



ANAIS

DO CUSTO A VALORIZAÇÃO AMBIENTAL: A EVOLUÇÃO DO PARADIGMA DE COMPETITIVIDADE NO SETOR SUCROENERGÉTICO - O CASO DA DELTA SUCROENERGÉTICA NO RENOVABIO

ISABELA LUCAS FRANCHINI
isabela.franchini@unesp.br
UNESP - FCAV

LESLEY CARINA DO LAGO ATTADIA GALLI
lesley.attadia@unesp.br
UNESP

RESUMO: O setor sucroenergético brasileiro tem ampliado sua relevância estratégica no contexto da transição energética e da economia de baixo carbono, impulsionado pela Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). Nesse cenário, este relato tecnológico analisa como a Usina Delta operacionaliza a transição do paradigma competitivo baseado na redução de custos para a agregação de valor por meio da sustentabilidade, utilizando os Créditos de Descarbonização (CBIOS) como instrumento de vantagem competitiva. A pesquisa possui abordagem qualitativa, fundamentada em dados secundários obtidos em relatórios de sustentabilidade da safra 2024/2025, documentos institucionais, indicadores setoriais e literatura especializada. A análise demonstra que a adoção de práticas voltadas à eficiência energético-ambiental, à diversificação da produção de bioenergia e à certificação no âmbito do RenovaBio possibilita transformar o desempenho ambiental em ativo econômico, fortalecendo a competitividade da empresa. Entretanto, foram identificados gargalos relacionados ao consumo de combustíveis fósseis na logística agrícola, os quais limitam o potencial de geração de CBIOS e reduzem a Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA). Como proposições de melhoria, destacam-se a substituição gradual da frota por tecnologias movidas a combustíveis renováveis, a otimização logística e o fortalecimento da governança de dados para aprimorar a gestão do RenovaCalc. Conclui-se que a sustentabilidade deixa de representar apenas um requisito regulatório e passa a constituir um ativo estratégico capaz de gerar valor econômico, ampliar a competitividade e fortalecer a posição das agroindústrias sucroenergéticas na economia de baixo carbono.

PALAVRAS CHAVE: RenovaBio; setor sucroenergético; competitividade; sustentabilidade; Créditos de Descarbonização (CBIOS).

ABSTRACT: The Brazilian sugar-energy sector has strengthened its strategic role in the context of the energy transition and the low-carbon economy, driven by the National Biofuels Policy (RenovaBio). This technological report analyzes how Delta Mill has shifted from a competitiveness model based primarily on cost reduction to one focused on value creation through sustainability, using Decarbonization Credits (CBIOS) as a source of competitive advantage. The study adopts a qualitative approach based on secondary data obtained from the company's 2024/2025 sustainability report, institutional documents, industry indicators, and specialized literature. The findings indicate that investments in environmental and energy efficiency, bioenergy diversification, and RenovaBio certification enable the company to transform environmental performance into an economic asset, enhancing its competitiveness. However, the analysis also identifies bottlenecks associated with fossil fuel consumption in agricultural logistics, which limit the generation of CBIOS and negatively affect the Energy-Environmental Efficiency Score (NEEA). To address these challenges, the study proposes the gradual replacement of fossil fuel-powered machinery with renewable energy technologies, logistics optimization, and stronger data governance to improve RenovaCalc management. It is concluded that sustainability has evolved beyond regulatory compliance to become a strategic asset capable of generating economic value, increasing competitiveness, and strengthening the position of sugar-energy companies within the low-carbon economy.

KEY WORDS: RenovaBio; sugar-energy sector; competitiveness; sustainability; Decarbonization Credits (CBIOS)

INTRODUÇÃO

O setor sucroenergético brasileiro é hoje, a maior potência global energética, responsável pela produção de biocombustíveis, que contribuem diretamente nos projetos de descarbonização. Questionamentos sobre o papel das empresas em questões socioambientais vem ganhando notoriedade, principalmente dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável e na adaptação das novas formas de competitividade dentro do setor (PAIM RIFAN QUINTAM & ASSUNÇÃO, 2023).

