REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

SUSTENTABILIDADE DO ÁLCOOL: UM ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE PARA EXPORTAÇÃO

ALCOHOL SUSTAINABILITY: A STUDY ON THE VIABILITY OF EXPORT

SOSTENIBILIDAD DEL ALCOHOL: UN ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD DE LA EXPORTACIÓN

Luma Landim Pinheiro[1], Isabela Oliveira de Souza[2], Ariane Ferreira Ramos[3], Margibel Adriana de Oliveira[4]

e55236
https://doi.org/10.63026/acertte.v5i5.236

PUBLICADO: 05/2025

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a importância da certificação sustentável e os impactos econômicos e ambientais da exportação de álcool brasileira. A pesquisa, de natureza qualitativa e caráter exploratório, baseia-se em revisão bibliográfica de fontes institucionais e científicas. O estudo destaca os benefícios da certificação, como a atração de investimentos, a redução de custos operacionais e o acesso facilitado a mercados internacionais. Além disso, evidencia que a exportação de álcool contribui significativamente para o PIB nacional, promove a geração de empregos e fomenta a inovação tecnológica. No entanto, desafios como concorrência global, flutuação de preços, barreiras comerciais, exigências regulatórias e impactos socioambientais exigem estratégias integradas. O trabalho propõe medidas como a adoção de selos verdes, análise do ciclo de vida, diversificação de mercados e incentivo à economia circular. Conclui-se que, com políticas públicas eficazes e investimento contínuo em sustentabilidade, o Brasil pode consolidar-se como líder global na exportação de biocombustíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Álcool. Exportação. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This study analyzes the importance of sustainable certification and the economic and environmental impacts of Brazilian alcohol exports. The research is qualitative and exploratory, based on a literature review from institutional and scientific sources. The study highlights the benefits of certification, such as attracting investments, reducing operational costs, and facilitating access to international markets. It also demonstrates that alcohol exports significantly contribute to the national GDP, generate employment, and promote technological innovation. However, global competition, price fluctuations, trade barriers, regulatory demands, and socio-environmental impacts call for integrated strategies. The paper proposes green labeling, life cycle analysis, market diversification, and circular economy incentives. It concludes that, with effective public policies and continuous investment in sustainability, Brazil can establish itself as a global leader in biofuel exports.

KEYWORDS: *Alcohol. Exportation. Sustainability.*

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo analizar la importancia de la certificación sostenible y los impactos económicos y ambientales de la exportación de alcohol brasileño. La investigación, de naturaleza cualitativa y carácter exploratorio, se basa en una revisión bibliográfica de fuentes institucionales y científicas. El estudio destaca los beneficios de la certificación, como la atracción de inversiones, la

[1] Formada pelo Curso Técnico em Recursos Humanos (FIEB). Graduada em Marketing (UNIP). Graduanda no Curso Superior em Comércio Exterior da FATEC Barueri.
[2] Formada pelo Curso Técnico em Gestão Empresarial ERP TOTVS (IOS). Graduanda no Curso Superior em Comércio Exterior da FATEC - Barueri.
[3] Formada pelo Curso Técnico em Recursos Humanos (ETEC). Graduanda no Curso Superior em Comércio Exterior da FATEC - Barueri.
[4] Especialista em GRH (UNINTER) e Graduada em GRH (UNISUL); Graduada e Mestre (UFSC) e Doutora em Letras (USP). Docente do Curso Superior de Tecnologia em Comércio Exterior, da Fatec Barueri.

©2025. Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

reducción de costos operativos y el acceso facilitado a mercados internacionales. Además, evidencia que la exportación de alcohol contribuye significativamente al PIB nacional, promueve la generación de empleo y fomenta la innovación tecnológica. No obstante, desafíos como la competencia global, la fluctuación de precios, las barreras comerciales, las exigencias regulatorias y los impactos socioambientales exigen estrategias integradas. El trabajo propone medidas como la adopción de sellos verdes, el análisis del ciclo de vida, la diversificación de mercados y el fomento a la economía circular. Se concluye que, con políticas públicas eficaces e inversión continua en sostenibilidad, Brasil puede consolidarse como líder global en la exportación de biocombustibles.

PALABRAS-CLAVE: *Alcohol. Exportación. Sostenibilidad.*

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade torna-se uma prioridade global diante das mudanças climáticas, as quais têm se intensificado em todo o mundo, com o aumento na frequência e severidade de eventos extremos, como secas, enchentes e ondas de calor, conforme alertado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023), além da crescente busca por fontes de energia renováveis como alternativa aos combustíveis fósseis (IRENA, 2024). Nesse contexto, o álcool, um biocombustível obtido da fermentação de açúcares, destaca-se como alternativa aos combustíveis fósseis. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores do mundo, o que torna essencial a análise das práticas e políticas que influenciam a sustentabilidade da exportação desse produto.

O presente estudo tem como objetivo geral analisar a sustentabilidade na exportação de álcool no Brasil, integrando os princípios da sustentabilidade à avaliação dos impactos ambientais e econômicos relacionados a essa atividade, com foco em práticas e políticas para um comércio exterior competitivo. Para isso, a pesquisa busca mapear as exportações de álcool, estudando as diferentes categorias de álcool exportadas pelo Brasil, suas respectivas quantidades e os principais pontos de embarque, além de identificar políticas públicas e regulamentações que incentivam a sustentabilidade nas exportações de álcool brasileiras. Também se propõe a identificar práticas sustentáveis na cadeia produtiva e logística de exportação de álcool no Brasil, além de avaliar os impactos ambientais associados à produção e exportação deste produto, considerando critérios de sustentabilidade aplicados na produção, práticas agrícolas, processos de produção e logística.

A justificativa para este estudo baseia-se no conceito de desenvolvimento sustentável, conforme definido pela Agenda 2030 da ONU para o Desenvolvimento Sustentável (2023), que visa promover o crescimento econômico inclusivo e a proteção ambiental, respeitando os direitos humanos e as necessidades das gerações futuras. A sustentabilidade na exportação do álcool é essencial para lidar com desafios globais como mudanças climáticas, escassez de recursos e desigualdades sociais, promovendo um modelo de desenvolvimento equilibrado entre as necessidades humanas e a preservação ambiental.

Esse tema apresenta grande relevância para profissionais da área de Comércio Exterior, pois permite a elaboração de estratégias de negociação e análise do impacto econômico e comercial das práticas sustentáveis. Além disso, trata-se de um campo de interesse acadêmico das autoras, uma vez que o entendimento sobre o tema influencia diretamente as relações comerciais internacionais. No

Brasil, segundo a plataforma de pesquisa da empresa alemã ABRAMS World Trade Wiki, as principais empresas produtoras e exportadoras de álcool orgânico são a Álcool Ferreira S.A., onde uma das autoras possui vínculo profissional, e sua concorrente nacional Goiasa Goiatuba Álcool LTDA. Desta maneira, fica evidente que o cenário brasileiro demonstra potencial para a expansão de empresas voltadas à exportação de álcool sustentável, proporcionando oportunidades para um crescimento econômico alinhado com práticas ambientalmente responsáveis, o que ressalta a relevância desta pesquisa.

