal ferroviário também é fundamental para a logística do setor sucroenergético de Uberaba. A VLI – Valor Logística Integrada⁹ controla a Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), que movimenta diversos produtos do agronegócio, como açúcar e etanol. Uma das linhas interliga, no Corredor Centro-Leste, Araguari/MG e Belo Horizonte/MG ao Porto de Tubarão (Vitória/ES). Uma outra linha, do mesmo corredor, interliga Uberaba/MG e Belo Horizonte/MG também ao Porto de Tubarão. Já a terceira linha, pertencente ao Corredor Centro-Sudeste, liga Brasília/DF, Anápolis/GO e Goiânia/GO, no Centro-Oeste, à Araguari/MG, Uberlândia/MG, Uberaba/MG, Ribeirão Preto/SP, Campinas/SP e São Paulo/SP, terminando no porto de Santos/SP (Santos, 2022).

A VLI possui um terminal integrador em Uberaba, sendo o maior terminal da VLI e é parte fundamental do Corredor Centro-Sudeste, uma das principais rotas de escoamento das exportações do agronegócio brasileiro (figura 2.3). O terminal é responsável pelo transporte e armazenagem de grãos e pela movimentação de açúcar, caracterizando-se como um dos maiores

⁹ A VLI – Valor Logística Integrada foi criada inicialmente como subsidiária da Vale S.A. e hoje tem como base acionária: Vale, Brookfield, Mitsui, FI-FGTS e BNDESPar.

e mais modernos terminais de carga da América Latina, com volume anual de 6,3 milhões de toneladas de milho e soja e 2,4 milhões de toneladas de açúcar (VLI, 2024).

Figura 2.3 - Sistema Logístico da Valor Logística Integrada (VLI).



Fonte: VLI (2024).

Em Uberaba há ainda a Estação Aduaneira do Interior (EADI), conhecida como Porto Seco do Triângulo, que funciona como centro de recebimento, armazenamento e distribuição de produtos do agronegócio. Trata-se de um terminal alfandegário, que oferece serviço de desembaraço, entrepostagem, despacho, movimentação de contêineres e mercadorias em geral, destinadas à importação e exportação. Embora não trabalhe com açúcar e etanol, é capaz de receber insumos químicos e mecânicos importados que podem beneficiar o setor sucroenergético, como defensivos agrícolas, equipamentos para fins industriais e agricultura de precisão (Porto Seco do Triângulo, 2024).

Tais fatores logísticos trazem uma maior competitividade ao setor sucroenergético de Uberaba e região. Quanto mais próximas estão as usinas sucroenergéticas dos centros logísticos, menores serão os custos com o transporte dos produtos, o que traz uma boa vantagem em relação às outras áreas canavieiras de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul. Por estar

mais próxima a grandes centros urbanos consumidores, nas regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Vitória; e também dos maiores centros exportadores, nos portos de Santos/SP, Paranaguá/SP e Ilha D'água/RJ, a logística regional tende ser mais facilitada (Santos, 2022).

Tratando dos aspectos físicos, Uberaba conta com características naturais propícias à agricultura, como uma topografia de baixa declividade que favorece a mecanização e uma boa disponibilidade de recursos hídricos fluviais e subterrâneos que viabiliza a irrigação (Santos, 2022). O clima tropical semiúmido, com médias acima de 18° C e com duas estações bem definidas, sendo uma seca entre maio e setembro e outra chuvosa entre outubro e abril, e com média pluviométrica anual de 1.600 mm, é bem favorável ao cultivo da cana-de-açúcar (Marin et al., 2009). O mesmo ocorre com os solos do tipo Latossolo Vermelho distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Latossolo Vermelho distroférrico, Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico e Argissolo Vermelho eutrófico (UFV et al., 2010), que são indicados à produção da cana-de-açúcar (Prado, 2011).

Uberaba também possui vantagens político-normativas que propiciam o crescimento do agronegócio e, conseqüentemente, do setor sucroenergético. A expansão da produção de cana-de-açúcar no Brasil e o desenvolvimento da indústria canavieira sempre dependeram de políticas de Estado. A natureza dessas políticas muda em diferentes períodos para atender às necessidades da época, mas sempre está presente, sejam elas de caráter monetário, político, fiscal ou ambiental.

As duas unidades de beneficiamento de cana-de-açúcar instaladas no município contaram com financiamentos do BNDES. De acordo com as informações disponibilizadas pelo banco, de 2006 até 2015, os dois empreendimentos do município receberam juntos um montante aproximado de 435 milhões de reais para investimentos e custeio, o que equivale a 37% de todo o valor das operações para o município no período (Flores, 2018).

No âmbito estadual, é importante citar os recursos financeiros que o BDMG – Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais disponibiliza para alavancar o setor sucroenergético, em linhas de financiamento como:

- i) Projetos de Inovação (implantação, ampliação e modernização de centros de PD&I); ii) Projetos para Médias Empresas (com faturamento de R\$ 30 a R\$ 250 milhões/ano); iii) Projetos para Grandes Empresas (com faturamento acima de R\$ 250 milhões/ano); iv) Projetos para o Setor Público (PPPs, concessionária de serviços e projetos de 163 infraestrutura socioeconômica); v) Crédito Rural. Como Crédito Rural o BDMG realiza o repasse de recursos dos seguintes programas do BNDES: Programa de Capitalização de

Cooperativas Agropecuárias (PROCAP-AGRO), Programa de Modernização da Agricultura e Conservação de Recursos Naturais (MODERAGRO), BNDES Financiamento de Máquinas e Equipamentos (FINAME AGRÍCOLA), Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária (INOVAGRO), Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (MODERFROTA), Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem (MODERINFRA) e Programa para Construção e Ampliação de Armazéns (PCA) (BDMG, 2017).

Essa concessão de benefícios também acontece pelo Poder Público municipal, especialmente ao conceder incentivos fiscais e na flexibilidade da legislação municipal. Também é comum que as prefeituras concedam doação e preparação de terrenos para instalação de empreendimentos e manutenção e abertura de estradas vicinais que beneficiem esses empreendimentos.

Tratando da legislação, desde o ano de 2003, Uberaba tinha em sua Lei Orgânica municipal, uma emenda que limitava o plantio de cana-de-açúcar no município a 10% do seu território, em uma clara preocupação com a velocidade da expansão do cultivo de cana-de-açúcar àquela época.

Essa limitação foi objeto de muita pressão dos empreendedores sucroenergéticos sobre o poder público municipal, visando a sua revogação. Em reunião ocorrida no ano de 2011, com a presença de representantes das usinas da região, constou em ata a fala do Secretário de Agricultura, em defesa do setor sucroenergético (Prefeitura de Uberaba, 2011):

O secretário de Agricultura, José Humberto Guimarães lembrou que a predominância na década de 80 era a pecuária na área rural de Uberaba. Com a entrada dos arrendatários de terra para plantio de soja e milho, o perfil do setor produtivo de Uberaba foi sendo alterado e hoje a cana integra o contexto de forma extraordinária. Ele mostrou aos participantes que num [sic] hectare a criação de bovinos rende R\$200 ao ano, enquanto que a soja até R\$420 e a cana até R\$850. De acordo com José Humberto, por isso o interesse dos produtores em diversificar a produção ou o arrendamento de suas terras. “Viemos tarzer [sic] o nosso aval. Não é preciso temer a cana. Hoje são adotadas as mais modernas técnicas de plantio, colheita e processamento”.

Nesse ano de 2011, o Prefeito à época, Anderson Adauto, teve um projeto apreciado pela Câmara Municipal, visando revogar o limite previsto na Lei Orgânica, porém a medida gerou reação e protestos de lideranças ambientalistas da cidade e não foi aprovado.

Em 2022, quando a limitação já estava sendo amplamente desrespeitada, nova proposta de revogação foi apreciada pelo Poder Legislativo de Uberaba. O vereador autor da proposta, Almir Silva, assim se pronunciou ao justificar a derrubada da limitação:

Ao limitar o perímetro a ser destinado ao plantio da cana-de-açúcar, na atualidade, interfere diretamente na política municipal e nacional de expansão agrícola e econômica, já que tal produto constitui a principal matéria-prima para a produção dos biocombustíveis em nosso município, especialmente o etanol. Limitar percentualmente o plantio da cana no município impede o regular e crescente desenvolvimento social e econômico da cidade, pois impacta diretamente na produção de biocombustível, diminui a geração de empregos e, também, resulta em queda da arrecadação tributária de Uberaba (RPA News, 2022).

Nessa oportunidade, obteve-se a maioria na votação para derrubada da emenda e liberação do plantio de cana-de-açúcar no município de Uberaba, sem limites para sua expansão. No ano de 2023, a cana ocupava cerca de 26% do território do município (IBGE, 2023).

Nas atas das reuniões, fica clara a troca de favores que ocorre entre os empreendedores e o líder do Executivo, que ao receber os representantes das usinas solicitando a retirada da limitação do plantio da cana, solicita recursos desses representantes para viabilizar um projeto de mobilidade urbana na cidade (Prefeitura de Uberaba, 2011).

Vê-se que o Poder Público atua criando um ambiente favorável a investimentos corporativos e, conseqüentemente, mais atrativo às grandes empresas, conjugando um arcabouço normativo favorável a investimentos públicos em infraestruturas e serviços locais (Santos e Silveira, 2010).

A existência, na unidade da federação e nos municípios, de normas econômicas e ambientais menos restritivas e mais flexíveis quanto ao uso e ocupação do solo rural e à fiscalização ambiental, bem como a pouca ou inexistência de Unidades de Conservação (UCs) e áreas de terras indígenas, são ainda fatores que muito favorecem os agentes do setor sucroenergético. Essas condições tendem a facilitar a instalação das UAS, a expansão da monocultura canavieira e a construção de empreendimentos logísticos (como as dutovias) e linhas de transmissão de energia (comercialização da bioeletricidade) (Santos, 2022, p. 170).

O município de Uberaba possui duas usinas sucroenergéticas em seu território: Vale do Tijuco Açúcar e Álcool S/A e Usina Uberaba S/A.

A Vale do Tijuco Açúcar e Álcool S/A¹⁰ (figura 2.4) integra a Companhia Mineira de Açúcar e Álcool – CMAA. A CMAA foi criada em 2006 pelo Grupo JF Citrus e, a partir de 2013 a Indoagri, multinacional da Indonésia, adquiriu a participação de 50% da Companhia.

¹⁰ Informações obtidas em entrevista realizada em junho de 2023 e no sítio eletrônico da empresa (<http://www.cmaa.ind.br/pt>).

Além da Vale do Tijuco, o grupo possui mais duas usinas: Vale do Pontal, no município de Limeira do Oeste/MG e Usina Canápolis, antiga Triálcool, no município de Canápolis/MG.

Figura 2.4 – Vista aérea da Usina Vale do Tijuco.



Fonte: Cana online (2023).

A Vale do Tijuco iniciou sua implantação no município de Uberaba/MG em 2008 e sua primeira safra ocorreu no ano de 2010. O empreendimento tem por objeto a fabricação de álcool etílico e açúcar a partir do processamento de cana-de-açúcar, além da produção de energia termoeletrônica por meio da queima do bagaço.

O parque industrial da Usina Vale do Tijuco situa-se na Fazenda Agropecuária União, na rodovia BR-050, km 116, zona rural do município de Uberaba. A indústria ocupa uma área de aproximadamente 89,99 hectares, distante (em linha reta) cerca de 47 km do centro de Uberlândia e a cerca de 52 km do centro de Uberaba.

O número total de empregados da Vale do Tijuco é de aproximadamente 1.400, englobando a indústria, área administrativa e parte agrícola. A atividade de fabricação e refinação de açúcar e destilação de álcool tem uma capacidade de 21.600 t/dia e a produção de energia termoeletrônica tem capacidade de geração de 85MW.

A Usina Uberaba S. A¹¹ integra o grupo Balbo e foi constituída a partir da parceria com a Caldepar Empreendimentos e Participações Ltda. O grupo nacional Balbo possui mais duas usinas: Usina Santo Antônio e Usina São Francisco, ambas no município de Sertãozinho/SP.

¹¹ Informações obtidas no sítio eletrônico da empresa (<https://www.canaverde.com.br/>).

A Usina Uberaba (figura 2.5) foi fundada no ano de 2005 e a primeira safra foi no ano de 2008. Está localizada entre os municípios de Uberaba e Nova Ponte, no estado de Minas Gerais. A indústria ocupa uma área de aproximadamente 205 hectares, distante (em linha reta) cerca de 71 km do centro de Uberlândia e a cerca de 43 km do centro de Uberaba.

Figura 2.5 – Vista aérea da Usina Uberaba.



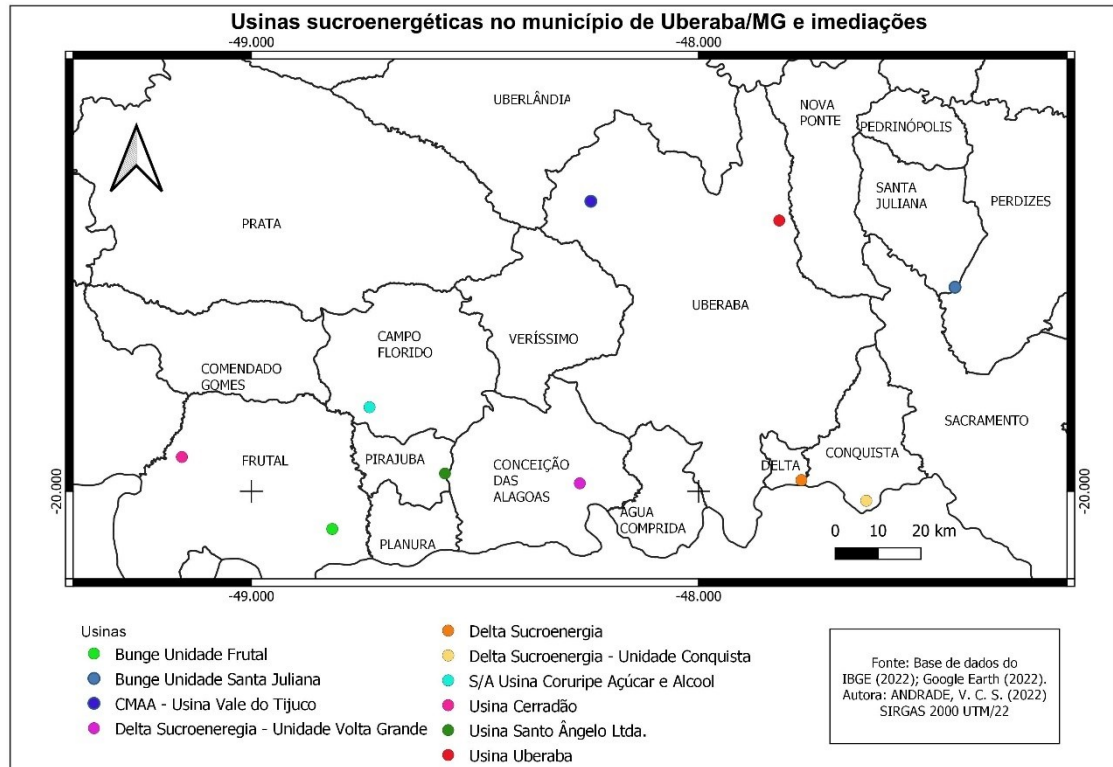
Fonte: Reprodução Google (2024).

O número total de empregados é de aproximadamente 1.500 e o empreendimento tem por objeto a fabricação de álcool etílico a partir do processamento de cana-de-açúcar, com capacidade de 16.000 t/dia, além da produção de energia termoelétrica por meio da queima do bagaço, com capacidade de geração de 52MW.

Apesar de Uberaba contar atualmente com duas usinas, há diversas outras usinas sucroenergéticas nas imediações, o que intensifica a cultivo da cana-de-açúcar no município e em toda a microrregião.

Conforme se observa no mapa 2.2, além das duas usinas do município de Uberaba, há oito usinas sucroenergéticas nas imediações, nos municípios de Delta, Conceição das Alagoas, Conquista, Pirajuba, Campo Florido, Frutal e Santa Juliana.

Mapa 2.2 - Localização das usinas sucroenergéticas em Uberaba/MG e imediações.



Fonte: Base de dados do IBGE (2022); Google Earth (2022); UDOP (2022).

Elaboração: A autora (2022).

A presença de tantas usinas sucroenergéticas na região fortalece o setor e favorece a logística, a concessão de benefícios e criação de políticas públicas, como o RenovaBio, mas agrava a ocorrência de impactos ambientais inerentes da intensificação da monocultura da cana-de-açúcar.

3. ANÁLISE DA FORMULAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS - RENOVABIO: O TERRITORIAL, O POLÍTICO E O ECONÔMICO¹²

RESUMO

A preocupação com as mudanças climáticas tem ocupado um papel central na atualidade, com a realização de eventos ambientais mundiais para discussão dos efeitos do uso excessivo de combustíveis fósseis e seus impactos negativos ao ambiente. Nessa perspectiva ocorreu a celebração do Acordo de Paris em que o Brasil assumiu metas de reconfiguração de sua matriz energética e, para alcançar o cumprimento de tais metas, foi criada a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), pela Lei nº 13.576/2017. Por ser mais uma política pública voltada para o incentivo do agronegócio, derivada de um forte histórico de dependência do setor sucroenergético de medidas do Estado para se sustentar, é importante refletir para além do conteúdo formal da política pública, observando quais interesses ela busca defender. Além disso, por criar um mecanismo expansor do cultivo da cana-de-açúcar, o RenovaBio traz rebatimentos territoriais e ambientais. Desta forma, o presente artigo objetiva realizar uma análise de política pública, em sua etapa de formulação, verificando o contexto econômico e político que embasou a aprovação e posteriores alterações no RenovaBio. Metodologicamente, a análise ocorreu em três níveis: Superficial; Abrangência territorial; e Estrutural. Verificou-se a formação de uma rede de atores envolvidos no processo, que demonstra a existência de relações de poder, algumas vezes traduzidas por subordinação, dependência de recursos ou de apoio político. Esses atores agiram para a construção do texto da lei que favorecesse à classe, aprovação do projeto de lei em tempo recorde, regulamentação direcionada, flexibilização de requisitos e fixação de altas metas de aquisição de créditos de descarbonização. O RenovaBio é muito promissor, mas ainda há lacunas a serem sanadas e uma série de interferências políticas que prejudica o desenvolvimento, transparência e credibilidade do programa.

Palavras-chave: Política Nacional de Biocombustíveis; RenovaBio; Análise de política pública; Cana-de-açúcar.

Keywords: National Biofuels Policy; RenovaBio; Public policy analysis; Sugar cane.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com as mudanças climáticas tem ocupado um papel central na atualidade, com a realização de eventos ambientais mundiais para discussão dos efeitos do uso excessivo de combustíveis fósseis e seus impactos negativos no ambiente.

Há uma pressão global para o aumento da produção de biocombustíveis, propagados como fonte de energia de baixo carbono, visando à redução da emissão de gases de efeito estufa, sendo a cana-de-açúcar uma das alternativas pelo seu potencial na produção de etanol e outros biocombustíveis (Florini; Sovacool, 2009).

Nessa perspectiva ocorreu a celebração do Acordo de Paris, em dezembro de 2015, durante a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP21), em que se materializou a aprovação de um acordo universal definindo medidas para reconfiguração da matriz energética dos países signatários.

¹² Publicado em 27/03/2024. Disponível em <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/71461>.

O Brasil assumiu um compromisso voluntário na COP21, com metas a serem alcançadas até 2030, para redução em 43% das emissões de gases de efeito estufa e participação de 45% de energias renováveis na matriz energética nacional, dentre outras metas, que fazem parte de suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC na sigla em inglês) (MME, 2017).

Para viabilizar o cumprimento da sua meta, foi criada no Brasil a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), por meio da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017).

Para participar do programa RenovaBio, os produtores de biocombustíveis passam por um processo de certificação voluntária e devem cumprir os critérios de elegibilidade (MME, 2017), no qual a firma inspetora, credenciada pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), avalia dados sobre o processo de produção e importação de biomassa e biocombustíveis, levando em consideração a eficiência energética e o ciclo de vida mensurado pela RenovaCalc, a calculadora do programa que mede a intensidade de carbono e utiliza esse resultado para compor a nota de eficiência, emitindo o Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis.

Com base na nota de eficiência energético-ambiental, o produtor emite Créditos de Descarbonização (CBIOs), que são escriturados por instituição financeira em quantidade proporcional ao volume de biocombustível produzido. Ato contínuo, os CBIOs são comercializados na bolsa de valores, tendo como público principal de aquisição as distribuidoras de combustíveis fósseis, que são obrigadas a adquirir para cumprir as metas impostas na Resolução ANP nº 802/19 (ANP, 2019).

Todo o mecanismo do RenovaBio já se encontra em funcionamento. A primeira usina sucroenergética foi certificada em outubro de 2019 e, até setembro de 2023, 279 usinas já obtiveram seus certificados de produção eficiente de etanol junto à ANP, o que representa 75% do total de usinas autorizadas a produzir (ANP, 2023a).

Em 28 de julho de 2023, o RenovaBio atingiu a marca de 100 milhões de CBIOs comercializados. Conforme divulgado pelo Governo Federal, teoricamente, esse valor corresponde a 100 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) que deixaram de ir para a atmosfera ao substituir o uso de combustíveis fósseis por biocombustíveis (ANP, 2023b).

Assim, o RenovaBio é uma política pública promissora, com iniciativa centrada na avaliação da intensidade de carbono de cada combustível, que possui potencial para promover ganhos de eficiência energética na produção e no uso dos biocombustíveis. Isso porque os biocombustíveis com níveis menores de emissão associada poderão emitir um número maior

de créditos a serem comercializados, funcionando como um incentivo para que as usinas invistam na melhoria ambiental de seus processos produtivos.

O RenovaBio foi criado como uma política pública integrante da política energética nacional e possui os seguintes objetivos:

I - contribuir para o atendimento aos compromissos do Brasil no âmbito do Acordo de Paris; II - contribuir com a adequada relação de eficiência energética e de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa; III - promover a adequada expansão da produção e do uso de biocombustíveis; e IV - contribuir com previsibilidade para a participação competitiva dos biocombustíveis no mercado nacional de combustíveis (BRASIL, 2017).

Apesar de não ser classificado como uma política pública ambiental, o RenovaBio tem dois dos seus objetivos vinculados à mitigação dos gases de efeito estufa, o que ressalta o cunho ambiental do programa criado.

Além disso, o RenovaBio objetiva expressamente promover a expansão dos biocombustíveis, o que acarretará, conseqüentemente, impactos ambientais decorrentes do necessário plantio da principal matéria prima, a cana-de-açúcar.

O setor sucroenergético possui um histórico de dependência de medidas do Estado para se sustentar. Pelas políticas públicas anteriores e demais movimentações do Estado, do Congresso e do setor do agronegócio (aí incluído o sucroenergético), é preciso verificar estas ações que são divulgadas como protetivas ao ambiente.

Por criar um mecanismo expansor do cultivo da cana-de-açúcar, o RenovaBio traz rebatimentos territoriais e ambientais, sendo vinculado a mudanças prejudiciais no uso da terra, desmatamento e perda de biodiversidade (Naylor, Liska, Burke, Falcon, Gaskell, Rozelle e Cassman, 2007).

Diante disso, o presente trabalho objetiva realizar a análise da Política Nacional de Biocombustíveis – RenovaBio, na etapa de formulação, verificando o contexto econômico e político que embasou sua criação e aprovação.

O trabalho está dividido em quatro sessões, sendo essa introdução, a estratégia metodológica, a discussão dos resultados subdividida nos três níveis de análise e as considerações finais.

2. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Howlett, Ramesh e Perl (2013) entendem o processo político de criação de uma política pública como um ciclo com cinco estágios inter-relacionados: montagem de agenda; formulação da política; tomada de decisão; implementação; e avaliação.

A análise proposta nesse trabalho se aterá ao estágio de formulação da política, em que já está selecionado o problema público a ser tratado, cabendo pensar estratégias para sua resolução. A formulação de política constitui-se no estágio em que os governos democráticos traduzem seus propósitos e plataformas eleitorais em programas e ações que produzirão resultados ou mudanças no mundo real (Souza, 2006).

O processo de formulação, também chamado de elaboração, não é linear. Muitas vezes, após finalizada e implementada, são realizadas movimentações para adequações e alterações. No caso do RenovaBio, expresso em uma lei de 2017, há diversos decretos, portarias e circulares posteriores que trouxeram regulamentações e alterações da política pública e que, portanto, compõem a etapa de formulação.

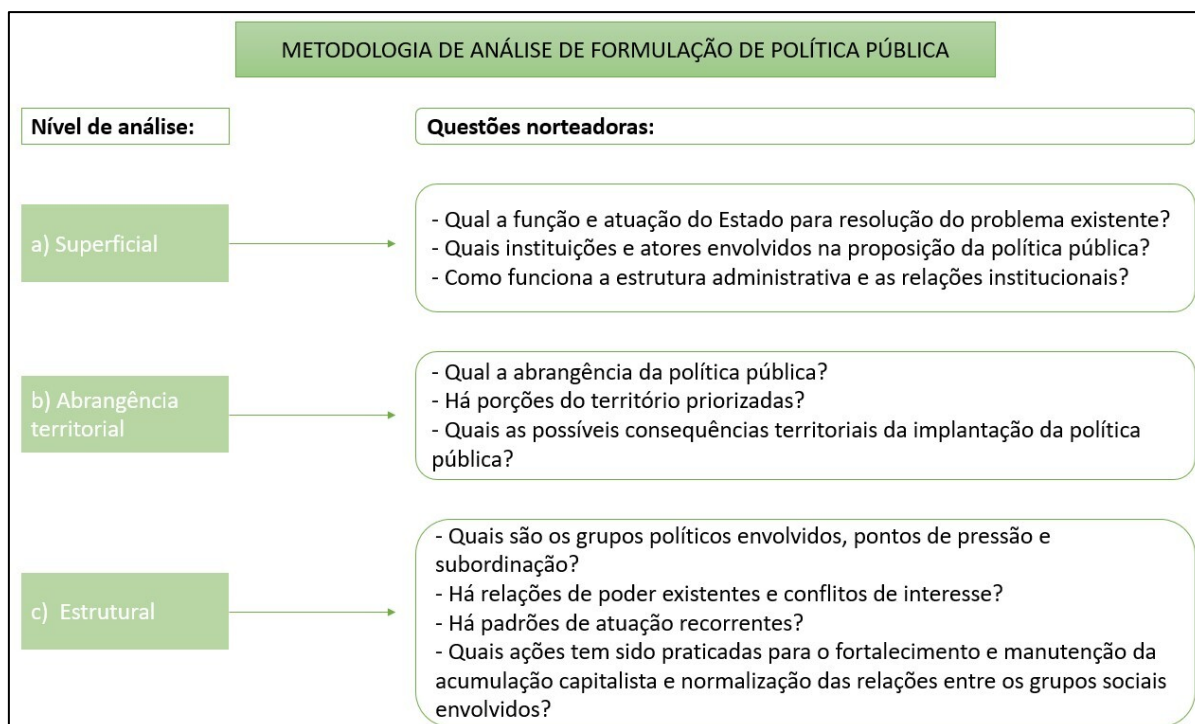
Dagnino, Thomas, Gomes e Costa (2015) propõem uma metodologia de análise de política pública denominada “Ciclo interativo da análise de política”, com base em três níveis: Interesse dos atores; Aparência ou superficial; e Essência ou estrutural.

Freitas, Steinberger e Fernandes (2013), por sua vez, trazem uma metodologia de análise de políticas públicas fracionada em três esferas: Conteúdo formal da proposta política; O jogo político de fazer política; e Abordagem espacial-territorial.

Partindo-se da hipótese de que para a proposição do RenovaBio houve um relevante “jogo político de fazer política”, nesse trabalho será utilizada uma metodologia pautada nas duas propostas anteriormente citadas, resultando nos níveis de análise de política pública: Superficial; Abrangência territorial; e Estrutural (figura 1).

A partir da análise de política busca-se identificar não só os grupos sociais, instituições e agrupamentos políticos envolvidos em problemas da esfera pública, mas também as disputas de poder travadas e ações tomadas para manutenção desse poder. Some-se aí a verificação de aspectos territoriais contidos na política, partindo-se do pressuposto de que toda política pública de cunho ambiental tem o território como seu suporte e seu desenvolvimento traz impactos nessa esfera (Freitas, Steinberger e Fernandes, 2013; Dagnino, Thomas, Gomes e Costa, 2015).

Figura 1: Metodologia de análise de formulação de política pública.



Fonte: As autoras (2023).

A análise não deve se basear somente na política pública, mas em toda a dinâmica que perpassa a tomada de decisão, buscando identificar as questões ali implícitas (Ham e Hill, 1993).

O RenovaBio trata-se de uma política pública prevista em um texto legal. Para percepção dos discursos e intencionalidades ali contidos foi realizada a análise de documentos legais (Lei nº 13.576/2017, Decreto nº 9.888/2019 e alterações posteriores), da Nota explicativa sobre a proposta de criação da Política Nacional de Biocombustíveis (MME, 2017), de sites oficiais das entidades envolvidas, de notícias e de artigos científicos que examinaram temas relacionadas a essa pesquisa anteriormente.

Realizou-se também a análise dos arquivos de contribuições enviados às chamadas e audiências públicas realizadas por:

- a) Ministério de Minas e Energia - MME: Consulta pública nº 26/2017; Consulta pública nº 46/2018; Consulta pública nº 70/2019; Consulta pública nº 94/2020 (MME, 2020).
- b) Agência Nacional de Petróleo e Biocombustíveis - ANP: Consulta pública nº 10/2018; Consulta pública nº 07/2019; Consulta pública nº 23/2019 (ANP, 2022).

3 ANÁLISE DA ETAPA DE FORMULAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS

3.1 Superficial

As políticas públicas estão intimamente ligadas à resolução de problemas da sociedade. Elas são uma das formas do Poder Público atuar, movimentando a máquina do governo e podem ter distintos suportes legais a embasá-las (Bucci, 2006).

Assim, o Estado induz ações e age por meio de políticas públicas que contêm propostas voltadas para intervir sobre determinadas questões. No caso do RenovaBio, o problema indutor foram os compromissos assumidos na COP21, em 2015.

As tratativas sobre o RenovaBio iniciaram a partir de uma proposta da Diretoria de Biocombustíveis do MME em 2016, com a realização do Workshop “RenovaBio – Biocombustíveis 2030”. Após, o MME realizou a Consulta Pública nº 26 em 2017 para definir parâmetros gerais do programa (MME, 2020).

Em 25 de agosto de 2017, foi publicada a Nota Explicativa sobre a proposta de criação da Política Nacional de Biocombustíveis, funcionando como uma carta de intenções, contendo todos os detalhes dos objetivos, fundamentos e funcionamento do programa (MME, 2017).

Essa Nota Explicativa foi elaborada por uma equipe técnica composta por colaboradores das seguintes instituições: Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Estudos sobre os Estados Unidos (INCT-INEU), Universidade de São Paulo (USP/Esalq), Universidade de Campinas (Unicamp), Universidade Estadual de São Paulo (Unesp), Pontifícia Universidade Católica (PUC/SP), Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) e a consultoria Agroícone (MME, 2017).

O Projeto de Lei nº 9086/2017 com a proposta do RenovaBio foi apresentado pelo deputado Evandro Gussi no dia 14 de novembro de 2017. Após requerimento de caráter de urgência para tramitação, o PL foi aprovado na Câmara dos Deputados com três emendas e encaminhado ao Senado Federal (Câmara dos Deputados, 2019). No dia 12 de dezembro de 2017, o relator deu seu parecer em Plenário, ocorrendo a aprovação sem nenhuma alteração (Senado, 2017).

Desde a proposta do projeto de lei até sua aprovação nas duas casas do Congresso, transcorreram 28 dias. A Lei nº 13.576 foi sancionada e publicada em 26 de dezembro de 2017, com regulamentação pelo Decreto nº 9.888/2019.

Foram realizadas outras consultas públicas pelo MME e ANP visando a regulamentação do programa, cada uma com seu objetivo específico (quadros 1 e 2).

Quadro 1 - Consultas públicas do MME sobre o RenovaBio.

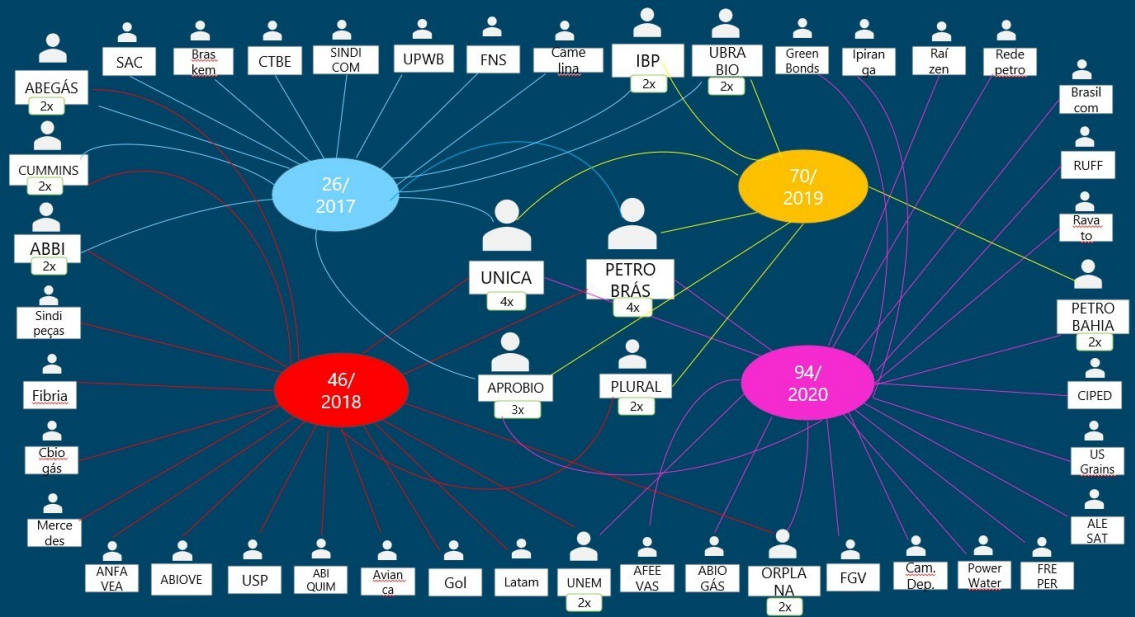
Nº	DATA	OBJETIVO
26	15/02/2017	Definição dos valores, objetivos e diretrizes estratégicas.
46	04/05/2018	Definição do primeiro ciclo de metas de descarbonização.
70	30/04/2019	Proposição de limites máximos das metas de descarbonização para o ciclo 2020-2029.
94	05/06/2020	Proposta de definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis e dos seus intervalos de tolerância.

Fonte: Elaboração das autoras (2023), com informações de MME (2020).

Qualquer entidade, pública ou privada, pessoa física ou jurídica, pode participar da consulta pública e enviar sua contribuição sobre o tema proposto. Nas consultas públicas realizadas pelo MME houve a predominância de dois atores, que participaram de todas as consultas: UNICA e PETROBRAS, seguidas da APROBIO com três participações (figura 2). São atores relevantes na indústria de energia no Brasil, sendo a APROBIO uma associação que representa nacionalmente a cadeia produtiva dos biocombustíveis. A UNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia é a maior organização representativa do setor de açúcar, etanol e bioeletricidade do Brasil, com centenas de usinas sucroenergéticas associadas. A PETROBRAS é uma das maiores empresas de capital aberto que atua de forma integrada e especializada na indústria de óleo, gás natural e energia. Nota-se ainda a escassa participação de instituições públicas e científicas.

A ANP realizou três consultas públicas, seguidas de audiências públicas que versaram sobre os mesmos temas e que receberam contribuições de diversas instituições (quadro 2 e figura 3).

Figura 2 - Instituições participantes nas consultas públicas realizadas pelo MME.



Fonte: Elaboração das autoras (2023), com informações de MME (2020).

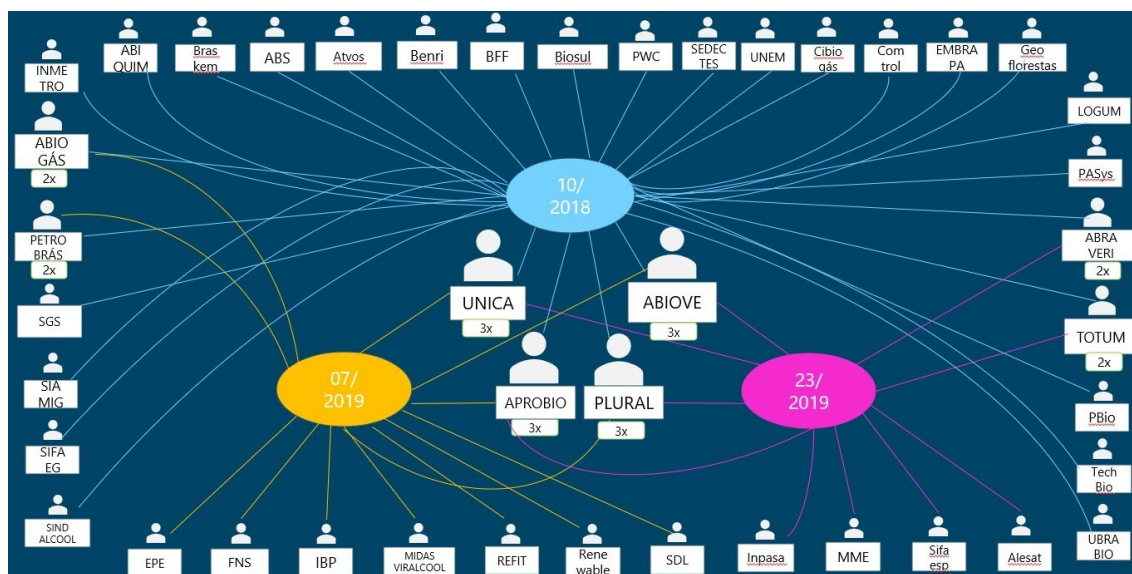
Quadro 2 - Consultas públicas da ANP sobre o RenovaBio.

Nº	DATA	OBJETIVO
10	11/05/2018	Regulamentação do credenciamento de firmas inspetoras e da certificação dos biocombustíveis.
07	07/03/2019	Individualização das metas compulsórias anuais.
23	25/10/2019	Regulamentação dos procedimentos para emissão primária dos CBIOs.

Fonte: Elaboração das autoras (2023), com informações de ANP (2022).

Nesse cenário, ABIOVE, APROBIO, ÚNICA e PLURAL foram os participantes mais expressivos, sendo que as três últimas enviaram ainda apresentação multimídia para serem veiculadas na audiência pública nº 23. UNICA e APROBIO já haviam se destacado nas consultas públicas do MME, assim como a PLURAL, que somou duas participações nas consultas do MME e três nas consultas da ANP. A PLURAL é uma associação nacional que representa as principais empresas distribuidoras de combustíveis e lubrificantes do país, tendo entre suas associadas a Cosan, Ipiranga, Petrobras, Raízen e Shell. Já a ABIOVE é a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais e representa 19 empresas produtoras de farelo, óleos vegetais e biodiesel.

Figura 3 - Instituições participantes nas consultas públicas da ANP.



Fonte: Elaboração das autoras (2023), com informações de ANP (2022).

Esse levantamento demonstra que a participação nas audiências e chamadas públicas se deu de forma unânime pelas partes interessadas, o que pode ocasionar uma influência direta nos temas debatidos.

Por outro lado, não houve a participação de representantes de outros setores, como por exemplo da academia ou ambientalistas, que teriam a finalidade de contrabalancear os interesses que estavam em discussão e que, na sequência, resultaram em modificações na legislação do RenovaBio.

3.2. Abrangência territorial

A monocultura canavieira vem sofrendo forte expansão no país em razão de diversos fatores. O interesse no etanol e demais biocombustíveis como substitutos aos combustíveis fósseis, a concessão de incentivos fiscais para a instalação de novas usinas sucroenergéticas, a cogeração de energia utilizando-se do bagaço e a abertura ao capital estrangeiro podem ser destacados como algumas das causas dos cíclicos picos de crescimento do setor. Some-se a isso, a utilização de novas tecnologias que proporcionaram um aumento na produtividade e consequente diminuição dos custos (Campos, 2014).

As áreas de Cerrado foram, e ainda são, o principal objeto de ocupação, através do processo de territorialização, onde ocorre a reconversão produtiva em razão da crescente demanda de expansão do cultivo da cana-de-açúcar (Aracri, 2013).

O território é fonte de recursos e deve ser compreendido a partir da sua relação com a sociedade e suas relações de produção, o que pode ser identificado pela indústria, agricultura, circulação de mercadorias, ou seja, pelas diferentes maneiras que a sociedade se utiliza para se apropriar e transformar a natureza (Sposito, 2004).

Ultrapassando a evidente motivação econômica e seu caráter social, os territórios fundamentam-se ainda em relações políticas, que exercem suas funções reguladoras sobre os espaços territorializados.

O Estado é responsável pela organização do território, bem como pela materialização dos aparelhos necessários, tais como, escolas, prisões, hospitais. Funcionando como uma espécie de dispositivo de poder, o Estado condensa todas as relações de força dos atores, grupos e classes sociais (Freitas, 2015).

Uma das formas de ação do Estado, se dá pelo desenvolvimento de políticas públicas, que podem ser conceituadas como um programa de ação governamental, consistindo num conjunto de medidas articuladas, cujo objetivo é dar impulso, isto é, movimentar a máquina do governo.

Para Steinberger (2013), todas as políticas públicas possuem em comum sua fundamentação espacial, já que são geradas dentro dos aparelhos de Estado e são formuladas a partir dos embates internos dos distintos agentes, grupos e classes, que são condensados na estrutura do Estado e referenciados no território. As políticas públicas acontecem no território e, dessa forma, se relacionam ao ambiente e ao binômio sociedade-natureza. Todas as políticas públicas possuem então, o aspecto territorial e ambiental em seu sentido amplo.