O novo paradigma de competitividade no setor sucroenergético brasileiro transcende a mera eficiência produtiva agrícola, focando na bioeconomia circular, tecnologia de ponta e principalmente na sustentabilidade, como seus pilares centrais. A transição envolve a integração da usina ao conceito de “biorefinaria”, diversificando o portfólio para além do açúcar e etanol, englobando os subprodutos, obtidos do processo, como o biogás, biometano, bioeletricidade e etanol e segunda geração (E2G). Esse modelo, encontra-se alinhado à utilização com a inteligência artificial no campo e, a valorização dos créditos de carbono (RenovaBio) (MACHADO, 2023).

A Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), estabelecida pela Lei nº13.576/2017, que tem por objetivo instituir as metas compulsórias de descarbonização para distribuidores de combustíveis, além de impulsionar a produção sustentável de biocombustível, a fim de atender os compromissos firmados no âmbito do Acordo de Paris, sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças do Clima (Brasil, Lei nº 13.576/2017).

Dessa forma, a eficiência ambiental deixou de ser apenas um indicador de sustentabilidade que passou a configurar como um ativo financeiro transacionável, podendo ser vendido e comprado, de acordo com os interesses da organização, sendo conhecido por meios dos Créditos de Descarbonização (CBIOS) (ANP, 2024). Esse novo modelo de ativo, trouxe uma nova forma de competitividade no agronegócio, onde é preciso mais do que ser sustentável, é necessário que as empresas tenham essa mentalidade em seus valores, sendo imprescindível a compreensão das novas dinâmicas aplicadas ao setor (BRANDÃO, 2019).

Nesse viés, a transição energética proporcionada pela inovação tecnológica e a sustentabilidade, vem se consolidando como uma importante estratégia no setor sucroenergético, pois proporciona a substituição de matrizes fósseis por fontes renováveis. Sob a ótica socioeconômica, a transição energética proporciona vantagens desde a segurança energética nacional, por meio da descentralização da matriz energética e da mitigação da vulnerabilidade geopolítica associada aos combustíveis fósseis.

Para tanto, como objeto de estudo deste relato tecnológico, será analisado a Usina Delta, integrante da Delta Sucroenergia S/a, apresentando uma trajetória história marcada pela evolução tecnológica e pela incorporação progressiva de práticas sustentáveis no setor sucroenergético brasileiro com origens ligadas a atuação centenária da família Lyra na agroindústria canavieira (DELTA SUCROENERGIA, 2026).

Contando com um parque industrial construído originalmente em 1950, passou por sucessivos processos de modernização, voltado ao aumento da eficiência energético-industrial, à racionalização de insumos e elevação da produtividade. Outro fator marcante sobre a estrutura da Delta Sucroenergia, em 2012, a usina adotou o modelo de gestão orientado a integração entre o desempenho operacional, governança e meio ambiente, capaz de gerar o valor esperado, alinhando seus processos as diretrizes do desenvolvimento sustentável (Delta Sucroenergia, 2026).

A geração e a comercialização de Créditos de Descarbonização (CBIOS) e créditos de carbono voluntário, iniciam a sua consolidação como vantagem competitiva para a Delta Sucroenergia, contribuindo para a transformação da eficiência ambiental em um ativo

financeiro estratégico de alta liquidez. Respalhada por certificações rígidas como o RenovaBio e o padrão global de sustentabilidade, a companhia monetiza diretamente sua pegada de carbono ao converter a comercialização de biocombustíveis e a bioeletricidade da biomassa em ativos transacionais.

Cabe uma distinção conceitual importante entre os dois instrumentos mencionados. O CBIO é um ativo financeiro do mercado regulador, criado pela Lei nº 13.576/2017, emitido exclusivamente por produtores de biocombustíveis certificados pelo RenovaBio e com demanda compulsória por parte das distribuidoras de combustíveis fósseis, conforme metas fixadas pelo CNPE/ANP, ou seja, existe uma obrigação legal que sustenta a demanda.

Já o crédito de carbono voluntário integra o chamado mercado voluntário de carbono, no qual empresas adquirem créditos por iniciativa própria, sem obrigação legal, geralmente para fins de compensação de pegada de carbono corporativa ou metas ESG autoimpostas, certificados por padrões internacionais distintos do RenovaBio, como Verra ou Gold Standard.