O presente referencial teórico explorará estes conceitos e suas interconexões, abordando como a exportação de álcool e a sustentabilidade, aliadas a certificações ambientais rigorosas, representam estratégias fundamentais para a expansão internacional sustentável das empresas brasileiras exportadoras e produtoras de álcool.

2 EXPORTAÇÃO DE ÁLCOOL NO COMÉRCIO EXTERIOR

Segundo informações do portal Siscomex (2024), a exportação refere-se ao envio temporário ou definitivo de bens e serviços produzidos nacionalmente para o exterior, com ou sem custo para o destinatário. Diversos países que possuem economias fortes e diversificadas destacam-se no comércio mundial e apresentam uma base industrial sólida, mas muitos deles não possuem grandes mercados internos. Para crescer e ampliar seus negócios, essas nações recorreram ao comércio internacional.

No Brasil, o vasto mercado interno historicamente proporcionou às empresas uma alternativa confortável, incentivando a priorização do consumo interno em vez de buscar oportunidades de exportação. Contudo, a exportação tem se tornado uma estratégia cada vez mais valorizada pelas empresas brasileiras, que percebem na venda ao exterior uma maneira de ampliar seus negócios. Ao exportar, as empresas brasileiras obtêm ganhos de qualidade e competitividade, uma vez que precisam adaptar seus produtos a padrões internacionais e desenvolver habilidades para enfrentar novos desafios. Além disso, as exportações promovem melhorias na imagem da empresa junto a fornecedores, bancos e clientes, o que gera impactos positivos também no mercado doméstico (SISCOMEX, 2024).

A análise das exportações brasileiras de álcool, com base nos dados do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), abrange quatro diferentes tipos de álcool classificados segundo a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). A dinâmica de exportação ao longo de 2024 evidencia variações mensais expressivas, a predominância do álcool não desnaturado e a relevância da infraestrutura logística para o setor.

No que diz respeito ao Álcool Etílico Não Desnaturado com teor álcoolico igual ou superior a 80% em volume (NCM: 2207.10.10), o volume exportado variou significativamente ao longo do ano, com um pico em maio, quando foram embarcados 90.872 m³, e o menor volume registrado em agosto, com 14.123 m³. De janeiro a agosto, o total exportado somou 512.040 m³, sendo os principais pontos de embarque os portos de Santos e Paranaguá.

Já o Álcool Etílico Não Desnaturado com um teor de água igual ou inferior a 1% vol. (NCM: 2207.20.11) teve uma participação mais modesta nas exportações, com um total de 20.438 m³ nos primeiros oito meses do ano. As exportações desse tipo de álcool estiveram concentradas no Porto de Santos e no Armazém Logístico de Fronteira (ALF) localizado em Salvador. Apesar da semelhança na composição, ambos são álcoois não desnaturados com alto grau de pureza, a diferença entre esses dois produtos está relacionada à classificação fiscal e aduaneira. O enquadramento em diferentes códigos NCM reflete distinções no tratamento tributário, regulamentações de comércio exterior e destinação do produto, mesmo que quimicamente sejam praticamente idênticos.

O grupo classificado como Outros Álcool Etílico Não Desnaturado (NCM: 2207.10.90) apresentou um volume expressivo de exportações, atingindo 938.216 m³ de janeiro a agosto; Agosto se destacou como o mês de maior volume exportado, com 134.954 m³, enquanto fevereiro apresentou o menor, com 101.224 m³. Os principais portos utilizados para o embarque desse produto foram Santos e Rio Grande.

Por sua vez, o grupo de Outros Álcool Etílico Desnaturado (NCM: 2207.20.19) apresentou volume modesto de exportação, totalizando 3.511 m³ até agosto. As exportações foram distribuídas entre diferentes portos, destacando-se novamente Santos e Paranaguá.

Dessa forma, a dinâmica das exportações de álcool em 2024 reforça a importância do Brasil no mercado global, especialmente no segmento de álcool não desnaturado de alta pureza. A logística eficiente e a capacidade de adaptação às oscilações do mercado têm se mostrado fatores cruciais para manter a competitividade internacional. Simultaneamente, as estratégias sustentáveis adotadas pelos produtores não apenas asseguram conformidade com as regulamentações, mas também consolidam o país como referência em biocombustíveis sustentáveis, em consonância com as demandas ambientais globais.

3 SUSTENTABILIDADE

O comércio exterior pode se realizar de várias formas, no entanto, sabemos que com as exigências do mercado é necessário observar como se dá o processo de exportação de acordo com as normas da sustentabilidade. Ela é um direito expresso na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, em seu artigo 225, que define que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

De acordo com Boff (2012), a sustentabilidade é caracterizada por processos e ações que se destinam a manter a vitalidade e a integridade da Mãe Terra, a preservação dos seus ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos que possibilitam a existência e a reprodução da vida, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações, e a continuidade, a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas várias expressões.

Ao longo dos anos o tema tem tornado proporções internacionais, com discussões acerca das consequências das ações humanas ao meio ambiente e futuro das próximas gerações. Boff (2012)

explica que a situação atual se encontra, social e ecologicamente, tão degradada que a continuidade da forma de habitar a Terra, de produzir, de distribuir e de consumir, desenvolvida nos últimos séculos, não nos oferece condições de salvar a nossa civilização e, talvez até a própria espécie humana.

Com este panorama, Elkington (2012) cria a Triple Bottom Line (TBL) ou Teoria dos três pilares, introduzida no livro "Canibais com Garfo e Faca", que estabelece dimensões da sustentabilidade, as integrando no desenvolvimento de pessoas, lucro e planeta. A TBL apresenta práticas em que as empresas beneficiem não apenas a economia, mas também o meio ambiente e a sociedade. Amplamente utilizada, esta teoria abrange três pilares principais: Sustentabilidade ambiental, sustentabilidade econômica e sustentabilidade social.

O primeiro pilar, Sustentabilidade Ambiental, têm enfoque na qualidade ambiental e na responsabilidade ambiental das empresas, neste pilar Elkington enfatiza a importância de reduzir o impacto ambiental e promover práticas que protejam o planeta, como a redução de emissões de carbono, o uso sustentável de recursos naturais e a minimização de resíduos. No segundo pilar, Sustentabilidade Econômica, Elkington discorre que as empresas devem não apenas almejarem o lucro, mas também práticas que garantam a sustentabilidade a longo prazo, incluindo a criação de valor econômico de maneira responsável e sustentável, considerando o impacto financeiro de suas ações. O terceiro pilar, Sustentabilidade Social, aborda questões sociais, como direitos humanos, igualdade de oportunidades e bem-estar da comunidade e sugere que as empresas devem considerar o impacto de suas operações na sociedade e trabalhar para melhorar a qualidade de vida das pessoas, promovendo práticas éticas e responsáveis.