Nesse sentido, política ambiental pode ser entendida como o conjunto de orientações gerais que guiam a ação estatal buscando a harmonia na relação sociedade-natureza, tendo o ambiente como seu elemento fundamental e buscando, a partir de uma visão estratégica, corrigir o acúmulo de agravos a ele construídos historicamente, por meio de uma orientação dos usos da natureza e do território (Pagnoccheschi e Bernardo, 2006).

As políticas públicas de cunho ambiental buscam regular a ação do homem sobre a natureza, tanto para corrigir o mau uso, quanto para orientar o uso adequado. Deduz-se daí que o uso da natureza e, por extensão, o uso do território, constitui a essência da intervenção reguladora, pois intervir sobre a natureza é intervir sobre seu suporte, que é o território. Portanto, o homem, ao utilizar a natureza estará, simultaneamente, usando o território, razão pela qual se pode dizer que uma política ambiental, necessariamente, possui uma dimensão territorial (Steinberger e Abirached, 2013).

O RenovaBio, como dito, apesar de compor a política energética nacional, possui cunho ambiental, possuindo ainda, abrangência nacional, visto que se aplica a qualquer produtor de biocombustível, que terá a faculdade de se credenciar no programa, independentemente do local em que estiver situado.

A monocultura da cana-de-açúcar está presente em vários estados brasileiros e tem sido, sucessivamente, objeto de políticas públicas para alavancarem seu crescimento. Tais incentivos, somados às condições climáticas, topográficas, tecnológicas e logísticas favoráveis, ocasionaram uma forte expansão para a região Sudeste, notadamente São Paulo e Minas Gerais e, atualmente, em franco crescimento para a região Centro-Oeste, áreas com predomínio do Cerrado (tabela 1).

Tabela 1: Produção e área plantada de cana-de-açúcar por região do Brasil na safra 2022/2023.

Região	Produção (mil toneladas)	Área plantada (mil hectares)
Norte	3.823,0	47,3
Sul	30.953,1	475,4
Nordeste	56.060,7	871,7
Centro Oeste	131.539,2	1.765,5
Sudeste	387.755,3	5.127,1

Fonte: Organização das autoras (2023), com informações de CONAB (2023).

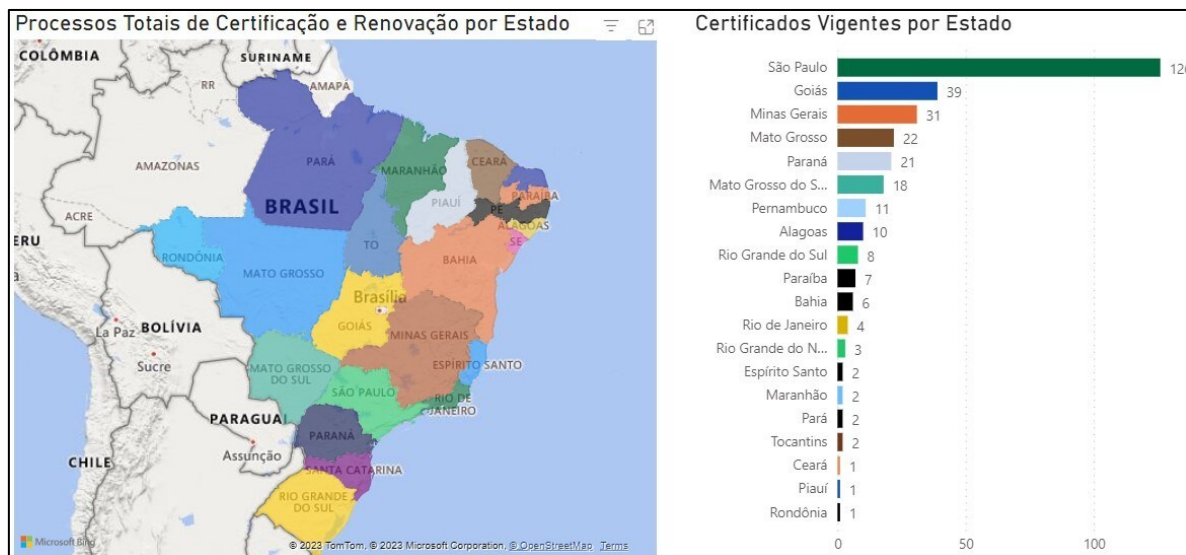
O estado de São Paulo é responsável por 50% da produção nacional, seguido por Goiás e Minas Gerais, concretizando a hegemonia dos estados das regiões Sudeste e Centro-Oeste na produção sucroenergética (tabela 1).

O painel dinâmico do RenovaBio (figura 4) mostra que São Paulo lidera o ranking de usinas certificadas no programa (126), seguido por Goiás (39), Minas Gerais (31) e Mato Grosso (22). Acre, Amazonas, Roraima e Amapá não possuem nenhuma usina certificada, tendo a região Norte somente 5 usinas. A região Nordeste totaliza 41 usinas certificadas, corroborando a predominância de certificações nos estados situados no domínio morfoclimático do Cerrado.

Ao se tratar da expansão do cultivo da cana-de-açúcar nas áreas de Cerrado, é importante discutir a respeito do zoneamento agroecológico (ZAE) do setor canavieiro no Brasil. O ZAE foi criado por meio do Decreto Presidencial nº 6.961/2009, acompanhado por um estudo técnico coordenado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Teve por objetivo fornecer subsídios técnicos para a formulação de políticas públicas visando a expansão sustentável da cana-de-açúcar no país (EMBRAPA, 2009).

Figura 4 - Painel dinâmico do RenovaBio com o número de usinas certificadas por estado em setembro de 2023.



Fonte: ANP (2023).

O ZAE foi considerado uma vitória do setor ambientalista do governo à época, por proibir a instalação de novas usinas na Amazônia, Pantanal e na Bacia do Alto Paraguai, além de vetar a supressão de vegetação nativa para o cultivo da cana. Os estados identificados com maior aptidão para a expansão da cana foram Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Paraná, além da parcela do Mato Grosso que não compõe a Amazônia Legal.

O RenovaBio, originalmente, tinha três critérios de elegibilidade em relação às áreas elegíveis para participação no programa:

1. Toda a produção deve ser oriunda de área sem desmatamento após a data de promulgação da lei do RenovaBio (26 de dezembro de 2017);
2. Toda a área deve estar em conformidade com o Código Florestal, por meio da regularização do Cadastro Ambiental Rural (CAR);
3. As áreas de produção devem estar em conformidade com o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar.

Todavia, o Decreto implementador do ZAE-Cana foi revogado em 2019, pelo Presidente à época, Jair Bolsonaro, fazendo com que o RenovaBio perdesse um de seus importantes elementos limitadores, que até o momento não foi substituído. Este ato demonstra

o interesse em flexibilizar os requisitos originais do programa, expandindo o cultivo da cana-de-açúcar e causando mais riscos ambientais.

Após a revogação do ZAE-Cana, o Ministério Público Federal obteve judicialmente a suspensão da liberação do cultivo da cana-de-açúcar nas áreas do Pantanal e Amazônia, impedimento que ainda permanece por ausência de decisão final no processo (MPF, 2022). Essa decisão liminar tem evitado, ainda que provisoriamente, a expansão da cana-de-açúcar nas áreas antes protegidas pelo ZAE-Cana, carecendo agora de uma nova legislação que garanta proteção mais consistente a tais áreas.

Ademais, há o reforço da destinação de políticas públicas à região central do país, que concentra a maioria de usinas sucroenergéticas. Nessas áreas há uma franca expansão do cultivo da cana-de-açúcar, agora impulsionadas pelo RenovaBio, já que quanto mais biocombustível é produzido, mais CBIOs serão comercializados e mais as usinas obterão lucro.

3.3 Estrutural

Na história recente brasileira, há diversos capítulos de intervenções estatais para incentivo do setor sucroenergético. O mais lembrado é o Proálcool (Programa Nacional do Álcool), de 1975, mas há inúmeros exemplos: concessão de financiamentos, redução de tributos, aumento da quantidade de etanol na gasolina, parcelamentos e perdão de dívidas.

Segundo Delgado (2012), o agronegócio é um modelo de produção e gestão resultante da associação do capital agroindustrial nacional e internacional com a grande propriedade fundiária. Essa associação acarreta o envolvimento do capital bancário e financeiro, da ciência, da tecnologia e da informação na apropriação das terras e na imposição e consolidação de um tipo de uso da terra e um tipo de produção alimentar.

O agronegócio brasileiro como um todo, tem, reiteradamente, obtido benesses políticas e legislativas:

(...) as “conquistas” do setor emplacadas via reforma trabalhista, mudança do Licenciamento Ambiental, fim da prioridade de compra de alimento da merenda escolar vindo de assentamentos e comunidades, além da aprovação do Projeto de Lei 9086/2017, que criou a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). Abre-se caminho para um conjunto de incentivos fiscais, ampliação da participação da bioenergia proveniente dos canaviais na matriz elétrica nacional e a promessa de 1,4 trilhões de reais em investimentos no setor sucroenergético em longo prazo. Ainda como destaques recentes, pontuou-se o crescimento da liberação de agrotóxicos (quase 500 anualmente), o rebaixamento da classe de toxicidade de aproximadamente 600 produtos, a ampliação do dólar (favorecendo

amplamente a exportação de gêneros agrícolas), os constantes ataques de Bolsonaro em prol da flexibilização da legislação / fiscalização ambiental e trabalhista e a tramitação do perdão das dívidas do Fundo de Assistência ao Trabalhador Rural (Funrural) e do Imposto Territorial Rural (ITR) – que pode viabilizar entre R\$ 34 bilhões e R\$ 40 bilhões em descontos ou revogações de débitos para o agronegócio (Stacciarini, 2021, p. 17).

A aprovação do RenovaBio, assim como todas as demais medidas acima citadas, demonstra um padrão de atuação recorrente, que visa fortalecer e expandir um setor que sempre pressionou e demandou pela criação de políticas públicas de longo prazo, que viessem rentabilizar e trazer mais segurança econômica.

No caso do RenovaBio, após a assinatura do Acordo de Paris, surgiu a necessidade de criação de uma política pública que viabilizasse o cumprimento das metas assumidas, em especial a diminuição da emissão dos gases de efeito estufa, que tem como principal causador o uso de combustíveis fósseis.

O jogo político existente no Congresso, bem como o poder que possui a antiga bancada ruralista, atualmente denominada Frente Parlamentar da Agropecuária (FPA), fez com que o RenovaBio fosse aprovado no tempo recorde de 24 dias de tramitação, sendo que a média de tempo para aprovação de um projeto de lei no Brasil é de mais de mil dias (Marcelino, 2020).

Em 2017, ano de aprovação do RenovaBio, o agronegócio possuía a bancada mais organizada do Congresso, com 18 partidos, 210 deputados federais e 26 senadores, totalizando 236 congressistas, representando 39,7% do efetivo total.

No sistema político brasileiro, há grupos que, muitas vezes, conseguem obter representantes eleitos para cargos políticos e administrativos, visando preservar a defesa de seus interesses (Santos, 2020). Assim, estes grupos garantem o acesso e os canais de influência entre os formuladores de políticas públicas, facilitando a legitimação de suas demandas.

No caso do RenovaBio, houve o fenômeno *revolving-door* (porta-giratória), na qual o tomador de decisão político saiu de seu mandato legislativo para um cargo de representação em um grupo de interesse (Lazaro e Thomaz, 2021). O ex-deputado federal Evandro Gussi, autor do projeto de lei do RenovaBio, teve seu mandato legislativo iniciado em 2015 e finalizado em 31 de janeiro de 2019. Ele optou por não concorrer à reeleição e assumiu a presidência da UNICA doze dias depois, em 12 de fevereiro de 2019.

Evandro Gussi ocupa também, desde agosto de 2022, a presidência do Conselho Consultivo da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia (EPE, 2022).

A UNICA foi justamente uma das entidades que teve participação central no desenvolvimento do RenovaBio, não somente pela proposição do projeto de lei, mas também como maior participante nas audiências públicas e ofertando contribuições nas consultas.

Existem elos de ligação invisíveis que conectam as instituições entre si e podem ser caracterizados, por exemplo, pela dependência de recursos financeiros que são barganhados em troca de apoio político, visando garantir a manutenção do poder e da estrutura capitalista (Dagnino, Thomas, Gomes e Costa, 2015).

O Estado, portanto, atua de modo que o planejamento e a intervenção na economia assegurem os interesses particulares do grupo que o domina e constitui. Desse modo, o uso privado da coisa pública demonstra que as práticas e ações políticas são personificadas e revelam a estrutura do poder (Souza, 2006).

Seguindo essa linha, o RenovaBio se trata da resposta política aos anseios das usinas sucroenergéticas na criação de um mecanismo que rentabilizasse a atividade. As forças políticas que agiram para aprovação do programa em tempo recorde e para difundi-lo como única forma de cumprimento do Acordo de Paris e de redução dos gases de efeito estufa, continuam a agir para que mais usinas se cadastrem, para que as metas de aquisição dos CBIOS pelas distribuidoras de combustíveis fósseis sejam cada vez mais altas e não sejam adiadas ou prorrogadas.

Essas mesmas forças agem buscando flexibilizar os requisitos do programa. Em uma de suas contribuições enviadas à ANP em consulta pública, a UNICA requereu que o cumprimento do requisito de ausência de supressão de vegetação nativa somente iniciasse com a publicação de nova regulamentação por parte da ANP. Tal requerimento significava a concessão de mais prazo para desmatar, já que a lei vigente estabelecia como marco temporal a vigência da lei do RenovaBio como data limitadora da ocorrência de supressão. A UNICA requereu também que fossem aceitas áreas desmatadas em que foram realizadas compensações ambientais. Tais sugestões não foram atendidas (ANP, 2022).

A retirada do ZAE-Cana do rol de requisitos de elegibilidade do programa foi uma solicitação não somente da UNICA, mas também de outras instituições representativas (ANP, 2022), e como já dito, esse ponto foi atendido pelo governo e o ZAE-Cana foi revogado.

Logo, o RenovaBio como política pública, carrega consigo a desconfiança de sua motivação, já que o jogo político atuante em sua retaguarda é notável.

Isto acontece em razão da preocupação predominante com o fator econômico, pois o RenovaBio traz muitas expectativas relacionadas aos investimentos em torno de seu produto de mercado, os CBIOS, negociados em bolsa de valores.

Em junho de 2020, o primeiro CBIO foi comercializado a R\$50,50. Em junho de 2022, atingiu o valor recorde de R\$202,62. Em 2022 a média de comercialização anual foi de R\$111,65 e até a metade do ano de 2023 o valor médio anual de comercialização também esteve na faixa de cem reais (DATAGRO, 2023).

Tendo em vista que a meta compulsória de aquisição de CBIOs pelas distribuidoras de combustíveis fósseis para o ano de 2023 é de 37.470.000 (trinta e sete milhões, quatrocentos e setenta mil) de CBIOs, as usinas sucroenergéticas irão faturar mais de três bilhões com esse título nesse ano (ANP, 2023b).

Portanto, toda a pressa e articulação para aprovação do projeto de lei e manutenção das metas denota claramente que para o empresariado da indústria sucroenergética o RenovaBio representa uma oportunidade de retomada de crescimento após as crises sucessivas que o setor enfrentou.

Além dessa articulação política, há ainda um trabalho invisível que a indústria sucroenergética realiza ideologicamente. Bachrach e Baratz (1962) explicam que o poder é exercido quando um ator utiliza suas forças para criar ou reforçar valores sociais e políticos e práticas institucionais para restringir o debate a questões do seu interesse. Há um nível de conformação do processo político a questões seguras, em que se utiliza do poder para explicitar somente os conflitos que serão debatidos, agindo para suprimir outros que viriam comprometer os temas escolhidos para enfrentamento.

Nesse sistema de dominação, o poder é usado para manipular os interesses e preferências das pessoas. Isso pode acontecer, por exemplo, através da socialização pela educação e pela utilização da mídia.

No Brasil, são amplamente conhecidas as publicidades sobre o agronegócio sob o slogan “O Agro é pop, o agro é tech, o agro é tudo”, que objetivam atribuir ao setor a importância de carro-chefe da economia do país.

Benites-Lázaro, Mello Théry e Lahsen (2017) analisaram 35 vídeos e apresentações multimídia produzidos como parte da comunicação de marketing da UNICA, objetivando examinar as estratégias de *storytelling* de negócios utilizada pela instituição.

As autoras concluíram que há o uso do *storytelling* (contar histórias) para promover imagens positivas das empresas de cana-de-açúcar como uma indústria ambientalmente e socialmente responsável, enfatizando os seguintes pontos: importância da indústria da cana-de-açúcar para o planeta, desenvolvimento de energia renovável, sustentabilidade, combate às mudanças climáticas, e geração de empregos. O *storytelling* foi utilizado como recurso

estratégico para alcançar a aceitação social do setor, desenvolvendo histórias que retratam o etanol como um “herói verde” que salvará a humanidade das mudanças climáticas.

Todavia, cabe ao setor sucroenergético discutir também os problemas ambientais que lhe são atribuídos, como o incentivo ao desmatamento, crise hídrica e perda de biodiversidade. São críticas que vão contra os pilares da sustentabilidade e precisam ser abordadas para trazer mais clareza e confiança no uso do etanol e demais biocombustíveis.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a celebração do Acordo de Paris o governo se movimentou para criar uma política pública que viabilizasse o cumprimento das metas assumidas, com o envolvimento de diversas instituições para construção de um mecanismo que reduzisse o uso dos combustíveis fósseis.

Contudo, a criação da Política Nacional de Biocombustíveis perpassou por camadas mais profundas, evidenciando a formação de uma rede de atores envolvidos que demonstra a existência de relações de poder, algumas vezes traduzidas por subordinação, dependência de recursos ou de apoio político.

O setor sucroenergético compõe o ramo do agronegócio, que possui muita força econômica e política. Há uma coalizão organizada no Congresso e lideranças espalhadas por instituições públicas e privadas, agindo em todas as esferas para garantir os interesses e a preservação do poder dessa classe.

A luta pelo poder e por recursos entre grupos sociais é o cerne da formulação de políticas públicas, assim como ocorreu com o RenovaBio. Essa luta é mediada por instituições políticas e econômicas que levam as políticas públicas para certa direção e privilegiam alguns grupos em detrimento de outros, sempre baseado em interesses (Souza, 2006).

Isso se traduz na concessão de diversos benefícios, mas no caso do RenovaBio essa rede de atores trabalhou para a construção do texto de lei que lhe favorecesse, aprovação do PL em tempo recorde, regulamentação direcionada, flexibilização de requisitos e fixação de altas metas de aquisição de CBIOs.

O processo de formulação de uma política pública não pode contar somente com a contribuição das partes interessadas, que acarreta o favorecimento dos que participaram em detrimento do interesse público. A presença de outros atores garantiria uma construção mais equânime e coletiva, como por exemplo pesquisadores das universidades, ambientalistas e organizações não governamentais.

Há ainda um trabalho ideológico feito por esses atores por meio de publicidades, que através da manipulação de linguagem, visa uma mobilização e modificação de opinião social sobre os benefícios do crescimento do setor sucroenergético. Por meio desses mecanismos ideológicos se modifica a forma como a sociedade interpreta o mundo, transmite e perpetua um sistema de valores e de verdades, fazendo com que as pessoas passem a acreditar e defender essa nova ideia (Dagnino, Thomas, Gomes e Costa, 2015).

O RenovaBio é muito promissor, mas ainda há lacunas a serem sanadas e uma série de interferências políticas que prejudicam o desenvolvimento, transparência e credibilidade do programa.

Faz-se necessário avaliar a etapa de implementação do RenovaBio, comprometimento das usinas credenciadas e adoção de melhores práticas ambientais, além da verificação do cumprimento dos critérios de elegibilidade e da avaliação do ciclo de vida, que originam as notas de eficiência energética ambiental, permitindo assim apurar se o programa tem sido eficiente em termos de sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Resolução nº 802, de 05 de dezembro de 2019.** Disponível em: <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2019/dezembro&item=ramp-802-2019>. Acesso em 16 de outubro de 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Consultas e audiências públicas. (2022)** <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/consultas-e-audiencias-publicas/consulta-audiencia-publica>. Acesso em 18 de novembro de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Painel dinâmico RenovaBio. (2023a)** Disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-dinamicos-do-renovabio/painel-dinamico-de-certificacoes-de-biocombustiveis-renovabio>. Acesso em 27 de setembro de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **RenovaBio atinge marca de 100 milhões de CBIOS emitidos. (2023b)** Disponível em [https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/renovabio-atinge-marca-de-100-milhoes-de-CBIOS-emitidos#:~:text=Na%20%C3%BAltima%20sexta%2Dfeira%20\(28,20%20de%20janeiro%20de%202020](https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/renovabio-atinge-marca-de-100-milhoes-de-CBIOS-emitidos#:~:text=Na%20%C3%BAltima%20sexta%2Dfeira%20(28,20%20de%20janeiro%20de%202020). Acesso em 20 de agosto de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Metas individuais compulsórias definitivas de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para 2023. (2023c)** <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/metas->

[individuais-compulsorias-definitivas-de-reducao-de-emissoes-de-gases-causadores-do-efeito-estufa-para-2023](#). Acesso em 13 de janeiro de 2023.

ARACRI, L. A. S. **A crescente mecanização da agricultura canavieira em Minas Gerais: questões de teoria e método para uma abordagem crítica**. In: BENRARDES, J. A., 2013.

BACHRACH, P.; BARATZ, M. Two faces of power. **American Political Science Review**. V. 56, n. 4, p. 947-952, 1962.

BENITES-LAZARO, L. L.; MELLO-THÉRY, N. A., LAHSEN, M. Business storytelling about energy and climate change: The case of Brazil's ethanol industry. *Energy Research & Social Science* (2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2017.06.00>.

BRASIL. **Lei n. 13.576, de 26 de dezembro de 2017**. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13576.htm. Acesso em 16 de outubro de 2020.

BUCCI, M. P. D. **Políticas públicas: reflexões sobre o conceito jurídico**. São Paulo: Saraiva, 2006.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Tramitação PL 9086/2017**. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2162285>. Acesso em 14 de agosto de 2019.

CAMPOS, N. L. **Redes do agronegócio canavieiro: a territorialização do Grupo Tércio Wanderley no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba – MG**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Boletim da Safra de Cana-de-Açúcar**. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>. Acesso em 20 de setembro de 2023.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; GOMES, E.; COSTA, G. Metodologia de análise de política pública. In: COSTA, G.; DAGNINO, R. (orgs.) **Gestão estratégica em políticas públicas**. Campinas: Editora Alínea, 2015.

DATAGRO. **CBIO na B3**. Disponível em <https://CBIO.datagro.com/CBIO/>. Acesso em 30 de setembro de 2023. Acesso em 20 de agosto de 2023.

DELGADO, G. C. **Do capital financeiro na agricultura à Economia do agronegócio. Mudanças cíclicas em meio século (1965-2021)**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1249/zoneamento-agroecologico-da-cana-de-acucar>. Acesso em 14 de agosto de 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Nova composição do Conselho Consultivo da EPE (CONCEPE)**. Disponível em:

<https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/conselho-consultivo-da-epe-tem-novo-presidente>. Acesso em 22 de agosto de 2022.

FLORINI, A.; SOVACCOOL, B. K. Who governs energy? The challenges facing global energy governance. **Energy Policy**. V. 37, n. 12, p. 5239-5248, 2009.

FREITAS, A. V. Estado, território, ambiente e políticas públicas: o ordenamento territorial e sua interface ambiental, in: RAMOS FILHO, et al (org.). **Estado, políticas públicas e território**. São Paulo: Outras expressões, 2015, p. 201-220.

FREITAS, A. V.; STEINBERGER, M.; FERNANDES, S. W. R. Parâmetros analíticos dos discursos de políticas públicas. In: STEINBERGER, Marília (org.). **Território, Estado e políticas públicas espaciais**. Brasília: Ler Editora, 2013, p. 89-111.

HAM, C.; HILL, M. **The policy process in the modern capitalist state**. Londres, 1993.

HOWLETT, M.; RAMESH, M.; PERL, A. **Política pública: Seus ciclos e subsistemas – uma abordagem integradora**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

LAZARO, L. L. B; THOMAZ, L. F. A Participação de stakeholders na formulação da política brasileira de biocombustíveis (RenovaBio). **Revista Ambiente e Sociedade**. São Paulo, v. 24, 2021.

MARCELINO, D. **Congresso: tempo de tramitação cai de mais de mil dias para apenas 15 dias**. Disponível em: <https://www.jota.info/legislativo/congresso-tramitacao-aprovometro-25052020>. Acesso em 14 de março de 2022.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. **Nota explicativa sobre a proposta de criação da Política Nacional de Biocombustíveis**. (2017). Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/renovabio/documentos/apresentacoes/renovabio-detalhamento-daproposta-25/08/2017>. Acesso em 16 de outubro de 2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Consulta Públicas –RenovaBio**. 2020. Disponível em: <https://antigo.mme.gov.br/pt/servicos/consultas-publicas>. Acesso em 14 de agosto de 2020.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL – MPF. Decisão que limitou plantio de cana-de-açúcar nos biomas amazônico e pantaneiro não vale para Bahia. Disponível em <https://www.mpf.mp.br/pgr/noticias-pgr/decisao-que-limitou-plantio-de-cana-de-acucar-nos-biomas-amazonico-e-pantaneiro-nao-vale-para-bahia>. Acesso em 10 de setembro de 2023.

NAYLOR R. L.; LISKA A. J.; BURKE M. B.; FALCON W. P.; GASKELL, J. C.; ROZELLE, S. D.; CASSMAN, K. G. The Ripple Effect: Biofuels, Food Security, and the Environment. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**. Dev. 49 (2007) 30–43, <http://dx.doi.org/10.3200/ENV.49.9.30-43>.

PAGNOCCHESCHI, Bruno; BERNARDO, Maristela. Política ambiental no Brasil, in: STEINBERGER, Marília (org.). **Território, ambiente e políticas públicas espaciais**. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora, 2006, p. 101-123.

SANTOS, I. T. Confronting governance challenges of the resource nexus through reflexivity: A cross-case comparison of biofuels policies in Germany and Brazil. **Energy Research & Social Science**, v. 65, p. 101464, 2020.

SENADO FEDERAL. **Projeto de Lei da Câmara nº 160, de 2017**. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/131765>. Acesso em 18 de agosto de 2019.

SOUZA, C. Políticas públicas: Uma revisão de literatura. **Sociologias**, Porto Alegre, n. 16, jul/dez. 2006.

SPOSITO, E. S. **Geografia e Filosofia**: Contribuições para o ensino do pensamento geográfico. 1ª ed. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

STACCIARINI, J. H. S. Avaliando o histórico de políticas e incentivos federais para reprodução do setor sucroenergético no Brasil. **Revista Sapiência: Sociedade, saberes e práticas educacionais**, v.10, n.3, p.1-21, outubro, 2021.

STEINBERGER, M. Território, ambiente e políticas públicas espaciais in: STEINBERGER, M. (org.). **Território, ambiente e políticas públicas espaciais**. Brasília: LGE Editora e Paralelo 15, 2006, p. 29-82.

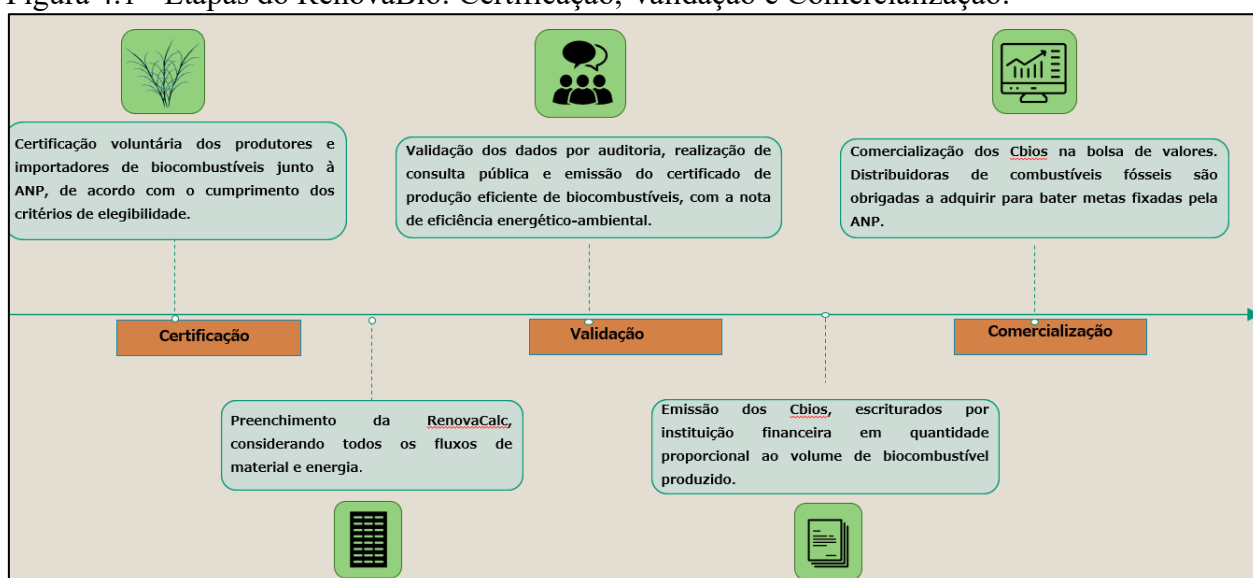
STEINBERGER, M.; ABIRACHED, C. F. Política ambiental: do Estado no uso da natureza e do território. In: STEINBERGER, Marília (org.). **Território, Estado e políticas públicas espaciais**. Brasília: Ler Editora, 2013, p. 115-14

4. ANÁLISE DO CONTEÚDO FORMAL DA POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS: A INTER-RELAÇÃO ENTRE AS METAS CLIMÁTICAS E A CRIAÇÃO DO RENOVABIO

4.1 Síntese das etapas da Política Nacional de Biocombustíveis

O RenovaBio foi moldado como uma política pública destinada a impulsionar a produção de biocombustíveis no país. Seu funcionamento subdivide-se em três etapas principais: certificação, validação e comercialização (figura 4.1).

Figura 4.1 - Etapas do RenovaBio: Certificação, Validação e Comercialização.



Fonte: A autora (2023).

4.1.1 Certificação

O RenovaBio se inicia com a certificação voluntária dos produtores e importadores de biocombustível, sendo que tanto o produtor quanto o importador devem ter autorização da ANP para produzir ou importar.

Os tipos de rota¹³ de biocombustível permitidos no RenovaBio são: (i) biodiesel; (ii) biometano; (iii) combustíveis alternativos sintetizados por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA); (iv) etanol combustível de primeira geração produzido a partir de cana-de-açúcar (v) etanol combustível de primeira e segunda geração em usina integrada; (vi) etanol combustível de segunda geração; (vii) etanol combustível de primeira geração produzido a partir de cana-de-açúcar e milho em usina integrada; (viii) etanol combustível de primeira

¹³ O termo é usado na legislação e se refere a toda a rota de produção do biocombustível.

geração produzido a partir de milho; e (ix) etanol combustível importado de primeira geração produzido a partir do milho (ANP, 2018).

Os dois principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são o etanol e o biodiesel. O etanol pode ser produzido a partir da cana-de-açúcar, milho, aveia, arroz, cevada, trigo e sorgo, sendo a cana-de-açúcar a principal matéria prima utilizada no país. Já o biodiesel, é produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais e adicionado ao diesel de petróleo. Sua principal fonte de produção é a soja, que após o esmagamento é extraído o óleo, destinado às distribuidoras. Também pode ser produzido utilizando-se milho, girassol, amendoim, canola, mamona, palma, babaçu e macaúba (EMBRAPA, 2022b).

Assim, as usinas produtoras de biocombustíveis autorizadas junto à ANP podem requerer sua certificação para participação no RenovaBio. A condução do processo de certificação será realizada por uma firma inspetora, que precisa ser credenciada junto à ANP. A relação das firmas credenciadas consta no sítio eletrônico da ANP e o processo de credenciamento será explicado no próximo tópico.

A certificação dos produtores no RenovaBio tem como objetivo avaliar toda a cadeia produtiva do biocombustível, tendo como critérios de elegibilidade:

a) Toda a produção certificada deve ser oriunda de área sem supressão de vegetação nativa a partir de 27 de novembro de 2018. A data limite de 27 de novembro de 2018 é a data de publicação da Resolução ANP nº 758, que trouxe a regulamentação do processo de certificação. Após processo de consulta pública, foi modificada a legislação para permitir a supressão de exemplar arbóreo isolado (ANP, 2018).

b) Toda a área deve estar em conformidade com o Código Florestal, por meio da regularização do Cadastro Ambiental Rural (CAR).

O imóvel rural deve estar com seu Cadastro Ambiental Rural (CAR) ativo ou pendente, conforme o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural, previsto no Decreto nº 7.830/2012, devendo ser excluída do RenovaBio a biomassa advinda de imóvel irregular.

Todavia, a regularização de um imóvel no CAR é simples, pois, ainda que se trate de imóvel com área de preservação permanente ou reserva legal totalmente degradada, basta a adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), que consiste na assinatura de Termo de Compromisso, se responsabilizando pela recuperação da área, de acordo com um cronograma proposto.

Essa adesão ao PRA já retira o imóvel da situação irregular, permitindo-lhe ingressar como área elegível no RenovaBio, mesmo sem iniciar a execução da recuperação da área. Ressalte-se que há críticas quanto à ausência de fiscalização dos imóveis rurais em relação

ao CAR, já que se trata de um cadastro auto declaratório, que carece de monitoramento e averiguação da veracidade dos dados informados e do cumprimento do PRA.

c) As áreas de produção de cana-de-açúcar devem estar em conformidade com o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar, definido pelo Decreto Federal 6.961/2009.

O último critério de elegibilidade teve sua aplicabilidade prejudicada em relação às áreas de plantio da cana-de-açúcar, já que o Decreto implementador do ZAE-Cana foi revogado durante o governo de Jair Bolsonaro.

O ZAE-Cana mostrava-se como importante ferramenta para proteção do Pantanal e Amazônia, por impedir a expansão da cana-de-açúcar para essas áreas. Atualmente há uma liminar obtida judicialmente pelo Ministério Público Federal que impede o plantio de cana-de-açúcar no Pantanal e Amazônia, inexistindo até o ano de 2024, outra medida que ofereça proteção mais consistente a essas áreas vulneráveis (MPF, 2022).

O produtor de biocombustível deverá verificar o cumprimento dos critérios de elegibilidade de cada uma de suas unidades produtoras, disponibilizando uma listagem com dados dos produtores de biomassa elegíveis. Nessa listagem, entre outros dados, deverá ser informado o número de registro no CAR do imóvel rural e a quantidade de biomassa adquirida.

Tratando especificamente da cana-de-açúcar, as usinas sucroenergéticas têm acesso à cana de diferentes formas: plantio em terras próprias, em regime de arrendamento, em parceria agrícola ou adquirida de fornecedores.

Aqui surge um importante ponto de debate. Algumas usinas sucroenergéticas estão certificando o biocombustível produzido com cana-de-açúcar adquirida de fornecedores sem repassar-lhes a receita obtida na comercialização dos créditos de descarbonização gerados da produção advinda desses imóveis.

Isso acontece por uma omissão da legislação, que somente prevê a rentabilização pelos CBIOS para o agente transformador da matéria prima em biocombustível, ignorando a necessidade do insumo para tanto. Assim, a situação dos fornecedores, que produzem a cana-de-açúcar e vendem às usinas sucroenergéticas, não foi prevista no RenovaBio.

Na prática, as usinas estão solicitando a esses fornecedores o número do registro no CAR e demais dados de produção, e utilizando essas informações em seu volume elegível, obtendo a receita pela comercialização dos CBIOS sem repasse aos fornecedores.

O Projeto de Lei nº 3149/2020 está em trâmite buscando corrigir essa situação, ao propor a divisão dos lucros entre as usinas e os fornecedores (Câmara dos Deputados, 2023). Atualmente, diante da ausência de previsão legislativa, as usinas não possuem a obrigação de fazer essa divisão, todavia, por pressão das associações de fornecedores e risco de interrupção

no fornecimento da cana, algumas usinas já estão colocando a divisão em prática (Planeta Campo, 2022).

Para sua certificação, o produtor deverá preencher a RenovaCalc, que se trata de uma planilha constante do site da ANP e é considerada a calculadora do RenovaBio. A RenovaCalc leva em consideração todos os fluxos de material e energia consumidos pelos processos produtivos e emitidos para o meio ambiente, desde a extração de recursos naturais, aquisição ou produção e tratamento da biomassa, sua conversão em biocombustível, até sua combustão em motores, incluindo todas as fases de transporte (Matsuura et al., 2018). Todos os dados informados na RenovaCalc devem ser auditados pela firma inspetora, a partir da análise da documentação comprobatória, que deverá ser arquivada por período mínimo de 5 anos.

A RenovaCalc oferece duas opções metodológicas para preenchimento dos parâmetros da etapa agrícola (Matsuura et al. 2018):

- a) Perfil de produção específico: são inseridos dados primários de todos processos produtivos, ou seja, dados reais coletados pelas usinas.
- b) Perfil de produção padrão (*default*): são inseridos dados produtivos básicos, onde é calculado automaticamente pela RenovaCalc o impacto da produção de biomassa do produtor. O resultado é gerado a partir de informações de bancos de dados do setor produtivo e da literatura técnica, resultando em um perfil de produção agrícola médio para a rota tecnológica, acrescido de fatores de penalização, contidos na legislação, conforme figura 4.2.

Figura 4.2 - Valores típicos e valores penalizados para a produção de cana-de-açúcar.

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

Fonte: ANP, 2018.

Utilizar dados padrão pode elevar a intensidade de carbono do biocombustível da unidade que optar por este tipo de preenchimento, todavia o processo da certificação fica mais

rápido e menos oneroso, já que não é preciso contratar empresas de consultoria para apuração dos dados, propiciando uma adesão maior das empresas (Brasil, 2017).

Na fase industrial não há essa opção e sempre serão solicitados dados primários do produtor de biocombustível.

A contabilização das emissões de gases de efeito estufa é baseada na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), considerando os potenciais impactos ambientais desde a extração de recursos naturais até o fim da vida do produto (do berço ao túmulo), buscando avaliar a intensidade de carbono (IC) do biocombustível. Por exemplo, a RenovaCalc considera o uso de calcário e gesso, como corretivos do solo; nitrogênio, fósforo e potássio, como fertilizantes. Observa-se ainda o quanto de diesel as usinas estão utilizando em seus processos produtivos, havendo, em contrapartida, a valorização da eficiência energética quando se usa energia proveniente do bagaço, palha e cavaco de madeira (ANP, 2018).

A fase agrícola contribui significativamente para as emissões de GEE de biocombustíveis, que estão relacionadas principalmente à produção e uso de insumos. Os GEE mais importantes gerados na atividade agrícola são metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (N₂O). Nesta fase, as principais práticas que impactam as emissões de GEE são o uso de calcário, o uso de insumos nitrogenados, a queima de resíduos agrícolas e o consumo de combustível fóssil em operações mecanizadas, além da Mudança de Uso da Terra. [...] A contribuição dos processos da fase industrial para o desempenho ambiental do ciclo de vida do biocombustível está associada majoritariamente ao rendimento de produto(s) e coproduto(s) e ao consumo de combustíveis e de energia elétrica (Matsuura et al, 2018).

Nessa conta, não são considerados efeitos indiretos, sob a alegação da dificuldade em quantificá-los. Assim, não foram abrangidos no cálculo as mudanças de uso da terra (MUT), que são realizadas ao se implantar uma cultura agrícola (Moreira et al, 2018).

A mudança de uso da terra consiste na mudança de propósito para o qual a terra é utilizada pelo homem, alterando-se, por exemplo, uma área de pastagem para uso agrícola. O processo de MUT, considerando o ciclo de vida dos biocombustíveis, pode ser o principal fator de emissões de gases de efeito estufa, em especial quanto à alteração nos estoques de carbono do solo e vegetação (Castanheira e Freire, 2013).

Em paralelo à MUT há o desmatamento indireto, já que, se está sendo implantada uma monocultura em área de pastagem, essa pastagem irá se deslocar para outra área, que poderá ser em um bioma sensível, à custa de supressão de vegetação nativa. Portanto, quando a fronteira agrícola se expande, as monoculturas empurram os cultivos alimentares e a pecuária para a Amazônia (Ferrante e Fearnside, 2018).

Logo, há críticas e preocupações quanto à dificuldade de total contabilização da ACV, abrangendo impactos diretos e indiretos, que tragam transparência e segurança na ampliação do uso e produção de biocombustíveis. Assim, não se pode afirmar com exatidão sobre a quantidade de GEE que os biocombustíveis evitam em relação ao combustível fóssil substituto, quando não são considerados todos os impactos na conta, tornando a informação camuflada ou distorcida.

Após todo o preenchimento da RenovaCalc, a firma inspetora fará a validação das informações por meio de auditoria. Por fim, haverá a emissão do certificado de produção eficiente de biocombustíveis, contendo a nota de eficiência energético-ambiental (ANP, 2018).

A nota de eficiência energético-ambiental consiste em uma valoração atribuída a cada emissor primário em função da diferença entre a intensidade de carbono do combustível substituto e a intensidade de carbono estabelecida no processo de certificação, ou seja, quanto mais eficiente for o processo produtivo do emissor primário, mais alta será a nota (MME, 2019).

4.1.2 Validação

O processo de certificação no RenovaBio é conduzido por firmas inspetoras, que precisam, primeiramente, se credenciar junto à ANP. A ANP mantém em seu sítio eletrônico a listagem de empresas credenciadas, que estão autorizadas a conduzir processos de certificação.