Embora ambos monetizem a redução de emissões, os dois mercados possuem lógicas de precificação, regulação e demanda distintas: o CBIO tem piso de demanda garantido por lei, enquanto o crédito voluntário depende inteiramente do apetite corporativo por compensação ambiental, sendo, portanto, mais sujeito a oscilações de reputação e prioridade estratégica das empresas compradoras. Para a Usina Delta, essa distinção é relevante porque a fonte de receita mais estruturada e previsível em volume é o CBIO regulado, ao passo que a comercialização de créditos voluntários representa uma frente complementar, de menor previsibilidade regulatória.

O mercado de Créditos de Descarbonização (CBIOs), são negociados através da bolsa de valores (B3), cada ativo comprova que uma tonelada de gás carbono deixou de ser emitido, o programa premia as unidades com a Nota de Eficiência Energético-Ambiental. Ao comprovar sua menor intensidade de carbono e conformidade com metas regulatória exigidas das distribuidoras, as empresas transformam o cumprimento dos compromissos climáticos em vantagem competitiva e um forte atrativo para fundos e investimentos verdes corporativos.

Dessa forma, no setor sucroenergético, as mudanças proporcionadas pela transição e adequação materializada pela RenovaBio, onde, a partir da produção de cana-de-açúcar não apenas a venda de um produto, mas a venda da capacidade de descarbonização pela usina. Portanto, o presente relato tecnológico irá utilizar dados secundários em sua análise, extraído dos relatórios de sustentabilidade da safra 2024/2025, além de indicadores setoriais disponíveis para a consulta no site da UnicaData. Diante desse contexto, analisa-se como a Usina Delta operacionaliza a transição do paradigma competitivo baseado em custos para a agregação de valor via sustentabilidade, a partir dos instrumentos do RenovaBio.

REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo dos anos, o setor sucroenergético tem contribuído de forma significativa para a ampliação da oferta de bioenergia limpa e renovável no Brasil. Com um portfólio diversificado, como, por exemplo a produção de energia através do biogás, biometano e o etanol, nos consolidamos como a maior matriz energética do mundo.

Como detentor de uma parcela relevante da produção de energia renovável, o setor sucroenergético contribuiu para que o país se consolidasse como uma referência global de práticas inovadoras no campo, voltadas para maximizar a produção e reduzir os custos, atualmente, ocupamos a posição de maior produtor mundial de cana-de-açúcar, e o segundo no ranking global de produção de etanol (MOZÃO, 2025).

Com as mudanças mundiais provocadas pelo conceito de sustentabilidade, as empresas agroindústrias tem incentivo para colocar em prática as ações a fim de desenvolver uma

agricultura sustentável. Segundo Bueno & Macedo (2024), a ideia de sustentabilidade no âmbito empresarial está direcionada aos processos desenvolvidos nas empresas, a fim de avaliar seus impactos ambientais e sociais na sociedade e nas cidades em que possuem atuação, portanto, a integração de prática nesse sentido, deve ser a base das estratégias.

Como exemplo de uma prática sustentável utilizada pelas usinas de cana-de-açúcar, foi o reaproveitamento dos subprodutos, que possibilitou a diversificação do portfólio destas empresas (CAMARGO, 2022).

Um exemplo relevante é o reaproveitamento do bagaço da cana-de-açúcar. A queima do bagaço da cana-de-açúcar, pode ser considerada um processo de geração de energia limpa e renovável, apesar de gerar CO₂ no momento da queima, o bagaço veio da planta, que está na superfície, e que pela fotossíntese, capta o CO₂ da atmosfera e armazena o carbono no seu tecido vegetal (CAMARGO, 2022).

A capacidade estimada da geração de energia elétrica do bagaço de cana-de-açúcar, é de 200kW/h de energia elétrica por tonelada, mas atualmente as usinas produzem menos do que 50kW/h (UNIFESP, 2021). Além disso, os outros subprodutos, como o biogás, fertirrigação com a vinhaça são investimentos realizados em recuperação e proteção do meio ambiente, representando indicadores de sustentabilidade do setor.

A agricultura mais sustentável surge a partir da crescente insatisfação com o status quo da agricultura tradicional, alinhado com o desejo de práticas agrícolas que, conservem os recursos naturais e forneçam produtos mais saudáveis, sem comprometer as estratégias de produção e crescimentos (BUENO & MACEDO, 2024). Assim, como exemplo dessa inquietação, o objeto deste relato tecnológico, o Grupo Delta (DELTA SUCROENERGIA, 2026).