Quando abordamos o tema sustentabilidade, outro conceito amplamente abordado é o de ESG (Environmental, Social and Governance), sigla esta que surgiu pela primeira vez em 2005 no relatório Who Cares Wins (Ganha quem se importa). Na época, 20 instituições financeiras de 9 países diferentes, incluindo do Brasil, se reuniram para desenvolver diretrizes e recomendações sobre como incluir questões ambientais, sociais e de governança na gestão de ativos, serviços de corretagem de títulos e pesquisas relacionadas ao tema (UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT, 2004).

Ressalva-se que os conceitos estabelecidos na TBL e os conceitos de ESG mesmo que relacionados à sustentabilidade, representam visões diferentes sobre o assunto, sendo a TBL relacionada ao impacto da empresa no ambiente e a ESG trabalha a governança das corporações em níveis de parceria, atenção a questões políticas, gestão de risco, combate a corrupção etc. (COLEPICOLO, 2023, p. 35).

3.1 SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL ORGÂNICO

Dentre as diferentes categorias de álcoois exportados, temos o álcool orgânico, produzido a partir de biomassa da cana-de-açúcar e milho, o álcool orgânico promove práticas agrícolas sustentáveis e oferece oportunidades econômicas significativas, especialmente para países como o Brasil. Abordar sobre a fabricação de álcool orgânico, é fundamental devido ao seu papel como fonte de energia renovável e à sua contribuição para a redução das emissões de carbono. De acordo com

as fontes pesquisadas, o álcool orgânico tem o compromisso com a sustentabilidade desde o plantio da cana de açúcar até a destilação e entrega para o consumidor final, com a otimização dos processos de fermentação e destilação que tornam a fabricação mais ecológica, destacando a importância do álcool orgânico na transição energética global e nas inovações tecnológicas voltadas para a sustentabilidade.

O álcool neutro orgânico segue normas internacionais de produção e qualidade. Sua principal característica é o alto grau de pureza, alcançado sem a adição de produtos químicos durante o processo. Ele é utilizado como matéria-prima em indústrias de alimentos, cosméticos, bebidas, química e farmacêutica. (GOIASA, 2024)

Em sua produção, após a colheita da cana-de-açúcar, inicia-se a transformação com a moagem, que tem como objetivo extrair o caldo com a mínima perda de açúcares e reduzir a umidade do bagaço. Em seguida, o caldo passa por um tratamento sem produtos químicos, que remove impurezas e garante sua classificação como orgânico, tornando-o adequado para a produção de etanol (GOIASA, 2024). Segundo a Goiasa (2024), na destilaria, após a fermentação, o sumo resultante é enviado para as colunas de destilação e neutralização. Após um rigoroso controle de qualidade, o produto é armazenado em tanques, pronto para uso.

4 IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE ÁLCOOL

Apesar do retorno econômico apresentado pelo setor sucroalcooleiro, algumas questões precisam ser mais avaliadas sobre a cultura da cana-de-açúcar e seus impactos ambientais.

Segundo Altieri (1987), a agricultura é uma atividade causadora de impactos ambientais decorrentes da substituição de uma vegetação naturalmente adaptada por outra que exige a contenção do processo de sucessão natural. A retirada da vegetação natural para a produção de uma monocultura acarreta a perda de biodiversidade local, a degradação do solo, a alteração da drenagem da água, aumento das emissões de carbono e a dependência de pesticidas. No Brasil, estudos demonstram que agrotóxicos têm sido encontrados em amostras de ar (SANTOS et al., 2011), água de chuva, superficial e subterrânea (CASARA et al., 2012; NOGUEIRA et al., 2012).

Para facilitar a colheita, de acordo com a Revista Cultivar (2015), uma das práticas mais comuns ainda hoje utilizada no Brasil é a queima da palha da cana-de-açúcar para promover a limpeza das folhas secas e verdes que são consideradas matéria-prima descartável. Com a queima do canavial, são emitidos altos níveis de gases causadores do efeito estufa na atmosfera.

Pugliese e Lourencetti (2017) citam que os maiores impactos ambientais na fase de produção industrial do álcool são a poluição de ar proveniente da queima do bagaço e palhada excedente para geração de energia elétrica e cinzas dessa queima, descarte inadequados da água de lavagem de cana, das águas residuais de condensadores e multijatos.

Nota-se que durante toda a cadeia produtiva do álcool ocorrem ações que degradam o meio-ambiente e que merecem atenção especial para que se viabilize a produção com menos riscos ao

meio-ambiente, utilizando práticas agrícolas sustentáveis e fontes de energia alternativas, como eólica e solar, durante o processo industrial de produção do álcool.

A utilização de fontes de energia renováveis e de tecnologias mais limpas pode mitigar parte desses impactos. Uma alternativa é o uso de energia solar ou eólica no funcionamento das usinas de álcool, reduzindo a dependência de fontes energéticas poluentes. Além disso, o reaproveitamento do bagaço da cana para cogeração de energia é uma prática que tem ganhado destaque por sua eficiência e baixo impacto ambiental (UNICA, 2023). Neste contexto, a adoção de medidas sustentáveis ao longo de toda a cadeia produtiva e logística do álcool torna-se imprescindível para reduzir as emissões de carbono e contribuir efetivamente para o combate às mudanças climáticas, alinhando a produção nacional às exigências dos mercados internacionais comprometidos com a sustentabilidade ambiental (IRENA, 2024; ICCT, 2023).

O Brasil, como um dos líderes globais na produção de álcool sustentável, tem investido em estratégias que visam garantir um crescimento alinhado com as exigências ambientais e sociais. Entre as principais práticas adotadas estão o uso de biomassa e a cogeração de energia, com diversas usinas utilizando o bagaço da cana-de-açúcar para gerar eletricidade, o que reduz a dependência de fontes fósseis. Além disso, destaca-se a redução da pegada de carbono promovida pelo programa RenovaBio, que incentiva a certificação de biocombustíveis com baixa emissão de carbono, fortalecendo a competitividade do setor.

Outras práticas relevantes incluem a adoção de tecnologias de precisão, como o monitoramento via satélite e análise de dados para otimizar o uso de água e insumos agrícolas; a rotação de culturas e o manejo sustentável do solo, que contribuem para a manutenção da fertilidade e controle de pragas; a expansão das exportações para mercados que exigem padrões rigorosos de sustentabilidade, como a União Europeia e a Califórnia; e a implementação de sistemas de reúso de água no processo industrial, com o objetivo de reduzir o consumo hídrico e minimizar impactos ambientais.