A firma inspetora deve ser pessoa jurídica constituída sob as leis brasileiras ou por sociedade estrangeira com autorização para funcionar no país e deverá ter em seus quadros um ou mais gerentes com conhecimento técnico do assunto, garantindo tanto a imparcialidade e independência das inspeções, exigíveis de organismos de inspeção acreditados, como o atendimento a requisitos para organismos de validação ou verificação de inventários de gases do efeito estufa (Bezerra, 2018).

Antes de iniciar o processo de verificação das informações para cálculo da nota de eficiência energético-ambiental, a firma inspetora e o produtor de biocombustível devem firmar contrato de certificação de biocombustíveis.

Cabe à firma inspetora verificar se o produtor de biocombustível é devidamente autorizado pela ANP a operar a unidade produtora e sua regularidade cadastral no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica da Receita Federal.

Em relação aos procedimentos para emissão do Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis, depois de apresentadas as informações por parte da unidade produtora, a firma inspetora deve verificar a autenticidade e validar os documentos necessários para a

comprovação da veracidade das informações, a serem utilizadas para o cálculo da nota de eficiência energético-ambiental.

Após, a firma inspetora deve realizar a vistoria da unidade produtora de biocombustíveis, de forma presencial, com a presença dos funcionários gestores e responsáveis pelo fornecimento de dados constante na RenovaCalc.

A firma inspetora deve submeter à consulta pública, pelo prazo de 30 dias, o relatório da auditoria realizada, juntamente com os dados utilizados na RenovaCalc e com a proposta de Certificado de Produção Eficiente de Biocombustível, com indicação expressa da nota de eficiência energético-ambiental e do volume de biocombustível elegível.

Após a realização da consulta pública, a firma inspetora gera um relatório contendo todas as sugestões e comentários apresentados, as não conformidades encontradas, medidas que foram tomadas a respeito e se geraram averiguações e auditorias posteriores para sua avaliação. Por fim, é emitido o Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis pela firma inspetora, com validade de três anos, contados a partir da data de sua aprovação pela ANP.

A exigência de divulgação dos dados que constituem a nota de eficiência energético-ambiental objetiva gerar um efeito de fiscalização mútua entre as usinas produtoras de biocombustíveis, de forma a evitar informações assimétricas, indesejáveis ao adequado funcionamento de qualquer mercado, e que poderiam comprometer a lisura do processo de certificação (Bezerra, 2018).

4.1.3. Comercialização

Na construção RenovaBio, discutiu-se a mais adequada alternativa regulatória que serviria como seu instrumento econômico central, optando-se pela utilização de um instrumento de mercado, sem utilização de subsídios ou oneração do orçamento público.

Assim surgiu o Crédito de Descarbonização – CBIO, com negociação permitida desde dezembro de 2019. Segundo o cálculo projetado na RenovaCalc, cada CBIO emitido por produtores e importadores de biocombustíveis corresponde, em tese, a uma tonelada de carbono que deixa de ser emitida para a atmosfera.

Portanto, baseando-se na nota de eficiência energético-ambiental obtida na certificação, o produtor poderá emitir CBIOs em quantidade proporcional ao volume de biocombustível produzido e comercializado.

Assim, serão atribuídas notas mais elevadas às usinas que produzam maior quantidade de energia líquida, com menores emissões de dióxido de carbono no ciclo de vida.

A nota reflete com precisão a contribuição individual de cada produtor para mitigar uma quantidade específica de GEE em relação ao seu combustível fóssil substituto, calculado em toneladas de CO².

Para exemplificar, o etanol hidratado emite 20,8g de CO² eq/MJ contra 87,4g da gasolina, resultando em uma diferença de 55,9g de CO² eq/MJ. Como um CBIO corresponde, em tese, a uma tonelada de CO² que deixou de ser emitido, será necessária a produção de 833 litros de etanol para mitigação de uma tonelada de CO² e, consequentemente, emissão de um CBIO (Grangeia et al., 2022).

Desta forma, se duas usinas sucroenergéticas têm a mesma produção de etanol, quanto maior a nota de eficiência energético-ambiental, maior quantidade de CBIOs ela conseguirá emitir pela sua produção, majorando sua receita.

As informações necessárias para a emissão dos CBIOs são geradas através da Plataforma CBIO, uma ferramenta disponibilizada pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro) para a prestação de serviços de geração de lastro, conforme dados contidos nas notas fiscais eletrônicas de comercialização de biocombustível (ANP, 2019).

Na sequência, o produtor precisa contratar uma instituição financeira para escrituração do CBIO, de acordo com o lastro gerado na Plataforma CBIO. A instituição financeira necessita ter cadastro prévio perante a Comissão de Valores Mobiliários ou o Banco Central do Brasil.

O escriturador será o responsável pelo registro e negociação do CBIO na plataforma da B3, atual ambiente de negociação de CBIOs disponível no Brasil, que fornece também informações de estoque, volume depositado, negociações definitivas e aposentadoria do ativo.

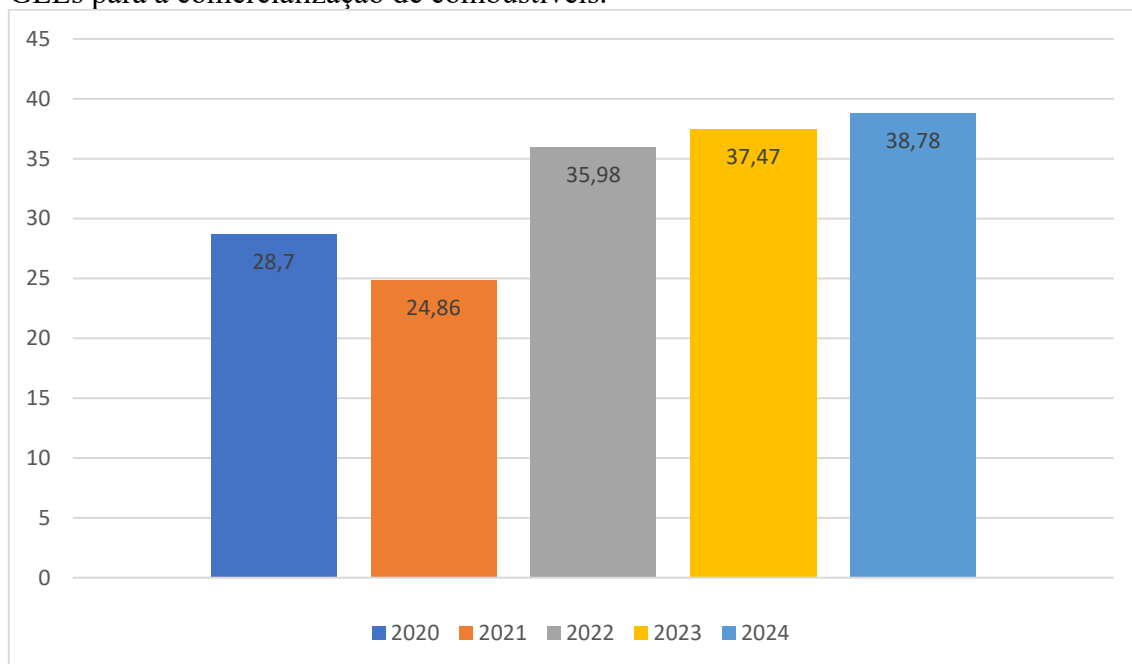
A primeira venda de CBIOs ocorreu em 12 de junho de 2020, no valor de R\$50,00 (cinquenta reais) cada título. Como a comercialização acontece na bolsa de valores, há variações de acordo com a oferta e demanda. O CBIO teve seu menor valor registrado em junho de 2020, quando foi comercializado a R\$15,00 e o valor máximo em junho de 2022, quando um título chegou a R\$202,62 (Plataforma CBIO, 2024).

O público principal de aquisição dos CBIOs são as distribuidoras de combustíveis fósseis, que são obrigadas a adquirir para cumprir as metas impostas na Resolução ANP nº 802/19 (ANP, 2019). O CNPE estabelece a meta anual, que se divide em metas individuais, aplicada a todos os distribuidores, de forma proporcional à sua participação de mercado na comercialização de combustíveis fósseis no ano anterior. Portanto, as distribuidoras são obrigadas a adquirir os CBIOs para compensar as emissões de GEE, sob pena de multa, que

pode chegar a 50 milhões de reais, além de os CBIOS não adquiridos serem incluídos na meta do ano seguinte (Brasil, 2017).

As metas compulsórias anuais têm crescido a cada ano, exceto pela flexibilização ocorrida em 2021 em razão da pandemia de COVID-19 (gráfico 4.1).

Gráfico 4.1 - Metas compulsórias anuais (milhões de CBIOS) de redução de emissões de GEEs para a comercialização de combustíveis.



Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de ANP (2023b).

Para comprovar o cumprimento das metas individuais, as distribuidoras devem adquirir e aposentar os CBIOS, retirando-os definitivamente do mercado e impedindo negociações futuras.

Sobre a meta do ano de 2022 (quadro 4.1), o cumprimento foi quase total, em 92,3%, tendo como principais partes obrigadas a Vibra Energia (nova denominação da BR Distribuidora), Raízen (*join venture* Shell e Cosan) e Ipiranga.

Em 2023 observa-se uma queda no cumprimento da meta, no total de 88%, com o aumento do número de distribuidoras que não aposentaram nenhum CBIO.

Mesmo com o expressivo número de distribuidoras que não aposentaram nenhum CBIO, vê-se que não houve grande impacto no cumprimento total da meta, uma vez que as maiores distribuidoras do país cumpriram integralmente com sua obrigação legal, como por exemplo, a Vibra Energia que aposentou sozinha aproximadamente 10 milhões de CBIOS em 2022.

Quadro 4.1 - Cumprimento da meta compulsória dos anos de 2022 e 2023.

	2022	2023
Meta total compulsória do ano (em milhões de CBIOs)	35,98	40,9
Cumprimento da meta compulsória do ano (em milhões de CBIOs)	32,2	33,1
Distribuidores que cumpriram integralmente a meta	87	75
Distribuidores que cumpriram acima de 85% da meta	4	7
Distribuidores que cumpriram abaixo de 85% da meta	7	9
Distribuidores que não aposentaram nenhum CBIO	43	54

Fonte: Organização da autora (2023), com informações de ANP (2023b).

Sobre o cumprimento da meta individual de 2021, a ANP aplicou penalidade de multa a 18 distribuidoras que descumpriram sua obrigação legal, em valores que variam de cem mil reais a 10 milhões de reais.

Todavia, algumas das distribuidoras penalizadas ingressaram na justiça questionando a penalidade e alegando dificuldades no cumprimento da meta. Algumas conseguiram obter liminares, eximindo-se provisoriamente das obrigações (Estadão, 2023).

As distribuidoras que estão cumprindo suas metas corretamente têm formalizado reclamações sobre a seriedade do RenovaBio, uma vez que não foram aplicadas sanções mais severas que obriguem o cumprimento das metas às distribuidoras inadimplentes, como por exemplo, suspensão ou cassação do registro na ANP. Isso porque a aquisição de CBIO gera um custo que tem sido repassado nas bombas de combustível, de aproximadamente dez centavos, o que deixa as distribuidoras infratoras em situação de vantagem no valor de seu produto, ocasionando concorrência predatória e insegurança jurídica (ICL, 2023).

4.2 Análise do conteúdo formal da Política Nacional de Biocombustíveis

A análise do conteúdo do RenovaBio baseou-se especialmente na nota explicativa do MME, notas técnicas da EPE e na legislação. A nota explicativa do MME reuniu as informações sobre o RenovaBio, substituindo a carta de interesses que normalmente é publicada para justificar a criação de uma política pública. Portanto, os argumentos trazidos abaixo são as razões publicadas pelos órgãos oficiais sobre a motivação da criação do RenovaBio.

4.2.1 Problemática

A criação do RenovaBio passa por duas motivações principais: o enfrentamento das mudanças climáticas e a necessidade de maior segurança energética para o país.

Em 2015, a Organização das Nações Unidas propôs aos seus países membros uma nova agenda de desenvolvimento sustentável para os próximos 15 anos, a Agenda 2030, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS buscam assegurar os direitos humanos, acabar com a fome e a pobreza, lutar contra a desigualdade e agir contra as mudanças climáticas.

Todos os 17 ODSs, em muitos aspectos, se relacionam com o enfrentamento das mudanças climáticas e com a mitigação das emissões antrópicas de gases de efeito estufa à atmosfera, sendo dois que tratam mais diretamente sobre o tema: o ODS nº 7 (garantir acesso à energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos) e o ODS 13 (tomar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos) (ODS Brasil, 2023).

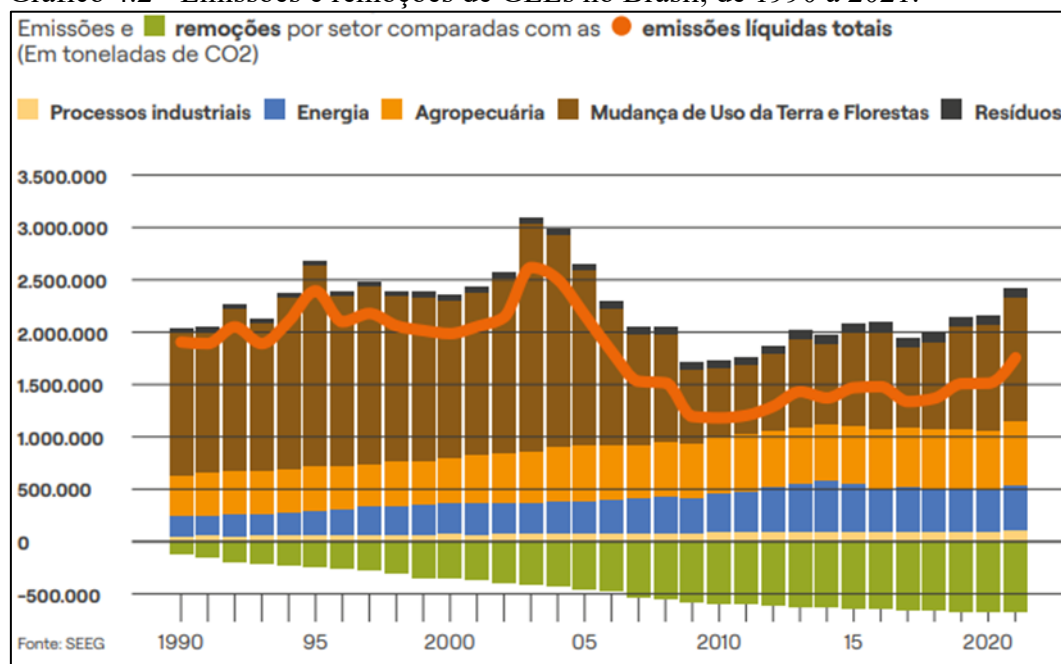
Posteriormente, em dezembro de 2015, durante a COP21, mais de 160 países apresentaram planos nacionais sobre como pretendiam cumprir os objetivos da convenção. Assim, os países que ratificaram o Acordo de Paris se comprometeram a internalizar as metas de redução de GEE em seus programas nacionais.

Tratando especificamente do Brasil, a ratificação do Acordo de Paris ocorreu em setembro de 2016, assumindo em sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) o compromisso de reduzir as emissões de GEE em 48% até 2025, e em 53% até 2030. O país firmou ainda dois compromissos importantes envolvendo o setor de energia: (1) alcançar 45% das renováveis na matriz energética até 2030; e (2) aumentar a participação dos biocombustíveis para aproximadamente 18% até 2030 (ODS Brasil, 2023).

As emissões de GEEs pelo Brasil têm diferentes fontes (gráfico 4.2), sendo a mudança do uso da terra responsável pelas maiores emissões, com destaque para o desmatamento. Em segundo lugar estão as emissões da agropecuária, principalmente em razão do metano emitido no processo digestivo do gado. O terceiro bloco em volume de emissões no Brasil corresponde à queima de combustíveis fósseis, sobretudo no setor de transporte. Esses três setores responderam por 92% do total de emissões no ano de 2021.

Assim, as fontes de energia utilizadas no Brasil não são a única preocupação ao se pensar nas emissões de GEE, cabendo aos entes públicos traçar estratégias consistentes para mitigar as demais fontes de emissão (assunto tratado no tópico 4.2.4).

Gráfico 4.2 - Emissões e remoções de GEEs no Brasil, de 1990 a 2021.



Fonte: Política Climática por Inteiro (2023).

A outra problemática envolve a segurança energética nacional, a partir de uma base mais sustentável. O Brasil não é autossuficiente em fontes de energia, dependendo da importação de combustíveis derivados de petróleo.

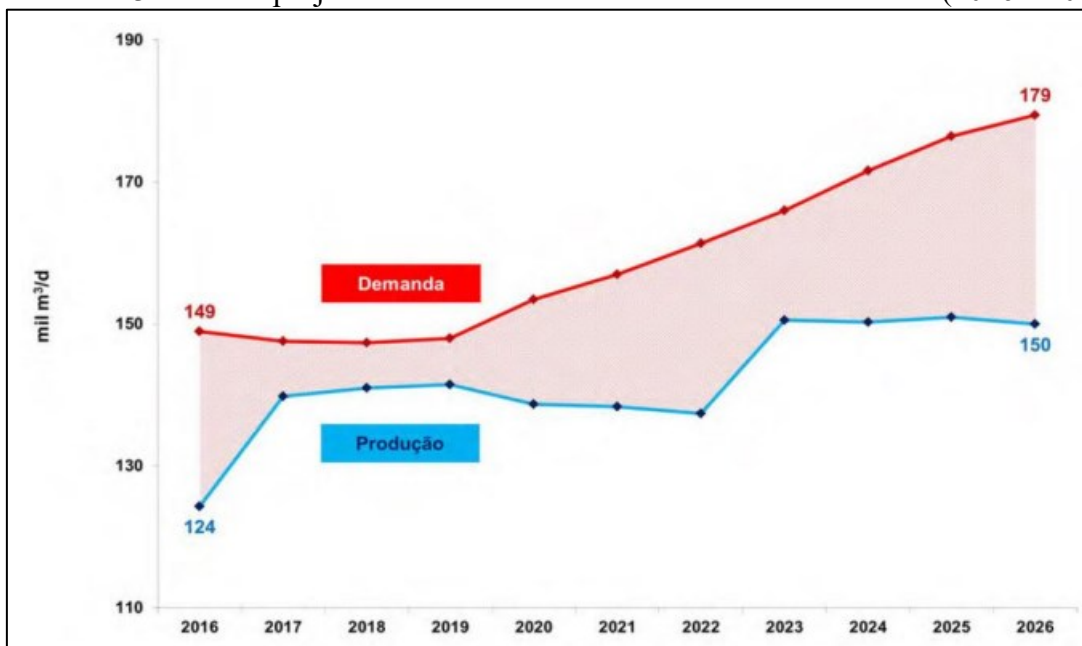
Em 2016, à época da elaboração do RenovaBio, o MME utilizou-se do Plano Decenal de Energia elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com previsão para dez anos, para traçar o panorama energético do Brasil, que ao considerar a produção e a demanda nacional, segundo a projeção, haveria um déficit, ocasionando gastos elevados em importação de combustíveis de origem fóssil, em especial diesel, gasolina e querosene (EPE, 2016).

Como exemplo, a projeção feita em 2016 para o abastecimento nacional de óleo diesel apresentaria grande déficit até 2026 (gráfico 4.3).

Para elaboração do PDE, a EPE levou em consideração, entre outros: análise da segurança energética do sistema; balanço de oferta e demanda; disponibilidade de combustíveis; e recursos e necessidades identificados pelo planejador para o atendimento à demanda (EPE, 2016).

O Brasil depende substancialmente de importação de combustíveis, que tiveram um crescimento significativo a partir de 2010, superando mais de 10 bilhões de litros anuais de importação líquida, já subtraído o volume exportado (gráfico 4.4) (EPE, 2016).

Gráfico 4.3 - Déficit projetado no abastecimento de óleo diesel no Brasil (2016 a 2026)



Fonte: EPE (2016).

Gráfico 4.4 - Evolução da importação líquida de combustíveis derivados de petróleo.



Fonte: EPE (2016).

Em sua nota explicativa, o MME utilizou-se do seguinte exemplo para ilustrar a situação: entre 2011 e 2016, o valor dispendido pelo Brasil em importações de combustíveis totalizou US\$51,3 bilhões. Este valor, remetido ao exterior durante seis anos, seria suficiente para construir aproximadamente 500 plantas de biodiesel com unidade de esmagamento integrada (100 milhões de dólares por planta), ou 130 novas usinas de etanol (R\$400 milhões de dólares por planta) (MME, 2017).

Sem entrar no mérito da expansão do cultivo da soja ou da cana-de-açúcar, o MME justificou a criação do RenovaBio a partir da necessidade de investimento na produção de biocombustíveis no Brasil, utilizando-se do mesmo recurso que é destinado a outros países nas importações.

A solução passará pela retomada dos investimentos em produção de etanol, de biodiesel e de novos biocombustíveis. Mas a inexistência de política pública específica e com previsibilidade, somada aos efeitos da geopolítica do petróleo, trazem incertezas à iniciativa privada e desestimulam as próprias forças de mercado a expandirem investimentos produtivos. Apenas a solução para a dependência externa em combustíveis, atual e futura, mesmo sem considerar as externalidades socioambientais, é verdadeiramente um espaço do ponto de vista de balança comercial e de oportunidade de investimentos no País que a contribuição da indústria de biocombustíveis pode ser importante (MME, 2017, p. 17).

Logo, a criação do RenovaBio justificou-se também na necessidade de maior produção de combustíveis para atender à demanda nacional. O risco de desabastecimento é citado como motivação determinante na implantação da política. Isso porque o abastecimento é composto tanto por combustíveis de origem fóssil quanto por biocombustíveis, sendo dever do Estado assegurar a continuidade do abastecimento, conforme determinado pela Política Energética Nacional (Lei 9.847/97).

Assim, inclui-se como dever do Estado a necessidade de planejamento, segurança legislativa e regulatória para que a iniciativa privada preveja oportunidades de investimento no setor de forma a garantir o regular abastecimento nacional.

4.2.2 Articulação com políticas anteriores

O Brasil tem um forte histórico na produção dos biocombustíveis e o crescimento dessa produção sempre foi alicerçado por políticas governamentais.

O lançamento do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), em 1975, ficou conhecido como importante medida para alavancar a produção de etanol no país, a partir da cana-de-açúcar. À época, após uma crise internacional do petróleo que causou a elevação do valor desta *commodity*, o Proálcool impulsionou a produção do etanol, buscando a autossuficiência energética nacional.

Em 2003, houve um novo marco importante, com a introdução de tecnologia *flexfuel* em automóveis no Brasil. Essa medida marcou mais um capítulo de intervenção após um momento de crise do setor. A produção de carros *flex* resultou em aumentos significativos

na demanda e investimentos na produção de etanol, consolidando ainda mais a indústria sucroalcooleira (Benites-Lazaro et al., 2017).

Em 2004 ocorreu o lançamento do Programa Nacional de Biocombustíveis (PNPB), com o objetivo de aumentar a produção e uso dos biocombustíveis de forma sustentável e com inclusão social da agricultura familiar. O PNPB estimulou a produção brasileira a partir de diferentes plantas oleaginosas, promovendo também a substituição do diesel fóssil através da mistura obrigatória do biodiesel (Benites-Lazaro et al., 2017).

A introdução do biodiesel na matriz energética brasileira foi aprovada com a Lei 11.097/2005, que estabeleceu inicialmente o percentual mínimo obrigatório de 2% de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final. O percentual era de 12% em 2023, 14% em março de 2024 e com previsão do CNPE para chegar 15% em 2025 (Brasil, 2023).

Os mandatos volumétricos de adição de biocombustíveis aos combustíveis fósseis são uma das principais formas de incentivo ao uso dos biocombustíveis praticadas pelo governo, e que em muito se alinha com os objetivos do RenovaBio. O governo busca ter mais demanda (e consequentemente oferta) de biocombustíveis, competitividade entre os combustíveis disponíveis e previsibilidade para favorecer investimentos no setor.

Isso porque ao promover o uso dos biocombustíveis, o poder público fomenta a indústria a eles relacionada, incentiva a expansão do plantio das matérias-primas e fortalece o compromisso firmado de redução do uso de combustíveis fósseis.

Assim como ocorre com o biodiesel, o etanol anidro é obrigatoriamente adicionado a toda gasolina comercializada no território nacional, com constante evolução na proporção.

Iniciando em 1931, o Decreto nº 19.717 exigiu a adição de 5% de etanol à gasolina (Rodrigues e Ross, 2020). Atualmente, o percentual é de 27% em volume de etanol, com previsão de chegar a 35% até 2030, com o já aprovado PL Combustível do Futuro (MME, 2023).

A regulação dos biocombustíveis baseia-se em normas legais, que se tornaram uma ferramenta de governança, em que se realiza o controle por meio de agências reguladoras e proposição de políticas públicas. Na nota explicativa de criação do RenovaBio, o MME explicou a importância da adição obrigatória para o crescimento da produção de biocombustíveis:

O atendimento a essas metas obrigatórias de adição de biocombustíveis, especialmente de etanol anidro à gasolina e de biodiesel ao óleo diesel,

dispostas em leis específicas, foi exequível porque o Brasil também conta com uma indústria de comercialização de combustíveis muito bem estruturada. Trata-se de um segmento econômico que, ao longo desses quase 90 anos de mistura de biocombustíveis aos derivados de petróleo, desenvolveu-se tendo os combustíveis renováveis como produtos fundamentais do seu negócio. Essa experiência brasileira em biocombustíveis, que orgulha o país internacionalmente, foi em boa medida assegurada, mantida e renovada ao longo do tempo por meio de metas de participação de biocombustíveis, definidas em lei. Essas metas, por sua vez, foram fruto da coragem de diferentes governos, em distintos momentos. Ainda que cada um tenha tido seu próprio viés, foram capazes de reconhecer a importância dos biocombustíveis como uma política de Estado. É fruto igualmente da competência do setor produtivo organizado, que acreditou na vocação do País para a produção de biomassa, no papel indutor do Estado e que aportou recursos em uma atividade econômica que agrega valor aos produtos agrícolas, aumenta a competitividade do agronegócio brasileiro, gera empregos, internaliza o desenvolvimento e contribui para reduzir as emissões de CO₂eq, assim como dos principais gases poluentes locais, nocivos à saúde humana. Além disso, a expansão da produção de biocombustíveis no Brasil é conveniente para tornar a oferta de energia cada vez mais sustentável, competitiva e segura (MME, 2017, p. 37).

Além das medidas citadas, há frequentemente a concessão de outros benefícios ao setor de biocombustíveis que se relacionam com o RenovaBio, como a isenção de tributos, perdão de dívidas, flexibilização da legislação ambiental (requisitos do licenciamento ambiental, liberação de agrotóxicos) e em especial, os investimentos ofertados ao setor, através da concessão de financiamentos.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é a principal instituição financiadora, com anúncio de 20 bilhões de reais para investimentos em pesquisa e inovação em biocombustíveis. O BNDES possui também linha de crédito específica do RenovaBio, com 2 bilhões de reais em recursos destinados a usinas participantes da política, oferecendo taxas de juros menores como forma de incentivar a eficiência energética e a certificação da produção com redução nas emissões de carbono (BNDES, 2022).

As adições compulsórias de biocombustíveis aos combustíveis fósseis, os incentivos fiscais, financeiros e a concessão de linhas de crédito constam especificamente como instrumentos para viabilização da Política Nacional de Biocombustíveis na Lei nº 13.576/2017. Tratam-se de políticas governamentais utilizadas há muitas décadas para fomentar a expansão da produção dos biocombustíveis, em especial o etanol, vindo ao encontro dos objetivos do RenovaBio.

4.2.3 Objetivos e fundamentos

O RenovaBio possui quatro objetivos principais definidos em lei: contribuir para o cumprimento do Acordo de Paris; alcançar a adequada relação de eficiência energética e de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa; promover a expansão dos biocombustíveis na matriz energética, com ênfase na regularidade do abastecimento; e assegurar previsibilidade para o mercado de combustíveis, através da participação competitiva dos diversos biocombustíveis (Brasil, 2017).

Em consonância com os objetivos, o texto de lei traz os fundamentos do RenovaBio:

- I - a contribuição dos biocombustíveis para a segurança do abastecimento nacional de combustíveis, da preservação ambiental e para a promoção do desenvolvimento e da inclusão econômica e social;
- II - a promoção da livre concorrência no mercado de biocombustíveis;
- III - a importância da agregação de valor à biomassa brasileira; e
- IV - o papel estratégico dos biocombustíveis na matriz energética nacional (Brasil, 2017).

A preocupação ambiental está em destaque entre os objetivos e fundamentos, vindo ao encontro da principal problemática justificadora da criação da política. Como ressaltado anteriormente, o Brasil se comprometeu a uma meta audaciosa ao se tornar signatário do Acordo de Paris e a expansão da produção de biocombustíveis foi um dos principais caminhos encontrados para firmar a contribuição brasileira no enfrentamento às mudanças climáticas.

O crescimento da produção de biocombustíveis traz também um abastecimento mais regular, diminuindo a dependência de importações, que atualmente deixam o país vulnerável aos valores praticados internacionalmente. Em momentos de crises econômicas ou guerras, há ainda risco de desabastecimento. Tornar os biocombustíveis mais competitivos é uma das formas de trazer previsibilidade para o mercado de combustíveis.

É dever do Estado garantir a continuidade do abastecimento e proteger o consumidor de variações abusivas de preços. Assim, o RenovaBio foi planejado pelo Ministério de Minas e Energia para aprimorar as políticas e aspectos regulatórios relacionados aos biocombustíveis, objetivando contribuir para a superação dos desafios técnicos e econômicos enfrentados pelo setor e para o melhor aproveitamento das oportunidades que se colocam ao país (EPE, 2017).

Também é importante observar o risco que outras políticas públicas ou novas tecnologias podem oferecer ao mercado dos biocombustíveis, para que sejam tomadas medidas antecipadas em relação ao que possa interferir nos objetivos do RenovaBio. Isso acontece

atualmente com a crescente adoção de carros elétricos no Brasil que pode afetar o consumo de etanol e, conseqüentemente, a sua produção e investimentos no setor.

Em 2024, a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) contabilizou 177.358 veículos leves eletrificados emplacados no Brasil, um aumento de 89% em relação a 2023. O levantamento inclui automóveis híbridos com recarga externa, híbridos convencionais e 100% elétricos. Os números mostram que o mercado de carros elétricos está em expansão no Brasil, com crescente aceitação dos consumidores (ABVE, 2024).

Tramita no Senado Federal o Projeto de Lei 304/2017 que proíbe, a partir de 2030, a venda de veículos novos movidos a combustíveis fósseis, como gasolina e diesel. Além disso, caso o PL seja aprovado, a partir de 2040, será proibida a circulação de qualquer automóvel desse tipo, com exceção aos veículos movidos a biocombustíveis, como o etanol (Senado Federal, 2024).

Este projeto de lei, se aprovado, incentivará ainda mais a aquisição e produção de veículos elétricos no Brasil. Contudo, o PL prevê a coexistência dos biocombustíveis com os carros elétricos na utilização dos híbridos flex, eliminando totalmente o uso da gasolina. Como o objetivo do PL é a redução de emissões de GEEs e os biocombustíveis cumprem um papel relevante nesse sentido no Brasil, é fundamental que as decisões voltadas para um setor de transportes mais limpo nos próximos anos considerem o alinhamento das inovações tecnológicas no setor automobilístico com as vantagens proporcionadas pelos combustíveis renováveis (Roitman, 2019).

Veículos elétricos não emitem poluentes locais, mas ao se considerar todo o ciclo de vida, incluindo a produção das baterias e da energia elétrica que abastecerá o veículo, as emissões totais podem ser significativas, dependendo da matriz energética do país (Roitman, 2019).

Para o Brasil, que possui matriz elétrica predominantemente renovável, um estudo do Conselho Internacional de Transporte Limpo¹⁴ (ICCT) indicou que veículos 100% elétricos podem reduzir as emissões de GEEs em até 67% quando comparados com veículos movidos à gasolina (quadro 4.2) (ICCT, 2023).

¹⁴ O estudo realizado pelo Conselho Internacional de Transporte Limpo (ICCT) avaliou o ciclo de vida das emissões de GEE de carros de passeio com diferentes tipos de motorização e rotas de produção de combustível. Avaliou as emissões de escapamento, as oriundas da produção de combustível (inclusive mudança de uso da terra), da produção de eletricidade e as provenientes da fabricação de veículos e baterias. Foram considerados os três maiores segmentos no mercado interno: compactos, médios e SUVs e o quadro 4.2 retrata os dados dos veículos médios.

Quadro 4.2 - Emissões de ciclo de vida de GEE de veículos médios, por tipo de motorização, em g CO₂ eq./km.

Tipo de veículo/motorização	Emissão de GEE
ICEV gasolina ¹	186
ICEV etanol ²	107
BEV ³	52
HEV gasolina e eletricidade ⁴	158
HEV etanol e eletricidade ⁵	97
PHEV gasolina e eletricidade ⁶	150

¹ Veículo movido a combustão interna operado com 100% gasolina C.

² Veículo movido a combustão interna operado com 100% etanol hidratado.

³ Veículo elétrico à bateria operado com 100% eletricidade.

⁴ Elétrico híbrido operado com mix de gasolina e eletricidade em proporções iguais.

⁵ Elétrico híbrido operado com mix de etanol hidratado e eletricidade em proporções iguais.

⁶ Elétrico híbrido plug-in operado com mix de gasolina e eletricidade.

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de ICCT (2023).

No Brasil, os veículos movidos totalmente a eletricidade possuem emissões muito inferiores a qualquer das outras opções. Contudo, as emissões de GEE no ciclo de vida de veículos *flex* que operam exclusivamente com etanol hidratado são 31% menores do que quando operam com o consumo médio de gasolina e etanol hidratado e, ao considerar apenas o uso da gasolina, as emissões são 20% maiores. Isso indica que o uso do etanol hidratado pode reduzir significativamente as emissões em comparação com a gasolina fóssil (ICCT, 2023).

Nas recomendações finais, os pesquisadores do ICCT apontam as implicações diretas que o estudo pode ocasionar em outras políticas públicas, citando o RenovaBio, a contribuição que o etanol pode oferecer na transição sustentável de transportes e a necessidade de inclusão da mudança de uso da terra no cálculo de emissões realizado pelo RenovaBio:

A substituição da gasolina pelo etanol à base de cana-de-açúcar reduz significativamente as emissões veiculares de GEE no ciclo de vida, mas também implica riscos. Portanto, embora se deva priorizar a comercialização de BEVs¹⁵ como veículos novos, aumentar a participação do etanol no mercado em comparação com a gasolina fóssil permanece uma ferramenta relevante para reduzir as emissões dos veículos flex existentes no curto prazo. No entanto, qualquer aumento na produção de etanol deve ser acompanhado de políticas que garantam que tal expansão não aumentará sua intensidade média de carbono. A introdução de emissões ILUC¹⁶ no programa RenovaBio proporcionaria um incentivo maior à produção de combustível de segunda

¹⁵ Veículo elétrico à bateria operado com 100% eletricidade.

¹⁶ ILUC - Indirect Land Use Change, em português Mudança Indireta de Uso da Terra, tratada nessa pesquisa no tópico 4.1.1.

geração, bem como estimularia uma produção mais eficiente nas instalações existentes de etanol de primeira geração (ICCT, 2023, p. iii).

Portanto, assim como os veículos elétricos, os biocombustíveis também estão em fase de aprimoramento. Ainda é preciso corrigir falhas na regulação e promover um melhor aproveitamento de resíduos, especialmente na produção do etanol de segunda geração, o que irá possibilitar um aumento da produção de etanol com menores emissões de GEEs.

A relação entre os biocombustíveis e os carros elétricos pode ser de coexistência e não necessariamente de competição direta, especialmente ao se considerar que a eletrificação total da frota automotiva pode levar décadas. Além disso, a infraestrutura de carregamento para veículos elétricos ainda é limitada no Brasil, reforçando que os biocombustíveis são uma opção viável para muitas regiões.

Outro ponto relevante é o impacto ambiental relacionado à fabricação de baterias para os veículos elétricos, especialmente devido à mineração de lítio e cobalto e ao descarte correto dessas baterias após sua vida útil. Portanto, a depender da matriz elétrica e da cadeia produtiva envolvida, os veículos elétricos ainda trazem incertezas pelos impactos ambientais causados.

Todos esses fatores devem ser considerados pelo poder público ao aprimorar a regulação dos biocombustíveis e ao implementar medidas que busquem a mitigação de GEEs no setor de transportes. A aprovação do PL Combustível do Futuro (Lei nº 14.993/2024) é um indicativo de que o governo continua a incentivar a expansão dos biocombustíveis, já que a lei traz incentivos para a produção de diesel verde¹⁷, biometano e combustível sustentável de aviação, além de objetivar majorar os percentuais de etanol e biodiesel adicionados aos combustíveis fósseis até 2030.

4.2.4 Indicação de instrumentos e temporalidade

Na criação do RenovaBio foram instituídos na lei os instrumentos necessários a colocá-lo em prática:

¹⁷ O diesel verde costuma ser confundido com o biodiesel, que também é um combustível limpo, mas com propriedades distintas. O biodiesel é um éster de ácidos graxos, obtido a partir da reação de óleos ou gorduras com um álcool. Já o diesel verde, apesar de também ser obtido a partir de óleos ou gorduras, é um hidrocarboneto parafínico produzido a partir de diversas rotas tecnológicas, como hidrotratamento de óleo vegetal e animal, e que pode ser utilizado em motores do ciclo diesel sem adaptações. O diesel verde ainda não é produzido no Brasil. A primeira biorrefinaria desse combustível está sendo construída em Manaus e tem previsão para início de operação em 2025 (Agência Senado, 2024).

Art. 4º São instrumentos da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), entre outros:

- I - as metas de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa na matriz de combustíveis de que trata o Capítulo III desta Lei;
- II - os Créditos de Descarbonização de que trata o Capítulo V desta Lei;
- III - a Certificação de Biocombustíveis de que trata o Capítulo VI desta Lei;
- IV - as adições compulsórias de biocombustíveis aos combustíveis fósseis;
- V - os incentivos fiscais, financeiros e creditícios; e
- VI - as ações no âmbito do Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Brasil, 2017).

Conforme detalhado no item 4.1.3, foram estabelecidas metas nacionais de redução de emissões para a matriz de combustíveis, definidas para um período de 10 anos. Trata-se de metas compulsórias e buscam trazer previsibilidade, em termos de necessidade volumétrica de combustíveis (fósseis e renováveis) dentro de um horizonte temporal, para permitir que os agentes privados realizem uma análise de investimento em um ambiente com menos incerteza (MME, 2017).

A temporalidade de dez anos prevista em lei para o RenovaBio acompanha a meta de redução de emissões de carbono estabelecida na COP-21, objetivando aumentar a participação dos biocombustíveis na matriz energética nacional.

As metas nacionais são desdobradas em metas individuais, válidas por um ano, para os distribuidores de combustíveis, conforme sua participação no mercado de combustíveis fósseis. A cada ano, o CNPE define as novas metas compulsórias individuais.

A certificação da produção de biocombustíveis, detalhada no item 3.1, objetiva atribuir notas diferentes para cada produtor, sendo maior a nota para o produtor que produzir maior quantidade de energia líquida, com menores emissões de CO₂ no ciclo de vida. A nota refletirá a contribuição individual de cada produtor para a mitigação de gases de efeito estufa em relação ao seu substituto fóssil.

O Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis tem validade de três anos. Após o vencimento, é necessária a renovação da certificação, com nova análise do ciclo de vida, podendo ser alterada a nota de eficiência energética-ambiental. Essa necessidade de renovação objetiva melhorar as práticas do produtor para obtenção de uma maior nota e consequente emissão de créditos de descarbonização em maior número.

O CBIO é o elo de ligação desses dois instrumentos. Ele é o ativo financeiro, negociado em bolsa, emitido pelo produtor, a partir da comercialização efetiva do biocombustível. Quanto maior a nota de eficiência e maior a produção/comercialização de biocombustível, mais CBIOs serão emitidos, revertendo a renda da venda do CBIO ao produtor.

Os distribuidores de combustíveis cumprem sua meta individual ao demonstrar a propriedade dos CBIOs em sua carteira, a cada ano. As metas são a garantia dos produtores de que haverá compradores para o CBIO emitido. Portanto, esses três primeiros instrumentos se ligam ciclicamente, fazendo a política rodar.

A adição compulsória de biocombustível ao combustível fóssil e os incentivos fiscais, financeiros e creditícios, tratam-se de instrumentos adicionais fixados pela lei. Conforme explicado no item 4.2.2, são instrumentos que já eram praticados amplamente pelo governo para movimentar a indústria de biocombustíveis e, como possuem objetivos semelhantes ao RenovaBio, foram alocados à norma para somar esforços com a política.

Além disso, o governo busca incentivar o consumo dos biocombustíveis para dar vazão à produção e trazer competitividade, o que ocorre com a prática da adição compulsória, já que o consumidor não tem escolha em adquirir a gasolina sem o etanol adicionado, por exemplo.

Assim, o RenovaBio conta com três instrumentos principais que foram criados especificamente para seu funcionamento: certificação da produção de biocombustíveis, créditos de redução de carbono (CBIO) e metas obrigatórias de redução de emissões de GEE. Os demais instrumentos, políticas já existentes, são utilizados para alavancar o RenovaBio, já que possuem como objetivo principal em comum incentivar a produção de biocombustíveis no país.

O último instrumento, tratado genericamente na lei, são as ações para cumprimento do Acordo de Paris. O RenovaBio é considerado uma das principais medidas para viabilizar o atingimento das metas assumidas na convenção, todavia, outras ações foram tomadas pelo governo buscando mitigar as emissões de GEE.