CARACTERIZAÇÃO EMPRESA

A Usina Delta, integrante da Delta Sucroenergia S.A., possui uma trajetória histórica profundamente associada à evolução tecnológica, à eficiência produtiva e à incorporação progressiva de práticas sustentáveis no setor sucroenergético brasileiro. Suas origens remontam à atuação centenária da família Lyra na agroindústria canavieira, com início em 1894, trajetória marcada pela introdução contínua de inovações técnicas e organizacionais ao longo das sucessivas fases de desenvolvimento do setor.

O parque industrial da Usina Delta, localizado no município de Delta (MG) e originalmente construído em 1950, passou por um intenso processo de modernização a partir de sua incorporação ao grupo empresarial no final do século XX. Esse movimento teve como foco o aumento da eficiência energético-industrial, a racionalização do uso de insumos e a ampliação da produtividade por unidade processada, elementos que se tornaram centrais para a competitividade da unidade em um ambiente regulatório e mercadológico cada vez mais orientado à sustentabilidade (DELTA SUCROENERGIA, 2026).

A partir de 2012, com a criação da Delta Sucroenergia S.A., a Usina Delta passou a operar sob um novo modelo de governança e gestão estratégica, orientado pela integração entre excelência operacional, controle ambiental e geração de valor a partir de ativos sustentáveis. Esse reposicionamento organizacional ampliou o foco em indicadores de desempenho energético, rastreabilidade agrícola e uso intensivo de tecnologias digitais aplicadas à gestão da produção, criando bases estruturais para o atendimento às exigências do RenovaBio (DELTA SUCROENERGIA, 2026).

Nesse contexto, a usina passou a alinhar seus processos produtivos às diretrizes da Política Nacional de Biocombustíveis, incorporando práticas que impactam diretamente a Nota de Eficiência Energético ambiental (NEEA), tais como a mecanização racional das operações

agrícolas, a redução de perdas logísticas, o aproveitamento energético de subprodutos industriais e o monitoramento sistemático das emissões associadas ao consumo de combustíveis fósseis. Essas iniciativas possibilitam transformar a eficiência ambiental não apenas em requisito regulatório, mas em ativo econômico, por meio da geração de Créditos de Descarbonização (CBIOS) (DELTA SUCROENERGIA, 2026).

Atualmente, a Usina Delta posiciona-se como uma agroindústria voltada à produção de açúcar, etanol e bioenergia em consonância com os princípios da economia de baixo carbono. Sua trajetória evidencia uma transição estratégica na qual, a sustentabilidade passa a ser compreendida como elemento estruturante da competitividade, sustentada por ganhos de eficiência energética, em conformidade com o RenovaBio. A capacidade de monetização do desempenho ambiental no mercado regulado de carbono. Dessa forma, a trajetória da Usina Delta ilustra a convergência entre inovação tecnológica, eficiência energética e sustentabilidade regulatória, evidenciando como a gestão dos indicadores do RenovaBio torna-se um instrumento estratégico para geração de valor no setor sucroenergético.

COMPETITIVIDADE NO SETOR SUCROENERGÉTICO

A noção de competitividade admite múltiplas leituras na literatura econômica e estratégica. Em uma perspectiva ampla, a competitividade pode ser entendida como a capacidade de uma empresa, indústria ou nação de sustentar, de forma duradoura, uma posição favorável em mercados expostos à concorrência, seja por meio de preços, seja por meio de atributos diferenciadores de produto ou processo (KUPFER, 2002). Para os autores Ferraz, Kupfer e Haguenauer (1997) a competitividade é um fenômeno dinâmico, resultante da capacidade de formular e implementar estratégias concorrenciais que permitam ampliar ou conservar, de forma sustentada, uma posição no mercado.

Já para a estratégia empresarial, a obra de Porter (1986, 1989) constitui referência incontornável. O autor propõe o modelo das cinco forças competitivas — rivalidade entre concorrentes, poder de barganha de fornecedores, poder de barganha de compradores, ameaça de novos entrantes e ameaça de produtos substitutos — como ferramenta analítica para a compreensão da estrutura de uma indústria e da intensidade da concorrência nela observada.