5 POLÍTICAS PÚBLICAS E REGULAMENTAÇÕES QUE INCENTIVAM A SUSTENTABILIDADE NAS EXPORTAÇÕES DE ÁLCOOL BRASILEIRA

As políticas públicas representam as iniciativas adotadas pelo governo com o objetivo de assegurar direitos à população, funcionando como um instrumento essencial para promover mudanças progressivas na sociedade. A implementação dessas regulamentações desempenha um papel importante no fomento à sustentabilidade, através de programas como:

RenovaBio: é um programa lançado pelo Ministério de Minas e Energia do Brasil (MME), em dezembro de 2016, e está apto a adotar uma abordagem radicalmente nova para expandir a produção e o uso de biocombustíveis no Brasil, com potencial para levantar o setor de energia da cana-de-açúcar. Muitos dos objetivos associados ao programa comprometem-se com os compromissos assumidos pelo Brasil na cúpula climática da COP21 realizada em Paris em dezembro de 2015 (MATSURA et al., 2017). O programa foi construído de forma colaborativa entre diversos setores da

REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

sociedade, “servidores públicos, pesquisadores, representantes do mercado e da sociedade civil, lideranças poĺticas”, os quais juntos possuíam o objetivo comum de se comprometerem com o futuro sustentável (OLIVEIRA, 2017, p.7).

Figura 1: Objetivos estratégicos do RenovaBio

Fonte: FGV (2017)

COP21: foi a 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática, realizada em Paris, em dezembro de 2015. O objetivo da conferência foi negociar um novo acordo climático global. Os países que aderiram ao Acordo de Paris comprometeram-se em limitar o aumento da temperatura média global em 1,5 °C em relação aos níveis pré-industrial, além de proporcionarem um desenvolvimento econômico-financeiro de baixa emissão de gases do efeito estufa (GEE), aumentarem a capacidade de adaptação aos impactos negativos da mudança do clima, bem como promover a resiliência à mudança do clima. Cada país ficou responsável em estabelecer suas ações para a consecução dos objetivos do acordo por meio das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) (ACORDO DE PARIS, 2015).

O Brasil, em sua Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada, "envidará esforços para uma transição para sistemas de energia baseados em fontes renováveis e descarbonização da economia mundial até o final deste século (…)”. A pretensão é reduzir em 37% a emissão dos gases do efeito estufa em 2025, com intensão de alcançar o percentual de 43% em 2030, tendo como base o ano de 2005 (iNDC, p. 1, 2015).

Figura 2: Expectativas do Brasil para o cumprimento das metas da COP 21.

Fonte: MMA (2017)

REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

Emissão do certificado de produção eficiente de biocombustíveis: Em 2016 a Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil deixou de ser "pretendida" com o depósito do instrumento de ratificação do acordo pelo país, sendo que em 04 de novembro de 2016 entrou em vigor no plano internacional o compromisso de implantar ações e medidas que apoiem o cumprimento das metas estabelecidas (MMA, 2017).

A energia renovável representa 45% da matriz energética do país, com os biocombustíveis representando 18% deste total. Pela primeira vez, o Brasil está pronto para: atribuir efetivamente classificações de Intensidade de Carbono aos combustíveis de transporte. Essa classificação se baseará na escolha dos processos de produção utilizados por cada produtor de biocombustível e na quantidade de redução das emissões de gases de efeito estufa, além de exigir que os distribuidores de combustível atinjam determinados alvos de redução de emissões de gases de efeito estufa com base nos combustíveis que estão comercializando (MATSURA et al., 2017; FGV, 2017). O RenovaBio visa o estabelecimento de um novo marco legal para os biocombustíveis, com o intuito de garantir a previsibilidade em sua produção, por meio da classificação dos biocombustíveis de acordo com os níveis de eficiência energético-ambiental, fornecendo uma certificação individual aos produtores (OLIVEIRA, 2017).

A Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), a qual é parte integrante da política energética nacional, conforme disposto em seu artigo 1º, possuindo os seguintes objetivos:

> I – contribuir para o atendimento aos compromissos do País no âmbito do Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima;
> II – contribuir com a adequada relação de eficiência energética e de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa na produção, na comercialização e no uso de biocombustíveis, inclusive com mecanismos de avaliação de ciclo de vida;
> III – promover a adequada expansão da produção e do uso de biocombustíveis na matriz energética nacional, com ênfase na regularidade do abastecimento de combustíveis; e
> IV – contribuir com previsibilidade para a participação competitiva dos diversos biocombustíveis no mercado nacional de combustíveis. (BRASIL, 2017, Art. 1º)

Esses objetivos demonstram o esforço nacional em alinhar o setor de biocombustíveis a uma transição energética sustentável. Além desses princípios, a legislação prevê incentivos a agentes que comprovem ganhos ambientais em relação aos combustíveis fósseis, como é indicado no artigo 28, que define que será aplicado um bônus sobre a Nota de Eficiência Energético-Ambiental do produtor ou do importador de biocombustível cuja Certificação de Biocombustíveis comprove a emissão negativa de gases causadores do efeito estufa no ciclo de vida em relação ao seu substituto de origem fóssil.

Os próximos passos seguidos pelo RenovaBio sob a perspectiva da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Com a promulgação da Lei nº 13.576/17, a agência assumiu, entre outras atribuições, a responsabilidade de regular e fiscalizar a certificação de biocombustíveis, promovendo: o credenciamento de firmas inspetoras; a concessão, renovação e

REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

cancelamento do Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis; e a emissão da Nota de Eficiência Energético-Ambiental.

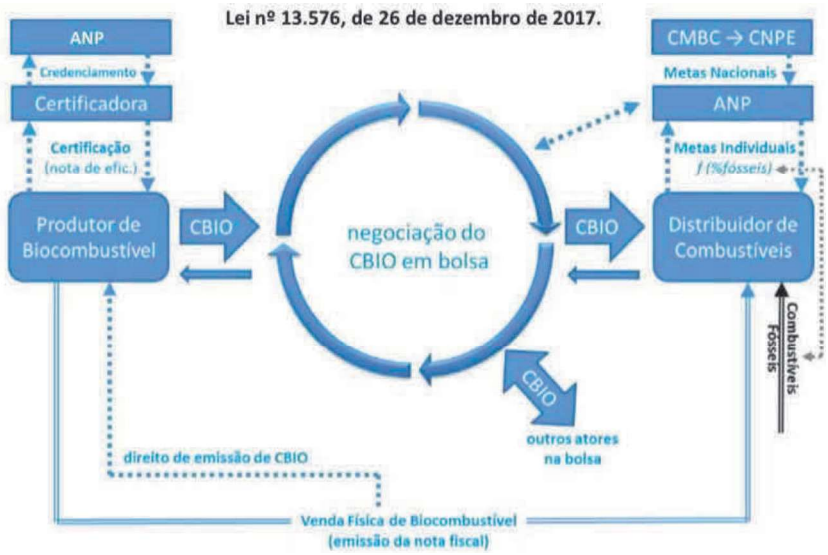
Além disso, ficou sob responsabilidade da ANP a individualização das metas compulsórias estabelecidas pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) para todos os distribuidores de combustíveis; a fiscalização do cumprimento dessas metas individuais e a aplicação de sanções em caso de descumprimento envolvendo a comercialização dos CBIOs; bem como a promoção da transparência de dados e informações do RenovaBio, mantendo o programa acessível de forma completamente digital desde a sua criação, implementação e funcionamento (AMARAL, 2018).