O relatório Política Climática por Inteiro (2023) destaca os principais avanços no cumprimento do Acordo de Paris:

- Redução de 22% do desmatamento da Amazônia;
- As ações de fiscalização ambiental cresceram 86%, de 3.261 autos de infração contra a flora pelos órgãos ambientais em 2020 para 6.077 em 2023;
- O orçamento autorizado para fiscalização ambiental cresceu 49,5%, de R\$ 78,1 milhões em 2021 para R\$ 116,8 milhões em 2023, ainda que tenha sofrido queda de 16% (R\$ 19,5 milhões) entre 2022 e 2023;
- O percentual de adição de biodiesel no diesel subiu para 12% em 2023, sendo que fora de 10% no último ano e 11% em 2020;
- Os subsídios de contratação de térmicas a carvão caíram 20,5%, de R\$928 milhões em 2022 para R\$738 milhões em 2023;

- As metas de CBIOS aumentaram em 157% entre 2020 e 2023, e agora representam quase 40% do objetivo para 2030; e
- A participação das energias renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE) cresceu 6% entre 2022 e 2023, e está próxima da meta de 55% para 2030.

Considerando que as três principais fontes de emissão de GEE são a mudança de uso da terra, a atividade agropecuária e o uso da energia, o país experimentou avanços no uso da terra ao prevenir e combater o desmatamento nos anos de 2022 e 2023, especialmente na Amazônia. Investimentos em fiscalização e o lançamento de nova edição do Plano de Ação para Prevenção e Combate ao Desmatamento na Amazônia Legal já demonstraram resultados.

Todavia, é preciso expandir as medidas de combate ao desmatamento para os demais domínios morfoclimáticos, uma vez que quando há incentivos para expansão das monoculturas, ocorre uma pressão nos demais domínios, que serão objeto de expansão de cultivos, em especial o Cerrado.

No mesmo período em que os alertas de desmatamento na Amazônia Legal caíram pela metade, os alertas de desmatamento no Cerrado aumentaram 34% nos 10 primeiros meses deste ano, alcançando o maior valor da série histórica. O desmatamento nesse bioma está concentrado sobretudo no Matopiba (acrônimo da região formada por parte dos territórios de Maranhão, Piauí, Bahia e pelo Tocantins), onde avança a principal fronteira agrícola do país (Política Climática por Inteiro, 2023, p. 24).

No ramo da agropecuária, em 2022, o país contabilizou 234,4 milhões de cabeças de gado, um número maior que a população brasileira. Trata-se de um dado preocupante em razão do processo digestivo bovino, a fermentação entérica, que é responsável por mais de 60% dos gases de efeito estufa lançados na atmosfera pela agropecuária (Política Climática por Inteiro, 2023). Diferentemente do caso do desmatamento, em que houve retomada do combate em 2023, no setor agropecuário não foram registradas medidas ou compromissos com a redução das emissões.

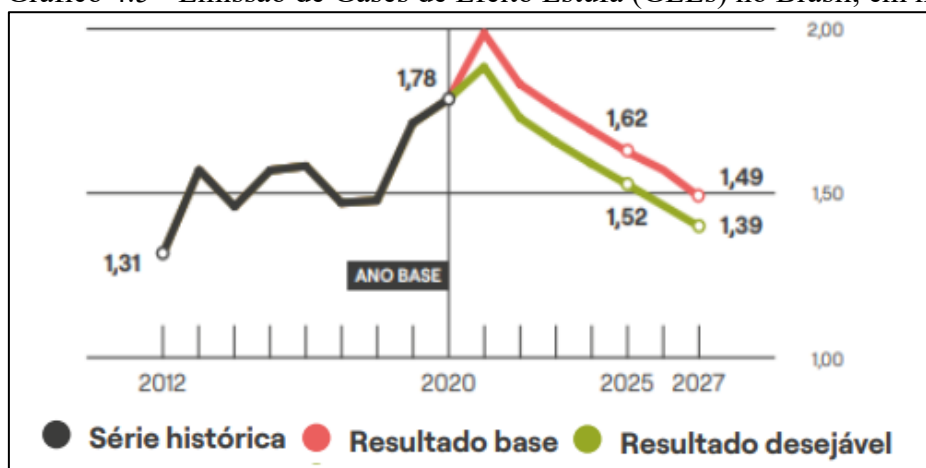
No tema energia, o Brasil já experimentou muitos avanços. Ao contrário das maiores potências mundiais que alicerçam sua matriz energética essencialmente no petróleo, carvão e gás natural, no Brasil há a predominância de fontes renováveis (47,4%) com destaque para a biomassa de cana, hidráulica e lenha (EPE, 2023).

Além do incentivo aos biocombustíveis, há muitos investimentos anunciados em geração de energia por usinas fotovoltaicas e eólicas, mas também há previsão de altos

investimentos em petróleo e gás até 2029, o que contrasta com as metas assumidas para redução dessas fontes de energia (Política Climática por Inteiro, 2023).

A projeção feita pelo governo no Plano Plurianual, de 2024 a 2027, indica que a meta de emissão de GEE para 2025 não será cumprida (gráfico 4.5), todavia há expectativa de cumprimento, num cenário desejável, da meta de 2030 um pouco antes dessa data (Brasil, 2023b).

Gráfico 4.5 - Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEEs) no Brasil, em milhões de toneladas.



Fonte: Brasil (2023b).

Para somar esforços, foi aprovado em dezembro de 2024 o projeto de lei que cria o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), objetivando estabelecer um teto para emissões e diretrizes para o estabelecimento do mercado de venda de títulos (Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024).

As empresas que mais poluem deverão compensar suas emissões com a compra de títulos, que serão comercializados pelas empresas que poluíram menos. Poderão gerar créditos as ações de recomposição e manutenção de áreas de preservação permanente, reserva legal e unidades de conservação. É um projeto baseado em experiências internacionais que visa dar uma vantagem competitiva às empresas que contribuírem mais com a mitigação de GEE (Agência Câmara de Notícias, 2023).

Deve-se destacar que o Brasil presidirá a COP 30, em Belém/PA, em novembro de 2025, quando novas metas climáticas devem ser apresentadas por todos os países, além dos debates sobre o atingimento das metas assumidas nas convenções anteriores.

5. A IMPLEMENTAÇÃO DO RENOVABIO EM UBERABA: ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO DAS USINAS SUCROENERGÉTICAS E DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE CANAVIEIRA

5.1 Processo de certificação das usinas sucroenergéticas

O município de Uberaba possui duas usinas sucroenergéticas e ambas já se encontram certificadas no RenovaBio junto à ANP. A pedido das usinas estudadas, não haverá identificação dos respectivos nomes ao fazer referência aos dados da certificação e números que detalham o desempenho no RenovaBio, portanto, adiante passarão a ser identificadas, como usina 1 e usina 2.

O quadro 5.1 apresenta o panorama geral das Notas de Eficiência Energético-Ambiental - NEEA, datas de certificação, renovação e validade dos certificados obtidos pelas usinas 1 e 2.

Os conceitos e informações contidos no quadro 5.2 são importantes em todo o processo de certificação e preenchimento da RenovaCalc, por interferirem diretamente na nota das usinas no RenovaBio e, portanto, serão continuamente utilizados na pesquisa, sendo fundamentais para a compreensão deste e dos próximos tópicos.

Ambas as usinas já passaram pelo processo de renovação da certificação e estão em operação dentro da política há mais de quatro anos. A usina 1 submeteu-se ao processo de renovação quase três anos após a primeira certificação e teve uma leve melhora em sua NEEA. Já a usina 2 fez sua renovação aproximadamente um ano e meio após a certificação e sua NEEA diminuiu. Nova renovação ocorreu no final do ano de 2024 com uma melhora na nota.

Para ilustrar como acontece o processo de certificação, coleta e conferência de dados, detalharemos como ocorreu a primeira certificação da usina 1 (figura 5.1).

A firma inspetora SGS ICS Certificadora Ltda foi contratada no ano de 2019 pela usina 1, para proceder à certificação referente ao ano de 2018 da produção eficiente de biocombustível para ingresso no RenovaBio.

A SGS conduziu uma validação da RenovaCalc em atendimento aos requisitos da Resolução ANP nº 758/2018. A auditoria baseou-se no escopo de verificação, objetivos e critérios e a equipe responsável foi composta por 4 pessoas, sendo um auditor líder, um auditor, um especialista e um responsável técnico/revisor, sendo um biólogo, dois engenheiros ambientais e um engenheiro químico.

Quadro 5.1 – NEEA das usinas 1 e 2 em todas as certificações e renovações no RenovaBio.

USINA SUCRO-ENERGÉTICA	PRIMEIRA CERTIFICAÇÃO			PRIMEIRA RENOVAÇÃO			SEGUNDA RENOVAÇÃO			VALIDA-DE
	DATA	NEEA		DATA	NEEA		DATA	NEEA		
		ETANOL ANIDRO	ETANOL HIDRA-TADO		ETANOL ANIDRO	ETANOL HIDRA-TADO		ETANOL ANIDRO	ETANOL HIDRA-TADO	
Usina 1	05/05/20	55,70	55,10	17/02/23	57,00	56,63	-	-	-	16/02/2026
Usina 2	09/04/20	60,90	60,60	15/10/21	60,17	59,82	10/02/25	62,03	61,76	09/02/2028

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de SGS (2020); ANP (2024b); BENRI (2024).

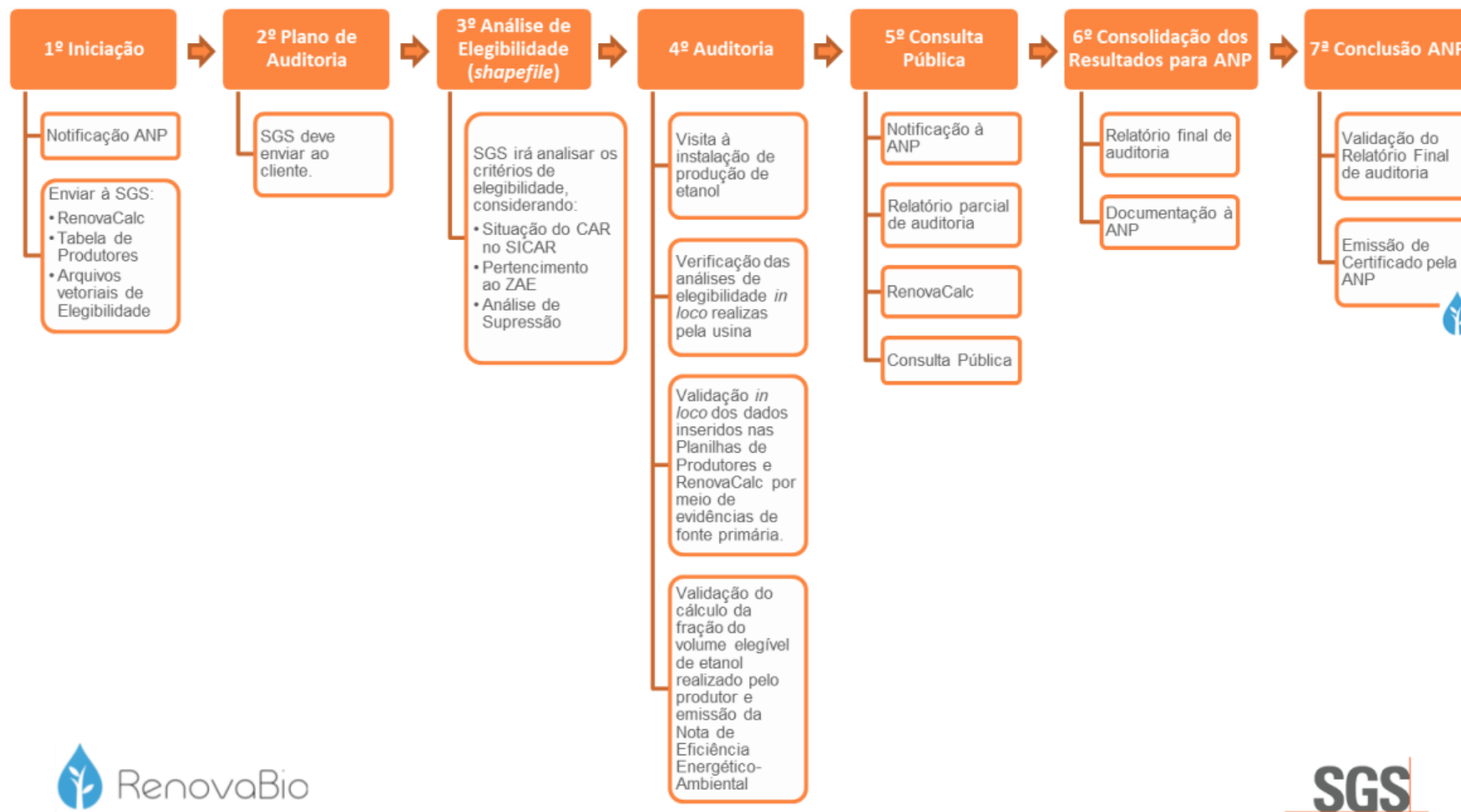
Quadro 5.2 – Detalhamento das informações declaradas na fase agrícola do cultivo da cana-de-açúcar, destinadas à produção de biocombustível, conforme parâmetros contidos na RenovaCalc.

PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIENTAÇÃO
Área total	Área total destinada à produção da biomassa primária (somatório das áreas referentes a todos os imóveis rurais). Para a cana-de-açúcar corresponde à soma das áreas colhida, de produção de mudas, de reforma, de cana de ano e meio e de cana bisada.	Hectare (ha)	Verificar por imagens de satélite, de resolução espacial melhor ou igual a 30 m, e técnicas de geoprocessamento e, se disponível, por sistema de geoprocessamento para verificação dos critérios de elegibilidade
Área queimada total	Soma das áreas que sofreram queima: com autorização para colheita; para eliminação de resíduos culturais; queima acidental e/ou criminosa.	Hectare (ha)	Verificar por meio do sistema de gerenciamento de informações de cada usina.
Produção total	Quantidade total de biomassa primária produzida na área total de produção. Para a cana-de-açúcar, refere-se ao total anual de cana colhida destinada à moagem (soma de colmos, impurezas vegetais e minerais). Este parâmetro deve ser reportado em base úmida.	Tonelada (t)	Verificar nota fiscal de compra, quando o fornecedor vender a totalidade da sua produção para apenas um produtor de biocombustível. Verificar registros internos, confirmando ao menos que a produção total adquirida pelo produtor de biocombustível é menor ou igual à produção total declarada para cada fornecedor. O teor de umidade médio deverá ser calculado de forma ponderada utilizando dados referentes ao teor de umidade ao longo do ano.
Quantidade comprada	Quantidade total de biomassa comprada pela unidade produtora de biocombustível.	Tonelada (t)	Verificar nota fiscal de compra.
Teor médio de impurezas vegetais	Refere-se ao teor médio de impurezas vegetais contido na cana-de-açúcar. Deve ser reportado em base úmida e informado o teor de umidade dessas impurezas	kg /t cana, em base úmida	Verificar registros internos. Poderá ser declarado o valor médio ou mesmo o valor oriundo de apenas uma medição. Poderão ser utilizados dados típicos para o teor de umidade.
Teor médio de impurezas minerais	Refere-se ao teor médio de impurezas minerais contido na cana-de-açúcar.	kg /t cana, em base úmida	Verificar registros internos.

Palha recolhida total	Refere-se à quantidade total de palha recolhida anualmente na área total de produção. Esse parâmetro refere-se à palha recolhida separadamente da cana.	t de palha, em base seca	Verificar registros internos, para produção própria. Verificar nota fiscal de compra, para produtos de fornecedores.
Consumo de corretivos	Quantidade consumida de cada corretivo (calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola), dividida pela produção total.	kg/ t biomassa	Verificar nota fiscal de compra de insumo e controle interno de estoque.
Consumo de fertilizantes sintéticos	Quantidade consumida de cada elemento (N, P ₂ O ₅ e K ₂ O por fonte), aplicados na área total, dividida pela produção total.	kg elemento/ t biomassa	Verificar nota fiscal de compra de insumo e controle interno de estoque. Cada fonte de fertilizante possui uma quantidade específica de N, P ₂ O ₅ e K ₂ O (%). Para identificar essa fonte, consultar o rótulo do fertilizante ou especificações técnicas.
Consumo de fertilizantes organominerais	Quantidade de resíduos industriais e outros fertilizantes organominerais utilizados como fertilizantes por fonte (vinhaça, torta de filtro, cinzas e fuligem) aplicados na área total, dividida pela produção total. Deve ser informado o teor de nitrogênio.	kg ou l / t biomassa	Verificar nota fiscal de compra de insumo e controle interno de estoque. O teor de N do fertilizante deve ser informado pelo fabricante ou determinado por análise de laboratório.
Consumo de combustíveis e eletricidade	Refere-se ao consumo de combustíveis (soma das operações agrícolas, irrigação, transporte da biomassa, resíduos, deslocamento de pessoas), na área total, dividido pela produção total. Devem ser contabilizados os combustíveis próprios e de terceiros.	l/t biomassa Nm ³ /t biomassa kWh/t biomassa	Para os combustíveis, verificar nota fiscal de compra e controle interno. Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia. No caso em que a unidade produtora não tiver comprovação de todo combustível utilizado, não poderá ser escolhida a opção de declaração de perfil específico. Todo o combustível utilizado no imóvel deverá ser contabilizado, caso não seja possível individualizar o consumo.

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de ANP (2022b).

Figura 5.1 - Etapas do processo de auditoria da usina 1 em 2020.



O escopo previa a verificação independente pela SGS dos dados e cálculos da RenovaCalc, compreendendo o Diretório de Rotas de Produção de Biocombustíveis para etanol hidratado e anidro de cana-de-açúcar (Rota E1GC) e do volume elegível. Assim, a usina 1 foi a responsável pelo preenchimento da RenovaCalc e disponibilização dos dados e documentos que o embasaram para efetivação da auditoria.

O processo de auditoria ocorreu em 7 etapas. Na etapa 1, a firma inspetora comunicou à ANP sobre a contratação ocorrida para certificação de produção de biocombustível e recebeu da usina todo o material necessário a subsidiar a elaboração do relatório de elegibilidade, além dos arquivos vetoriais, contendo em seus atributos as informações de identificação dos produtores, número do CNPJ ou CPF e número do CAR.

A etapa 2 consistiu no envio à usina do plano de auditoria elaborado pelos auditores, contendo as atividades, cronograma, logística da auditoria, informações que deveriam estar disponíveis e lista de funcionários que participariam do processo presencial.

A etapa 3 realizou a verificação dos critérios de elegibilidade em três partes:

a) Análise dos imóveis que compreenderam a área produtiva: consulta no SICAR – Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural, utilizando como referência, o número de CAR informado pelo produtor, considerando a situação do cadastro (Ativo, Pendente ou Cancelado). Para ser considerado elegível, o imóvel deve estar com situação “Ativo” ou “Pendente”¹⁸. Os auditores realizaram a consulta da totalidade de imóveis que formaram a área produtiva da usina 1 em 2018: 78 imóveis rurais, sendo todos considerados elegíveis pela auditoria, num total de 23.355,36 hectares.

b) Análise da localização da área produtiva com relação ao Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZAE)¹⁹: Todos os imóveis foram considerados elegíveis.

c) Análise de supressão de vegetação nativa: verificação da ocorrência de supressão de vegetação dentro dos imóveis rurais e que foram convertidas para cana-de-açúcar após a data de promulgação da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017²⁰. Segundo a auditoria, o processo consistiu na identificação de objetos através da assinatura espectral

¹⁸ É permitido ao imóvel em situação irregular, fazer a adesão ao PRA – Programa de Regularização Ambiental, estipulando um cronograma de ações e datas para cumprimento. A assinatura desse documento, já garante ao imóvel o status de “pendente”, que o torna elegível para participação no RenovaBio.

¹⁹ O Decreto criador do ZAE Cana foi revogado em 2019 e, não constitui mais um critério de elegibilidade do RenovaBio. Por essa razão, não será detalhado esse critério na pesquisa.

²⁰ Atualmente, a supressão de vegetação nativa não é permitida no RenovaBio se ocorrida a partir de 27 de novembro de 2018, data de publicação da Resolução ANP nº 758, que trouxe a regulamentação do processo de certificação. Houve ainda modificação legal para permitir a supressão de exemplar arbóreo isolado (ANP, 2018). Na auditoria foi considerada a data limite que estava vigente à época.

dos alvos e posterior interpretação visual. Foram utilizadas imagens da constelação de satélites Sentinel-2 de três períodos: 2017, 2018 e 2019, em que a auditoria verificou possíveis mudanças na cobertura da vegetação dentro das áreas produtivas, indicando supressão de vegetação nativa. A metodologia descrita na auditoria indica que a análise deve gerar o Índice de Vegetação Normalizado (NDVI) dentro desse período e, utilizar uma composição entre os resultados obtidos para realçar áreas de ganho ou perda de vegetação. Para a realização da interpretação visual é utilizado como referência a chave de interpretação de classes do Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, produzido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Nessa etapa de verificação de supressão de vegetação nativa, a auditoria não informou os resultados encontrados, omitindo-se também de apresentar as imagens comparativas. As explicações constaram apenas na metodologia do relatório. Da leitura do documento, presume-se que não foram encontradas irregularidades nesse quesito, já que todas as propriedades informadas foram consideradas elegíveis, porém sem qualquer menção direta ou explicação.

A etapa 4 compreendeu a realização da auditoria *in loco*, com visita às instalações para validação dos dados já enviados por meio de evidências de fonte primária. Os auditores tiveram acesso a todos os sistemas de gestão de informações, dados e documentos utilizado pela usina para conferência das evidências.

Após, a planilha de produtores foi auditada, sendo que dos 78 imóveis, 40 entraram com dados primários na RenovaCalc, por serem provenientes de áreas de parceria agrícola, em que a usina é responsável por toda a gestão agrícola. As áreas de fornecedores de cana-de-açúcar entraram com dados padrões, já que a gestão é do fornecedor e há dificuldade em se obter os dados exatos da fase agrícola. As informações e dados da fase agrícola e industrial foram todos auditados, bem como consumo de combustível e distribuição.

O Informe Técnico nº 02/2018/SBQ permite que as firmas inspetoras utilizem-se de planos de amostragem para auditar dados oriundos de grande quantidade de registros, como por exemplo, os dados de produtores de biomassa. Os planos de amostragem deverão ser elaborados e assinados por um responsável técnico e embasadas na ISO 19011 e/ou literatura científica. No processo analisado, a firma inspetora não se valeu dessa prerrogativa e auditou 100% dos dados dos produtores.

Ao final da etapa 4 foram repassadas as não conformidades encontradas, que geraram 32 SACs – Solicitação de Ação Corretiva. Ocorrendo essa situação, os auditores

informam as não conformidades aos representantes da usina, concedendo prazo para apresentação de novas evidências para que seja procedida a correção do erro.

Das 32 SACs geradas, 20 referem-se a erros de digitação, repetição de dados, falta de padronização de lançamento, ausência de assinatura e correção de unidade de medida. Mas há também 12 SACs relevantes, que retratam erros encontrados capazes de impactar na NEEA da usina (quadro 5.3).

Quadro 5.3 – Descrição das Solicitações de Ação Corretiva – SACs relevantes, por assunto, da usina 1.

Bloco	Nº	Descrição da SAC – Solicitação de Ação Corretiva
LANÇAMENTO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL	8	Incluir informação de transporte de colaboradores realizado por terceiros e respectivo consumo de combustível.
	18	Consumo de combustível calculado apenas com base no consumo próprio da usina, sem considerar o que foi utilizado por terceiros em operações da usina.
	20	Divergência entre o transporte dos dois tipos de etanol: constou distribuição 100% via rodoviário, mas a evidência denota distribuição por dutovia.
	27	Encaminhar para registro, as notas fiscais dos combustíveis (etanol, gasolina, diesel B8 e B10) da Fase Agrícola.
CONTABILIZAÇÃO DE FERTILIZANTES	9	Incluir área de reforma de canavial, que não foram contabilizadas.
	10	Incluir a informação de N e K no consumo de fertilizantes, que não foram contabilizadas.
	11	O cálculo da média de N da vinhaça foi realizado de maneira incorreta, com divergência da análise evidenciada.
	12	Solicitada evidência complementar do controle de saída de torta de filtro, fuligem e de vinhaça.
	14	Torta de filtro e cinzas sem concentração de N.
	23	Especificar na planilha de produtores, na aba "consolidado" e na RenovaCalc os fertilizantes "Outros" utilizados.
LANÇAMENTO DE PRODUÇÃO E AQUISIÇÃO	22	Divergência entre o valor de cana comprada nas notas fiscais e a quantidade que consta no sistema. Solicitadas novas notas fiscais para sanar divergência.
	29	Divergência entre a quantidade produzida de etanol hidratado no boletim industrial/RenovaCalc e o informado ao SIMP - Sistema de Informações de Movimentações de Produtos.

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de SGS (2020).

As não conformidades relevantes encontradas pela auditoria foram separadas em três grupos, conforme o tema a que se referem: lançamento do consumo de combustível;

erro na contabilização ou lançamento de fertilizante (sintético ou organomineral); e divergência de lançamento de produção e aquisição de cana-de-açúcar.

As SACs 8, 18 e 27 retratam uma omissão da usina ao lançar o consumo de combustível de origem fóssil durante a safra auditada, já que não constou na RenovaCalc o consumo oriundo de atividades contratadas pela usina e realizadas por terceiros. Um dos casos detalhado pela auditoria trata do transporte de trabalhadores até as áreas de plantio, cujos dados não constaram no cálculo da NEEA da usina.

A SAC 20 demonstra uma divergência quanto ao modal de distribuição do álcool informado na RenovaCalc e o que foi apurado pelas evidências coletadas pela auditoria. No caso específico, o modal dutoviário que foi utilizado pela usina indica um consumo menor de combustível que o modal rodoviário, que havia sido informado no cálculo. Foram solicitadas evidências para correção do cálculo, com o envio para a auditoria das notas fiscais e contratos firmados com terceiros.

Na contabilização de fertilizantes houve várias omissões e erros de lançamento, que impactam de forma substancial o cálculo da NEEA, já que os fertilizantes compõem uma das principais classes de emissão de GEE na fase agrícola da produção de cana-de-açúcar, em especial o nitrogênio, fósforo e potássio.

As áreas de reforma dos canaviais também recebem corretivos do solo e fertilizantes e, por isso, não podem ser excluídas do cálculo. Para os fertilizantes sintéticos é preciso informar a quantidade consumida, dividida pela produção total, além de informar também a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio, conforme a embalagem do fabricante.

Já os fertilizantes organominerais, como a vinhaça, torta de filtro e cinza, devem informar a concentração de nitrogênio e a quantidade utilizada, para que seja computado também o combustível necessário para sua distribuição no canavial.

Em relação às divergências de lançamento de produção e aquisição, a usina informou um valor diferente de compra de cana-de-açúcar de fornecedores em relação ao que a auditoria apurou pelas evidências. Toda a cana-de-açúcar adquirida, necessita ser comprovada por nota fiscal para ingresso no RenovaBio, ainda que sejam utilizados dados padrão para a contabilização de emissões da fase agrícola. Além disso, a disponibilização dos dados do fornecedor, da propriedade e o número do CAR são obrigatórios para verificação dos critérios de elegibilidade.

Na SAC 29, a auditoria apurou que o valor de produção de etanol hidratado informado à ANP através do SIMP - Sistema de Informações de Movimentações de

Produtos estava divergente do sistema da usina e do valor informado na RenovaCalc. Essa divergência impacta na NEEA já que para finalizar o cálculo na RenovaCalc, considera-se todas as emissões de GEE da fase agrícola, industrial e distribuição, de acordo com o rendimento do produto, ou seja, a quantidade de etanol que se conseguiu produzir com aquelas emissões contabilizadas. Neste caso, a usina precisou retificar junto à ANP o valor de etanol produzido e apresentar o protocolo e o aceite à auditoria.

Finalizada a etapa 4, que compreendeu a auditoria *in loco*, a correção das não conformidades encontradas e a verificação da documentação comprobatória, iniciou-se a etapa 5. Produzido o relatório parcial da auditoria, contendo os dados consolidados até o momento, a firma inspetora enviou os documentos para a ANP, para que iniciasse o período de consulta pública da proposta de certificação da usina em processo de credenciamento, contendo o cálculo da NEEA contabilizado. Os documentos ficaram disponíveis no sítio eletrônico da firma inspetora e da ANP, a qualquer interessado, pelo prazo de 30 dias.

Havendo qualquer questionamento, estes devem ser respondidos e passar a integrar o relatório parcial, consolidando o relatório final do processo de certificação. Não houve participação pública no processo de credenciamento pesquisado.

Na etapa 6 o relatório final foi enviado à ANP, contendo todo o detalhamento da auditoria *in loco*, relatório da consulta pública e relatório do processo de certificação de biocombustíveis final.

Na última etapa, de número 7, ocorreu a conclusão do processo pela ANP, com a análise de todos os documentos que lhe foram encaminhados eletronicamente pela firma inspetora. Nesta etapa pode ocorrer a solicitação pela ANP de documentação adicional ou esclarecimentos, o que não aconteceu no processo analisado.

Finalizado o processo, foi emitida a Certificação de Produção Eficiente de Biocombustível com indicação expressa da Nota de Eficiência Energético-Ambiental e da fração de volume elegível de biocombustível, com validade de três anos. Todo o processo de certificação levou aproximadamente dez meses para ser concluído.

5.2 O desempenho energético ambiental das usinas sucroenergéticas de Uberaba no RenovaBio

No processo de certificação, busca-se medir a intensidade de carbono do biocombustível produzido, que é a soma das intensidades de carbono de todas as fases do seu ciclo de vida: agrícola, industrial, transporte e uso.

A Nota de Eficiência Energético Ambiental é determinada a partir da subtração da intensidade de carbono de cada biocombustível produzido, daquela do combustível fóssil substituto. Para o etanol o cálculo é feito a partir da IC da gasolina, conforme quadro 5.4.

Quadro 5.4 – Intensidade de carbono do etanol.

Biocombustível	Combustível fóssil substituto	Intensidade de carbono (g CO₂eq./MJ)
Etanol combustível	Gasolina	87,4

Fonte: Elaboração da autora (2024) com informações de ANP (2018).

A análise de ciclo de vida realizada no RenovaBio é atribucional, tendo como objetivo atribuir a um produto, no caso o etanol de primeira geração de cana-de-açúcar, sua parcela das emissões totais de poluentes e do consumo de recursos na economia. Nesse cálculo, tem-se a abrangência "do poço à roda" (ou "do berço ao túmulo"), contabilizando todos os fluxos de matéria e energia consumidos pelos processos produtivos e emitidos para o ambiente.

As informações inseridas pelo produtor na RenovaCalc podem ser oriundas de dados primários, que são os dados reais de seus processos, ou dados padrão, calculados automaticamente pelo sistema, e que nesse caso podem sofrer uma penalização. Assim, na fase agrícola, os dados podem ser primários ou padrão, na fase industrial e de distribuição sempre devem ser primários e quanto ao uso, sempre serão padrão (ANP, 2018).

Há uma verificação à montante²¹ da fase agrícola, que busca estimar as emissões ocorridas anteriormente ao cultivo, para a produção dos insumos que serão ali utilizados, e também à jusante²² do processo industrial, calculando, através da literatura, a média de emissões dos possíveis usos que o etanol pode ter (revenda, produtos de limpeza, indústria alimentícia, cosméticos, etc.). Tais dados são padrão e automaticamente somados aos dados inseridos pelos produtores.

Portanto, o produtor não tem autonomia sobre todos os dados que constam na RenovaCalc, pois alguns são oriundos de médias de emissões constantes na literatura. Tais

²¹ Os dados de inventário dos processos à montante da fase agrícola provêm da base de dados ecoinvent v.3.1 (Wernet et. al, 2016).

²² Para verificação do uso do biocombustível são utilizados dados da ferramenta de estimativa de gases de efeito estufa para fontes intersetoriais (FGV, 2017).

medidas visam otimizar e facilitar o uso da ferramenta pela possível dificuldade de rastreabilidade de todos os produtos e fluxos que envolvem a produção do biocombustível.

A usina 1 certificou-se no RenovaBio pela primeira vez no ano de 2020 e fez a renovação de sua certificação no ano de 2023 (quadro 5.5).

Quadro 5.5 – Notas gerais de certificação na Política Nacional de Biocombustíveis, obtidas pela usina 1, para etanol anidro e hidratado, nos anos 2020 e 2023.

DADOS GERAIS USINA 1	ETANOL HIDRATADO		ETANOL ANIDRO	
	2020	2023	2020	2023
Intensidade de carbono total	32,30	30,77	31,7	30,40
Intensidade de carbono fase agrícola	28,90	27,12	28,9	27,12
Intensidade de carbono fase industrial	1,00	1,11	1,0	1,11
Intensidade de carbono transporte	1,80	1,89	1,4	1,74
Intensidade de carbono uso	0,70	0,66	0,4	0,44
Nota de Eficiência Energético-Ambiental	55,10	56,63	55,70	57,0
Redução de emissões	63%	64,79%	64%	65,22%
Volume elegível	100%	99,18%	100%	99,18%

Obs.: A cor verde indica melhora no parâmetro e a cor laranja indica piora.

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de ANP (2024b); SGS (2020) e BENRI (2024).

Na usina 1, comparando as duas certificações para o etanol hidratado, houve uma redução na intensidade de carbono total, na intensidade de carbono da fase agrícola e no uso. Já a intensidade de carbono da fase industrial e no transporte sofreu um leve aumento. Ao final, a NEEA e o percentual de redução de emissões em comparação ao substituto fóssil (gasolina), apresentaram ligeira melhora.

Para o etanol anidro, houve melhora na intensidade de carbono total e na fase agrícola. O uso manteve-se estável e a intensidade de carbono na fase industrial e transporte tiveram uma leve piora. A NEEA e o percentual de emissões apresentaram melhora.

O percentual de volume elegível representa a quantidade de propriedades que cumpriram os critérios de elegibilidade para ingressar no RenovaBio e, no caso da usina 1, apesar de ligeira queda, o percentual ficou acima de 99%, o que significa que a quase totalidade de etanol produzido e comercializado pela usina 1 poderá gerar créditos de descarbonização.

No panorama geral da usina 1, vê-se que a melhora obtida em três anos de operação na política foi muito sutil, o que evidencia poucas alterações nos sistemas agrícola e industrial que impactem positivamente o meio ambiente.

Já a usina 2 certificou-se no RenovaBio pela primeira vez no ano de 2020, fez a primeira renovação em 2021 e a segunda renovação de sua certificação no ano de 2024 (quadro 5.6).

Quadro 5.6 – Notas gerais de certificação na Política Nacional de Biocombustíveis, obtidas pela usina 2, para etanol anidro e hidratado, nos anos 2020, 2021 e 2024.

DADOS GERAIS USINA 2	ETANOL HIDRATADO			ETANOL ANIDRO		
	2020¹	2021	2024	2020	2021	2024
Intensidade de carbono total	-	27,58	25,64	-	27,23	25,37
Intensidade de carbono fase agrícola	-	24,02	22,29	-	24,02	22,29
Intensidade de carbono fase industrial	-	1,21	1,06	-	1,21	1,06
Intensidade de carbono transporte	-	1,68	1,63	-	1,56	1,58
Intensidade de carbono uso	-	0,66	0,66	-	0,44	0,44
Nota de Eficiência Energético-Ambiental	60,60	59,82	61,76	60,90	60,17	62,03
Redução de emissões	-	68,45%	70,66%	-	68,85%	70,98%
Volume elegível	96,19%	96,93%	76,04%	96,19%	96,93%	76,04%

¹ A usina não disponibilizou o detalhamento das notas do ano de 2020 e os dados não se encontravam disponíveis nos sites da firma inspetora ou da ANP. Obs.: A cor verde indica melhora no parâmetro e a cor laranja indica piora.

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de ANP (2024b); BENRI (2024).

A usina 2 realizou sua primeira renovação um ano após a primeira certificação, na tentativa de aumentar sua nota. Conforme relatado em entrevista, na primeira certificação não havia sido possível apresentar os dados de todas as propriedades para ingresso no volume elegível, assim como, algumas propriedades não estavam com o CAR ativo.

Assim, essa primeira renovação buscou regularizar a situação das propriedades produtoras, visando majorar o volume elegível, o que significa um aumento na emissão de créditos de descarbonização, contudo, a NEEA apresentou uma redução.

A segunda renovação, ocorrida em 2024, apresentou aumento geral na intensidade de carbono em todas as fases e também na NEEA, todavia ocorreu uma queda relevante no percentual do volume elegível.

Uma das razões para redução do volume elegível deveu-se à supressão de vegetação nativa identificada pela auditoria em propriedades produtoras de cana-de-açúcar da usina 2 (figura 5.2), que acarretou a exclusão dessas propriedades pelo descumprimento de um dos critérios de elegibilidade do RenovaBio (BENRI, 2024).

Figura 5.2 – Não conformidades detalhadas pela firma inspetora sobre o cumprimento dos critérios de elegibilidade.

tem do Checklist	Tipo (NC/ESC)	Evidência Objetiva (item incorreto)	Descrição (data – texto)	Resposta da Unidade Produtora (data – nome:)	Data de Conclusão
2.7	NC	Memorial de cálculo da Fração Elegível incorreto.	Havia CARs inelegíveis sendo considerados elegíveis no memorial de cálculo da fração elegível.	Correção do memorial de cálculo.	05/11/24
2.3 e 2.7	NC	Imagens de satélite.	Foram encontrados de supressão de vegetação nativa, de modo que foi necessário que a unidade produtora revisasse a análise de elegibilidade, o memorial de cálculo da fração elegível e a RenovaCalc. Na segunda amostragem nenhum caso de supressão foi identificado.	Correção dos laudos de elegibilidade, da RenovaCalc e dos memoriais de cálculo da fração elegível.	28/10/2024

Fonte: BENRI (2024).

No relatório da auditoria constou que foram disponibilizadas as imagens de satélite, com a área total dos imóveis rurais elegíveis, comparativas entre dezembro de 2017 e 2023, com a rastreabilidade (Sentinel – 2A), além de laudo técnico atestando a ausência de supressão de vegetação nativa nas áreas de cultivo (BENRI, 2024).

É preciso registrar que a auditoria das propriedades quanto aos critérios de elegibilidade foi realizada por amostragem pela firma inspetora²³ que assim especificou:

Seguindo as normativas do Informe Técnico nº 02/SBQ v.5 da ANP, as informações de entrada na RenovaCalc foram auditadas em sua totalidade, enquanto as informações contidas nas planilhas de produtores de biomassa foram verificadas de acordo com um Plano de Amostragem,

²³ Segundo o Informe Técnico nº 02/SBQ v.5 da ANP, no caso da técnica de amostragem estatística, a margem de erro e o nível de confiança deverão ser determinados pelo responsável técnico pelo plano de amostragem com apresentação da justificativa dos valores adotados, sendo que a margem de erro não poderá ser superior a 10% e o nível de confiança estatístico não poderá ser inferior a 95%. Quando a firma inspetora optar pela amostragem para realizar a verificação dos critérios de elegibilidade dos produtores de biomassa, deverão ser auditados os dez maiores produtores de biomassa elegível apresentados pelo produtor de biocombustível.

elaborado em conformidade com os critérios estabelecidos pela ISO 19011.

Para auditoria do atendimento aos critérios de elegibilidade foi utilizado o critério de amostragem estatística, em conformidade com os requisitos descritos anteriormente, no qual, **como resultado, 143 imóveis rurais foram amostrados, devido a necessidade de ampliação da amostra, em razão da confirmação de casos de supressão de vegetação nativa. No total, 231 imóveis rurais foram declarados no escopo do projeto** (BENRI, 2024, p. 7).

Assim, percebe-se que a usina 2 inseriu as propriedades com supressão de vegetação no RenovaBio como se fossem elegíveis, apresentando imagens de satélite e laudo atestando que se tratavam de propriedades sem desmatamento. Todavia, ao proceder à auditoria, verificou-se que alguns imóveis estavam irregulares e, portanto, deveriam ser excluídos da política e da planilha RenovaCalc.

Não houve detalhamento em relação à quantidade de propriedades em que foi identificada a supressão ou ao valor em hectares que a exclusão dessas propriedades acarretou, todavia, comparando o volume elegível entre as duas últimas renovações, percebe-se que representaram mais de 20% da cana processada pela usina 2.

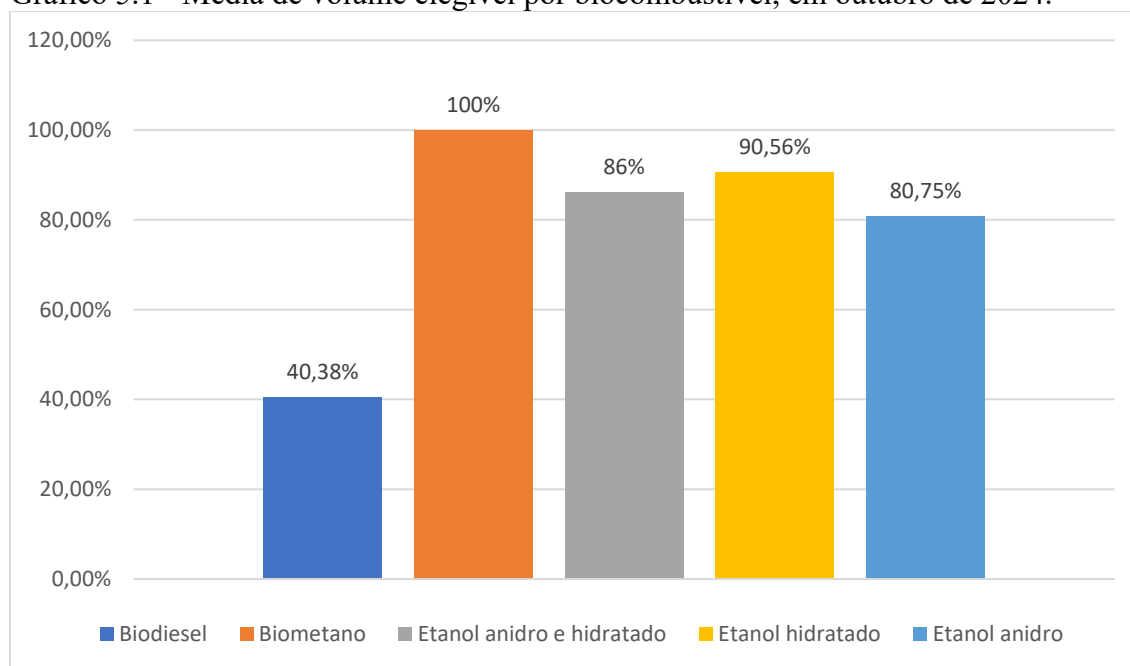
Esse dado demonstra que a usina 2 decaiu muito no cuidado ambiental com suas áreas de cultivo, que podem significar duas situações: admissão de novas áreas produtivas (novos contratos) que realizaram desmatamento ou, supressão de vegetação para expansão da área de cultivo em propriedades que já faziam parte das áreas da usina 2.