A partir desse diagnóstico estrutural, Porter (1989) defende que as empresas podem construir vantagem competitiva por meio de três estratégias genéricas: liderança em custo, diferenciação e enfoque, sendo a vantagem competitiva definida como a capacidade de a empresa criar, para seus compradores, um valor superior ao custo de produzi-lo.

Complementarmente, a abordagem da Visão Baseada em Recursos (Resource-Based View), sistematizada por Barney (1991), desloca o foco da análise da estrutura setorial para os recursos e capacidades internos à firma.

Segundo essa perspectiva, recursos que sejam valiosos, raros, de difícil imitação e não substituíveis (critérios conhecidos pelo acrônimo VRIN) constituem a base para vantagens competitivas sustentáveis. Essa abordagem é particularmente relevante para setores intensivos em capital e tecnologia, como o sucroenergético, nos quais ativos específicos, tais como capacidade de cogeração, escala industrial, integração agroindustrial e domínio de rotas tecnológicas de conversão energética, podem funcionar como fontes de diferenciação difíceis de replicar por concorrentes (MACHADO, 2023).

Dessa forma, pode-se caracterizar o setor como uma cadeia agroindustrial verticalmente integrada, na qual a mesma unidade produtiva, usina, processa a matéria-prima, possui sua vantagem competitiva associada a economia de escala e escopo na etapa industrial. A eficiência agrícola no cultivo da cana-de-açúcar, a logística de escoamento da produção está ligada a agregação de valor aos subprodutos, como a geração de bioeletricidade (CAMARGO, 2022).

Assim, a dimensão ambiental deixou de ser um requisito de conformidade regulatória, para torna-se um atributo de diferenciação competitiva, na medida que a eficiência na redução de emissões de gases do efeito estufa, passa a ser mensura, certificada e monetiza, por instrumentos de políticas públicas, como discutisse a seguir.

RENOVABIO – PROGRAMA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Instituído pela Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, o RenovaBio consiste na Política Nacional de Biocombustíveis, concebida como estratégia de Estado para assegurar previsibilidade ao mercado de biocombustíveis, promover a segurança energética e contribuir com o cumprimento das metas brasileiras de redução de emissões de gases de efeito estufa assumidas no âmbito do Acordo de Paris (BRASIL, 2017).

O instrumento central do programa, é definido pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), de metas nacionais anuais de descarbonização para o setor de combustíveis, posteriormente desdobradas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) em metas individuais compulsórias atribuídas às distribuidoras de combustíveis fósseis, proporcionalmente à sua participação de mercado (BRASIL, 2026).

O cumprimento dessas metas é operacionalizado por meio dos Créditos de Descarbonização, os CBIOs, ativos financeiros emitidos por produtores de biocombustíveis certificados, em quantidade proporcional à nota de eficiência energético-ambiental de sua produção. Cada CBIO corresponde a uma tonelada de dióxido de carbono equivalente que deixa de ser emitida em razão da substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis, sendo negociado na bolsa de valores (B3) e adquirido pelas distribuidoras obrigadas para a comprovação do cumprimento de suas metas individuais (MACHADO, 2023).

Sob a perspectiva da competitividade setorial, o RenovaBio pode ser interpretado, segundo Porter (1989), como um fator que reconfigura a estrutura de forças competitivas do setor. Assim, ao criarmos um mercado regulado de créditos ambientais, o programa eleva as barreiras de diferenciação técnica entre produtores, uma vez que a nota de eficiência energético-ambiental, calculada com base na eficiência produtiva e nas práticas de mitigação de emissões ao longo do ciclo de vida do biocombustível, passa a distinguir financeiramente usinas mais eficientes daquelas com processos menos sustentáveis (BRANDÃO, 2019).

Em relação a Visão Baseada em Recursos, a capacidade de obter certificação com nota elevada constitui, ela própria, um recurso intangível estratégico, associado a investimentos em eficiência energética, manejo agrícola de baixo carbono e gestão de resíduos, dificilmente replicável no curto prazo por competidores menos capitalizados ou tecnologicamente defasados (PORTER, 1989).

Nesse sentido, o programa não apenas cumpre função ambiental e energética, mas também opera como elemento do ambiente institucional capaz de ampliar a competitividade sistêmica do setor sucroenergético brasileiro frente a outras matrizes energéticas e a produtores internacionais de biocombustíveis.