Coube ao Ministério de Minas e Energia (MME) e à Empresa de Pesquisa Energética (EPE) a criação da modelagem do Crédito de Descarbonização (CBIO), definindo as metas de redução de gases causadores do efeito estufa, considerando inflação, aspectos econômicos, perspectivas de produção de biocombustíveis, entre outros fatores. Por sua vez, a ANP editou duas resoluções para regular o RenovaBio.

A primeira resolução, concluída no primeiro semestre de 2018, cuja minuta foi disponibilizada para consulta pública em maio daquele ano, estabeleceu os requisitos para o credenciamento das firmas inspetoras responsáveis pela certificação de Biocombustíveis, por meio da emissão do Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis. Também incluiu a implementação do RenovaCalc, sistema responsável pelo cálculo e validação da Nota de Eficiência Energético-Ambiental, desenvolvido em conjunto com a Embrapa e a EPE.

A segunda resolução, concluída no segundo semestre de 2018, estabeleceu as regras de comercialização em bolsa dos CBIOs, elaborada em conjunto com outros órgãos regulatórios, agentes econômicos, a bolsa de valores, a Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN), entre outros (AMARAL, 2018).

Figura 3: Escopo do Programa RenovaBio

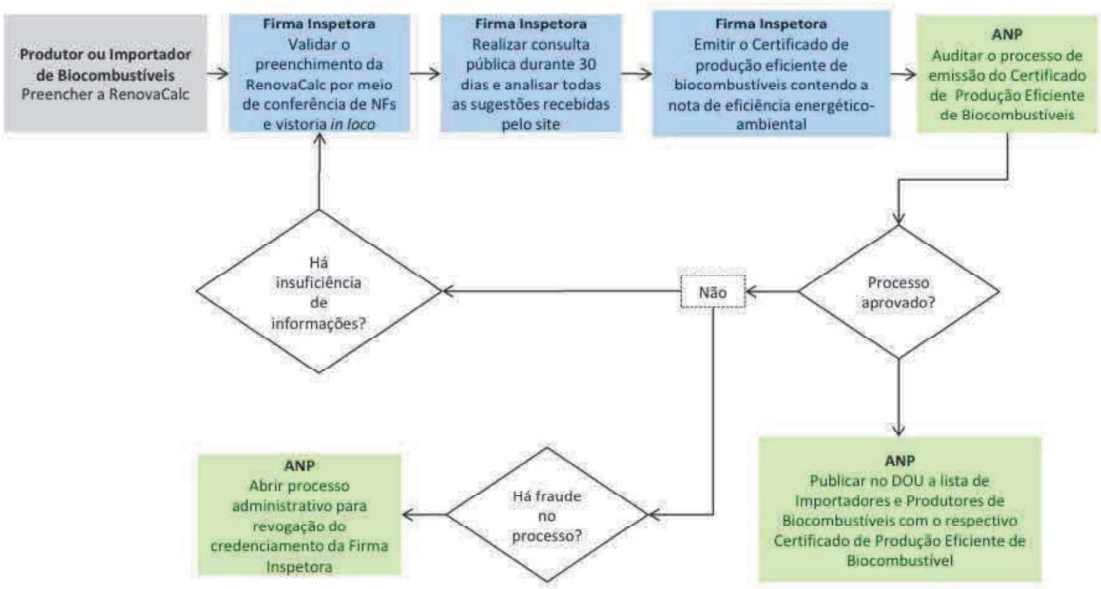


Fonte: MME, 2017 apud AMARAL, 2018

REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

O escopo do Programa RenovaBio apresenta uma visão geral de suas principais etapas, destacando a interação entre o CNPE, a ANP e os agentes do mercado. Esse contexto serve como base para compreender os processos detalhados na Figura 4, que descreve o fluxo para emissão do Certificado de Produção Eficiente de Biocombustível.

Figura 4: Emissão do certificado de produção eficiente de biocombustíveis



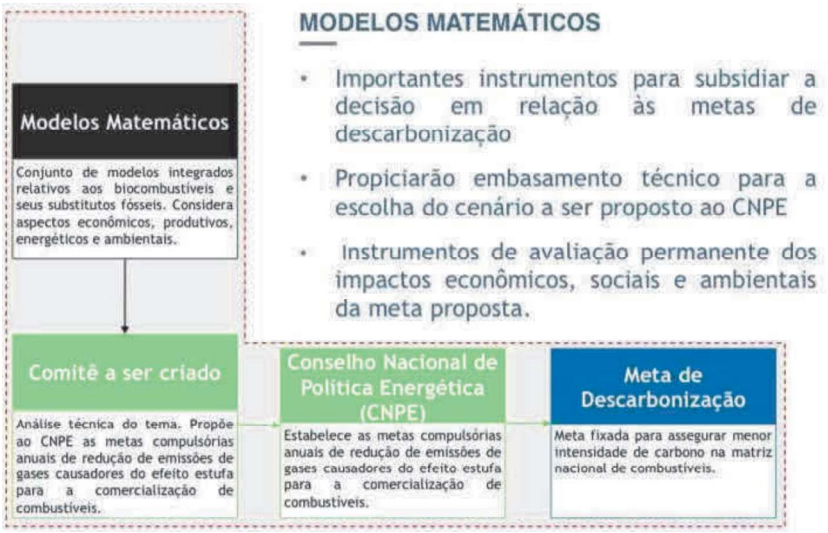
Fonte: AMARAL, 2018

A figura acima ilustra o fluxo operacional para a emissão do certificado, detalhando as responsabilidades das firmas inspetoras e da ANP. Esse fluxo estabelece o controle necessário para garantir a eficiência energética dos biocombustíveis. A próxima seção explora as etapas relacionadas ao estabelecimento das metas de descarbonização, apresentadas na Figura 5.

Etapas para Estabelecimento das Metas de Descarbonização: Empresa de Pesquisa Energética, empresa pública vinculada ao MME, é a responsável por desenvolver os modelos matemáticos que trarão suporte ao RenovaBio, sendo que o objetivo da empresa será o de “subsidiar o MME em aspectos relacionados à Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)”, além de analisar as metas de descarbonização, o comportamento do preço do CBIO, os impactos socioambientais, os impactos na qualidade do ar, os impactos relacionados à saúde, os impactos na geração de empregos, renda e atividade econômica e os investimentos necessários em unidades produtivas e no setor agrícola.

REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

Figura 5: Etapas para Estabelecimento das Metas de Descarbonização



Fonte: COELHO, 2018.

A Figura 5 detalha os modelos matemáticos utilizados para subsidiar a definição das metas de descarbonização no âmbito do RenovaBio. Esses modelos servem de suporte para a tomada de decisão no CNPE, garantindo uma abordagem técnica e fundamentada. A seguir, o texto discute a importância das certificações sustentáveis no mercado.