Assim, apesar de não se poder afirmar que a usina 2 tinha conhecimento das supressões realizadas, é fato que a própria usina 2 contratou uma empresa para realizar essa verificação, consultar as imagens de satélite e emitir um laudo atestando que suas propriedades não continham áreas desmatadas. Esse laudo foi produzido e apresentado à firma inspetora, porém, contendo informações inverídicas que foram auditadas e excluídas do RenovaBio, resultando em uma queda acentuada do volume elegível.

O percentual de 76,04 de volume elegível está muito abaixo da média das demais usinas certificadas no RenovaBio (gráfico 5.1).

Sobre a média da NEEA, o gráfico 5.2 mostra que as notas obtidas pelas usinas pesquisadas estão dentro da média das demais usinas brasileiras para a produção de etanol anidro e hidratado de cana-de-açúcar, porém ainda há muito espaço para melhora, já que há usinas sucroenergéticas com notas superiores a 70,00.

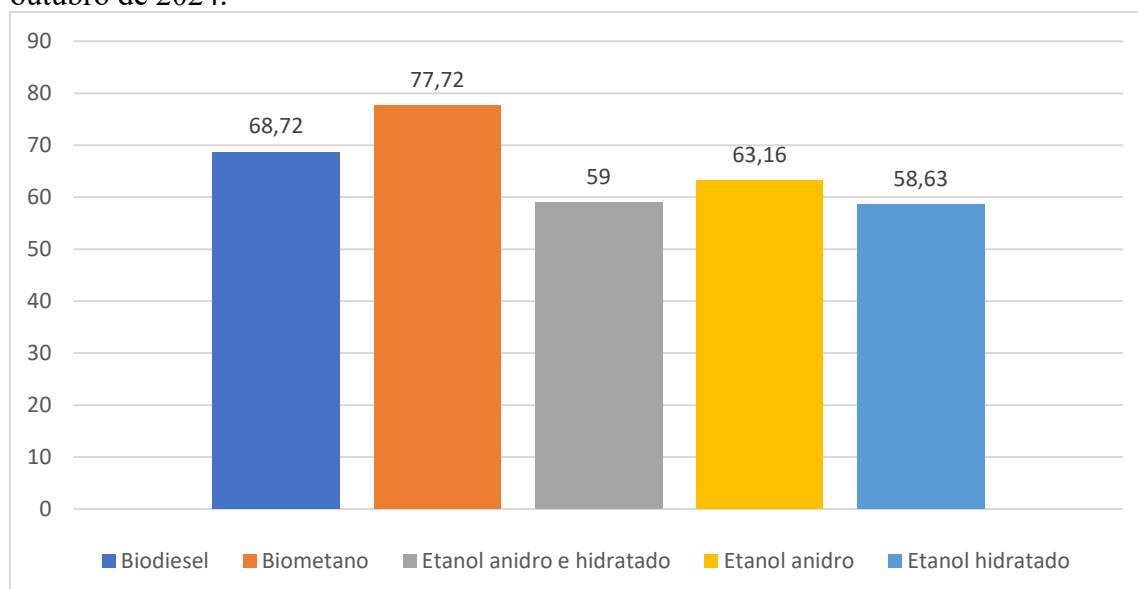
Gráfico 5.1 - Média de volume elegível por biocombustível, em outubro de 2024.



Obs.: Diferença entre “Etanol anidro e hidratado”, “Etanol hidratado” e “Etanol anidro”: No primeiro caso refere-se às usinas que possuem a certificação dos dois biocombustíveis em conjunto e nos demais casos, das usinas que se certificaram somente naquele biocombustível.

Fonte: Elaboração da autora (2024), com dados de ANP (2024a).

Gráfico 5.2 – Média da Nota de Eficiência Energético-Ambiental por biocombustível, em outubro de 2024.



Obs. Diferença entre “Etanol anidro e hidratado”, “Etanol hidratado” e “Etanol anidro”: No primeiro caso refere-se às usinas que possuem a certificação dos dois biocombustíveis em conjunto e nos demais casos, das usinas que se certificaram somente naquele biocombustível.

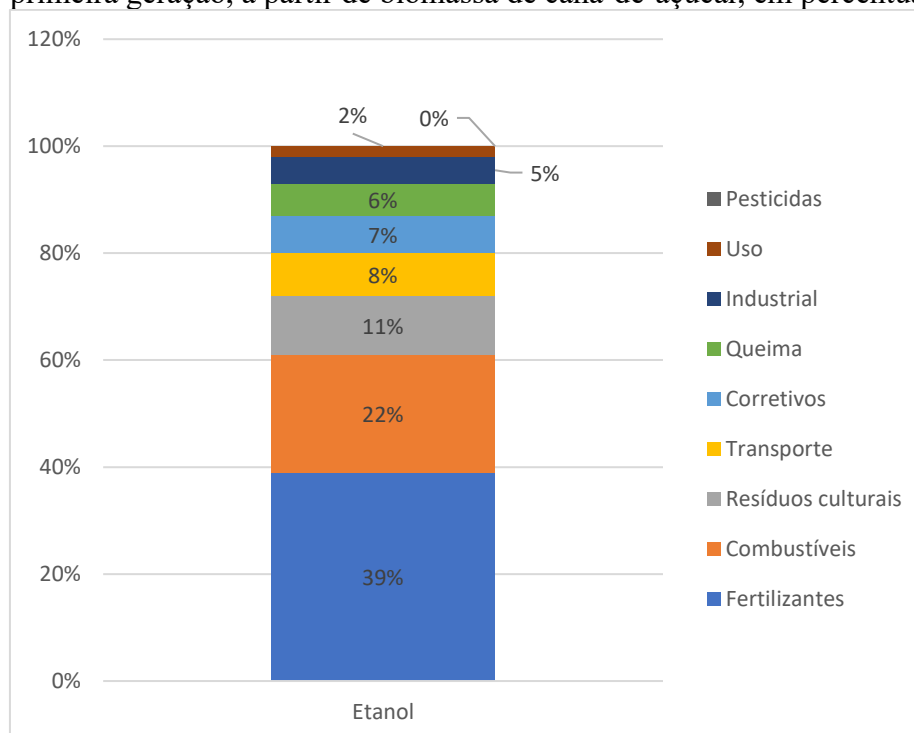
Fonte: Elaboração da autora (2024), com dados de ANP (2024a).

Ambas as usinas utilizaram os mesmos dados agrícolas para os dois biocombustíveis (etanol anidro e hidratado), todavia, as notas foram distintas,

especialmente, em razão da diferença de rendimento da produção entre os dois produtos, do uso e da forma de distribuição utilizada.

O impacto na emissão de GEEs que cada etapa de produção de etanol produz é variável, concentrando na fase agrícola as maiores emissões (gráfico 5.3).

Gráfico 5.3 – Estimativa de emissões de gases de efeito estufa na produção de etanol de primeira geração, a partir de biomassa de cana-de-açúcar, em percentual.



Fonte: Elaborado pela autora (2024), com dados de Pighinelli, Ramos, Folegatti (2021).

As emissões decorrentes do uso de fertilizantes, resíduos culturais, corretivos, queima, pesticidas e parte do uso de combustíveis concentram-se todos na fase agrícola e serão comentados detalhadamente adiante, por serem o objeto principal de análise deste trabalho.

Em relação ao transporte, o modal de distribuição varia ano a ano, conforme os contratos celebrados com os clientes que efetuam a aquisição do produto e, assim, verifica-se o sistema logístico mais adequado. No caso do etanol, a distribuição ocorre predominantemente pelo sistema rodoviário ou dutoviário.

Para o cálculo da distribuição do biocombustível, o valor é padronizado pela Resolução 758/2018 da ANP, segundo o modal utilizado e informado pelo produtor na RenovaCalc. As emissões de GEEs são calculadas considerando, para cada biocombustível,

a distância média de distribuição da unidade produtora até o consumidor final, para cada sistema logístico.

A figura 5.3 apresenta a composição e as distâncias médias adotadas para cada sistema logístico, para as rotas definidas na RenovaCalc.

Figura 5.3 - Composição e distância média, em quilômetros, dos sistemas logísticos.

	Sistemas logísticos				
	Rodoviário	Dutoviário	Ferrovário	Marítimo	Fluvial
Biocombustível		Dutoviário	Rodoviário	Ferrovário	Rodoviário
Etanol combustível de primeira geração de cana-de-açúcar	700	500	200	300	400
Etanol combustível de primeira e segunda geração em usina integrada	700	500	200	300	400
Etanol combustível de segunda geração	700	500	200	300	400

Fonte: ANP (2018).

As emissões da fase industrial vão variar de acordo com o rendimento do biocombustível produzido pela quantidade de cana processada, além do consumo de combustível ocorrido nessa fase de produção. Aqui será contabilizada a bioeletricidade gerada pela usina, que impacta positivamente na redução do consumo de combustível fóssil.

O uso trata-se de um dado padrão, que já vem preenchido na RenovaCalc e refere-se à finalidade a que se destina o biocombustível comercializado. O cálculo é feito conforme a média de emissões dos possíveis usos que o etanol pode ter (FGV, 2017).

A planilha da RenovaCalc já vem com os valores de uso pré-preenchidos e todos os produtores terão esse mesmo valor somados em suas emissões (figura 5.4). A intensidade de carbono no uso sofreu uma atualização em 2020; o etanol hidratado passou de 0,7 para 0,66 e o etanol anidro de 0,4 para 0,44.

Em todo o processo, as maiores emissões encontram-se na fase agrícola, estimando que correspondem a aproximadamente 82% da intensidade de carbono total, segundo estudo conduzido por Pighinelli, Ramos e Folegatti (2021).

Essa é a principal razão deste estudo se concentrar na análise dos dados da fase agrícola, que passarão a ser detalhados adiante.

Figura 5.4 – Planilha inicial da RenovaCalc para produtores de etanol anidro e hidratado de primeira geração a partir de biomassa de cana-de-açúcar.

Fonte: ANP (2023c).

Na RenovaCalc, é solicitado ao produtor a inserção dos dados dessa etapa, com informações do plantio, produção, queima, corretivos, fertilizantes e combustíveis utilizados, para medição da intensidade de carbono da fase agrícola.

No quadro de informações gerais (quadro 5.7) há dados da área plantada, produção total, quantidade comprada, teor de impurezas, quantidade de palha recolhida do canavial e ocorrência de queima.

A princípio, vê-se que a área plantada da usina 1 cresceu, em três anos, 477%, mostrando-se possível que na certificação de 2020 a usina 1 não tenha conseguido a documentação necessária para inserir toda a sua área de cultivo na política.

Comparativamente, a produção não acompanhou a mesma média da área plantada, apresentando crescimento de 384%. Esse dado, por si só, já impacta na nota no RenovaBio, uma vez que seria possível produzir mais com a mesma quantidade aproximada de insumos naquela área plantada.

Na usina 2 a área plantada cresceu pouco e a produção regrediu no período pesquisado. A produtividade tem sido um importante ponto de discussão dentro do RenovaBio, ao se incentivar as usinas a investirem em melhorias nesse quesito sem aumento da área plantada. Aqui inserem-se iniciativas de manejo adequado, uso de tecnologias que auxiliam na otimização dos insumos, utilização da agricultura de precisão, investimentos na gestão para equilibrar os custos de produção, além de investimentos para maior aproveitamento de resíduos, como o caso do etanol de segunda geração, que pode ser produzido a partir do bagaço da cana-de-açúcar, palha, folhas e cavaco.

Quadro 5.7 – Informações gerais da fase agrícola da RenovaCalc referente ao cultivo de cana-de-açúcar para produção de etanol anidro e hidratado de primeira geração, da usina 1 nos anos de 2020 e 2023 e da usina 2 nos anos de 2021 e 2024.

PARÂMETROS	USINA 1		USINA 2	
	2020	2023	2021	2024
INFORMAÇÕES GERAIS				
Plantio - Área total (ha)	23.355,36	111.601,07	179.261,19	182.828,81
Produção total colhida para moagem (t)	2.357.666,21	9.062.103,85	13.480.974,92	12.178.259,71
Quantidade comprada (t)	2.357.666,21	8.395.097,39	13.480.974,92	12.178.259,71
Teor de impurezas vegetais (kg/t)	49,35	44,36	85,83	75,35
Teor de impurezas minerais (kg/t)	4,54	4,86	9,25	7,46
Palha recolhida (t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Área queimada (ha)	15.457,65	54.006,79	101.102,12	79.562,97

Obs. A cor verde indica melhora no parâmetro e a cor laranja indica piora.

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de ANP (2024b); SGS (2020); BENRI (2024).

Várias partes do país, especialmente o Sudeste, têm apresentado redução na produção de cana-de-açúcar, em especial por dois fatores: os extremos climáticos que prejudicam os cultivos, tais como as secas prolongadas, agravados pela ocorrência de incêndios; e a substituição de cultivos, que tem sido relatada no interior de São Paulo, em que produtores estão optando por cultivar soja e milho (Santa Fé, 2023).

Conforme relatado no capítulo 1, as principais cidades paulistas na produção de cana vêm apresentando decréscimo produtivo há alguns anos. Uberaba ainda segue em crescimento, porém, sem espaço para grande expansão na área plantada, retornando à conclusão de que os investimentos devem se centrar no aumento da produtividade e diversificação de fontes.

A quantidade de cana-de-açúcar comprada pelas usinas reflete o tipo de acesso à cana-de-açúcar utilizado, demonstrando os números de ambas as usinas, um aumento significativo da modalidade de aquisição de fornecedores, em substituição à produção própria, por meio de contratos de parceria agrícola.

Na parceria agrícola²⁴, como a gestão é inteiramente da usina, facilita a utilização de dados primários na RenovaCalc, trazendo benefícios à NEEA. A cana-de-açúcar comprada de fornecedores traz comodidade, porém, uma maior dificuldade no acesso aos dados, aumentando a utilização de dados padrão na fase agrícola, que trazem penalização e reduzem a NEEA.

Neste ponto, torna-se importante a resolução do impasse da inclusão dos fornecedores como beneficiários do RenovaBio. Essa omissão legislativa prejudica a cooperação dos fornecedores na entrega dos dados, já que, pela atual lei, não auferem qualquer benefício com a venda dos Créditos de Descarbonização, ainda que oriundos de suas áreas de plantio de cana-de-açúcar.

Mesmo com a ausência de previsão legal, uma das usinas informou em entrevista que tem dividido o valor da comercialização dos CBIOS em 50% com o fornecedor que lhe vendeu a cana necessária para a produção do biocombustível²⁵.

Porém, mesmo com a divisão da renda obtida, ainda são encontradas dificuldades para obtenção dos dados completos, já que a maioria dos fornecedores se limita a regularizar e fornecer o número do CAR para ingresso da propriedade no critério de elegibilidade. Ter registro específico do consumo de fertilizantes, corretivos e combustível utilizado requer uma gestão mais detalhada por parte dos fornecedores, o que nem sempre tem se mostrado possível.

Portanto, as propriedades de fornecedores ingressam no RenovaBio por preencherem o requisito de elegibilidade, todavia, utilizam dados padrão na RenovaCalc, decaindo a NEEA da usina produtora.

Uma das usinas relatou que tem oferecido suporte aos fornecedores para regularização das propriedades em relação à medição e registro de reserva legal e área de preservação permanente, objetivando a regularização da situação no CAR. Esse suporte poderá ser estendido para auxiliar no treinamento de pessoal e implantação de sistema de gerenciamento de dados, consumo de insumos e arquivamento de documentos, aprimorando o modelo de gestão praticado pelos fornecedores.

²⁴ A parceria agrícola é uma das modalidades de contrato para acesso à cana-de-açúcar em que a usina sucroenergética não realiza a aquisição das propriedades rurais. Cabe à usina obter as licenças ambientais necessárias e toda a gestão do plantio e colheita também são de responsabilidade unicamente da usina. O pagamento do proprietário da terra é realizado com base no percentual da produção acordado entre as partes. Nessa modalidade, proprietário e usina compartilham os riscos da produção e há vantagens fiscais para as usinas no uso dessa modalidade. Já no contrato de arrendamento, modalidade semelhante à parceria, o valor do pagamento é fixo e não há compartilhamento dos riscos. A gestão também é realizada inteiramente pela usina (Andrade, 2017).

²⁵ Essa informação foi confirmada em trabalho de campo com dois fornecedores visitados.

Sobre o uso da queima da cana-de-açúcar, até o final da década de 1990, a colheita no Brasil era realizada majoritariamente de forma manual, com o uso do fogo. A queima elimina folhas, palmito e palha e facilita o corte manual, porém com muitos prejuízos ambientais e para a qualidade de vida dos trabalhadores e da população no entorno dos canaviais.

Com as mudanças na legislação, o setor sucroenergético veio reduzindo o uso da queima prévia, à medida que se implementava a mecanização da colheita da cana crua (Belardo et al., 2015). Porém, a colheita mecanizada em áreas sem queima resultou em aumento de 15% das impurezas vegetais adicionadas ao processamento industrial. Essas impurezas prejudicam o rendimento do produto, cabendo buscar alternativas para redução e reaproveitamento das impurezas vegetais (Benedini et al., 2008).

As usinas 1 e 2 informaram não utilizar a queima da palha para facilitar a colheita, mas também não realizam o recolhimento dessa palha. Parte da palha, juntamente com folhas, ponteiros e terra são recolhidos com os colmos da cana-de-açúcar na colheita mecanizada, o que impacta na produtividade e consequentemente no rendimento do biocombustível, já que eleva a quantidade de impurezas vegetais e minerais.

A queima contabilizada na RenovaCalc não se trata somente da queima ocorrida com autorização para colheita, mas também a queima para eliminação de resíduos culturais e queima acidental ou criminosa. Ainda que as usinas afirmem não utilizar a queima para colheita, os números apresentados na RenovaCalc como área queimada foram de aproximadamente 50% da área total, mostrando-se como um valor muito alto para usinas que não praticam queima controlada. Não há dados nos relatórios obtidos que esclareçam se a queima de fato ocorreu ou se foi fruto de penalização pelo uso de dados padrão na RenovaCalc, conforme explicado no item 4.1.1 e figura 4.2.

Acessando o sistema da SEMAD/MG – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e da Prefeitura de Uberaba/MG, não foram localizadas autorizações para prática de queima controlada em nome das usinas pesquisadas. No entanto, segundo matéria do jornal Estado de Minas e denúncia formulada pela ONG Voz do Cerrado, apesar de proibida e da negativa das usinas, a queima da cana-de-açúcar continua ocorrendo em Uberaba (Estado de Minas, 2020).

Durante o trabalho de campo, houve relato de dois fazendeiros que confirmaram que a queima ainda é utilizada. Seja no contrato de parceria agrícola ou no contrato de fornecimento de cana-de-açúcar, a colheita é realizada pela usina compradora que somente efetua o pagamento pelo produto, após a colheita, pesagem e medição da

ATR²⁶ (Açúcar Total Recuperável). Assim, fica a cargo da usina compradora estabelecer o cronograma para efetuar a colheita de todas as propriedades que firmaram contratos.

Usar do artifício da queima no canavial faria com que aquela propriedade tivesse prioridade na colheita, apesar do cronograma fixado pela usina. Isso acontece porque, após a queima, a cana precisa ser colhida e processada rapidamente, em razão do risco de aparecimento de fungos e bactérias na planta e consequente contaminação do caldo (Tfounil, Vitorino e Toledo, 2007).

Assim, para não perder a cana, a usina prioriza a colheita de propriedades que foram submetidas à queima e isso faz com que seus proprietários recebam os valores provenientes de seus contratos também com prioridade, acarretando uma possível premiação aos infratores. Por certo, sempre haverá a alegação de que a queima foi acidental ou criminosa, fazendo-se necessário um maior rigor por parte da usina e da fiscalização ambiental.

É um problema comum na região e em vários outros locais, a ocorrência de incêndios, que podem ser acidentais ou criminosos. Nesse parâmetro, vê-se que as usinas terão sua NEEA reduzida, mesmo não tendo sido as causadoras da queima, cabendo a elas investirem em campanhas de prevenção de incêndios, conscientização para minimização do uso da queima da cana ou de pasto e ainda em equipamentos e treinamentos para contenção de incêndios criminosos ou acidentais.

O quadro 5.8 detalha os números do consumo de corretivos e fertilizantes pelas usinas 1 e 2.

Quadro 5.8 - Informações da RenovaCalc sobre o uso de corretivos e fertilizantes da usina 1 nos anos de 2020 e 2023 e da usina 2 nos anos de 2021 e 2024.

PARÂMETROS	USINA 1		USINA 2	
	2020	2023	2021	2024
CORRETIVOS				
Calcário calcítico (kg/t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Calcário dolomítico (kg/t)	11,15	9,88	11,70	13,22
Gesso (kg/t)	5,84	4,50	6,0	5,68
FERTILIZANTES SINTÉTICOS				
Ureia (kg/t)	1,26	1,07	1,16	0,94

²⁶ ATR é a sigla para Açúcar Total Recuperável, um indicador que representa a qualidade da cana-de-açúcar., por meio da medição em quilogramas de açúcares recuperáveis por tonelada de cana-de-açúcar e será utilizada na determinação do pagamento do produtor de cana-de-açúcar (CONSECANA, 2023).

Fosfato monoamônico (MAP) (kg N/t)	0,0	0,01	0,03	0,03
Fosfato monoamônico (MAP) (kg P ₂ O ₅ /t cana)	0,02	0,07	0,16	0,17
Fosfato diamônico (DAP) (kg N/t)	0,0	0,00	0,0	0,0
Fosfato diamônico (DAP) (kg P ₂ O ₅ /t cana)	0,0	0,0	0,01	0,0
Nitrato de amônio (kg/t)	0,09	0,14	0,22	0,26
Solução de nitrato de amônio e ureia (UAN) (kg/t)	0,0	0,0	0,11	0,10
Amônia anidra (kg/t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Sulfato de amônio (kg/t)	0,0	0,06	0,01	0,04
Nitrato de amônio e cálcio (CAN) (kg/t)	0,0	0,0	0,05	0,0
Superfosfato simples (SSP) (kg/t)	0,63	0,53	0,58	0,44
Superfosfato triplo (TSP) (kg/t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Cloreto de potássio (KCl) (kg/t)	1,26	1,17	1,60	1,34
Outros	0,24	0,06	0,03	0,4
Outros	0,09	0,15	0,0	0,4
Outros	0,23	0,09	0,0	0,4
FERTILIZANTES ORGÂNICOS/ORGANOMINERAIS				
Vinhaça (l/t)	1.176,36	1.248,12	937,08	737,93
Torta de Filtro (kg/t)	50,69	38,72	34,88	44,67
Cinzas e fuligem (kg/t)	17,48	12,53	16,43	25,19
Outros	0,0	0,0	0,0	0,01
Outros	0,0	0,0	0,07	0,18

Obs. A cor verde indica melhora no parâmetro e a cor laranja indica piora.

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de ANP (2024b); SGS (2020); BENRI (2024).

O uso dos corretivos agrícolas apresentou decréscimo nas práticas da usina 1 e manteve-se estável na usina 2, com pequeno aumento no uso de calcário. A calagem destaca-se entre as práticas agrícolas mais eficientes para resolver os problemas relacionados à acidez do solo, sendo utilizada em conjunto com o gesso, que atua como

condicionador do solo, e juntos resultam no aumento da produtividade agrícola. Entretanto, o uso desses dois produtos resulta em emissões de GEEs, principalmente CO₂ (Guimarães, 2016).

O relatório da auditoria identificou que houve a troca do corretivo usado pela usina 2 no ano de 2023, sendo que “o corretivo utilizado possui emissão de carbono 95% menor comparado com o Calcário. Rendimento alterado de 16,65 kg/t de cana para 11,49kg/t de cana em 2023” (BENRI, 2024). Essa troca representou uma redução importante nas emissões, porém, somente foi realizada no ano 2023. Assim, a quantidade total de calcário ainda ficou acima em relação ao comparativo do ano 2021.

Os fertilizantes sintéticos, especialmente à base de nitrogênio, fósforo e potássio, lideram as emissões de GEEs no contexto da produção de etanol de cana-de-açúcar. As usinas relataram que o uso dos fertilizantes é importante para aumentar a produtividade do canavial, evitando a expansão da área plantada e que vêm se esforçando para substituir o uso dos fertilizantes sintéticos pelos fertilizantes organominerais, o que já ocorre em seus cultivos.

A usina 2 relatou também que, além da troca de produtos por outros menos poluentes, tem buscado reduzir o uso de corretivos e fertilizantes por meio das técnicas da agricultura de precisão, ao realizar análises do solo e da planta, e assim, fazendo as intervenções e uso de químicos nas quantidades e locais exatos em que for necessário.

Quanto ao uso dos fertilizantes organominerais, mesmo possuindo nitrogênio em sua composição, o aumento no seu uso tende a ser benéfico na conta de emissões, por substituírem fertilizantes sintéticos, que são mais poluentes. É também importante frisar que os fertilizantes organominerais são resíduos oriundos da produção do etanol, portanto, seu uso trata-se de um reaproveitamento de um resíduo.

A comparação dos dados mostra que a usina 1 intensificou o uso da vinhaça na fertirrigação dos canaviais, enquanto reduziu o uso da torta de filtro e cinzas da caldeira. Já a usina 2 reduziu a vinhaça e aumentou o uso dos demais. Como novidade na usina 2, foram utilizados fertilizantes orgânicos nos dados de 2024, que apresentam concentrações de nitrogênio bem inferiores aos fertilizantes sintéticos.

O planejamento e trocas de fertilizantes feitos pela usina 2 impactaram positivamente na intensidade de carbono da fase agrícola, já que são os maiores emissores de GEEs da produção de etanol de cana-de-açúcar.

Por fim, o uso dos combustíveis fósseis, classificados em segundo lugar como emissores de GEEs, tem um papel importante na nota, uma vez que são utilizados em várias

fases do processo: agrícola, industrial, distribuição e uso. Na fase agrícola, o uso de combustíveis se intensifica diante da mecanização das operações do cultivo da cana-de-açúcar, seja pelo maquinário utilizado no plantio, tratos culturais e colheita ou equipamentos de irrigação e fertirrigação. Deve ser considerado também o transporte de funcionários que trabalham na etapa do cultivo (quadro 5.9).

Quadro 5.9 - Informações da RenovaCalc sobre o uso de combustíveis e eletricidade da usina 1 nos anos de 2020 e 2023 e da usina 2 nos anos de 2021 e 2024.

PARÂMETROS	USINA 1		USINA 2	
	2020	2023	2021	2024
COMBUSTÍVEIS E ELETRICIDADE				
Diesel - B10 (l/t)	5,04	1,00	1,08	1,54
Diesel - B11 (l/t)	0,0	3,49	3,73	2,64
Diesel - B15 (l/t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Diesel - BX (l/t)	0,0	0,70	0,42	1,22
Diesel - B20 (l/t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Diesel - B30 (l/t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Biodiesel - B100 (l/t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasolina C (l/t)	0,01	0,03	0,0	0,0
Etanol hidratado (l/t)	0,03	0,08	0,16	0,17
Biometano de terceiros (Nm ³ /t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Biometano próprio (Nm ³ /t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Eletricidade da rede - mix médio (kWh/t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Eletricidade PCH (kWh/t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Eletricidade biomassa (kWh/t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Eletricidade eólica (kWh/t)	0,0	0,0	0,0	0,0
Eletricidade solar (kWh/t)	0,0	0,0	0,0	0,0

Obs. A cor verde indica melhora no parâmetro e a cor laranja indica piora.

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de ANP (2024b); SGS (2020); BENRI (2024).

O consumo de combustível da fase agrícola se distribuiu da seguinte forma: etanol nos veículos leves e óleo diesel nas bombas, caminhões, tratores e máquinas agrícolas.

As duas usinas informaram que atuam com padrão mecanizado em 100% das áreas de cultivo, o que majora o consumo de combustível, todavia não realizam irrigação do canavial.

A aplicação de vinhaça, intensificada pelas usinas em substituição aos fertilizantes sintéticos, é realizada por meio de fertirrigação, elevando o consumo de diesel. Para mitigar esse uso, a usina 2 informou que está implantando o projeto de eletrificação rural e substituindo as motobombas de fertirrigação por motobombas elétricas, usando a bioeletricidade ali produzida com o bagaço da cana-de-açúcar.

A variação da nomenclatura do diesel no quadro 5.9, deriva da proporção de biodiesel que foi adicionada ao óleo diesel utilizado. A proporção das adições compulsórias de biocombustíveis aos combustíveis fósseis varia conforme a legislação autoriza uma maior quantidade a ser acrescida a cada ano, ocorrendo com o biodiesel o mesmo que ocorre com o etanol em relação ao diesel e gasolina, respectivamente.

O Diesel BX, que apresentou um aumento do uso nas duas usinas, possui menores emissões de GEE, pois trata-se de uma mistura composta por óleo diesel A e biodiesel em teor superior ao compulsório estabelecido pela legislação e inferior ou igual a trinta por cento (ANP, 2022a).

As emissões de GEE em combustíveis poderiam ser ainda menores com o uso do biodiesel B100 (100% biodiesel) ou do biometano, um tipo de biogás que pode ser produzido a partir de resíduos da cana-de-açúcar, como a vinhaça, palha e torta de filtro.

Ambas as usinas informaram que estão com projetos para substituição da frota para utilização do biometano como combustível substituto. Tal execução demanda investimentos para substituição total da frota utilizada, ou do motor dos veículos, já que um veículo com motor ciclo Otto²⁷ não permite o abastecimento com o biometano.

Para ter acesso ao biometano, as usinas podem adquiri-lo de usinas produtoras ou construir em suas unidades uma planta específica de produção de biogás e conversão em biometano, o que requer ainda mais investimentos. O Brasil possui atualmente três usinas de produção de biometano certificadas no RenovaBio, uma em São Paulo, uma no Rio de Janeiro e uma no Ceará (ANP, 2024a).

²⁷ O ciclo de Otto descreve o funcionamento de um motor de combustão interna, usado em motores de veículos movidos a gasolina, etanol ou gás natural (Dias, 2009).

Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia 2022-2032, da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a produção de biometano da vinhaça e torta de filtro seria suficiente para suprir aproximadamente 20% da demanda de diesel do setor agropecuário. Caso se adicione as palhas e pontas, a EPE avalia que o segmento seria autossuficiente (EPE, 2022).

5.3 A comercialização dos Créditos de Descarbonização - CBIOs

A partir da obtenção da NEEA e do percentual de volume elegível, a firma inspetora calcula o fator para emissão de CBIO – Crédito de Descarbonização, utilizando também dados padrão constante na Resolução ANP 758/2018 que indicam a massa específica e o poder calorífico inferior do biocombustível (figura 5.5 e quadro 5.10).

Figura 5.5 – Fórmula para o cálculo de emissão de CBIO.

Fator para emissão de CBIO

CBIOs: Volume Produzido e Vendido X ^{NEEA} X % Volume Elegível X Massa Específica X PCI

Onde:

NEEA é a Nota de Eficiência Energético-Ambiental, em gCO₂eq/MJ;

% Volume elegível é a fração do volume de biocombustível elegível, em percentual;

Massa específica do biocombustível, em t/m³;

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

Fonte: Elaboração da autora, com informação de ANP (2018).

Quadro 5.10 - Fator para emissão de CBIO das usinas 1 e 2.

FATOR EMISSÃO CBIO	USINA 1		USINA 2	
	2020	2023	2021	2024
Etanol anidro	1,245099E-03	1,263711E-03	1,303728E-03	1,054369E-03
Etanol hidratado	1,175912E-03	1,198654E-03	1,237451E-03	1,002242E-03

Obs. A cor verde indica melhora no parâmetro e a cor laranja indica piora.

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de ANP (2024b); SGS (2020); BENRI (2024).

Os números da usina 1 apresentaram ascensão entre as duas certificações, todavia, na usina 2 o fator apresentou decréscimo, em razão da acentuada redução do volume elegível.

Calculado o fator para emissão de CBIO, esse valor será multiplicado pelo volume produzido e comercializado de etanol anidro e hidratado, comprovado por nota fiscal. O resultado indicará a quantidade de CBIOs que a usina poderá emitir e

comercializar na bolsa de valores. O valor de venda do CBIO depende das variações do mercado, ditadas especialmente pela oferta e demanda, assim como qualquer outro produto comercializado na B3. A média do valor de cada CBIO no ano de 2023 foi de R\$113,80 (ANP, 2024b).

As usinas sucroenergéticas de Uberaba experimentaram ganhos significativos com a comercialização de CBIOS, com valores crescentes a cada safra. A usina 2 chegou a obter renda de 45 milhões de reais na safra 2023/2024 (tabela 5.1).

Tabela 5.1– Receita bruta obtida com a comercialização de CBIOS, nas safras 2020 a 2024, das usinas 1 e 2 (em milhares de reais).

	Safra 20/21	Safra 21/22	Safra 22/23	Safra 23/24
Usina 1	6.735	13.232	31.401	25.072
Usina 2	6.607	12.520	38.488	45.488

Fonte: Elaboração da autora (2024), com informações de CMAA (2024) e Balbo (2024).

É importante lembrar que a comercialização de CBIOS não exige contrapartida, pois não se trata de empréstimo ou linha de crédito. Atualmente, cada usina produtora precisa pagar o custo de utilização da Plataforma CBIO²⁸, no valor de R\$5,49 por cada nota fiscal inserida, além do gasto com a contratação da firma inspetora para realizar a certificação.

Assim, os custos são pequenos, uma vez que o objetivo principal do RenovaBio é rentabilizar as usinas sucroenergéticas para que produzam mais biocombustíveis, de forma mais sustentável, no quesito mitigação de mudanças climáticas. Logo, espera-se que os valores obtidos com a comercialização sejam investidos em melhores práticas ambientais, o que ocasionaria melhores notas e, consequentemente, maior rentabilização, gerando um ciclo positivo.

Contudo, a operação nos anos iniciais da política mostra que não houve melhora significativa nas práticas agrícolas que refletisse positivamente nas notas obtidas.

Para ilustrar, elaboramos uma simulação da rentabilização da usina 2 com a comercialização de CBIOS oriundos da sua produção de etanol anidro, comparando as notas obtidas em suas duas últimas renovações (tabela 5.2). Para tanto, utilizamos a

²⁸ A Plataforma CBIO é uma ferramenta disponibilizada pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro) para a prestação de serviços de informática relativos à geração das informações necessárias para emissão de CBIOS (Créditos de Descarbonização), mediante pagamento pelos emissores primários (produtores e importadores de biocombustíveis certificados). A cobrança do serviço pelo Serpro deve ser realizada por nota fiscal eletrônica analisada (Plataforma CBIO, 2024).

quantidade real produzida de etanol anidro no ano de 2023, contida no relatório da auditoria, no total de 136.936.960 litros (BENRI, 2024).

Tabela 5.2 – Simulação da rentabilização com a comercialização de CBIOs da usina 2, pela produção de etanol anidro.

	2021	2024
NEEA	60,17	62,03
Volume elegível (%)	96,93	76,04
Produção (l)	136.936.960	136.936.960
Preço médio do CBIO (R\$)²⁹	113,80	113,80
Quantidade de litros/CBIO³⁰	767	948
Quantidade CBIOs emitida	178.528	144.382
Receita com CBIOs (R\$)	20.316.542,90	16.430.677,62

Fonte: Elaboração da autora (2024).

Assim, mesmo com a melhora da NEEA, a redução do volume elegível impactou negativamente na emissão de CBIOs da usina 2. A quantidade de litros produzidos necessários para a emissão de um CBIO aumentou significativamente, evidenciando que o processo produtivo e industrial da usina 2 apresenta uma maior emissão de GEEs para a produção de cada litro de etanol anidro. Consequentemente, a usina 2 perderia cerca de 4 milhões de reais pela queda de seu volume elegível, somente em um ano de produção de etanol anidro.

Logo, é necessário que as usinas sucroenergéticas se atentem para a melhoria das duas frentes: os parâmetros da RenovaCalc que geram a nota de eficiência energético-ambiental e os critérios de elegibilidade que resultam no percentual de volume elegível.

Certamente, a receita obtida com a operação do RenovaBio necessita ser melhor investida para que se consolide um ganho ambiental consistente com a implantação desta política pública.

²⁹ Preço médio do CBIO para o ano de 2023 (ANP, 2024a).

³⁰ Quantidade de litros produzidos de etanol anidro, necessários para a comercialização de um CBIO. Essa quantidade varia conforme a NEEA e, consequentemente, o fator de emissão CBIO. Cada CBIO deve equivaler a redução da emissão de uma tonelada de CO².

5.4 Impactos ambientais decorrentes da implementação no RenovaBio

Como já explicado, o RenovaBio busca a expansão da produção e consumo dos biocombustíveis, como forma de mitigar a emissão de gases de efeito estufa proveniente do uso dos combustíveis fósseis. Porém, ao calcular a pegada de carbono da produção de etanol por meio da RenovaCalc, são considerados somente os parâmetros que se relacionam ao tema “Mudança Climática”.

Assim, importantes fatores que causam prejuízo ao meio ambiente foram desconsiderados na implementação da política, que não contabiliza os demais impactos ambientais.

Deve ser observado ainda que os ganhos obtidos com a comercialização dos CBIOS são relevantes, motivando a expansão da produção de etanol, o que pode ser um dos fatores para ocasionar o aumento das áreas de cultivo de cana-de-açúcar.

Em entrevista, a usina 2 informou que os investimentos para aumento da moagem de cana-de-açúcar se devem principalmente às condições de mercado, como a facilidade na obtenção de financiamentos com boas taxas de juros, valores atrativos para exportação de açúcar e implementação de políticas públicas para solidificação do mercado de biocombustíveis, aqui citando, dentre outros, o RenovaBio, o mandato compulsório de adição de biocombustível aos combustíveis fósseis e as alterações tributárias que favorecem o etanol.

A usina 2 enfatizou que se surpreendeu positivamente com os valores obtidos após a implementação do RenovaBio (45 milhões de reais na última safra), o que tem motivado um maior interesse na produção de etanol dentro do seu mix de produtos (açúcar, etanol e bioeletricidade).

Os números da produção da usina 2 apresentados na última certificação mostram que houve aumento relevante na produção de etanol anidro, enquanto o etanol hidratado decresceu (quadro 5.11). Os dados nacionais (quadro 5.12) mostram que a produção de etanol apresentou crescimento relevante nos últimos anos, com produção recorde em 2023, concretizando um dos objetivos do RenovaBio de expandir o uso dos biocombustíveis no Brasil.

Logo, o RenovaBio pode ser considerado como um dos fatores que tem levado ao crescimento da área plantada de cana-de-açúcar na região pesquisada, sendo importante analisar a ocorrência de impactos ambientais dessa atividade, não somente pelo ponto de vista da emissão de gases de efeito estufa.

Quadro 5.11 – Produção de etanol anidro, etanol hidratado, açúcar e bioeletricidade da usina 2 entre 2021 e 2023.

Produto	2021	2022	2023
Etanol anidro (l)	89.357.196	89.235.940	136.936.960
Etanol hidratado (l)	104.534.052	77.775.293	50.869.670
Açúcar (kg)	335.420.000	354.067.000	369.522.000
Bioeletricidade comercializada (kWh)	290.542.954,67	309.157.768,50	321.835.220,39

Fonte: Organização da autora (2024), com informações de BENRI (2024).

Quadro 5.12 – Produção de etanol, açúcar e bioeletricidade a partir da cana-de-açúcar no Brasil entre 2021 e 2023.

Produto	2021	2022	2023
Etanol (l)	30,26 bilhões	31,3 bilhões	35,61 bilhões
Açúcar (t)	35,04 milhões	37 milhões	45,68 milhões
Bioeletricidade (GWh)	20,2 mil	18,4 mil	21 mil

Fonte: Organização da autora (2024), com informações de CONAB (2024) e UNICA (2024).

Todas as atividades desenvolvidas no ambiente geram aspectos que podem levar ao impacto ambiental. A NBR ISO 14001/2015 define aspecto ambiental como o “elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”; por sua vez, impacto ambiental é definido como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização” (ABNT, 2015, n. p.).

De maneira mais ampla, a Resolução CONAMA n.º 01/86, define impacto ambiental como:

Art. 1º [...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Os impactos ambientais podem ser classificados como positivos ou negativos, e são definidos por Silva (2004, p. 72), como: impactos positivos ou benéficos, “quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental; os impactos

ambientais positivos devem ser estimulados pelas autoridades governamentais”; e impactos negativos ou adversos, “quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental; os impactos ambientais negativos devem ser evitados pela população de um modo geral e reprimidos pelas autoridades ambientais”.

Este trabalho buscou identificar os principais impactos ambientais negativos da fase agrícola da produção de cana-de-açúcar, nos meios físico e biótico, considerando que o RenovaBio somente considera esses meios em sua análise do ciclo de vida dos biocombustíveis. Conforme descrito na metodologia, os impactos foram classificados conforme a reversibilidade, duração, abrangência e significância (quadro 1.2, página 28).