5.1 CERTIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

A sustentabilidade é um assunto amplamente debatido na sociedade. Atualmente, as pessoas não buscam apenas produtos de qualidade e com preços acessíveis, mas também aqueles que são fabricados seguindo boas práticas ambientais. Portanto, as organizações precisam se atentar cada vez mais com a questão ecológica. (SEBRAE, 2022)

Segundo o SEBRAE, as certificações sustentáveis, conhecidas como selos ambientais, estabelecem diretrizes que as empresas devem seguir para realizar suas atividades com um menor impacto ambiental. Quando uma empresa obtém esse selo, significa que ela cumpre todos os critérios exigidos pelo órgão responsável pela certificação. A empresa deve demonstrar, na prática, que o cuidado com o meio ambiente é uma de suas prioridades. Essa preocupação deve se estender a toda a cadeia produtiva, desde a aquisição de matérias-primas até a entrega do produto ou serviço. Outro aspecto fundamental é o descarte adequado dos resíduos. Vale destacar que os selos verdes englobam principalmente as seguintes áreas: manejo florestal, uso da água, preservação da biodiversidade, eficiência energética, turismo, setor têxtil, gestão de resíduos, entre outras.

Atualmente existem mais de 30 certificações de sustentabilidade no Brasil, mas considerando apenas as que podem ser utilizadas na exportação de álcool orgânico, temos as certificações abaixo.

Certificação Bonsucro: Este selo sustentável é direcionado para empresas que atuam com cana-de-açúcar, estabelecendo diretrizes que permitem aos produtores projetarem suas atividades de

maneira a minimizar os impactos ambientais. A obtenção desta certificação indica que a indústria opera de forma profissional, atendendo a todos os padrões de qualidade exigidos. Isso permite à organização demonstrar sua excelência, além de firmar um compromisso com as questões ambientais, sociais e econômicas. Para conquistar o selo Bonsucro, a empresa é avaliada em aspectos como eficiência energética, consumo de água, emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), entre outros. É igualmente essencial que a companhia cumpra as leis trabalhistas vigentes em seu país. (SEBRAE, 2022)

ISO 14001: Essa norma tem como objetivo definir as diretrizes para a implementação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em empresas de todos os tamanhos. Seu objetivo é estimular práticas ambientais responsáveis entre funcionários, parceiros e fornecedores.

Vale ressaltar que uma empresa comprometida com a sustentabilidade consegue fortalecer sua marca diante da sociedade, atraindo a preferência dos consumidores em relação à concorrência. Essas organizações operam com foco na preservação dos recursos naturais e no bem da comunidade.

USDA Organic: A certificação USDA Orgânic permite que seus produtos sejam comercializados como orgânicos nos Estados Unidos. Essa certificação garante que a agricultura siga práticas que protegem o clima e o meio ambiente, conservam a fertilidade do solo, preservam a biodiversidade, respeitam os ciclos naturais e garantem o bem-estar animal. Além disso, garante a ausência de produtos químicos e sintéticos, a não utilização de organismos geneticamente modificados (OGMs) e a rotulagem clara para os consumidores. Para vender, rotular ou promover produtos como orgânicos nos EUA, é necessário obter a certificação de uma entidade credenciada pelo USDA, como a Ecocert. (ECOCERT, 2024).

Orgânico Brasil: A regulamentação do SisOrg determina que os produtos rotulados como "orgânicos" devem conter pelo menos 95% de ingredientes orgânicos, enquanto os produtos "feitos com ingredientes orgânicos" devem conter no mínimo 70%. Para se qualificarem, os produtores precisam obter o Certificado de Produtor Orgânico, concedido através de auditorias realizadas pelo Ministério da Agricultura ou por meio do Sistema Participativo de Garantia. No entanto, agricultores familiares pertencentes a organizações de controle social registradas no MAPA estão isentos dessa certificação quando realizarem vendas diretas ao consumidor. (QIMA IBD, 2024)

Orgânico IBD: O Selo Orgânico QIMA IBD certifica produtos orgânicos do Brasil, seguindo padrões internacionais. Para obter o Selo, os produtores devem seguir padrões e normas que incluem a proibição do uso de agrotóxicos, transgênicos e fertilizantes químicos, além de incluir critérios socioambientais, como a preservação da biodiversidade, o respeito aos direitos dos trabalhadores rurais e a promoção do desenvolvimento sustentável das comunidades envolvidas. Este selo tem validade tripla, cumprindo as normas Orgânico Brasil, USDA Organic e EU Organic. (QIMA IBD, 2024)

União Européia - CE: As regras de produção e rotulagem orgânica, regulamentadas pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho em 2018 (Regulamento n.º 848), garantem que os produtos orgânicos atendam a todas as exigências de certificação para o Mercado Comum Europeu. O certificado abrange produtos de origem vegetal, animal e processados, com foco na proteção do meio ambiente, da biodiversidade e do bem-estar animal, sendo direcionado ao setor agroalimentar. Desde

1999, a QIMA IBD é credenciada para essa certificação, promovendo projetos orgânicos destinados à exportação para a Europa. (QIMA IBD, 2024)

Anvisa: A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, emite Certificado de Boas Práticas atestando que determinado estabelecimento cumpre procedimentos e práticas estabelecidos em normas específicas da Agência. O certificado pode ser de Boas Práticas de Fabricação (CBPF) ou de Distribuição e Armazenagem (CBPDA). (GOV, 2024)

PEA: O Projeto Esperança Animal é uma entidade ambiental de âmbito nacional, criada com a missão de transformar o tratamento cruel dado aos animais e ao meio ambiente, por meio de ações de conscientização social. Um de seus projetos de destaque é a lista de empresas que não realizam testes em animais. Empresas que comprovaram não realizar testes em animais em nenhuma etapa de sua cadeia produtiva estão incluídas na lista PEA de Empresas que Não Testam em Animais. Essas empresas se comprometem a não realizar, nem contratar testes ou experimentos em animais para o desenvolvimento, aprovação, fabricação e distribuição de produtos ou novos materiais primários. Além disso, utilizam métodos alternativos para garantir a segurança dos produtos e certificar que não há uso de animais em nenhuma fase da produção. No caso de empresas que apenas distribuem produtos acabados dos segmentos de cosméticos, higiene e limpeza, é necessário declarar que todo o processo de desenvolvimento, aprovação e fabricação da linha completa de produtos não envolve testes em animais. (PEA, 2024)

Certificado *Kosher*: Todo o alimento para poder ser consumido pelos seguidores da Torá – livro sagrado do judaísmo – precisa ser *kosher* (bom ou próprio). As certificadoras kosher, como o orgão BDK do Brasil, que desempenha a tarefa de avaliação e certificação das indústrias alimentícias verificam os insumos e suas procedências, o processo de fabricação, assim como a eventual influência de outros produtos e linhas de produção dentro da fábrica. A indicação "parve" em produtos *kosher* significa "neutro", indica o produto que não contém derivados de aves, carnes ou leite e, portanto, pode ser consumido tanto com derivados cárneos ou lácteos. Segundo a lei judaica, não se mistura carne com leite ("não cozerás o filhote até mesmo no leite de sua mãe", Shemot 23:19, R. Hirsch). Ex.: frutas, vegetais, legumes, grãos, ovos e peixe; o que abre o mercado para o consumidor vegetariano ou àqueles que tem certa intolerância à lactose. A alimentação kosher não só atende a religião judaica como também acaba por atender preceitos da religião adventista brasileira. (BDK, 2024).

Figura 6: Certificações

Fonte: As autoras (2025)

Adquirir uma certificação sustentável pode trazer benefícios significativos para as empresas, além de ser reconhecida pela excelência em suas operações e pelo compromisso com a proteção do ecossistema, as empresas destacam- se da concorrência ao atrair consumidores e novas parcerias. Empresas certificadas têm mais oportunidades de negócio em comparação com empresas que ignoram questões ambientais. A obtenção de um selo verde também aumenta as chances de sucesso no mercado e pode impactar isoladamente o faturamento. Outro benefício observado com as certificações é a redução de custos, já que a certificação exige a adoção de práticas como o uso eficiente de água e energia, a reutilização de materiais e a inovação nos processos. operando de forma responsável e preservando os recursos naturais para as gerações futuras. (SEBRAE, 2024). O que também facilita o acesso a linhas de crédito mais detalhadas e ajuda a evitar multas por práticas ambientais impactantes.

6 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E OS DESAFIOS NA EXPORTAÇÃO DE ÁLCOOL

A exportação de álcool tem se consolidado como um fator de destaque na economia global, particularmente no Brasil, que lidera a produção e exportação deste biocombustível. Dentre os benefícios econômicos dessa prática, destacam-se a geração de empregos e renda, com a indústria de álcool gerando milhares de postos de trabalho em diversas etapas da cadeia produtiva, desde a agricultura até a distribuição (UNICA, 2023). Além disso, a contribuição para o PIB nacional é relevante, com a exportação de álcool trazendo divisas importantes para a economia brasileira, ajudando na diversificação das exportações e reduzindo a dependência de produtos tradicionais, como minério e soja (SEBRAE, 2022). O etanol também favorece a inovação e o desenvolvimento tecnológico, uma vez que o setor investe continuamente em novas tecnologias para otimizar a produção e torná-la mais sustentável (EMBRAPA, 2023).

Outro benefício significativo é a redução da dependência de combustíveis fósseis, alinhando-se aos compromissos ambientais globais, como os objetivos estabelecidos pelo Acordo de Paris (ACORDO DE PARIS, 2015). O etanol é visto como uma alternativa energética que contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

No entanto, a exportação de álcool enfrenta desafios substanciais. A concorrência internacional é uma das maiores dificuldades, com países como os Estados Unidos e a Índia competindo pela liderança no mercado global de etanol, além das barreiras comerciais impostas por tarifas de importação e subsídios em mercados importadores (MATSURA et al., 2017). A flutuação de preços também é um obstáculo, já que o mercado de etanol é sensível às variações nos preços do petróleo e às mudanças nas políticas governamentais (IPCC, 2023).

Além disso, a expansão da produção de cana-de-açúcar pode resultar em impactos ambientais negativos, como o desmatamento e a degradação do solo (EMBRAPA, 2023). Questões sociais, como as condições de trabalho nas plantações de cana, também precisam ser monitoradas para garantir o respeito aos direitos dos trabalhadores.

Outro desafio é a exigência de certificação e conformidade com normas internacionais, como a Bonsucro e a ISO 14001, que visam garantir que o etanol seja produzido de forma sustentável

(SEBRAE, 2022). A instabilidade nas políticas públicas e os impactos das mudanças climáticas, como secas e inundações, também são fatores que podem afetar a produção e a competitividade do setor (IPCC, 2023).

Portanto, apesar dos benefícios econômicos consideráveis, a exportação de álcool enfrenta desafios que exigem a adoção de estratégias sustentáveis, inovação tecnológica e conformidade com normativas ambientais para garantir a continuidade de sua expansão no mercado global.

7 MÉTODO

O método de pesquisa utilizado consiste em um levantamento bibliográfico e documental, de caráter descritivo e qualitativo, com o intuito de elucidar o que é e como funciona o processo de fabricação e exportação de álcool etílico de forma sustentável do Brasil para o mundo. Dessa forma, a pesquisa tem caráter descritivo por explanar os conceitos e diretrizes da exportação de álcool, com ênfase no álcool etílico extra neutro orgânico. Desta forma, a pesquisa, deu-se por meio de revisão bibliográfica e análise de dados sobre exportações, aprofunda a compreensão sobre a sustentabilidade na exportação do álcool brasileiro, explorando suas dimensões ambientais e econômicas, com foco em práticas e políticas para um comércio exterior competitivo. O estudo contribui para o desenvolvimento de políticas e estratégias que fortalecem a competitividade do setor, garantindo sua viabilidade a longo prazo e sua aceitação no mercado internacional.

A fundamentação teórica apresenta a importância sobre a exportação possibilitar que empresas brasileiras expandam sua atuação e atendam a padrões internacionais, promovendo qualidade e inovação (SISCOMEX, 2024). Além disso, a sustentabilidade tornou-se essencial, demandando responsabilidade ambiental e social. Segundo Boff (2012), ela visa preservar o equilíbrio ecológico e atender às gerações presentes e futuras. Nesse cenário, a exportação de produtos como o álcool orgânico, produzido com práticas sustentáveis, destaca-se por apoiar a transição para uma economia de baixo impacto ambiental.

Além disso, produtos com certificações sustentáveis têm seu valor agregado e possibilitam que as empresas se posicionem de forma competitiva em um mercado que valoriza a responsabilidade socioambiental. Estas certificações fortalecem a marca das empresas, ampliam suas oportunidades comerciais e contribuem para a construção de um futuro mais sustentável (SEBRAE, 2024). Selos como Bonsucro, ISO 14001 e USDA Organic asseguram que as práticas adotadas estão alinhadas com padrões internacionais de sustentabilidade e representam uma vantagem competitiva no cenário global.

8 CONSIDERAÇÕES

Também é notório que o álcool brasileiro, além de sua reconhecida contribuição como biocombustível limpo, destaca-se também como uma matéria-prima versátil com potencial de transformação em uma ampla gama de produtos. Essa flexibilidade amplia sua relevância no contexto de uma economia sustentável e diversificada.

O álcool pode ser utilizado na produção de solventes, plásticos biodegradáveis, cosméticos, medicamentos, tintas e até mesmo como insumo para a indústria química em geral. Essas aplicações evidenciam que sua importância transcende o setor energético, consolidando-se como um recurso estratégico para múltiplos segmentos industriais.

Ao reforçar o papel do álcool como matéria-prima multifuncional, o Brasil pode ampliar ainda mais seu protagonismo global, diversificando suas exportações e fortalecendo sua economia. Para tanto, é essencial fomentar a inovação tecnológica e a pesquisa aplicada, bem como estabelecer políticas públicas que incentivem o uso do álcool em novos mercados.