Assim, conforme o trabalho de campo realizado, foram identificados os seguintes impactos negativos e respectivas atividades impactantes no cultivo da cana-de-açúcar, que foram classificados conforme as dimensões de análise descritas (quadro 5.13).

Quadro 5.13 – Classificação dos impactos ambientais negativos no cultivo da cana-de-açúcar.

Atividade impactante	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Reversibilidade	Duração	Abrangência	Significância
Cultivo de cana-de-açúcar e/ou expansão das áreas de cultivo	Supressão de vegetação nativa	Redução da biodiversidade	Irreversível	Permanente	Regional	Alta
Ocorrência de queima/incêndio		Afugentamento de fauna	Irreversível	Permanente	Regional	Alta
		Redução da disponibilidade hídrica	Reversível	Temporário	Regional	Alta
Irrigação	Uso de água na fase agrícola	Redução da disponibilidade hídrica	Reversível	Cíclico	Regional	Média
Trânsito de maquinário	Presença de maquinário no campo e emissão de ruído	Afugentamento de fauna	Irreversível	Permanente	Regional	Alta
		Atropelamento de fauna	Irreversível	Cíclico	Regional	Média
	Compactação do solo	Erosão	Irreversível	Cíclico	Local	Média
Uso de agrotóxicos e fertilizantes	Aspersão, lixiviação e escoamento de químicos	Contaminação do solo e recursos hídricos	Irreversível	Permanente	Regional	Alta

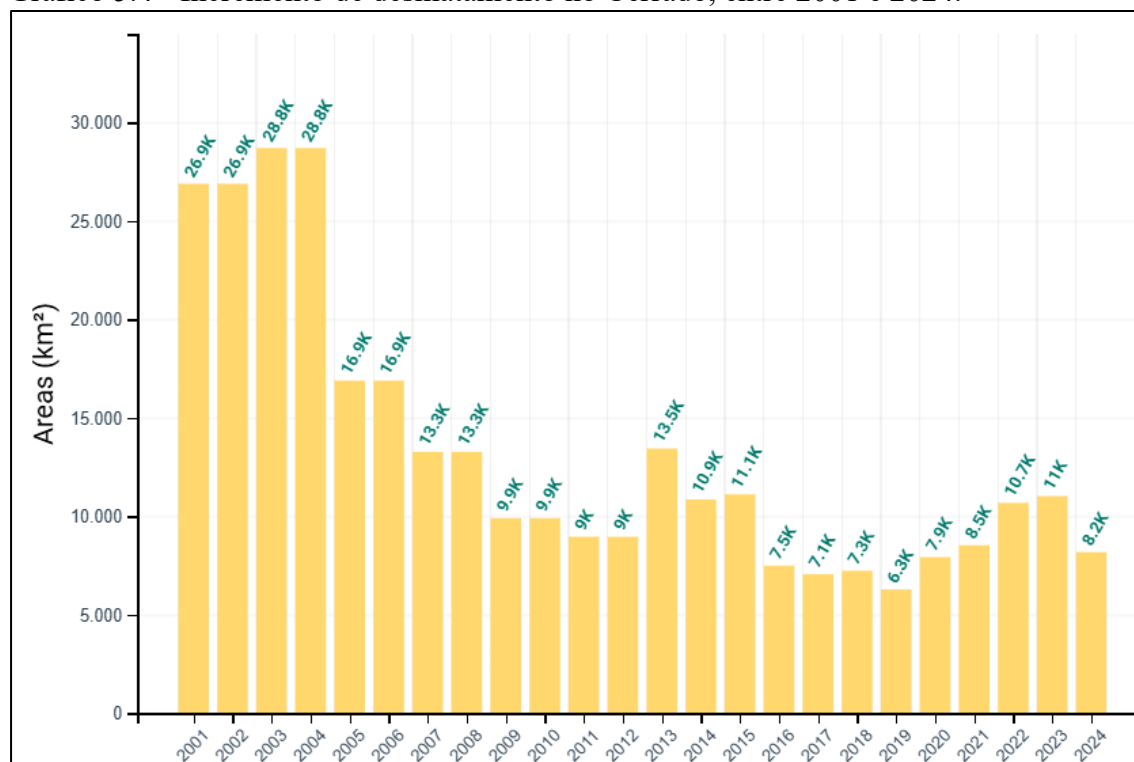
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.4.1 Redução da biodiversidade

Uma das principais causas da redução da biodiversidade no cultivo da cana-de-açúcar é a supressão de vegetação nativa ou desmatamento. Isto porque a implantação ou expansão da monocultura canavieira ocasiona a pressão na abertura de novas áreas cultiváveis, que trarão consequências diretas para a fauna e a flora.

No início dos anos 2000, o Cerrado vivenciou grande expansão agrícola, apresentado acentuado aumento do desmatamento. Apesar da queda significativa nos últimos anos, os números ainda são preocupantes, mostrando os desafios que esse domínio morfoclimático ainda enfrenta como objeto do avanço das monoculturas. No ano de 2024 foram mais de 8.000km² desmatados (gráfico 5.4).

Gráfico 5.4 - Incremento de desmatamento no Cerrado, entre 2001 e 2024.



Fonte: Terra Brasilis (2024).

No acumulado, entre os anos 2001 e 2024, Minas Gerais teve mais de 42.000mk² de sua área desmatada, sendo o quinto estado que mais sofreu com o desmatamento no Cerrado (gráfico 5.5).

A contenção do desmatamento foi uma das preocupações do legislador na criação do RenovaBio, ao impedir a participação de áreas desmatadas na política. Porém, por conter somente uma penalização financeira (essas áreas não geram CBIOs), a medida

não se mostrou suficiente para conter a supressão de vegetação na área pesquisada desde a implantação do RenovaBio.

Gráfico 5.5 – Incremento de desmatamento acumulado nos estados brasileiros, entre 2001 e 2024.



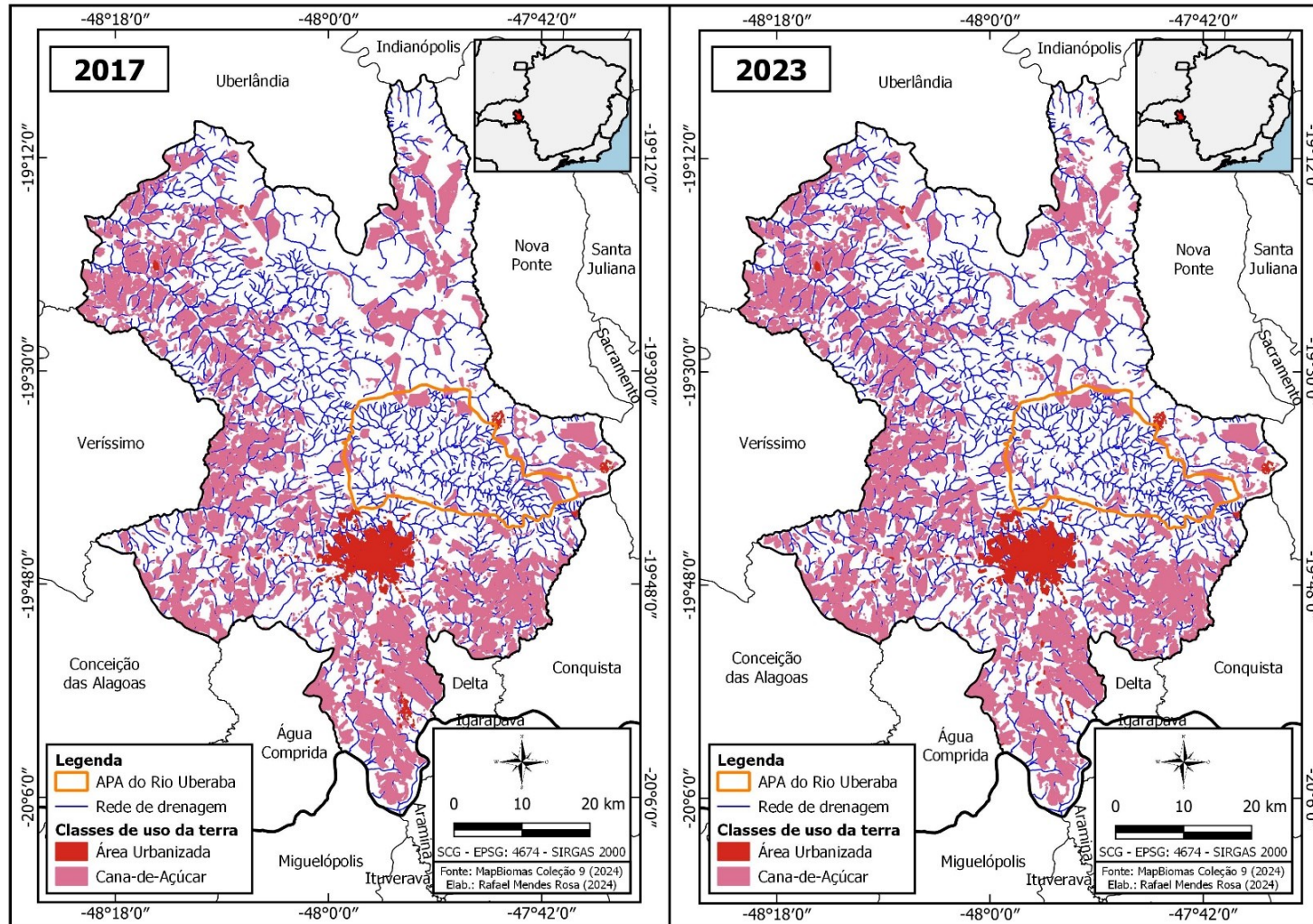
Fonte: Terra Brasilis (2024).

Além da queda do volume elegível da usina 2, ocorrida após a auditoria identificar áreas de supressão de vegetação nativa em suas propriedades, foram elaborados mapas de uso da terra que comprovam que o aumento do cultivo da cana-de-açúcar foi acompanhado da elevação do desmatamento no município de Uberaba (mapas 5.1 e 5.2).

A área urbanizada e de cultivo de cana-de-açúcar apresentaram crescimento, enquanto as áreas de vegetação nativa foram reduzidas entre os anos de 2017 e 2023 (tabela 5.3). Esse lapso temporal pesquisado, marca o início da operação do RenovaBio no município de Uberaba e, apesar do RenovaBio não ser o único fator para o avanço da cana-de-açúcar, está claro que ele é um importante incentivador econômico e que a cana-de-açúcar está ocupando áreas de vegetação nativa, ocasionando a redução da biodiversidade local.

Dentre as áreas de vegetação nativa do município de Uberaba, sofreram redução a formação campestre, formação florestal e a formação savânica. A presença de vegetação é importante, pois contribui para a estabilidade microclimática, para a melhoria da qualidade do ar, conservação do solo e manutenção do regime hidrológico, contribuindo para a manutenção da biodiversidade.

Mapa 5.1 – Áreas de cana-de-açúcar e urbanização no município de Uberaba/MG.



Mapa 5.2 – Áreas de cobertura vegetal no município de Uberaba/MG.

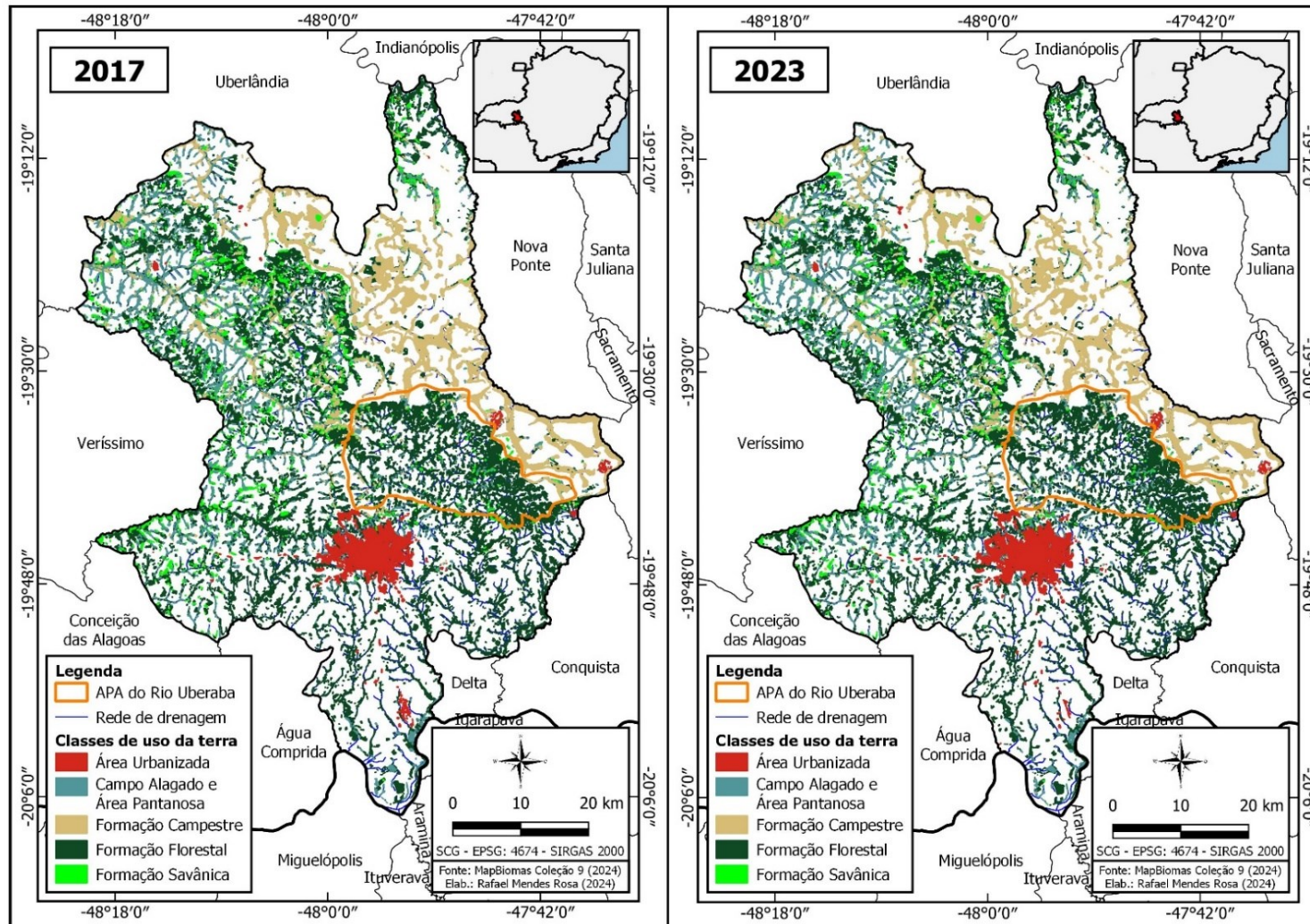


Tabela 5.3 – Comparativo das áreas do município de Uberaba/MG, nos anos 2017 e 2023, em Km².

CLASSE	2017	2023
Área urbanizada	76,83	82
Cana-de-açúcar	940,53	980,01
Campo alagado e Área pantanosa	114,02	123,48
Formação campestre	209,19	207,79
Formação florestal	629,79	617,27
Formação savânica	73,8	61,53

Elaboração da autora (2024). Fonte: MapBiomias (2024).

A supressão de vegetação acarreta a perda de biodiversidade ao converter habitats nativos em áreas agrícolas, destruindo assim, ecossistemas que abrigam uma grande variedade de espécies, muitas das quais podem ser endêmicas ou ameaçadas de extinção.

A prática da monocultura e o uso excessivo de agrotóxicos impede o trânsito de animais, polinizadores e dispersores de sementes, nas áreas de lavoura e, em consequência, as populações animais e vegetais ficam isoladas nos remanescentes de vegetação nativa, causando perda de diversidade e a extinção de espécies com o passar do tempo, fenômeno conhecido como fragmentação (Rambaldi e Oliveira, 2005). Esse fenômeno, juntamente com as demais perturbações antrópicas, leva à formação das chamadas “florestas vazias”, que são áreas de vegetação que perderam a sua biodiversidade, resultando em degradação e perda das suas funções ecológicas (IPEA, 2012) o que pode ocorrer, por exemplo, com uma área de reserva legal isolada, o que frequentemente se vê nas plantações de cana-de-açúcar e outras monoculturas.

Logo, a conservação da biodiversidade também depende fundamentalmente das condições da paisagem. Para evitar o colapso de biodiversidade das áreas naturais protegidas é necessário atentar para as condições do entorno dessas áreas. Para deter essa perda de biodiversidade é preciso manter na paisagem uma matriz diversificada de tipos de cultivo, através do consórcio de culturas, além da aplicação de manejo integrado e métodos alternativos para o controle de pragas (Perfecto e Vandermeer, 2010).

Em um parecer independente contratado pela usina 1 (Sitawi, 2021), foi identificada a conversão de 32,7ha de vegetação nativa em área de produção de cana,

entre os anos de 2011 e 2021, em três propriedades de fornecedores associados a usina 1, para os quais não houve compensação direta. Todavia, todas as propriedades obtiveram autorização do órgão ambiental para a conversão.

Tal fato demonstra que o órgão ambiental municipal autorizou a supressão de vegetação, sem solicitar medida compensatória para tanto. Apesar dessa informação contida no relatório, a usina 1 informou que executa medida mitigadora e compensatória para proteção das áreas de APP e reserva legal nas propriedades onde há plantio de cana-de-açúcar de forma permanente, e que já realizou o plantio de 1,5 milhões de mudas nativas nas últimas décadas.

Em relação às dimensões de análise dos impactos verificados durante a pesquisa, a redução da biodiversidade ocasionada pela supressão de vegetação afeta o meio biótico e físico, já que acarreta prejuízos ao solo, água, flora e fauna. Trata-se de impacto de difícil reversibilidade, uma vez que, ainda que sejam recompostas as áreas desmatadas ou queimadas, não será possível recuperar toda a biodiversidade afetada.

Os dados obtidos na pesquisa demonstram que a prática da queima e do desmatamento têm sido recorrentes na área pesquisada, ocasionando impactos permanentes e de abrangência regional, já que seus efeitos extrapolam a área de influência direta do empreendimento, se estendendo também por toda a área de influência indireta.

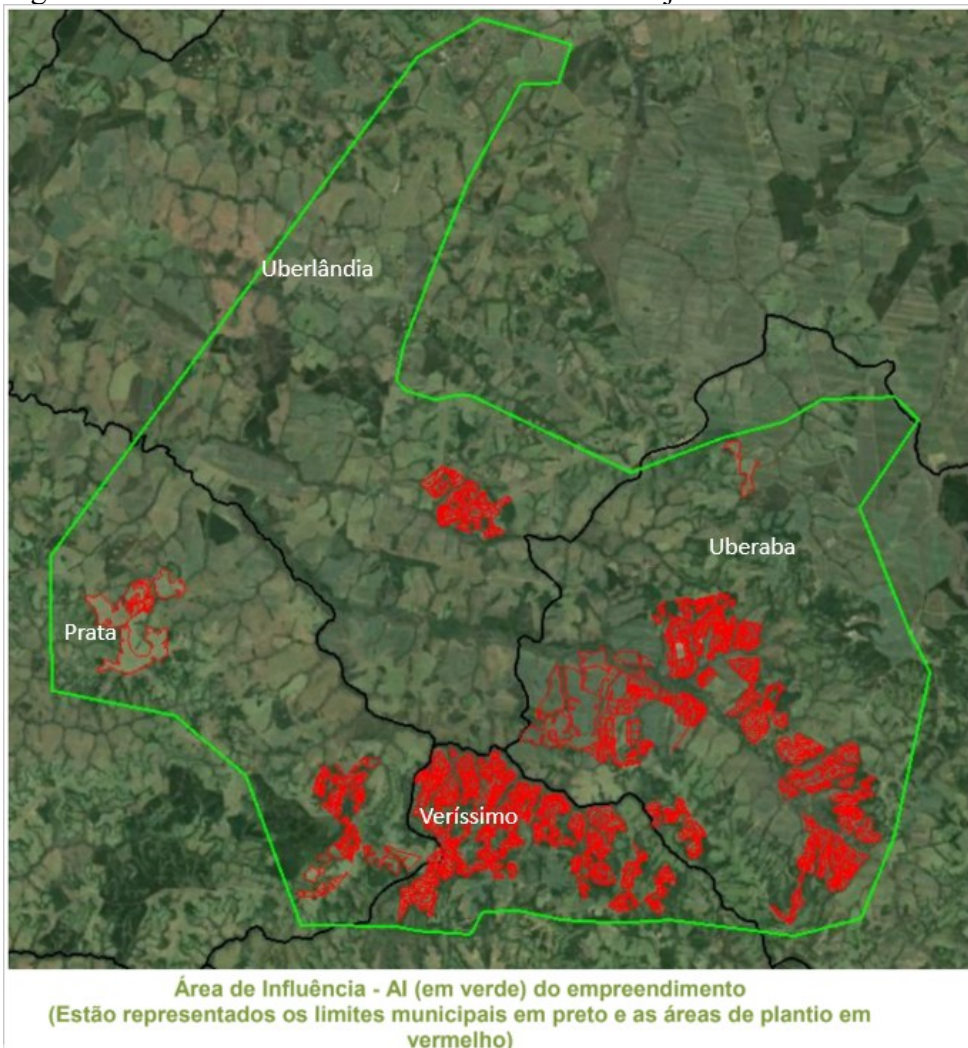
No EIA/RIMA da Usina Vale do Tijuco, o empreendedor fixou como área de influência direta e indireta os mesmos limites da poligonal (figura 5.6) apresentada ao Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais - INDI, “por representar a região de atuação pretendida pelo empreendedor para implantação dos canaviais, além de corresponder às áreas passíveis de sofrerem os impactos diretos e indiretos advindos da atividade” (Minas Gerais, 2016, p. 106).

Segundo o empreendedor, optou-se por fixar uma área única como área de influência direta e indireta, estendendo os limites de forma a abranger nos estudos os impactos indiretos (Minas Gerais, 2016).

Para a Área de Influência do meio socioeconômico, o empreendedor fixou os limites dos municípios de Uberaba, Uberlândia, Prata e Veríssimo, por corresponderem aos municípios em que se encontram todas as áreas de cultivo da Usina Vale do Tijuco (Minas Gerais, 2016).

A classificação da abrangência do impacto de redução da biodiversidade também foi considerada como regional por ter o potencial de se estender por toda a bacia hidrográfica, sendo que ambas as usinas integram a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba.

Figura 5.6 – Área de Influência da Usina Vale do Tijuco.



Fonte: Minas Gerais (2016).

É importante ressaltar que dentro da área de influência da usina 1 encontra-se a APA – Área de Proteção Ambiental do Rio Uberaba³¹.

Por ser uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, com a presença de zona urbana e inúmeras propriedades privadas em sua área, houve a elaboração do Plano de Manejo para delimitação do zoneamento dessa área, de forma a permitir o desenvolvimento de atividades, com observância não somente do zoneamento, mas de todas as diretrizes ambientais ali fixadas e das medidas de mitigação, recuperação e compensação de acordo com a atividade realizada.

³¹ A APA do rio Uberaba é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável definida como área de drenagem a montante do ponto de captação de águas da cidade de Uberaba/MG. Seu Plano de Manejo foi elaborado em 2022, estabelecendo o zoneamento das áreas urbanas e rurais para conciliar o uso e a preservação ambiental (Plano de Manejo, 2022).

A área de cana-de-açúcar cresceu dentro dos limites da APA do Rio Uberaba desde a implementação do RenovaBio, apresentando também diminuição da formação florestal no período (tabela 5.4).

Tabela 5.4 – Comparativo das áreas da APA do Rio Uberaba, nos anos 2017 e 2023, em Km².

CLASSE	2017	2023
Área urbanizada	0,13	0,17
Cana-de-açúcar	28,23	33,05
Campo alagado e Área pantanosa	5,07	6,87
Formação campestre	6,37	7,02
Formação florestal	113,87	109,96
Formação savânica	3,67	2,46

Elaboração da autora (2024). Fonte: MapBiomas (2024).

O desmatamento torna-se ainda mais grave para a perda de biodiversidade quando ocorre em Áreas de Preservação Permanente (APP), como as nascentes e as áreas marginais de cursos d'água. A vegetação nativa regula o ciclo da água e sua retirada reduz a disponibilidade hídrica. Nesse contexto, há risco de perdas de áreas de alto valor para biodiversidade, de áreas de corredores ecológicos e de áreas de conexão entre as APPs e áreas de reserva legal (Monteiro, Veiga, Coutinho, 2008).

Assim, diante dos dados apresentados, e considerando que o impacto de redução da biodiversidade foi classificado como irreversível, permanente e regional, foi enquadrado como de alta significância, devido ao seu grande potencial de alteração do ambiente.

Outro ponto que merece ser mencionado quando tratamos da perda da biodiversidade é a confiabilidade dos dados contidos no CAR que informam as áreas de vegetação contidas em cada propriedade. São esses dados que sustentam o RenovaBio, uma vez que embasam o cálculo realizado pela RenovaCalc. Conforme mencionado, o CAR é um cadastro auto declaratório e o estado de Minas Gerais ainda não procedeu à completa conferência das informações ali contidas.

Dentre os relatórios de auditorias obtidos nessa pesquisa, constavam os números de alguns CARs de propriedades que realizam o cultivo da cana-de-açúcar das

usinas 1 e 2 e ao verificá-las no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR (figura 5.7), confirmamos que ainda não foram analisadas pelo órgão competente³².

Figura 5.7 – Demonstrativo da situação do Cadastro Ambiental Rural de uma propriedade do município de Uberaba/MG.

Demonstrativo da Situação das Informações Declaradas no CAR

Situação do Cadastro: **Ativo**

Registro de Inscrição no CAR: MG: [REDACTED]

Condição Externa: **Aguardando análise**

Dados do Imóvel Rural

Área do Imóvel Rural:	1.740,66 ha	Data da Inscrição:	12/01/2015
Módulos fiscais:	73,06	Data da Última Retificação:	28/11/2022
Município / UF:	Uberaba (MG)		
Coordenadas Geográficas do Centróide:	Lat: [REDACTED] Long: [REDACTED]		

Cobertura do Solo

Área de Remanescente de Vegetação Nativa	466,62 ha
Área Rural Consolidada	1.269,04 ha
Área de Servidão Administrativa	-

Reserva Legal

Localização da Reserva Legal: **Não Analisada**

Informação Documental

Área de Reserva Legal Averbada, referente ao Art. 30 da Lei nº 12.651/2012	358,09 ha
--	-----------

Informação Georreferenciada

Área de Reserva Legal Averbada	348,19 ha
Área de Reserva Legal Aprovada não Averbada	-
Área de Reserva Legal Proposta	-
Total de Reserva Legal Declarada pelo Proprietário/Possuidor	348,19 ha

Áreas de Preservação Permanente (APP)

APP	112,67 ha
APP em Área Rural Consolidada	1,75 ha
APP em Área de Remanescente de Vegetação Nativa	112,30 ha

³² No caso de Minas Gerais, a conferência deve ser feita pelo Instituto Estadual de Florestas – IEF.

Uso Restrito	
Área de uso restrito	-
Regularidade Ambiental	
Para imóveis não analisados, o sistema adota o artigo 12 da Lei nº 12.651/2012 como referência para garantir a conformidade legal em relação à Reserva Legal. Para imóveis analisados, as informações apresentadas neste item são provenientes da análise realizada pelo órgão estadual competente. No caso de Estados que utilizam sistema próprio, caso as informações da análise da regularidade ambiental não sejam enviadas ao SICAR federal pelo órgão estadual competente, o sistema realiza automaticamente o cálculo com base nos dados declarados, a partir da aplicação da Lei 12.651/2012 e regulamentos.	
Passivo / Excedente de Reserva Legal	(passivo) - 0,45 ha
Área de Reserva Legal a recompor	3,84 ha
Área de Preservação Permanente a recompor	11,85 ha
Área de Uso Restrito a recompor	-
Nenhuma sobreposição encontrada.	

Fonte: SICAR (2024).

Logo, todos os dados informados necessitam ser conferidos, pois foram inseridos pelo proprietário e não há garantias de sua veracidade. Além disso, o proprietário informou que há passivo de reserva legal a ser averbado e área de preservação permanente a ser recomposta, sendo que a propriedade consta como ativa e apta a participar do RenovaBio, mesmo sem proceder à regularização ambiental necessária.

Tais situações mostram que há fragilidade quanto aos dados quantitativos de vegetação existentes na área pesquisada e que sustentam os cálculos realizados no RenovaBio, bem como em relação à alegada intenção de concretizar uma política que protege a vegetação nativa ao defender o “desmatamento zero”, um dos slogans do RenovaBio (figura 5.8).

Portanto, o RenovaBio preocupou-se tão somente em limitar a participação de propriedades desmatadas na política, o que não significa uma penalidade financeira semelhante a uma multa. A limitação acarreta a ausência de ganhos com a venda de CBIOs oriundos dessas propriedades. Assim, essas propriedades continuam a produzir cana-de-açúcar, que será processada para produção de etanol e que será comercializado normalmente, todavia, não gerará CBIO, minorando os ganhos das usinas sucroenergéticas com o RenovaBio.

Dos dados obtidos na pesquisa, viu-se que essa medida não se mostrou suficiente para conter o desmatamento. Desde o início da operação do RenovaBio, o cultivo de cana-de-açúcar expandiu, assim como as áreas desmatadas. Uma das usinas

tentou inserir propriedades com supressão de vegetação na política, o que foi impedido após a realização de auditoria.

Figura 5.8 – Recortes de reportagens promovendo o RenovaBio como política pública de incentivo aos biocombustíveis com desmatamento zero.

COP25: “Renovabio é uma política de desmatamento zero”

Renovabio 13 DE DEZEMBRO DE 2019



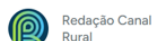
“O Renovabio é uma política de desmatamento zero”, disse o presidente da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), Evandro Gussi, durante evento paralelo (*side event*) da 25ª Conferência das Partes (COP 25), em Madri, nessa quinta-feira (12). O executivo participou de painel sobre as ações dos setores público e privado para o cumprimento das metas do Acordo de Paris.

“Se você tem dez mil hectares de cana e retirar uma árvore, todos os dez mil hectares não podem ser incluídos no Renovabio. Este é o mais importante programa para o setor sucroenergético no Brasil. E, por causa desse programa, não vamos ter uma árvore derrubada”, destacou Gussi.

Rural Notícias

Etanol: setor aposta em desmatamento zero ao aderir ao RenovaBio

O programa adotou como política, o desmatamento zero, mesmo se for legal.



25/12/2019 18:34



“Pra ter uma ideia de como funciona. Eu tenho uma fazenda de 10 mil hectares de cana, mas desmatei, legalmente, 2 hectares. Com isso, meus 10 mil hectares estão fora do RenovaBio. Das 146 usinas da Unica, todas aderiram. Ou seja, o setor fez essa aposta. Desmatamento zero, mesmo desmatamento legal”, diz Gussi.

g1

AGRO

Programa brasileiro para biocombustíveis entra em vigor nesta terça e pode ajudar no combate ao desmatamento

RenovaBio oferece receita extra aos produtores pela redução de emissões de gases proporcionada pelo uso de etanol e biodiesel.

“Se tiver um hectare desmatado após novembro de 2018, a propriedade rural está fora do RenovaBio”, destacou o gerente de Economia e Análise Setorial da União da Indústria de Cana-de-açúcar (Unica), Luciano Rodrigues, em referência a áreas produtoras das principais matérias-primas dos biocombustíveis.

Em entrevista à Reuters, ele disse que, para evitar questionamentos, as regras do RenovaBio são mais rigorosas do que as estabelecidas pelo Código Florestal, que autoriza o desmatamento de parcelas da propriedade rural em percentuais que dependem da região, com normas mais severas no Bioma Amazônico, onde é permitido pela lei desflorestar até 20% da área.

Fonte: Unica (2019); Canal Rural (2019); G1 (2019).

Portanto, para além do RenovaBio, as usinas sucroenergéticas possuem sua capacidade de operação, seus custos e metas e não deixaram de admitir propriedades desmatadas dentre seus parceiros ou fornecedores de cana somente pela limitação contida na política.

Assim, é fundamental repensar o modelo de desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira. A intensificação tecnológica precisa ser desenvolvida em bases ecológicas, que não considere apenas a produtividade e o imediato retorno econômico, mas que tenha uma visão sistêmica da produção agrícola em seu ambiente, objetivando a sua otimização e sua continuidade a longo prazo (IPEA, 2012).

É importante lembrar que a legislação ambiental brasileira tem sofrido flexibilizações em diversas áreas, o que também tem ocorrido em relação à supressão de vegetação nativa. Com a publicação do Código Florestal de 2012 e outras legislações estaduais e infralegais, há, tão somente, uma rasa preocupação com a averbação de reserva legal e manutenção de áreas de preservação permanente (que também tem sofrido redução em alguns dos seus percentuais e tipos)³³.

Para além disso, há diversas possibilidades de obtenção de autorizações para supressão de vegetação. A impressão que fica para o empreendedor é que, averbando a reserva legal e mantendo as APPs, o restante da propriedade pode ser economicamente utilizado, levando ao desmatamento. Portanto, há uma divergência entre a legislação ambiental brasileira, que elenca possibilidades de desmatamento, e o RenovaBio, que quer proibir o desmatamento, mas não vem obtendo êxito ao atuar como ferramenta isolada.

Noutro norte, sobre as medidas tomadas em relação à flora pelas usinas sucroenergéticas pesquisadas, ambas possuem em sua licença de operação, a seguinte condicionante: “Apresentar relatório técnico fotográfico com ART do profissional, referente às áreas objeto de recuperação / recomposição florestal, com mapa de localização e descrição das ações efetuadas e ações futuras”. Tal condicionante vem sendo cumprida, conforme apurado pelas informações contidas no RADA – Relatório de

³³ O Código Florestal, Lei nº 12.651/2012, reduziu as áreas de preservação permanente ao trazer mudanças na legislação: alteração da medição da incidência da APP a partir do leito regular do corpo d'água, deixando desprotegidas as áreas úmidas; desconsideração das nascentes intermitentes como APPs, redução drástica das APPs no entorno de reservatórios artificiais. Além disso, o Código Florestal autorizou a continuidade de atividades agrícolas consolidadas em áreas de preservação permanente até julho de 2008, com obrigação de recomposição em percentuais irrisórios, que não trazem compensação ambiental satisfatória ao prejuízo causado. Pequenas propriedades estão desobrigadas de recompor áreas de reserva legal, sendo válido qualquer percentual de vegetação nativa existente em julho de 2008, além de ser permitido computar APP como reserva legal (ANDRADE, 2017).

Avaliação de Desempenho Ambiental apresentado ao órgão ambiental mineiro quando da renovação da licença de operação.

As duas usinas possuem viveiro de mudas para viabilizar a recomposição florestal prevista dentre as condicionantes e a usina 2 informou em entrevista que possui o Projeto Técnico de Reconstituição da Flora, que proporcionou a preservação de 25,38 ha em suas propriedades, além de manter um viveiro de plantas nativas do Cerrado, produzindo cerca de 10 mil mudas por ano, com doação de parte da produção.

5.4.2 Redução da disponibilidade hídrica

A produção de biocombustíveis a partir da cana-de-açúcar causa também impacto sobre a disponibilidade hídrica, que pode ocorrer devido à supressão de vegetação, ocorrência de queima ou pelo uso da água na fase agrícola do cultivo canavieiro.

Regra geral, a cana no município de Uberaba é de sequeiro, não necessitando de irrigação. Todavia, a expansão do plantio para áreas com déficit hídrico e a busca pelo aumento da produtividade, pode levar à utilização da irrigação (Pires et al., 1995), sobretudo no momento do plantio.

Tundisi (2006) salienta que o uso da água na agricultura para fins de irrigação lidera o consumo em todo o mundo, seguindo-se do uso industrial e o uso para abastecimento público. O mesmo autor estima que 16% das terras agrícolas do planeta são irrigadas com águas superficiais ou subterrâneas, consumindo 70% da disponibilidade total desse recurso.

Mas não somente da irrigação advém o consumo de água no cultivo da cana-de-açúcar (foto 5.1): antes do plantio, a água é utilizada para umidificar o solo, facilitando o trabalho de máquinas agrícolas no preparo das áreas de cultivo e para o controle da poeira em épocas de seca e na aplicação de agrotóxicos e fertilizantes, garantindo uma distribuição uniforme e permitindo que os nutrientes sejam absorvidos diretamente pelas raízes ou folhas da planta. (Farias, Fernandes, Neto e Gheyi, 2008).

As duas usinas pesquisadas informaram não utilizar irrigação em seus canaviais, todavia, a ANA – Agência Nacional de Águas realizou o Levantamento da Cana-de-Açúcar Irrigada na Região Centro-Sul do Brasil, em 2017, e identificou no município de Uberaba a presença de 32.331 hectares de cana-de-açúcar utilizando

irrigação, podendo ocorrer em dois perfis: conciliando a fertirrigação e a irrigação de salvamento³⁴ (perfil de uso menos intensivo) ou irrigação plena³⁵ (uso mais intensivo).

Foto 5.1 – Uso de água na usina 2.



Fonte: A autora (2023).

No ano de 2017 verificou-se que 37% da cana total plantada em Uberaba/MG foi irrigada (gráfico 5.6). Todavia, no levantamento realizado pela ANA não há dados disponíveis para verificar se há em Uberaba o uso de irrigação plena (uso intensivo de água).

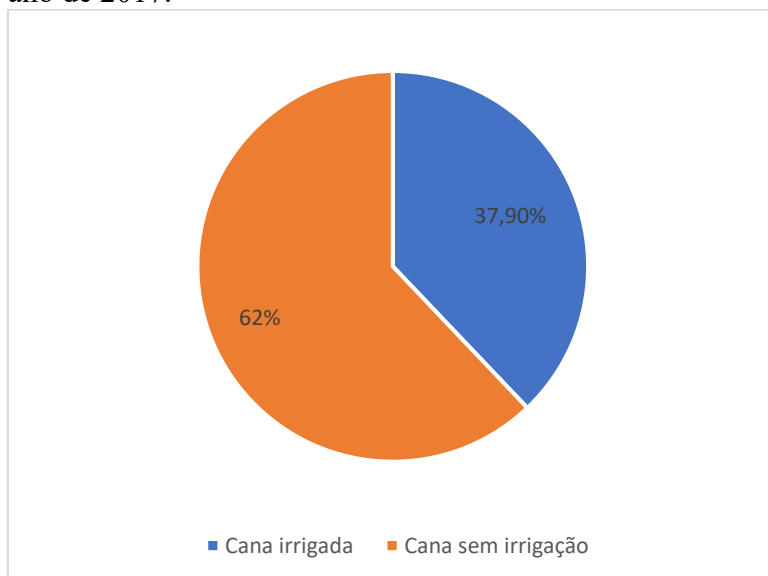
As duas usinas pesquisadas informaram realizar a fertirrigação da cana-de-açúcar utilizando o efluente líquido gerado no processo industrial (água residuária³⁶ + vinhaça), pois além de fornecer água para a cana, possuem matéria orgânica e nutrientes, que atendem parcialmente a necessidade de adubação química.

³⁴ Irrigação de salvamento é uma prática emergencial utilizada quando ocorrem condições climáticas adversas, como períodos de déficit hídrico severo, que comprometem a oferta regular de água da planta. Essa estratégia é aplicada de forma reativa, quando já se observa um estresse hídrico significativo na cultura, com o objetivo de amenizar os danos e reduzir as perdas na produção (Ferrerres e Soriano, 2007).

³⁵ A irrigação plena objetiva atender integralmente às necessidades hídricas da cultura de forma preventiva com o manejo planejado e contínuo, mantendo o solo com um nível de umidade que evita qualquer estresse nas plantas (Ferrerres e Soriano, 2007).

³⁶ Água residuária na produção de etanol refere-se ao efluente gerado durante as diversas etapas do processamento da cana-de-açúcar, como a lavagem, fermentação, destilação e o resfriamento. Esse efluente contém elevada carga orgânica, resíduos de açúcares, nutrientes (nitrogênio e fósforo) e, em alguns casos, vestígios de produtos químicos utilizados no processo industrial. Podem ser tratadas e reutilizadas, contribuindo para a eficiência no uso da água na produção do etanol (Bastos, 2016).

Gráfico 5.6 – Percentual de cana-de-açúcar irrigada no município de Uberaba/MG no ano de 2017.



Fonte: ANA (2017).

Na atividade industrial, as usinas sucroenergéticas utilizam uma grande quantidade de água nos processos, como lavagem, diluição e principalmente para resfriamento de equipamentos e sistemas.

A produção de açúcar e etanol a partir da cana-de-açúcar passou por avanços significativos no que diz respeito à redução do consumo de água, tanto no cultivo quanto no processo industrial. Esses avanços refletem a adoção de tecnologias mais eficientes e práticas sustentáveis.

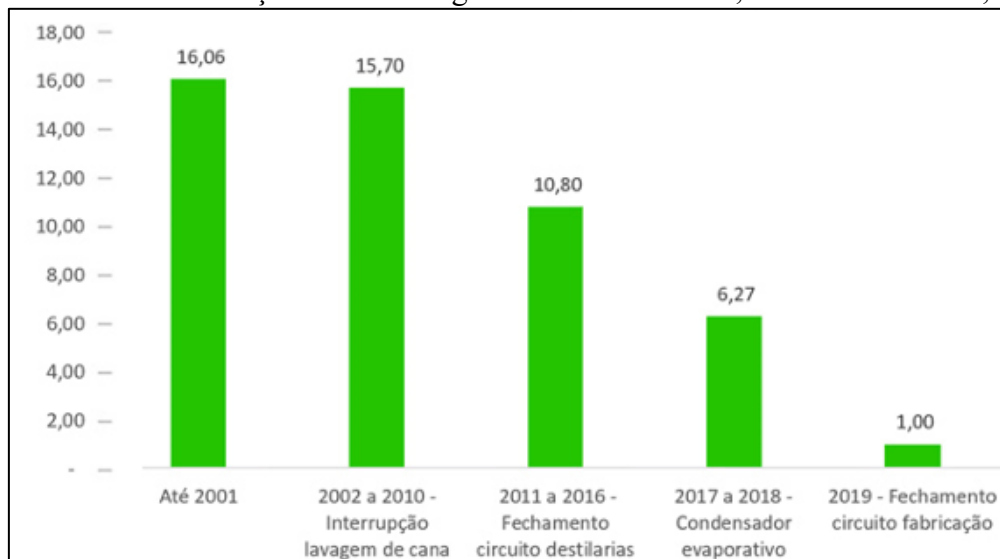
No setor industrial, as usinas de processamento adotaram sistemas de recirculação e reuso da água, diminuindo o volume captado de fontes naturais. No início dos anos 2000, era comum que as usinas consumissem cerca de 20 metros cúbicos de água por tonelada de cana processada. Atualmente, esse índice caiu para menos de 1,5 metros cúbicos, graças ao uso de circuitos fechados e ao aproveitamento de efluentes tratados (Sitawi, 2021).