Portanto, o álcool brasileiro, ao unir sustentabilidade, inovação e valor agregado, não apenas responde às demandas de um mundo em transição energética, mas também impulsiona o desenvolvimento de uma economia circular e resiliente, onde o equilíbrio entre crescimento econômico e conservação ambiental é plenamente alcançado.

REFERÊNCIAS

ABRAMS. **Ethyl Alcohol Extra Neutral Organic**. 2024. Disponível em: https://en.abrams.wiki/. Acesso em: 01 nov. 2024.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Renewables 2023: Analysis and Forecasts**. Paris: IEA, 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Relatórios sobre biocombustíveis**. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/biocombustiveis. Acesso em: 31 mar. 2025.

ALTIERI, M. A. **Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture**. Boulder: Westview Press, 1987.

AMARAL, Aurélio. Regulação do Renovabio. In: **RENOVABIO: próximos passos**. Rio de Janeiro: FGV Energia, fev. 2018. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/eventos/renovabio-proximos-passos. Acesso em: 22 mar. 2025.

ANVISA. **Certificados de Boas Práticas**. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/certificados-de-boas-praticas. Acesso em: 07 out. 2024.

BDK. **Certifique sua empresa conosco**. Disponível em: https://bdk.com.br/quem_somos/. Acesso em: 07 out. 2024.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é – o que não é**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Etanol**. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/etanol. Acesso em: 07 out. 2024.

BRASIL. **Decreto n.º 9.073, de 5 de junho de 2017**. Promulga o Acordo de Paris. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 3, 06 jun. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9073.htm. Acesso em: 22 mar. 2025.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Clima e energia**. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/clima-e-energia. Acesso em: 07 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Etanol: comércio exterior brasileiro**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/etanol-comercio-exterior-brasileiro. Acesso em: 07 out. 2024.

CASARA, K. P. et al. Environmental dynamics of pesticides in the drainage area of the São Lourenço River headwaters, Mato Grosso State, Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, p. 1719–1731, 2012.

COELHO, José Mauro. Modelos do Renovabio. In: **RENOVABIO: próximos passos**. Rio de Janeiro: FGV Energia, fev. 2018. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/eventos/renovabio-proximos-passos. Acesso em: 22 mar. 2025.

COLEPICOLO, Maria Elisa. **Gestão de sustentabilidade empresarial: análise comparativa entre Triple Bottom Line e ESG**. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Infraestrutura e competitividade: relatório anual**. Brasília: CNI, 2023.

ECOCERT. **Certificação detalhada: Agricultura Orgânica – EUA (USDA NOP)**. Disponível em: https://www.ecocert.com/pt-BR/certifica%C3%A7%C3%A3o-detalhe/agricultura-org%C3%A2nica-eua-usda-nop. Acesso em: 07 out. 2024.

ELKINGTON, Jonh. **Sustentabilidade, canibais com garfo e faca**. Tradução de Milton Mira de Assumpção Filho. São Paulo: M.Books do Brasil, 2012.

EMBRAPA. **Sustentabilidade na produção de etanol: desafios e oportunidades**. Brasília: Embrapa, 2023. Disponível em: https://www.embrapa.br. Acesso em: 24 abr. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Agricultura de precisão e sustentabilidade no setor sucroenergético**. 2023. Disponível em: https://www.embrapa.br/agricultura-de-precisao. Acesso em: 31 mar. 2025.

FGV. Biocombustíveis. **FGV Energia**, ago. 2017. Ano 4, n. 8. ISSN 2358-5277.

GOIASA. **Álcool Neutro**. Disponível em: https://www.goiasa.com.br/Produtos/AlcoolNeutro. Acesso em: 07 out. 2024.

IBD. **Selo Orgânico IBD**. Disponível em: https://www.ibd.com.br/selo-organico-ibd/. Acesso em: 07 out. 2024.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Summary for Policymakers: Synthesis Report of the Sixth Assessment Report**. Geneva: IPCC, 2023.

INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION – ICCT. **O mercado global de biocombustíveis e os padrões de sustentabilidade**. 2023. Disponível em: https://theicct.org/publication/global-biofuels-market-standards/. Acesso em: 31 mar. 2025.

IRENA. World Energy Transitions Outlook 2024: 1.5°C Pathway. **Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency**, 2024. Disponível em: https://www.irena.org/Reports/2024/Apr/World-Energy-Transitions-Outlook-2024. Acesso em: 24 abr. 2025.

MATSURA et al. **Avaliação de Ciclo de Vida: proposta de avaliação de desempenho ambiental e certificação para o Programa RenovaBio**. 2017. Disponível em:

<http://ubrabio.com.br/sites/1800/1891/PDFs/EXPANDMG/30Ago17RenovaCalcAvaliaAAodeCiclodeVidaR.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Discussões para implementação da NDC do Brasil. Disponível em: http://www.mma.gov.br/clima/ndc-do-brasil. Acesso em: 15 mar. 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **iNDC (Contribuições Nacionalmente Determinadas)**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/informma/item/10570-indc-contribuição-nacionalmente-determinada. Acesso em: 15 mar. 2025.

NOGUEIRA, E. N. et al. Currently used pesticides in water matrices in Central-Western Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, p. 1476–1487, 2012.

OLIVEIRA, Miguel Ivan Lacerda de. Renovabio: por uma política nacional de biocombustíveis. **Revista Opiniões**, ano 15, n. 54, divisão C, out./dez. 2017.

ONU. **Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: United Nations, 2023. Disponível em: https://sdgs.un.org/2030agenda. Acesso em: 24 abr. 2025.

PEA. **Empresas**. Disponível em: http://www.pea.org.br/empresas.htm. Acesso em: 07 out. 2024.

PUGLIESE, L.; LOURENCETTI, C. Impactos ambientais na produção do etanol brasileiro: do campo à indústria. **Revista Brasileira Multidisciplinar – ReBraM**, v. 20, n. 1, p. 143–165, jul. 2017.

SANTOS, L. G. et al. Validation and application of an analytical method for determining pesticides in the gas phase of ambient air. **Journal of Environmental Science and Health***. Part B*, v. 46, p. 150–162, 2011.

SEBRAE. **Certificações sustentáveis: como posso adquirir**. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/artigos/certificacoes-sustentaveis-como-posso-adquirir,2f2bf4405d521810VgnVCM100000d701210aRCRD. Acesso em: 07 out. 2024.

SISCOMEX. **Por que exportar? Portal Único Siscomex**, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/siscomex/pt-br/servicos/aprendendo-a-exportarr/por-que-exportar-1. Acesso em: 27 out. 2024.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. **Boas práticas ambientais na cadeia produtiva da cana-de-açúcar**. São Paulo: UNICA, 2023. Disponível em: https://www.unica.com.br. Acesso em: 24 abr. 2025.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. **Relatório de sustentabilidade da produção de etanol**. 2023. Disponível em: https://www.unica.com.br/publicacoes/. Acesso em: 31 mar. 2025.

UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT. **Who cares wins: connecting financial markets to a changing world**. [S.l.]: The Global Compact, 2004.