A Usina Uberaba informou em um de seus relatórios que a redução do uso de água em seus processos produtivos foi significativa, passando de 16 para 1 metro cúbico por tonelada de cana processada (gráfico 5.7).

Assim, ocorreram avanços quanto ao uso da água, especialmente no processo industrial e no aproveitamento das águas residuárias na irrigação. Esse aproveitamento é benéfico ao ambiente ao evitar o descarte em cursos d'água, além de representar redução de custos com aplicação de fertilizantes sintéticos e geração de gases de efeito estufa que

esses químicos emitem. Contudo, não há dados disponíveis para afirmar que a irrigação realizada no município utiliza somente águas residuárias. Situações atípicas de secas prolongadas podem ocasionar irrigações de salvamento no canavial acarretando elevado uso de água de fontes naturais.

Gráfico 5.7 - Evolução do uso da água na Usina Uberaba, entre 2001 e 2019, em m³/t.



Fonte: Sitawi (2021).

O último fator que afeta a disponibilidade hídrica no cultivo da cana-de-açúcar é a ocorrência da queima dos canaviais, seja a queima controlada, acidental ou criminosa.

A Lei Federal nº 12.651/2012 que instituiu o Código Florestal Brasileiro, estabelece no art. 38 três situações nas quais é permitido o uso do fogo: a) em locais ou regiões cujas peculiaridades justifiquem o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais, mediante prévia aprovação do órgão estadual ambiental competente do SISNAMA; b) emprego da queima controlada em Unidades de Conservação, e; c) atividades de pesquisa científica. Assim, nos canaviais, cujas particularidades locais justifiquem o uso do fogo em seu processo produtivo, essa prática é permitida, desde que autorizada.

Segundo a legislação do estado de Minas Gerais, compete ao Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), órgão subordinado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), a regulamentação sobre o uso do fogo em plantações. Assim, a Deliberação Normativa COPAM nº 133/2009,

determinou a eliminação gradual da queima da cana a partir de 2009, sendo que o prazo final para sua utilização encerrou no ano de 2014.

Posteriormente, em 2020, a Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 2.988 deliberou que a prática da queima controlada da cana-de-açúcar para fins de colheita somente será admitida em áreas com declividade superior a 12%, observando o disposto na DN COPAM nº 133.

Todavia, mesmo após o encerramento do prazo legal de banimento do uso do fogo e Uberaba não se enquadrando na exceção legal de declividade, ainda são registrados muitos incêndios no município. Segundo o INPE, no ano de 2020 Uberaba liderou o ranking mineiro de focos de incêndio, totalizando 1.027 focos em vegetação, sendo muitos deles ocorridos em canaviais (Estado de Minas, 2020).

Além dessa informação, os dados da RenovaCalc das usinas 1 e 2, comentados em tópico anterior, demonstram que grande percentual da cana processada pelas duas usinas sofreu queima, mesmo sem autorização para tanto. Não há dados nos relatório obtidos que esclareçam se a queima de fato ocorreu ou se foi fruto de penalização pelo uso de dados padrão na RenovaCalc.

Essas informações, somadas aos depoimentos das entrevistas que afirmam a continuidade das queimadas no município, reforçam a hipótese de que as usinas sucroenergéticas, seus parceiros ou seus fornecedores, continuam se valendo da queima da cana, mesmo após a implementação da colheita mecanizada. Sustenta-se a falsa informação de banimento da queima, aproveitando-se dos benefícios dessa afirmação perante a sociedade e investidores, todavia, grande parte da cana-de-açúcar colhida e processada pelas usinas de Uberaba, continua sofrendo os prejuízos da queima.

Em pesquisas sobre o assunto em sítios eletrônicos, há várias notícias afirmando o engajamento das usinas pesquisadas em projetos de combate ou prevenção a incêndios.

Em 2022, as usinas sucroenergéticas de Uberaba aderiram ao Plano de Prevenção a Incêndios do Sindicato Rural, Corpo de Bombeiros e Prefeitura de Uberaba. As áreas do município foram divididas entre as empresas participantes no combate a focos de incêndio. A CMAA informou que dispõe de 11 pipas e 370 brigadistas, além de contar com apoio de aeronaves e informações via satélite. A Usina Uberaba, informou que conta com 15 pipas e 300 homens de combate nas áreas da indústria e rural (Folha Uberaba, 2022).

Além dessa medida, a Vale do Tijuco desenvolve junto às escolas rurais, projeto de conscientização quanto à prevenção de incêndios, em colaboração com a Prefeitura de Uberaba, Secretaria de Desenvolvimento Agrônomo, Polícia Militar de Meio Ambiente e Corpo de Bombeiros (Cana online, 2023).

Estas informações acabam se tornando controversas diante dos dados apurados nesta pesquisa. É comum que algumas empresas divulguem informações positivas enganosas, exageradas ou na tentativa de camuflar impacto negativo de suas atividades. Essa prática remete ao termo *greenwashing*, que evidencia nas empresas a negativa em implementar ações efetivamente sustentáveis, preferindo investir em marketing para parecerem ambientalmente responsáveis, sem corresponderem a essas alegações na prática. Essa conduta prejudica a confiança dos consumidores e investidores em iniciativas que sejam de fato sustentáveis (Delmas e Burbano, 2011).

Sobre os impactos ambientais da queima da palha para a colheita de cana-de-açúcar, esta prática pode comprometer a disponibilidade hídrica e o equilíbrio ambiental, como a alteração no ciclo hidrológico, ao reduzir a cobertura vegetal e, conseqüentemente, a retenção de água no solo. Isso aumenta o escoamento superficial e diminui a infiltração de água, prejudicando os lençóis freáticos e reduzindo a disponibilidade hídrica no médio e longo prazo (Oliveira e Simões, 2021).

As queimadas também acarretam a perda de umidade do solo, aumentando a evaporação e reduzindo o armazenamento hídrico disponível para a cultura da cana e outras formas de vegetação. Intensificam também as restrições hídricas devido a elevação da compactação do solo e da erosão, tornando essas áreas menos propensas à recarga hídrica natural, em especial em áreas de expansão agrícola (Oliveira e Simões, 2021).

Portanto, a queima da palhada da cana-de-açúcar representa uma prática insustentável para a gestão hídrica, causando perda da umidade do solo e desequilíbrios no ciclo hidrológico local. A substituição por técnicas de colheita mecanizada e sem queima é fundamental para conservar a disponibilidade hídrica e mitigar os impactos ambientais do cultivo da cana-de-açúcar, bem como consolidar uma conduta transparente por parte das usinas sucroenergéticas em verdadeiramente suprimir essa prática em suas áreas, de seus parceiros e fornecedores.

Em relação à classificação do impacto de redução da disponibilidade hídrica, este afeta o meio biótico e físico, já que provoca prejuízos ao solo, água, flora e fauna. Esse impacto pode ser revertido a partir da implementação de práticas que objetivem a

eliminação da queima, a redução do uso da água, além da recomposição ou manutenção de áreas de vegetação nativa e APPs que trarão aumento da disponibilidade hídrica.

Quanto à duração, o uso de água na fase agrícola é cíclico e quanto à ocorrência de queima foi considerado um impacto temporário. Em relação à abrangência, a redução da disponibilidade hídrica pelo uso da água foi considerada um impacto regional, por estender seus efeitos por toda a bacia hidrográfica e em relação à ocorrência de queima também foi considerado um impacto regional pelo risco do fogo atingir outras propriedades.

Assim, o impacto da redução da disponibilidade hídrica pelo uso da água foi considerado de média significância e pela ocorrência de queima foi considerado de alta significância.

5.4.3 Afugentamento e atropelamento da fauna

O Cerrado é um dos domínios morfoclimáticos mais ricos em biodiversidade do Brasil e abriga uma fauna diversificada, com cerca de 850 espécies de aves, 300 de mamíferos e inúmeras espécies de répteis e anfíbios (Almeida, Rodrigues e Piva, 2021). As intervenções humanas afetam, significativamente, as espécies de animais que habitam os ecossistemas naturais, principalmente, devido às atividades ligadas aos cultivos agrícolas, ao desmatamento e a ocorrência de incêndios.

Segundo dados das entrevistas realizadas nessa pesquisa, as espécies mais vistas na região de Uberaba (foto 5.2) foram: tamanduá, capivara, teiú, lobo-guará, tatu, onça, macaco, raposa, seriema, cobra, gambá e tucano.

Foto 5.2 – Animais encontrados na área rural do município de Uberaba/MG: seriema e tamanduá.



Fonte: Prefeitura de Uberaba, 2022.

Impactos diretos e indiretos sobre a fauna ocorrem pela própria implantação do cultivo de monocultura, que retira a cobertura vegetal e ocasiona a fuga da fauna para outras áreas. Impactos também ocorrem em decorrência da prática de queimadas nos canaviais. Como observado anteriormente, um percentual significativo da cana-de-açúcar processada pelas usinas 1 e 2 foi objeto de queima, seja acidental ou criminosa.

Como consequências diretas, há a destruição dos habitats ocasionada pela perda de cobertura vegetal e devastação de abrigos e áreas de reprodução de muitas espécies, além da morte de insetos, pequenos mamíferos, aves e répteis que não conseguem escapar do fogo (Monteiro, Veiga e Coutinho, 2008).

A queima da cana causa alterações no ecossistema e no equilíbrio ecológico, afetando predadores e presas ao interromper o ciclo da cadeia alimentar e prejudicar a fauna aquática com a emissão de cinzas e fuligem que se depositam em corpos d'água (Ronquim, 2010).

Além disso, a presença de carros, caminhões e máquinas agrícolas constitui um fator preocupante por ocasionar grande número de atropelamentos nas estradas que margeiam os canaviais. Assim, os animais sofrem não somente com a falta de habitat, mas também com as alterações provocadas inerentes à presença humana. Entrevistados citaram o avistamento frequente de animais mortos nas estradas, em especial tamanduás, cobras e tatus.

Segundo a classificação realizada na pesquisa, o afugentamento e atropelamento de fauna afetam o meio biótico e podem ser considerados como um impacto irreversível devido ao potencial de extinguir a vida animal pelos riscos a eles impostos e pela falta de habitat ocasionada pela expansão da cana-de-açúcar, ocorrência de incêndios e trânsito de maquinários.

Quanto à duração, o afugentamento decorrente da queima, desmatamento e trânsito de maquinário foi considerado permanente. O atropelamento de fauna ocorre sazonalmente em razão da presença de máquinas e caminhões nas áreas rurais durante a safra da cana-de-açúcar.

A abrangência destes impactos é regional, já que causa o deslocamento dos animais afugentados para outras áreas, devendo ser considerado também que o trânsito de caminhões canavieiros se estende para além dos limites do empreendimento.

Assim, o afugentamento de fauna foi considerado de alta significância e o atropelamento de fauna de média significância.

5.4.4 Erosão

O impacto causado aos solos também deve ser pontuado, já que configura um dos componentes abióticos mais afetados pela agricultura, em especial, em consequência do modelo monocultor intensivo.

No cultivo da cana-de-açúcar, o trânsito de maquinário é intenso e ocorre ao se executar o plantio, tratos culturais, colheita, deslocamento de trabalhadores, abertura de estradas e trânsito de caminhões.

A modernização agrícola trouxe uma variedade de maquinários (foto 5.3) e implementos com o potencial de aumento da capacidade operacional, proporcionando redução de custos e elevação da produtividade. Contudo, a intensificação da utilização de máquinas, provoca prejuízos ao solo, podendo causar aceleração da erosão física e biológica (Suetergaray, 1996).

Foto 5.3 – Uso de maquinário no cultivo da cana-de-açúcar em Uberaba.



Fonte: A autora (2023).

A compactação trata-se da ação de forçar a agregação das partículas do solo reduzindo o volume por elas ocupado. É a tensão aplicada sobre o solo, causando alterações em suas propriedades como aumento da densidade, maior resistência mecânica do solo ao crescimento das raízes, decréscimo no volume de macroporos, infiltração e movimento interno de água mais lentos. (Seixas e Oliveira Júnior, 2003).

A compactação causada pelas rodas dos maquinários que trafegam intensamente, além dos prejuízos ambientais citados, reduz a produtividade. Portanto, sua utilização deve ser compatível à operação envolvida e, principalmente, ao tipo de solo (Azevedo e Kaminski, 1995).

É importante citar também o prejuízo que a ocorrência de queima do canavial causa ao solo, intensificando o processo erosivo. O fogo destrói a camada de matéria orgânica existente na superfície do solo, que é essencial para manter sua estrutura e fertilidade. O calor do fogo também pode causar modificações nas características físicas do solo, como a formação de crostas superficiais que dificultam a infiltração de água (Oliveira, Ferreira e Araújo, 2012).

A compactação e erosão do solo afetam o meio físico, sendo que o cultivo de monocultura e trânsito de maquinário podem trazer prejuízos irreversíveis a longo prazo ao esgotar os nutrientes do solo. Quanto à duração, a presença de maquinário agrícola ocorre de forma cíclica, acompanhando o período de safra e possui abrangência local, em todas as áreas de cultivo do empreendimento. Logo, o impacto de erosão foi classificado como de média significância.

5.4.5 Contaminação do solo e dos recursos hídricos pelo uso de agrotóxicos e fertilizantes

Os agrotóxicos estão sendo utilizados no cultivo das monoculturas de forma indiscriminada. Na cana-de-açúcar são empregados fertilizantes nos tratos culturais, defensivos agrícolas para combater pragas e herbicidas para o controle de ervas daninhas.

O consumo de agrotóxicos no Brasil aumentou nos últimos anos devido principalmente à tecnificação dos cultivos, mais do que pelo aumento da área cultivada. Visando elevar a produtividade, foi intensificado o uso de químicos, que não possuem muitas limitações na legislação brasileira. Ao contrário, nos últimos anos o país caminhou para a flexibilização das normas ambientais, incluindo a liberação de novos agrotóxicos. O Projeto de Lei 6299/02, também chamado de "PL do Veneno", aprovado em 2022, facilitou a entrada de agrotóxicos no mercado brasileiro ao desburocratizar o processo de avaliação dos produtos pela agência reguladora (Fundação Heinrich Böll, 2024).

De 2019 a 2023, mais de 2.000 novos agrotóxicos foram liberados no Brasil, o maior número registrado em décadas. Muitos desses produtos contêm princípios ativos banidos nos Estados Unidos e em países da União Europeia, por seus potenciais impactos à saúde e ao ambiente (Fundação Heinrich Böll, 2024).

O Brasil é o maior importador mundial de agrotóxicos e se tornou um dos maiores consumidores em 2021, ano em que seu consumo chegou às 720.870 toneladas de agrotóxicos, representando um aumento de 87% em doze anos. Os cultivos de soja,

cana-de-açúcar, milho e algodão, juntos, consomem 83% dos agrotóxicos comercializados no país (Fundação Heinrich Böll, 2024).

Os dados apresentados nesta pesquisa mostram que o consumo de agrotóxicos e fertilizantes nas usinas pesquisadas apresentou uma redução, porém, continuam sendo utilizados intensamente.

O uso indiscriminado desses produtos gera impactos ao solo, comprometendo sua sustentabilidade. Um dos principais prejuízos é a contaminação química do solo por substâncias tóxicas que podem se acumular, alterando a composição química e biológica. Isso afeta diretamente a atividade microbiana, essencial para processos naturais, como a decomposição da matéria orgânica e a fixação de nutrientes. Estudos apontam que o uso contínuo de agrotóxicos reduz a diversidade microbiana em até 70%, enfraquecendo a capacidade regenerativa do solo (Fundação Heinrich Böll, 2024).

A lixiviação³⁷ do solo, especialmente em áreas com irrigação, facilita o transporte de substâncias químicas para camadas mais profundas do solo e para lençóis freáticos. Esse processo prejudica a qualidade da água subterrânea e a capacidade do solo de atuar como filtro natural (FIOCRUZ, 2022).

Além da lixiviação, esses produtos químicos podem alcançar corpos d'água por meio de escoamento superficial, contaminando rios, lagos e reservatórios com resíduos químicos. Estudos realizados pelo Ministério da Saúde (Agência Pública, 2019) identificaram a presença de agrotóxicos em mananciais utilizados para abastecimento humano. Esses compostos podem persistir por longos períodos na água, dificultando o tratamento e aumentando os riscos à saúde pública.

No ambiente aquático, herbicidas e inseticidas causam declínios em populações de peixes, anfíbios e invertebrados, alterando dinâmicas ecológicas e prejudicando a pesca (FIOCRUZ, 2022).

A fauna terrestre também sofre os efeitos do uso dos agrotóxicos na agricultura, comprometendo a biodiversidade e o equilíbrio ecológico. A exposição direta ou indireta a esses compostos químicos pode ser letal para muitas espécies, além de gerar consequências a longo prazo. Entre os impactos mais evidentes está a morte de polinizadores, como borboletas e abelhas, essenciais para a reprodução de plantas agrícolas e silvestres e de organismos que controlam as populações de pragas (Pinheiro e Freitas, 2010).

³⁷ Lixiviação é um processo que consiste na remoção de nutrientes ou outras substâncias do solo pela ação da água, que ao se infiltrar no solo, carrega essas substâncias dissolvidas para as camadas mais profundas.

Estima-se que apenas 30% do total de agrotóxicos aplicados fiquem na planta, sendo que o restante irá causar contaminação no ambiente, gerando um efeito bioacumulativo, em que substâncias tóxicas se acumulam em organismos de topo de cadeia, como aves de rapina e mamíferos aquáticos, levando a problemas reprodutivos e imunológicos (FIOCRUZ, 2022).

Na classificação adotada na pesquisa, a contaminação do solo e dos recursos hídricos pelo uso de agrotóxicos potencialmente afeta os meios biótico, físico e a saúde pública. Esse impacto pode ser irreversível, de acordo com os químicos utilizados e seu nível contaminante. Quanto à duração, foi identificado o uso habitual desses produtos, com um impacto permanente, já que possui o potencial de estender seus efeitos além de um horizonte temporal definido.

A abrangência é regional, em razão do risco de contaminação de cultivos alimentícios e de água utilizada no abastecimento público.

Importante ainda, pontuar uma crítica ao RenovaBio quanto à exclusão dentro da política das emissões de GEEs decorrentes do uso de agrotóxicos (herbicidas e pesticidas), por não contribuírem significativamente para a categoria de impacto “Mudança do Clima” (Brasil, 2018). Essa exclusão é preocupante, uma vez que deveriam ser contabilizadas as emissões ocorridas à montante da produção desses produtos.

Emissões indiretas de GEEs ocorrem na produção dos compostos químicos dos agrotóxicos, muitas vezes derivados de combustíveis fósseis, além de ser necessário que se leve em conta as emissões da produção de embalagens, transporte e descarte desses produtos (Pandey, Agrawal, Pandey, 2011). O RenovaBio contabiliza somente o combustível utilizado para a aplicação dos agrotóxicos, o que evidencia uma falha na avaliação do ciclo de vida do biocombustível.

Noutro ponto, buscando reduzir a aplicação de fertilizantes químicos, as duas usinas pesquisadas realizam a fertirrigação com vinhaça em seus canaviais (foto 5.4), promovendo também o reaproveitamento desse resíduo oriundo da produção de etanol. Contudo, apesar desses pontos positivos, a vinhaça também necessita de critérios para a sua aplicação, por ter potencial de agredir o ambiente.

A água subterrânea pode ser atingida pelos componentes da vinhaça através de uma rota que contempla a área de fertirrigação como fonte e o movimento vertical de contaminantes por lixiviação. Uma vez impactada a água subterrânea, os componentes da vinhaça podem continuar seu percurso por transporte lateral, sendo possível atingir algum corpo d'água superficial (lagoas, rios) pela descarga do aquífero. A vinhaça também pode

ser transportada desde a área de fertirrigação até as águas superficiais quando outros fatores (precipitação, características físicas e hidráulicas do solo, declividade do terreno, manejo do solo, entre outros) permitirem o escoamento superficial (Kiang, Basso e Soto, 2021).

Foto 5.4 – Aplicação de vinhaça pela usina 2.



Fonte: A autora (2023).

Os principais elementos que podem causar contaminação nas águas subterrâneas e superficiais, a partir da infiltração da vinhaça no solo, são: metais traço (ainda que com baixa concentração, uma vez que esses íons têm caráter cumulativo); cátions solúveis, como o sódio, o magnésio, o cálcio e principalmente o potássio (devido à sua alta concentração na vinhaça); ânions específicos (sulfato) e não específicos (nitrato e cloreto) (Kiang, Basso e Soto, 2021).

A preocupação maior reside na aplicação de dosagens excessivas de vinhaça, que deve observar as quantidades orientadoras estabelecidas pelo órgão ambiental. As duas usinas pesquisadas têm dentre as condicionantes da Licença de Operação a apresentação do Plano de Aplicação de Vinhaça, conforme estabelecido na Deliberação Normativa COPAM nº 164/2011.

Tal plano exige o cumprimento de diversos critérios, dentre os quais: definição da localização dos reservatórios de vinhaça de acordo com estudos do nível do lençol freático e taxas de infiltração no solo; armazenamento da vinhaça e águas residuárias em locais com impermeabilização; adoção de medidores de vazão para a vinhaça; apresentação ao órgão ambiental, ao início de cada safra, dos laudos de análise das águas superficiais, a montante e jusante da área de influência da aplicação de vinhaça; delimitação da aplicação da vinhaça distante de APPs e águas superficiais (Minas Gerais, 2011).

Pelos relatórios apresentados ao órgão ambiental, verificou-se que a usina 2 realiza o monitoramento dos efluentes líquidos através da medição de vazão e análise físico-química realizada em laboratório. Os resultados apresentados estão em conformidade com os valores de referência da legislação. A partir dessas análises é elaborado o plano de aplicação dos efluentes no canavial, estabelecendo as taxas de aplicação no solo de acordo com a necessidade da planta. A usina 2 também apresentou comprovação da impermeabilização do reservatório de armazenamento de vinhaça e a adoção do sistema de calda pronta³⁸, de modo a minimizar o uso de insumos agrícolas e evitar o manuseio de embalagens no campo.

Sobre as medidas de redução no consumo de agrotóxicos, a usina 2 relatou que está fazendo a substituição de fertilizantes sintéticos por orgânicos (informação foi auditada no RenovaBio), que realiza rotação de culturas para minimizar a presença de plantas invasoras, doenças e outras pragas e que adota o controle biológico com utilização de vespas da espécie *cotesia flavips* no combate à broca da cana *Diatraea sacharallis* e do fungo *Metarhizium anisopliae* no combate à cigarrinha-da-raiz *Mahanarva fimbriolata*.

Sobre os ganhos ambientais da utilização do controle biológico, a usina 2 informou que (RADA, 2019):

- Não apresenta toxicidade ao ser humano e à fauna;
- Não apresenta riscos ao meio ambiente;
- Proporciona melhoria significativa na qualidade da cana-de-açúcar;
- Permanece na cultura da cana por mais de doze meses, proporcionando a manutenção do controle;
- Menor custo;

³⁸ Calda pronta é uma mistura líquida de fertilizantes e/ou defensivos, adquirida pronta para pulverização, sem necessidade de misturas entre vários tipos de componentes.

- Não traz riscos ao profissional aplicador.

A adoção de medidas mais sustentáveis na agricultura é fundamental para reduzir os impactos ambientais adversos do cultivo da cana-de-açúcar. O aumento da produção deverá focar principalmente a partir do aumento da produtividade e não na expansão das áreas de cultivo, devendo considerar a manutenção das áreas naturais remanescentes, e também as perdas de área cultivada decorrentes do crescimento das áreas urbanas e dos processos de salinização e degradação de terras devido ao mau uso do solo e às mudanças climáticas (Fedoroff et al., 2010).

Os ganhos de produtividade do setor sucroenergético não podem se basear no uso de tecnologias agressivas ao ambiente, com a predominância da monocultura e do uso maciço de agroquímicos, havendo a necessidade de desenvolver tecnologias mais adequadas aos princípios da sustentabilidade (Baulcombe et al., 2009).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relevância da cultura da cana-de-açúcar para a economia brasileira é inquestionável. O avanço desse cultivo agrícola impulsionou o desenvolvimento de diversas regiões, graças a sua elevada capacidade de adaptação climática e hídrica, além dos custos de produção relativamente baixos em comparação a outras culturas. Essa versatilidade também se reflete na ampla gama de produtos e subprodutos que podem ser obtidos: açúcar, álcool, energia, bioplástico, ração animal, adubo, rapadura e cachaça.

A cana-de-açúcar sempre teve sua produção altamente dependente de políticas públicas para sua expansão no Brasil. A concessão ou retirada de benefícios governamentais resultou em variações na produção, alternando entre períodos de crescimento e estagnação.

Com base nesses estímulos, o setor sucroenergético se expandiu para a região Centro-Sul do Brasil. A partir dos anos 2000, especialmente nas áreas do Cerrado, o setor ocupou esses territórios em um processo contínuo de desterritorialização e reterritorialização. O relevo aplainado, pouco dissecado, o clima favorável, a disponibilidade hídrica e a fluidez logística, proporcionaram uma posição de destaque para a mesorregião do Triângulo Mineiro³⁹ no cultivo da cana-de-açúcar.

Situada nessa mesorregião, o município de Uberaba tem apresentado um crescimento exponencial na área plantada de cana-de-açúcar, o que lhe conferiu, pelas últimas três safras, o título de maior produtor de cana-de-açúcar dentre todos os municípios brasileiros. Diversos aspectos naturais, geoeconômicos e político-normativo-institucionais, incluindo a logística de abastecimento e a logística de distribuição do setor, corroboraram para a instalação de empreendimentos sucroenergéticos no município e manutenção desta liderança produtiva.

O contexto recente de expansão da cana-de-açúcar também foi marcado por grandes investimentos no setor sucroenergético, nacionais e internacionais, em pesquisas e novas tecnologias. Isso deve-se à valorização do etanol na busca da segurança energética e no interesse em fontes de energia mais sustentáveis, diante da preocupação com a mudança climática e a necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa.

³⁹ No estado de Minas Gerais, a mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba corresponde atualmente às regiões intermediárias de Uberlândia, Uberaba e Patos de Minas, segundo a nova nomenclatura do IBGE (IBGE, 2017).

A redução do uso de combustíveis fósseis é apontada como a principal medida para conter o aquecimento global, sendo considerada pelos governos como o grande desafio do século. Assim, com a celebração do Acordo de Paris, o governo brasileiro se movimentou para criar uma política pública que viabilizasse o cumprimento das metas assumidas, partindo daí a criação da Política Nacional de Biocombustíveis.

O RenovaBio, ao mesmo tempo, retrata o esforço do poder público em fomentar a expansão da produção de biocombustíveis, trazendo incentivos não somente ao setor produtivo, mas impactando toda a economia nacional.

Todavia, o processo de criação do RenovaBio evidenciou a formação de uma rede de atores com fortes relações de poder, demonstrando a influência do setor sucroenergético e de todo o agronegócio para a criação de políticas públicas que os favoreçam, resultando na aprovação do PL em tempo recorde, regulamentação direcionada, flexibilização de requisitos e fixação de altas metas de aquisição de CBIOS para as distribuidoras de combustíveis fósseis.

Nesse processo de criação do RenovaBio, ficou claro que a formulação de uma política pública não pode contar somente com a contribuição das partes interessadas, que acarreta o favorecimento dos que participaram em detrimento do interesse público. A presença de outros atores garantiria uma construção mais equânime e coletiva, como por exemplo pesquisadores das universidades, ambientalistas e organizações não governamentais.

Tratando do seu conteúdo formal, o RenovaBio apresenta-se como uma política pública promissora e inovadora em vários aspectos, além do incentivo à expansão dos biocombustíveis, regularidade energética e redução das importações, ele alavanca tecnologias e investimentos, por propor um novo mercado comercial.

O RenovaBio vem fomentando discussões sobre novas tecnologias e desenvolvimento de biocombustíveis avançados, criando condições favoráveis para o setor de biogás, incluindo o biometano. É preciso incentivar, em sua regulação, a diversificação de fontes, através do uso de outras matérias-primas e especialmente dos resíduos. Podem ser usados algas, óleo de cozinha usado, gorduras residuais, várias oleaginosas, resíduos sólidos e resíduos vegetais, como os do etanol de segunda geração. Para que essa utilização seja vantajosa, são necessárias pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para otimização dos custos de produção e competitividade com outros combustíveis. A diversificação de fontes apresenta benefícios econômicos e ambientais, além de reduzir a dependência de fontes insustentáveis.

Há coerência entre os objetivos do RenovaBio e os instrumentos que foram criados para colocá-lo em prática, que já tem alcançado resultados. A política visa impulsionar a inovação e maior responsabilidade ambiental, visto que isso levaria à emissão de CBIOs adicionais para comercialização e rentabilização dos produtores.

Os prazos propostos estão em consonância com as metas assumidas na COP21 e com a agenda 2030. A necessidade de renovação da certificação também mostra proporcionalidade com os compromissos ambientais de melhoria contínua dos processos dos produtores de biocombustíveis.

Todavia, há pontos sensíveis que precisam ser reformulados. A metodologia da avaliação do ciclo de vida deve abranger a mudança do uso da terra e a rastreabilidade de matérias-primas agrícolas. Deve-se também incluir um critério de elegibilidade locacional que substitua o atendimento ao ZAE-Cana, visando observar onde se realiza o cultivo, de forma a proteger áreas vulneráveis ambientalmente.

Ainda sobre as áreas de expansão, deve-se ter maior rigor na possibilidade de inclusão de áreas irregulares como elegíveis na política, como por exemplo, a ausência de fiscalização dos imóveis quanto aos dados informados no CAR, a veracidade e averiguação do cumprimento de eventual PRA firmado.

Outra falha que precisa ser corrigida é a exclusão dos fornecedores como beneficiários da comercialização do CBIO, já que grande volume de créditos expedidos se origina de cultivos de terceiros, que são fundamentais no fornecimento da cana-de-açúcar às usinas sucroenergéticas.

Com a tendência de queda no desmatamento da Amazônia, mais ações devem ser tomadas nas demais frentes críticas de emissões nacionais: desmatamento no Cerrado, agropecuária e setor de transportes. O RenovaBio é uma importante ferramenta nesse cenário de geração de energia renovável, mas não deve ser a única, já que todas as ações que buscam o cumprimento do Acordo de Paris se complementam e se fortalecem mutuamente.

Alavancar o mercado de biocombustíveis depende também da conscientização do consumidor para escolher utilizá-lo e da segurança dos investidores no atual mercado. Essa aceitação envolve uma abordagem de informações técnicas que esclareçam suas vantagens ambientais e sociais, contudo, isso depende da segurança que a atual regulação dos biocombustíveis repassa à sociedade. Como demonstrado nessa pesquisa, uma legislação falha, além das demais fragilidades, desestimula o consumidor e os investidores do mercado de biocombustíveis.

Os carros elétricos representam também um risco significativo para o futuro dos biocombustíveis. É inegável que o Brasil caminha para uma transição para os carros elétricos, porém, já há no mercado veículos híbridos flex que possibilitam uma junção de duas tecnologias com potencial para o estabelecimento de um sistema de transporte mais sustentável, diversificado e eficiente, eliminando o uso dos combustíveis fósseis. Logo, é preciso incluir estratégias na regulação, que promovam os biocombustíveis como ferramenta dessa transição energética entre os combustíveis fósseis e os carros elétricos.

Tratados os temas sobre a formulação e conteúdo do RenovaBio, passaremos às considerações sobre sua implementação, com foco nas duas usinas sucroenergéticas situadas no município de Uberaba/MG.

Durante a pesquisa, foi possível observar que as auditorias realizadas pelas firmas inspetoras foram importantes na identificação e correção de não conformidades existentes dentre os processos, documentos e dados apresentados pelas duas usinas.

No ano de 2020, as duas usinas procederam à primeira certificação dentro do RenovaBio, sendo que a usina 1 passou por um processo de renovação em 2023 e a usina 2 por duas renovações, em 2021 e 2024.

A usina 1 apresentou uma pequena melhora em seu desempenho, contudo, a usina 2, apesar de aumento da nota, teve uma queda acentuada em seu volume elegível, significando uma piora geral no desempenho, o que, conseqüentemente, retrata que a usina 1 esteve praticamente estagnada e a usina 2 regrediu em seu cuidado com as questões ambientais.

Tal fato evidencia que a hipótese formulada para essa pesquisa não se confirmou, já que, apesar das evidências de pequenos avanços, o RenovaBio ainda não efetivou seu objetivo de incentivar melhores práticas ambientais nas usinas sucroenergéticas e no combate ao desmatamento.

Após quatro anos de operação do RenovaBio, esperava-se uma melhora no desempenho, mas o que se viu, de forma geral, foram somente pequenas alterações nos sistemas agrícola e industrial, que não resultaram em mudanças positivas significativas ao meio ambiente.

Tratando dos números apresentados na RenovaCalc nas certificações, verificou-se que houve crescimento da área plantada em ambas as usinas, mas a produção não acompanhou esse crescimento, evidenciando a ausência de foco em produtividade como preconiza o RenovaBio, já que seria possível produzir mais com a mesma

quantidade aproximada de insumos naquela área plantada, o que seria benéfico para o ambiente e para as usinas.

É preciso que as usinas adotem medidas para melhorar seus resultados sem expandir as áreas cultivadas, incluindo adoção de tecnologias que otimizem o uso dos insumos, aprimoramento da agricultura de precisão e que invistam no aproveitamento dos resíduos da cana-de-açúcar.

Outro fator preocupante contido na RenovaCalc foi a quantidade de cana queimada processada pelas duas usinas. Apesar de ambas informarem que possuem colheita totalmente mecanizada sem realização de queima prévia, os números informados na RenovaCalc demonstraram que aproximadamente metade da cana-de-açúcar processada sofreu queima. Não há dados nos relatórios obtidos que esclareçam se a queima de fato ocorreu ou se foi fruto de penalização pelo uso de dados padrão na RenovaCalc.

O percentual de queima informado mostra-se alto para ser proveniente somente de queima acidental ou criminosa e informações colhidas no trabalho de campo indicam que parceiros ou fornecedores continuam usando a queima mesmo com a proibição legal, objetivando antecipar sua colheita e recebimento por parte da usina.

Sobre o uso de fertilizantes e corretivos houve uma ligeira melhora entre os anos comparados na pesquisa, com a identificação de troca de corretivo com menores concentrações de calcário e uso de fertilizantes orgânicos, além da utilização da vinhaça, cinza e torta de filtro. Essas substituições impactaram positivamente na nota da usina 2 e demonstraram que houve um planejamento para utilização desses produtos que serão benéficas ao ambiente.

O uso dos combustíveis fósseis, classificados em segundo lugar como emissores de GEEs, mostrou-se intenso nas duas usinas, uma vez que são utilizados em várias fases do processo: agrícola, industrial, distribuição e uso. Na fase agrícola, o uso de combustíveis se intensifica diante da mecanização das operações do cultivo da cana-de-açúcar, seja pelo maquinário utilizado no plantio, tratos culturais, colheita e equipamentos de fertirrigação, que utilizam motobombas a diesel.

Ambas as usinas usaram uma maior quantidade de diesel BX, que possui menores emissões de GEEs e informaram que possuem projeto de substituição da frota para utilização de biometano, produzido com resíduos da cana, substituindo o óleo diesel.

Trata-se de investimento de alto valor, porém, verificou-se que as duas usinas auferiram grandes somas com a comercialização de CBIOs desde a implementação do

RenovaBio. A usina 1 chegou a auferir 31 milhões de reais na safra 2022/2023 e a usina 2 obteve 45 milhões de reais na safra 2023/2024. Como os custos de participação na política são pequenos, esses ganhos podem ser melhor utilizados para melhoria dos processos, de forma a resultar em ganhos ao ambiente.

Este é um ponto importante que poderia ser acrescido na regulação, criando para as usinas sucroenergéticas uma obrigação legal de investir um percentual do lucro líquido com a comercialização de CBIOS em melhorias de seus processos produtivos ou investimentos que tragam ganhos ambientais para a área afetada pelo empreendimento.

Não há justificativas para que as usinas auferam grandes somas com a implantação de uma política pública de cunho ambiental, mas que os valores sejam somete para rentabilizar seus proprietários e investidores, ou que sejam utilizados para expansões de área plantada e de novos desmatamentos, desvirtuando os objetivos do RenovaBio.

A produção de etanol cresceu no Brasil, com recorde de produção em 2023⁴⁰, consolidando um dos objetivos do RenovaBio em promover a expansão da produção dos biocombustíveis. O etanol hidratado apresentou maior competitividade dos preços em relação à gasolina, com crescimento de 5,1% nas vendas deste combustível em 2023, o que representa outro objetivo da política, em majorar a competitividade do etanol.

O principal mecanismo do RenovaBio é rentabilizar as usinas sucroenergéticas para que produzam mais biocombustíveis, todavia essa produção deve ocorrer de forma mais sustentável. Investindo os ganhos em melhores práticas ambientais, terão melhor desempenho, maiores notas e, conseqüentemente, maior rentabilização, mantendo um ciclo positivo dentro da política.

Todavia, nesses primeiros cinco anos de operação do RenovaBio, essa ainda não é a realidade, inexistindo até então, melhora significativa nas práticas agrícolas que gerassem maiores NEEA e manutenção do volume elegível.

A queda de volume elegível da usina 2 impactará seriamente na sua emissão de CBIOS, já que 20% de suas áreas produtivas foram excluídas do RenovaBio em razão do desmatamento identificado pela auditoria. Para além da redução nos CBIOS, trata-se de uma atitude muito prejudicial ao ambiente e que demonstra o descaso da usina 2, de seus parceiros ou fornecedores, ao realizar supressão de vegetação para ampliação dos canaviais.

⁴⁰ O Brasil produziu 35,6 bilhões de litros de etanol em 2023, que representa um aumento de 15% em relação a 2022 (MME, 2024).

Na contramão do que preconiza o RenovaBio, as usinas sucroenergéticas estão se valendo de concessões legislativas para realizar o desmatamento, sob o argumento de que a capacidade total de moagem industrial não foi atingida, em claro desequilíbrio entre os interesses econômicos e ambientais.

Durante a pesquisa, verificamos que o RenovaBio pode ser considerado como um dos fatores que tem levado à expansão da área plantada de cana-de-açúcar na região de Uberaba, diante dos altos valores de rentabilização que proporcionaram às usinas, sendo importante analisar a ocorrência de impactos ambientais da atividade agrícola canavieira não somente pelo ponto de vista da emissão de gases de efeito estufa, já que há outros impactos ambientais desconsiderados pela política.

Assim, a redução da biodiversidade ocasionada pela supressão de vegetação, é um dos impactos mais significativos decorrentes do cultivo da monocultura e, ao se falar em expansão da agricultura, necessariamente há que se verificar a existência de vegetação na nova área em implantação, o que não tem ocorrido. Os mapas de uso da terra comprovaram que, no período pesquisado, as áreas de vegetação nativa do município de Uberaba diminuíram, enquanto a atividade canavieira avançou, inclusive nos limites da APA do Rio Uberaba.

Sobre o uso da água na fase agrícola, ambas as usinas informaram não realizar a irrigação dos canaviais, utilizando somente a fertirrigação com vinhaça e águas residuárias. Dados da ANA indicaram que o município de Uberaba teve 62% de cana irrigada no ano de 2017, o que pode contrariar as informações fornecidas pelos empreendimentos durante a pesquisa.

A água também é utilizada na umidificação do solo antes do plantio, rega para controle da poeira em épocas de seca e em mistura para aplicação de agrotóxicos.

O uso da queima da cana também é um fator preocupante que afeta não somente a disponibilidade hídrica, como também o solo, flora e fauna e vem sendo praticada mesmo sendo legalmente proibida em áreas com pouca declividade. As usinas sucroenergéticas precisam abolir essa prática, além de investir em campanhas de prevenção de incêndios, conscientização para minimização do uso da queima da cana ou de pasto e ainda em equipamentos e treinamentos para contenção de incêndios criminosos ou acidentais.

Os impactos do cultivo da cana sobre a fauna incluem o deslocamento de espécies pela perda de habitat, a fuga provocada pela presença humana e trânsito de maquinário.

O solo também é fortemente afetado pelo modelo intensivo de monocultura da cana-de-açúcar, agravado pela utilização de maquinário que causa a compactação e deterioração.

Já o uso de agrotóxicos, afeta o solo, ar e água, trazendo sérios prejuízos à fauna e à saúde humana. A situação torna-se ainda mais grave pela exclusão de seus impactos da contabilização do RenovaBio que podem resultar no uso indiscriminado. Os fertilizantes e corretivos, abrangidos pela política, tem sua utilização e quantidades auditadas e já mostraram resultados em melhores práticas para substituição por produtos orgânicos e organominerais.

Os biocombustíveis têm sido utilizados em todo o mundo como uma das soluções estratégicas para uma transição energética. Tratando especificamente do RenovaBio, ao se falar de sustentabilidade, é preciso considerar não somente a importância da redução das emissões de GEEs, mas ter um olhar para todos os efeitos socioambientais da expansão das monoculturas necessárias à produção dos biocombustíveis, em especial, a cana-de-açúcar, a soja e o milho.

Neste sentido, por exemplo, políticas públicas direcionadas aos biocombustíveis devem atentar para que não haja perda de postos de trabalho ou que não se estabeleça quadro de degradação ambiental associáveis à produção e ao consumo de biocombustíveis no Brasil.

Há um grande desafio em promover a produção agrícola de maneira sustentável, conciliando os aspectos econômicos, sociais e ambientais, já que as decisões políticas muitas vezes levam ao favorecimento de um aspecto em detrimento dos demais, resultando na criação de políticas conflitantes. Como exemplo, vemos que, historicamente, as políticas de desenvolvimento agrícola incentivaram o desmatamento e o descumprimento da lei florestal, discrepância que novamente se dá entre as legislações do RenovaBio e o Código Florestal. Além disso, o Brasil vem passando por uma crise de flexibilização das normas ambientais que agravam esse processo.

É preciso encontrar alternativas para que o aumento da produção não ocasione o desmatamento de novas áreas. Alguns autores têm defendido o modelo de conservação ambiental baseado na intensificação tecnológica das áreas cultivadas e na proteção das áreas naturais remanescentes, que resultariam em benefícios também para a disponibilidade hídrica, flora e fauna (Tilman et al., 2011).

Contudo, para que essa conservação seja efetiva, deve-se pautar na qualidade da intensificação tecnológica (Baulcombe et al., 2009). Logo, não basta proteger as áreas

naturais, seja em unidades de conservação ou através da manutenção de APP e RL, se a qualidade ambiental das áreas cultivadas estiver seriamente afetada pelo uso de tecnologias ou manejo inadequados, necessitando também da fiscalização e monitoramento da qualidade ambiental pelos órgãos competentes (IPEA, 2012).

Portanto, a descarbonização não pode ser vista como um processo distinto das demais questões ambientais, necessitando de maior transversalidade nas ações, a partir da interação entre o governo federal, os entes federativos, a sociedade e setores econômicos. Fundamental ainda que as ações sejam embasadas em pesquisas científicas, podendo dessa forma, auxiliar o processo de construção e reforma das leis e das políticas públicas. Assim, os riscos climáticos precisam ser considerados nas políticas econômicas, já que estão entrelaçados e influenciam todos os demais setores.

Esta tese traz análises relevantes para subsidiar discussões sobre os biocombustíveis no Brasil, especialmente com foco na criação e implementação de políticas públicas. Também incentiva o diálogo sobre as incertezas do RenovaBio, a necessidade de expandir as fontes renováveis, mitigar os impactos das mudanças climáticas, mas sobretudo, sem descuidar da proteção dos recursos naturais.

As principais contribuições estão relacionadas às evidências de que o RenovaBio, na forma como foi regulamentado, não cumpriu seu papel, trazendo elementos que salientam as falhas e permitem sanar essas fragilidades através do aprimoramento da legislação.

Outras pesquisas podem se estender para a verificação da implementação do RenovaBio abrangendo critérios de análise diversos (como a fase industrial de produção de biocombustíveis), outros municípios canavieiros e diferentes aspectos e impactos ambientais (como os socioeconômicos e os cumulativos).

REFERÊNCIAS⁴¹

AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS. **Câmara aprova projeto que regulamenta o mercado de carbono no Brasil**. Disponível em <https://www.camara.leg.br/noticias/1029046-camara-aprova-projeto-que-regulamenta-o-mercado-de-carbono-no-brasil-acompanhe/>. Acesso em 03 de janeiro de 2024.

AGÊNCIA MINAS. **Estado confirma atração de R\$ 11,3 bi e geração de 1,6 mil empregos no setor de biocombustíveis** (2023). Disponível em <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/estado-confirma-atracao-de-r-11-3-bi-e-geracao-de-1-6-mil-empregos-no-setor-de-biocombustiveis>. Acesso em 14 de dezembro de 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Levantamento da cana-de-açúcar irrigada na região Centro-sul do Brasil** (2017). Disponível em <https://www.ana.gov.br/arquivos/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2017/LevantamentoDaCanaDeAcucarIrigadaNaRegiaoCentroSulDoBrasil.pdf>. Acesso em 14 de novembro de 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Resolução nº 758, de 23 de novembro de 2018**. Disponível em: <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2018/novembro&item=ranp-758-2018>. Acesso em 16 de outubro de 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Resolução nº 802, de 05 de dezembro de 2019**. Disponível em: <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2019/dezembro&item=ranp-802-2019>. Acesso em 16 de outubro de 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. **Resolução ANP nº 909, de 18 de novembro de 2022 (2022a)**. Disponível em <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-909-2022-estabelece-as-especificacoes-dos-oleos-diesel-destinados-a-veiculos-ou-equipamentos-dotados-de-motores-do-ciclo-diesel-e-as-obrigacoes-quanto-ao-controle-da-qualidade-a-serem-atendidas-pelos-agentes-economicos-que-comercializam-o-produto-em-territorio-nacional>

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. **Informe Técnico nº 02/SBQ v. 5 (2022b)**. Orientações Gerais: Procedimentos para Certificação da Produção ou Importação Eficiente de Biocombustíveis. Disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/arq/arquivos-orientacoes-certificacoes-renovabio/informe-tecnico-02-v5.pdf>. Acesso em 02 de agosto de 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Etanol (2023a)**. Disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/etanol>. Acesso em 14 de dezembro de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Metas individuais compulsórias definitivas de redução de emissões de gases**

⁴¹ Não inclui as referências do artigo publicado, constante na seção 3, que possui sua listagem de referências individualizada.

causadores do efeito estufa para 2023 (2023b). Disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/metas-individuais-compulsorias-definitivas-de-reducao-de-emissoes-de-gases-causadores-do-efeito-estufa-para-2023>. Acesso em 13 de janeiro de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. **RenovaCalc (2023c).** Disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/renovacalc>. Acesso em 02 de outubro de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Painel dinâmico RenovaBio (2024a).** Disponível em www.anp.gov.br. Acesso em 27 de janeiro de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Certificados da Produção ou Importação Eficiente de Biocombustíveis (2024b).** Disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/certificados-producao-importacao-eficiente-biocombustiveis>. Acesso em 28 de dezembro de 2024.

AGÊNCIA PÚBLICA. “Coquetel” com 27 agrotóxicos foi achado na água de 1 em cada 4 municípios (2019). Disponível em: <https://apublica.org/2019/04/coquetel-com-27-agrotoxicos-foi-achado-na-agua-de-1-em-cada-4-municipios-consulte-o-seu/>. Acesso em 13 de setembro de 2024.

AGÊNCIA SENADO. (2024). Lei que incentiva combustíveis do futuro é sancionada com vetos. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/10/10/lei-que-incentiva-combustiveis-do-futuro-e-sancionada-com-vetos>. Acesso em 14 de dezembro de 2024.

ALMEIDA, S. S.; RODRIGUES, F. H. G.; PIVA, A. M. **Conservação da fauna do Cerrado: desafios e perspectivas.** Revista Brasileira de Biologia, 2021, v. 1, pág. 97-106.

ALVES, G. **O novo (e precário) mundo do trabalho:** reestruturação produtiva e crise do sindicalismo. São Paulo: Boitempo, 2010, 365 p.

ANDRADE, V. C. S. **O Novo Código Florestal e os impactos ambientais no entorno do reservatório de São Simão em consequência da expansão Canavieira.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental** – requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 14004: Sistemas de gestão ambiental** – diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

AZEVEDO, A. C.; KAMINSKI, J. Considerações sobre os solos dos campos de areia no Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.11, n.1, p.33-52, jul./dez, 1995.

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS - BDMG. **Portal do BDMG**. 2016. Disponível em: <<http://www.bdmg.mg.gov.br>>. Acesso em 02 de novembro de 2024.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **BNDES dobra para R\$ 2 bi recursos para setor de biocombustíveis**. Disponível em <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-dobra-para-2-bilhoes-de-reais-recursos-para-setor-de-biocombustiveis>. Acesso em 25 de janeiro de 2024.

BARBOSA, A. P. F. P. L. **Mudança nos grupos estratégicos da indústria sucroalcooleira brasileira**. Dissertação (Mestrado em Ciências). 78f. São Paulo: FEAC/USP, 2013.

BARROS, S. Da Zona da Mata/MG à Região Geográfica Intermediária de Juiz de Fora/MG: continuidades e descontinuidades nas propostas de regionalização do IBGE. **Caminhos de Geografia**, Abril 2021. DOI: 10.14393/RCG228054386.

BASTOS, R. M. Pegada hídrica do bioetanol: aspectos metodológicos e estudos de caso do Brasil. **Journal of Cleaner Production**, v. 113, p. 178-189, 2016.

BAULCOMBE, D. et al. **Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture**. London: The Royal Society, 2009.

BELARDO, G. de C.; ROSA, M. J. H.; MAGALHÃES, P. S. G. Colheita mecanizada de cana-de-açúcar: Evolução da colheita mecanizada na cultura da cana-de-açúcar. In.: BELARDO, G. de C.; CÁSSIA, M. T.; SILVA, R. P. (Ed). **Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar**. 1 ed. Jaboticabal: SBEA, 2015. p.335-355.

BENEDINI, M. S., BROD, F. P. R., PERTICARRARI, J. G. **Perdas de cana e impurezas vegetais e minerais na colheita mecanizada**. Coplana, 2008. Disponível em: <http://www.coplana.com/gxpsites/.%5Cgxpfiles%5Cws001%5Cdesign%5CDownload%5CCirculares%5CPerdas_na_colheita_mecanizada.pdf>. Acesso em 28 de abril. 2014.

BENITES-LAZARO, L. L.; MELLO-THERY, N. A.; LAHSEN, M. Business storytelling about energy and climate change: The case of Brazil's ethanol industry. **Energy Research & Social Science**, Volume 31, September 2017, Pages 77-85.

Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629617301834>. Acesso em 14 de dezembro de 2023. DOI <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.06.008>

BENRI RATINGS. Consulta pública RenovaBio. Disponível em <https://www.benriratings.com.br/consulta/publica/?page=1>. Acesso em 14 de dezembro de 2024.

BEZERRA, L. G. E. **Instrumentos econômicos: elementos para uma regulação ambiental efetiva e o papel dos instrumentos de mercado**. 2018. Tese de doutorado.

Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2018.

BRAGA, V.; CASTILLO, R. Tipologia e topologia de nós logísticos no território brasileiro: uma análise dos terminais ferroviários e das plataformas multimodais. **Boletim Campineiro de Geografia**, v. 3, nº 2, p. 235-258, 2013. DOI <https://doi.org/10.54446/bcg.v3i2.112>

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012** que instituiu o Novo Código Florestal. Disponível em: www.planalto.gov.br. Acesso em 10 de agosto de 2022.

BRASIL. **Lei n. 13.576, de 26 de dezembro de 2017**. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13576.htm. Acesso em 16 de outubro de 2020.

BRASIL. **Conselho antecipa maior percentual de biodiesel no diesel e incentiva transição energética** (2023). Disponível em <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/dezembro/cnpe-aprova-antecipacao-do-b14-para-marco-de-2024-e-b15-para-marco-de-2025-incentivando-a-producao-de-biocombustiveis-e-a-transicao-energetica#:~:text=O%20Conselho%20Nacional%20de%20Pol%C3%ADtica,fosse%20alcan%C3%A7ado%20apenas%20em%202025>. Acesso em 10 de dezembro de 2023.

BRASIL. **Nota técnica: RenovaCalc: Método e ferramenta para a contabilidade da Intensidade de Carbono de Biocombustíveis no Programa RenovaBio** (2018). Disponível em https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/consultas-e-audiencias-publicas/consulta-audiencia-publica/2018/arquivos-consultas-e-audiencias-publicas-2018/cap-10-2018/cp10-2018_nota-tecnica-renova-calc.pdf. Acesso em 14 de dezembro de 2023.

BRASIL. (2023b) **Plano Plurianual 2024-2027**. Disponível em <https://www.gov.br/planejamento/nota-tecnica-dos-indicadores-e-metas>. Acesso em 10 de dezembro de 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei PL 3149/2020** que inclui os produtores independentes de matéria-prima destinadas à produção de biocombustível na Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Disponível em <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2254678>. Acesso em 02 de novembro de 2023.

CAMPOS, N. L. **Redes do agronegócio canavieiro: a territorialização do Grupo Tércio Wanderley no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba – MG**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

CAMPOS, N. L.; CLEPS JR., J. **Redes Do Agronegócio Canavieiro: a territorialização do Grupo Tércio Wanderley no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba**. Campo - Território, v. 10, p. 221-250, 2015.

CANAL RURAL. **Etanol**: setor aposta em desmatamento zero ao aderir ao RenovaBio. Disponível em <https://www.canalrural.com.br/programas/etanol-setor-aposta-em-desmatamento-zero-ao-aderir-ao-renovabio/>. Acesso em 12 de setembro de 2024.

CANA ONLINE. **CMAA lança Programa de Prevenção e Controle contra Incêndios Rurais para Escolas Rurais de Uberaba**. 29 ago. 2023. Disponível em <https://www.canaonline.com.br/conteudo/cmaa-lanca-programa-de-prevencao-e-controle-contraincendios-rurais-para-escolas-rurais-de-uberaba.html>. Acesso em 14 de novembro de 2024.

CANA ONLINE. **Programa de prevenção e inovação contribui para redução de incêndios**. Disponível em <https://www.canaonline.com.br/conteudo/na-cmaa-programa-de-prevencao-e-inovacao-contribui-para-reducao-de-incendios-rurais-.html>. Acesso em 02 de dezembro de 2024.

CASTANHEIRA, E. G., FREIRE, F. (2013). **Greenhouse gas assessment of soybean production**: Implications of land use change and different cultivation systems. *Journal of Cleaner Production*, 54, 49–60. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.05.026>

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Boletim da safra de cana-de-açúcar. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar?start=10>. Acesso em 14 de dezembro de 2024.

CONSECANA – CONSELHO DE PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ETANOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Fatores de transformação dos produtos em ATR**. Disponível em <https://www.consecana.com.br/index.asp>

CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA ENERGÉTICA – CNPE. **Resolução nº 13 de 08 de dezembro de 2022**. Disponível em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/2022>. Acesso em 14 de janeiro de 2024.

CONSELHO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE LIMPO – ICCT. Comparação das emissões de Gases de Efeito Estufa no ciclo de vida de carros de passeio a combustão e elétricos Brasil (2023). Disponível em <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/10/Brazil-LDV-LCA-report-A4-PORT-v4.pdf>. Acesso em 14 de agosto de 2024.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; GOMES, E.; COSTA, G. Metodologia de análise de política pública. In: COSTA, G.; DAGNINO, R. (orgs.) **Gestão estratégica em políticas públicas**. Campinas: Editora Alínea, 2015.

DELMAS, M.; BURBANO, V. C. (2011). The drivers of greenwashing. *California Management Review*, 54(1), 64-87. DOI <https://doi.org/10.1525/cmr.2011.54.1.64>

DIAS, J. L. G. **Ciclo de Otto**: aplicação teórica e utilidade prática. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

DINIZ, B. P. C. **O grande Cerrado do Brasil central**: geopolítica e economia. Tese (Doutorado em Geografia Humana). Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2006.

DUARTE, C. G. **Planejamento e sustentabilidade**: uma proposta de procedimentos com base na avaliação de sustentabilidade e sua aplicação para o caso do etanol de cana-de-açúcar no Plano Decenal de Expansão de Energia. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (2022) **Cana-de-açúcar**. Disponível em <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao>. Acesso em 02 de outubro de 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (2022b) **Agroenergia**. Disponível em <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia>. Acesso em 02 de outubro de 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMPRAPA. **Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar para o Brasil**. 2009. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produtoservico/1667/zoneamento-agroecologico-da-cana-de-acucar-para-o-brasil>. Acesso em 22 de maio de 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis (2023)**. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/analise-de-conjuntura-dos-biocombustiveis-2023>. Acesso 13 em agosto de 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2032**. Disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-689/topico-640/PDE%202032%20-%20Oferta%20de%20Biocombustiveis_27dez2022_envio.pdf. Acesso 13 em agosto de 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. (2016) **Plano Decenal de Energia 2017-2027**. Disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-332/topico-428/06%20Abastecimento%20de%20Derivados%20de%20Petr%C3%B3leo_Texto.pdf. Acesso em 14 de outubro de 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. (2023). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2023**. Disponível em <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-47/topico-85/Sum%C3%A1rio%20Executivo%20do%20PDE%202023.pdf>. Acesso em 29 de janeiro de 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. (2017) **RenovaBio: Biocombustíveis 2030**. Disponível em <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-155/EPE%20-%20NT1%20-%20PAPEL%20DOS%20BIOCOMBUST%C3%8DVEIS%20-%20ARQUIVO%201.pdf>. Acesso em 14 de janeiro de 2024.

ESTADÃO. **Distribuidoras vão à Justiça para evitar multa por descumprimento de metas de biocombustíveis**. Disponível em

<https://www.estadao.com.br/economia/distribuidoras-justica-multas-programa-biocombustivel/>. Acesso em 12 de setembro de 2023.

ESTADO DE MINAS. **Uberaba é a cidade mineira com mais focos de incêndio em 2020**. 01 out. 2020. Disponível em https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/10/01/interna_gerais,1190717/uberaba-e-a-cidade-mineira-com-mais-focos-de-incendio-em-2020.shtml. Acesso em 14 de novembro de 2024.

ESTADO DE MINAS. **Uberaba produz quase 8 mi de toneladas de cana e assume liderança no país**. Disponível em https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/10/21/internas_economia,1315865/uberaba-produz-quase-8-mi-de-toneladas-de-cana-e-assume-lideranca-no-pais.shtml. Acesso em 02 de agosto de 2022.

FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; NETO, J. D.; GHEYI, H. R. Eficiência no uso da água na cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de zinco no litoral paraibano. **Engenharia de Água e Solo**, Set 2008. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-69162008000300010>

FEDERAÇÃO NACIONAL DA DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – FENABRAVE. Emplacamentos 2024. Disponível em <https://www.fenabrave.org.br/portalv2/Conteudo/emplacamentos>. Acesso em 30 de dezembro de 2024.

FEDOROFF, N. V. et al. Radically rethinking agriculture for the 21st century. **Science**, v. 327, n. 5.967, p. 833-834, 2010. DOI <https://doi.org/10.1126/science.1186834>

FELTRAN-BARBIERI, R. **Biocombustíveis, controvérsia agrícola na economia do petróleo: O caso do etanol no Cerrado**. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FERRANTE, L; FEARNSIDE, P. 2018. Amazon sugarcane: A threat to the forest; **Sciencemag. Science**, vol. 359, nº 6383. Disponível em <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aat4208>. Acesso em 12 de setembro de 2023. DOI <https://doi.org/10.1093/jxb/erl165>

FERERES, E.; SORIANO, M. A. Déficit de irrigação para redução do uso de água agrícola: Uma revisão. **Journal of Experimental Botany**, 58 (2), 2007, p. 147–159. DOI: 10.1093/jxb/erl165.

FLORES, T. B. **O processo de industrialização da agricultura: um estudo da cana de açúcar no município de Uberaba-MG**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural). Universidade de Brasília, 2018.

FOLHA UBERABA. **Usinas aderem ao Plano de Prevenção a Incêndios do Sindicato Rural e Prefeitura**. 21 jul 2022. Disponível em <https://www.folhauberaba.com.br/usinas-aderem-ao-plano-de-prevencao-a-incendios-do-sindicato-rural-e-prefeitura/>. Acesso em 14 de novembro de 2024.

FREITAS, A. V.; STEINBERGER, M.; FERNANDES, S. W. R. Parâmetros analíticos dos discursos de políticas públicas. In: STEINBERGER, Marília (org.). **Território, Estado e políticas públicas espaciais**. Brasília: Ler Editora, 2013, p. 89-111

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP (2017). **Ferramenta de estimativa de gases de efeito estufa para fontes intersetoriais** (Ferramenta GHG Protocol v.2017.3). Disponível em: <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-decalculo>. Acesso em: 09 de junho de 2017

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ. **Agrotóxicos, seus resíduos nos alimentos e o controle da qualidade feito pelo INCQS/Fiocruz** (2022). Disponível em https://www.incqs.fiocruz.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2586:agrototoxicos-seus-residuos-nos-alimentos-e-o-controle-da-qualidade-feito-pelo-incqs-fiocruz&catid=42&Itemid=132. Acesso em 14 de agosto de 2024.

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL. **Atlas dos Agrotóxicos: Fatos e dados do uso dessas substâncias na agricultura** (2024). Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/2024-05/240416-atlas-do-agrotoxico-2024-segunda-edicao.pdf>. Acesso em 12 de setembro de 2024.

FURTADO, A. T. **Cenários de agroenergia e impactos da expansão canavieira**. Campinas: [s.n.]. 2007. Disponível em: http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/PPaper_sessao_1_Furtado.pdf. Acesso em 17 de março de 2022.

G1. Portal de notícias. **Programa brasileiro para biocombustíveis entra em vigor nesta terça e pode ajudar no combate ao desmatamento**. Disponível em <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/12/24/programa-brasileiro-para-biocombustiveis-entra-em-vigor-nesta-terca-e-pode-ajudar-no-combate-ao-desmatamento.ghtml>. Acesso em 12 de setembro de 2024.

GOOGLE. Portal Google. Disponível em https://www.google.com/search?sca_esv=d91c3aa625ecd956&q=usina+uberaba&udm. Acesso em 02 de dezembro de 2024.

GRANGEIA, C; SANTOS, L; LAZARO, L. L. B. The Brazilian biofuel policy (RenovaBio) and its uncertainties: An assessment of technical, socioeconomic and institutional aspects. **Energy Conversion and Management**. Volume 13, January 2022, 100156. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590174521000817?via%3Dihub>. Acesso em 13 de dezembro de 2023. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100156>

GUIMARÃES, T. M. **Emissão de gases do efeito estufa e estoque de carbono no sistema solo-planta em área com aplicação superficial de calcário e gesso em experimento de longa duração**. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/a38cb739-01d1-4c0c-bf8a-458a6cb1d3b8/content>. Acesso em 14 de agosto de 2024.

HAESBAERT, R. **Dos múltiplos territórios a multiterritorialidade**. Porto Alegre, setembro de 2004. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/petgea/Artigo/rh.pdf>. Acesso em 01 de agosto de 2022.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 16 de janeiro de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE – **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias** (2017). Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2100600>. Acesso em 13 de setembro de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS – IBP. **Evolução da produção de biocombustíveis no mundo** (2022). Disponível em [https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/evolucao-da-producao-de-biocombustiveis-no-mundo/#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20global%20de%20biocombust%C3%ADveis,d%20\(26%2C4%25\)](https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/evolucao-da-producao-de-biocombustiveis-no-mundo/#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20global%20de%20biocombust%C3%ADveis,d%20(26%2C4%25)). Acesso em 14 de dezembro de 2023.

INSTITUTO COMBUSTÍVEL LEGAL - ICL. **Concorrência predatória e insegurança jurídica**: gerente do IBP alerta para necessidade de reformulação do programa RenovaBio. Disponível em <https://institutocombustivellegal.org.br/concorrencia-predatoria-e-inseguranca-juridica-gerente-do-ibp-alerta-para-necessidade-de-reformulacao-do-programa-renovabio/>. Acesso em 07 de novembro de 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: Impactos, políticas públicas e desafios. 2012. Disponível em <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1050?mode=full>. Acesso em 14 de dezembro de 2023.

KIANG, C. H; BASSO, J. B.; SOTO, M. A. Impactos da fertirrigação por vinhaça em corpos d'água. **Cana-de-açúcar e seus impactos**: uma visão acadêmica. 1ª ed, Canal 6 Editora: São Paulo, 2021.

LEMOS, P. et al. Panorama e Desempenho Recente do Setor Sucroenergético: condições para um novo ciclo. **Futuros do bioetanol: o Brasil na liderança?** Rio de Janeiro: Elsevier, 2015, p. 9-33.

LOGUM. Portal da Logum. 2024. Disponível em: <http://www.logum.com.br/php/o-sistema-logum.php>. Acesso em 14 de novembro de 2024.

MAPBIOMAS BRASIL. Mapas e dados. Disponível em <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em 31 de agosto de 2024.

MARIN, F. R. et al. Cana-de-açúcar. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009, p. 111-130.

MATOS, de P. F. **As tramas do agronegócio nas “terras” do sudeste goiano**. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2011.

MATSUURA, M. I. S. F.; SEABRA, J. E. A.; CHAGAS, M. F.; SCACHETTI, M. T.; MORANDI, M. A. B.; MOREIRA, M. M. R.; NOVAES, L. M. R.; RAMOS, N. P.; CAVALETT, O.; BONOMI, A. **Renovacalc**: A calculadora do programa RenovaBio. VI Congresso Brasileiro Sobre Gestão do Ciclo de Vida, Brasília, junho/2018, p. 162-167.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 133, de 15 de abril de 2009**. Regulamenta a prática da queima de cana-de-açúcar para fins de colheita. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/>. Acesso em 12 de setembro de 2024.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 164 de 12 de abril de 2011**. Estabelece normas complementares para usinas de açúcar e destilarias de álcool, referentes ao armazenamento e aplicação de vinhaça e águas residuárias no solo agrícola. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/>. Acesso em 12 de setembro de 2024.

MINAS GERAIS. **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – Cultura de Cana-de-Açúcar da Usina Vale do Tijuco**. Minas Gerais, 2016. Disponível em <https://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/licenciamento/site/view-audiencia?id=745>. Acesso em 14 de dezembro de 2024.

MINAS GERAIS. **Resolução Conjunta Semad/IEF nº 2.988, de 24 de julho de 2020**. Estabelece os critérios de uso, monitoramento e controle do fogo na prática de atividade agropastoril, florestal ou fitossanitária. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/>. Acesso em 12 de setembro de 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. (2017) **Nota explicativa sobre a proposta de criação da Política Nacional de Biocombustíveis**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/renovabio/documentos/apresentacoes/renovabio-detalhamento-daproposta-25/08/2017>. Acesso em 16 de outubro de 2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. (2019) **Portaria nº 419, de 20 de novembro de 2019**. Disponível em <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-419-de-20-de-novembro-de-2019-228863910>. Acesso em 16 de outubro de 2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. (2023) **CNPE passa a ter competência para fixar teor de etanol anidro na gasolina**. Disponível em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/cnpe-passa-a-ter-competencia-para-fixar-teor-de-etanol-anidro-na-gasolina#:~:text=O%20etanol%20anidro%20%C3%A9%20misturado,propor%C3%A7%C3%A3o%20de%2027%25%20em%20volume>. Acesso em 29 de janeiro de 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. (2024). ANP divulga dados consolidados do setor regulado em 2023. Disponível em https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/anp-divulga-dados-consolidados-do-setor-regulado-em-

[2023#:~:text=No%20setor%20de%20biocombust%C3%ADveis%2C%20a,divulgados%20em%2031%20de%20julho](#). Acesso em 14 de dezembro de 2024.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL – MPF. **Decisão que limitou plantio de cana-de-açúcar nos biomas amazônico e pantaneiro não vale para Bahia**. Disponível em <https://www.mpf.mp.br/pgp/noticias-pgp/decisao-que-limitou-plantio-de-cana-de-acucar-nos-biomas-amazonico-e-pantaneiro-nao-vale-para-bahia>. Acesso em 10 de setembro de 2023.

MONTEIRO, J. M. G., VEIGA, L. B. E., & COUTINHO, H. L. d. C. (2008). **Indicadores de desenvolvimento sustentável para avaliação de impactos associados à expansão da cana-de-açúcar para a produção de biocombustíveis**: Uma análise baseada nos indicadores de desenvolvimento sustentável da União Europeia. Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/339680>. Acesso em 14 de dezembro de 2023.

MOREIRA, M. M. R.; NOVAES, L. M. R.; SCACHETTI, M. T.; CHAGAS, M. F.; SEABRA, J. E. A.; MATSUURA, M. I. S. F.; RAMOS, N. P.; MORANDI, M. A. B.; BONOMI, A. **Proposta de contabilização da mudança de uso da terra na Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)**. VI Congresso Brasileiro Sobre Gestão do Ciclo de Vida, Brasília, junho/2018, p. 155-161.

NOVACANA. **Fogo já atingiu mais de 150 mil hectares de cana nesta safra, diz Unica**. Disponível em <https://www.novacana.com/noticias/fogo-atingiu-mais-150-mil-hectares-cana-safra-unica-150921>. Acesso em 14 de fevereiro de 2024.

NOVACANA. **Estrangeiros são a nova geração de usineiros**. Reportagem, 29/04/2013. Disponível em: <https://www.novacana.com/noticias/estrangeiros-nova-geracao-usineiros-290413>. Acesso em 02 de setembro de 2024.

ODS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em 14 de dezembro de 2023.

OLIVEIRA, A. L. R. Logística do Etanol no Brasil. In: SALLES-FILHO, Sérgio (Org.). **Futuros do bioetanol: o Brasil na liderança?** Rio de Janeiro: Elsevier, 2015, p. 55-69.

OLIVEIRA, A. M. **Reordenamento territorial e produtivo do agronegócio canavieiro no Brasil e os desdobramentos para o trabalho**. 2009. 611 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologias, UNESP/Presidente Prudente, 2009.

OLIVEIRA, A. R. de, SIMÕES, W. L. (2021). Manejo e produção de palhada da cana-de-açúcar em um sistema irrigado por gotejamento subsuperficial para geração de bioetanol. **Energia na agricultura**, 35(4), 516–530. DOI <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2020v35n4p516-530>

OLIVEIRA, E. G.; FERREIRA, M. E.; ARAÚJO, F. M. Diagnóstico do uso da terra na região Centro-Oeste de Minas Gerais, Brasil: a renovação da paisagem pela cana-de-açúcar e seus impactos socioambientais. **Sociedade e Natureza**. 24 Dez 2012. DOI <https://doi.org/10.1590/S1982-45132012000300013>

PANDEY, D.; AGRAWAL, M.; PANDEY, J. S. Carbon footprint: currents methods of estimation. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 178, p. 135-160, 2011. DOI <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1678-y>

PARAIZO, D. Uso da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar. 2013. São Paulo: União da Indústria de Cana-de-Açúcar, 2007. v. 1. p. 33-42.

PEREIRA, M. F. V. Agronegócio e urbanização no Triângulo Mineiro: As “cidades da cana” e as especificidades do urbano sob o efeito do setor sucroenergético. **Ateliê Geográfico**, Goiânia-GO, v. 16, n. 1, abr./2022, p. 185–203. Disponível em <https://revistas.ufg.br/ateli/article/view/72157/38400>. Acesso em 14 de dezembro de 2023. DOI <https://doi.org/10.5216/ag.v16i1.72157>

PEREIRA, M. F. V. Os agentes do agronegócio e o uso do território no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba: da moderna agricultura de grãos à expansão recente da cana-de-açúcar. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, vol. 23, p. 83-104, 2012. DOI <https://doi.org/10.7154/RDG.2012.0023.0004>

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. The agroecological matrix as alternative to the land sparing/agriculture intensification model. **PNAS**, v. 107, n. 13, p. 5.786-5.791, 2010. DOI <https://doi.org/10.1073/pnas.0905455107>

PESSÔA, V. L. S.; INOCÊNCIO, M. E. O PRODECER (re)visitado: as engrenagens da territorialização do capital no Cerrado. **Revista Campo-Território**. Uberlândia, vol. 9, nº 18, p. 1-22, 2014. DOI <https://doi.org/10.14393/RCT91826927>

PIGHNELLI, A. L. M. T.; RAMOS, N. P.; FOLEGATTI, M. I. S. **Utilização da Renovacalc para avaliação da intensidade de carbono do etanol combustível**. Congresso de Energias Renováveis (2021). Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1133833>. Acesso em 03 de maio de 2024.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 266-281, mar. 2010. DOI: 10.4257/oeco.2010.1401.16. DOI <https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.16>

PIRES, R.C. de M.; ARRUDA, F.B. **Lâmina adicional de irrigação**. Bragantia, v.54, n.1, p.201-207, 1995. DOI <https://doi.org/10.1590/S0006-87051995000100023>

PITTA, F. T. **As transformações na reprodução fictícia do capital na agroindústria canavieira paulista: do Proálcool à crise de 2008**. Tese (Doutorado em Geografia). 420f. São Paulo: FFLECH/USP, 2016.

PLANALTO. **Legislação**. Disponível em <https://www4.planalto.gov.br/legislacao>. Acesso em 02 de novembro de 2023.

PLANETA CAMPO. **Falta de inserção dos produtores de cana no RenovaBio pode inviabilizar descarbonização**. <https://planetacampo.com.br/produtores-cana-inviabiliza-descarbonizacao/> Acesso em 14 de novembro de 2023.

PLATAFORMA CBIO. 2024. Disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/plataforma-cbio>. Acesso em 30 de novembro de 2024.

PORTO SECO DO TRIÂNGULO (2024). **Estação Aduaneira do Interior (Eadi) de Uberaba**. Disponível em <https://www.eadiuberaba.com.br/>. Acesso em 30 de novembro de 2024.

POLÍTICA CLIMÁTICA POR INTEIRO (2023). Disponível em https://nossadescarbonizacao.org/wp-content/uploads/2023/11/00_Talanoa-PCporInteiro-2023-Desktop.pdf. Acesso em 14 de janeiro de 2024.

PRADO, H. do. **Pedologia fácil**: aplicações. 3 ed. Piracicaba: H. do Prado, 2011.

PREFEITURA DE UBERABA. Plano de Manejo – Área de Proteção Ambiental do Rio Uberaba (2022). Disponível em http://www.uberaba.mg.gov.br:8080/portal/acervo/meio_ambiente/Plano%20de%20Manejo/Plano%20Manejo%20APA%20do%20Rio%20Uberaba.pdf. Acesso em 30 de novembro de 2024.

PREFEITURA DE UBERABA. **Usinas anunciam novos investimentos em Uberaba** (11/12/2011). Disponível em <http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,22002>. Acesso em 30 de novembro de 2024.

RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. de (Ed.). **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2005.

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL – RADA. Jul. 2019. Disponível em <https://www.siam.mg.gov.br/siam>. Acesso em 17 de agosto de 2022.

REDE BRASILEIRA PELA INTEGRAÇÃO DOS POVOS - REBRIP. **Agrocombustíveis e a agricultura familiar e camponesa**: subsídios ao debate. Rio de Janeiro. FASE, 2008. 141 p.

RODRIGUES FILHO, S.; JULIANI, A. J. Sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.27, n. 78, p. 195-212, 2013. DOI <https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000200013>

RODRIGUES, G. S. S. C.; ROSS, J. L. S. **A trajetória da cana-de-açúcar no Brasil**: perspectivas geográfica, histórica e ambiental. Uberlândia: EDUFU, 2020. DOI <https://doi.org/10.14393/EDUFU/978-65-86084-00-9>

ROITMAN, T. Programas internacionais de incentivo aos biocombustíveis e o RenovaBio. **Boletim de conjuntura do setor energético**. FGV Energia, p. 19-25, mar/2019.

RONQUIM, C. C. **Queimadas na colheita da cana-de-açúcar**: impactos ambientais, sociais e econômicos. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/->

/publicacao/878010/queimadas-na-colheita-da-cana-de-acucar-impactos-ambientais-sociais-eeconomicos. Acesso em 19 de julho de 2022.

RPA NEWS. Portal RPA News (2022). **Câmara de Uberaba revoga lei que limitava área plantada de cana-de-açúcar.** Disponível em <https://revistarpanews.com.br/camara-de-uberaba-revoga-lei-que-limitava-area-plantada-de-cana-de-acucar/>. Acesso em 30 de novembro de 2024.

SANTA FÉ NOTÍCIAS. **Mudança no bolso e na paisagem:** Substituição da cana de açúcar pela soja. Disponível em <https://santafe.com.br/santa-fe-em-pauta/mudanca-no-bolso-e-na-paisagem-substituicao-da-cana-de-acucar-pela-soja/>. Acesso em 30 de novembro de 2024.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental:** conceitos e métodos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, H. F. dos. A dinâmica do agronegócio sucroenergético no município de Uberaba (MG). **Revista de Geografia (UFJF)** V. 12, nº 1, 2022. Disponível em <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/38167>. Acesso em 14 de fevereiro de 2024. DOI <https://doi.org/10.34019/2236-837X.2022.v12.38167>

SANTOS, H. F. **Competitividade regional do setor sucroenergético na mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba:** agricultura científica globalizada e implicações socioambientais no município de Uberaba – MG. Dissertação (Mestrado em Geografia). 281f. Campinas: IG/UNICAMP, 2017.

SANTOS, M. (1996) **A natureza do espaço:** técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, M. (2000) **Por uma outra globalização:** do pensamento único à consciência universal. 19ed. Rio de Janeiro: Record, 2010.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. (2001) **O Brasil:** território e sociedade no início do século XXI. 13º ed. São Paulo: Record, 2010.

SCARAMUZZA, C. A. de M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, 2017, v. 1, p. 1–3. Disponível em <https://www.nature.com/articles/s41559-017-0099>. DOI <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>

SEMAD. IEF. **Resolução conjunta SEMAD/IEF N° 2.988, de 24 de julho de 2020.** Estabelece os critérios de uso, monitoramento e controle do fogo na prática de atividade agropastoril, florestal ou fitossanitária, bem como para fins de pesquisa científica e tecnológica no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52251>. Acesso em 30 de novembro de 2024.

SENADO FEDERAL. Adiada votação do projeto que proíbe veículos novos a gasolina a partir de 2030. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/03/20/adiada-votacao-do-projeto->

[que-proibe-veiculos-novos-a-gasolina-a-partir-de-2030](#). Acesso em 14 de agosto de 2024.

SEPE, Patrícia Marra. **Indicadores GeoCidades: A experiência do Município de São Paulo: Brasil no Uso de Indicadores Ambientais na Administração Pública**. São Carlos: II Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade –WIPIS, 2008.

SEIXAS F., OLIVEIRA JÚNIOR E. Compactação do solo devido ao tráfego de máquinas de colheita de madeira. **Revista Scientia Forestale** nº60. Piracicaba. Dez 2003.

SGS SUSTENTABILIDADE. Consulta pública. Disponível em <https://sgssustentabilidade.com.br/consulta-publica/>. Acesso em 14 de março de 2022.

SILVEIRA, M. L. **Região e Globalização: pensando um esquema de análise**. Redes. Santa Cruz do Sul, v. 15, n. 1, p. 74-88, jan./abr. 2010.

SILVA, A. L. M. **Direito do meio ambiente e dos recursos naturais**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004. v. 1.

SILVA, F. C.; SHIBAO, F. Y.; SANTOS, M. R. Identificação e classificação de aspectos e potenciais impactos ambientais em uma indústria do segmento de plásticos. **Revista Eletrônica Gestão e Serviços**, v. 6, n. 1, p. 1084-1099, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15603/2177-7284/regs.v6n1p1084-1099>

SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL – SICAR. Consulta do demonstrativo do CAR. Disponível em <https://www.car.gov.br/#/consultar>. Acesso em 12 setembro de 2024.

SITAWI. **Parecer independente sobre a o framework de títulos/empréstimos verdes do Grupo Balbo**. Jul 2021. Disponível em www.balbo.com.br. Acesso em 30 de novembro de 2024.

SPADOTTO, B. R. **Centralização do capital e especialização territorial: o setor sucroenergético e o mercado de trabalho em Piracicaba (SP)**. Dissertação (Mestrado em Geografia). 124f. Campinas: IG/UNICAMP, 2016.

SPOSITO, E. S. **Geografia e Filosofia: Contribuições para o ensino do pensamento geográfico**. 1ª ed. São Paulo: Editora UNESP, 2004. DOI <https://doi.org/10.7476/9788539302741>

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.;

SUETERGARAY, D. M. A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável. In: GUERRA, T; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

SULLIVAN, A.; SHEFFRIN, S. M. Economics: Principles in Action. New Jersey: Pearson Prentive Hall, 2002.

TERRA BRASILIS. Taxas de desmatamento. Disponível em https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates. Acesso em 14 de setembro de 2024.

TFOUNIL, S. A. V.; VITORINO, S. H. P.; TOLEDO, M. C. F. Effect of the process on the contamination of sugar cane and its by-products by polycyclic aromatic hydrocarbons. **Food Sci. Technol.** Mar 2007. DOI <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000100014>

TILMAN, D. et al. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **PNAS**, v. 108, n. 50, p. 20.260-20.264, 2011. DOI <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, São Paulo, n.70, p.24-35, 2006. DOI <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i70p24-35>

UFV - CETEC - UFLA - FEAM. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p. Disponível em: <http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-doestado-de-minas-gerais>. Acesso em 14 de fevereiro de 2024.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR E BIOENERGIA – UNICA. Bioeletricidade. Disponível em <https://unica.com.br/setor-sucroenergetico/bioeletricidade/#:~:text=GWH%20PRODUZIDAS%20EM%202023,partir%20de%20biomassa%20no%20pa%C3%ADs>. Acesso em 14 de dezembro de 2024.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR E BIOENERGIA – UNICA. COP25: “**Renovabio é uma política de desmatamento zero**”. Disponível em <https://unica.com.br/noticias/cop25-renovabio-e-uma-politica-de-desmatamento-zero/>. Acesso em 12 de setembro de 2024.

VIAN, C. E. F.; BELIK, W. Os desafios para a reestruturação do complexo agroindustrial canavieiro do Centro-Sul. **Economia**. v. 4, n. 1, p. 153-194, 2003.

VLI. Valor Logística Integrada. Portal da VLI. 2024. Disponível em: <https://www.vli-logistica.com.br/negocios/>. Acesso em 14 de novembro de 2024.

WERNET, G., et al. (2016). The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 21(9): 1218-1230. DOI <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-8>.