SITUAÇÃO- PROBLEMA

À luz da transição do paradigma competitivo discutida anteriormente, esta seção identifica os gargalos que ainda limitam a conversão da eficiência ambiental em valor econômico. O gargalo analisado refere-se à competitividade no setor sucroenergético. Os dados utilizados na análise são oriundos do relatório de sustentabilidade 2024/2025 disponibilizado pelo grupo Delta; sites como a UNICADATA, CONSECANA, que disponibilizam dados

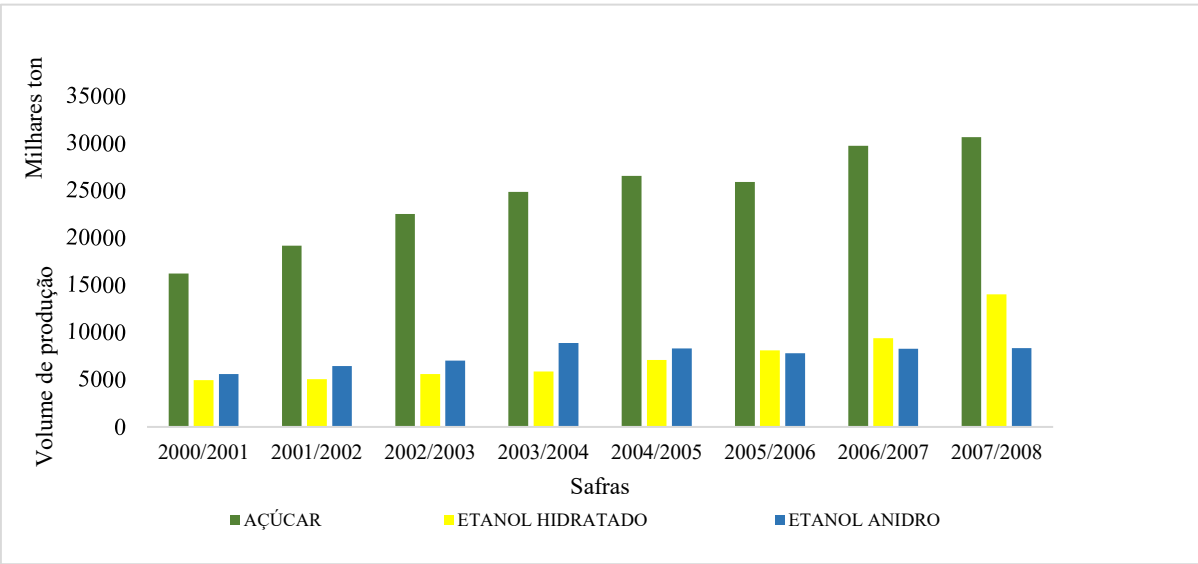
históricos setoriais, além de informações compartilhadas em artigos científicos retirados do Google Acadêmico, Spell e Scopus.

A abordagem utilizada neste relato é a qualitativa, devido a sua natureza de investigação focada na compreensão profunda de fenômenos. A análise deste estudo fundamenta-se na teoria da economia política, que concebe os relatórios de sustentabilidade não como um instrumento neutro, mas como um mecanismo de interesses (GRAY, OWEN e ADAMS, 1996). No setor sucroenergético, onde a competitividade é intrinsecamente ligada a marcos regulatórios e políticas de incentivo, como o RenovaBio, explica-se o motivo da escolha, permite compreender como a Delta Sucroenergia se destaca na nova vertente da competitividade. Sob esta lente, a transparência corporativa atua com ferramenta para se destacar e aumentar sua Nota de Eficiência Energética-Ambiental.

Historicamente, o setor operava baseado exclusivamente no custo da produção, porém, a volatilidade dos preços internacionais e as oscilações nas políticas de combustíveis fósseis, aliado com a pauta da sustentabilidade cada vez mais crescente, fez com que outras formas de competitividade surgissem.

Porém, segundo Kupfer (2002), a competitividade é a função de adequação das estratégicas das empresas, individualmente, aos padrões de concorrência vigentes no mercado específico, que por sua vez, é definido a partir da interação entre a estrutura individual e as condutas do setor. Como demonstrado na tabela a seguir, o setor sucroenergético concentrava como forma de competitividade, a sua competitividade em apenas em um único produto, o açúcar.

Tabela 1. Volume produzido de etanol e açúcar no Brasil de 2000 a 2008.



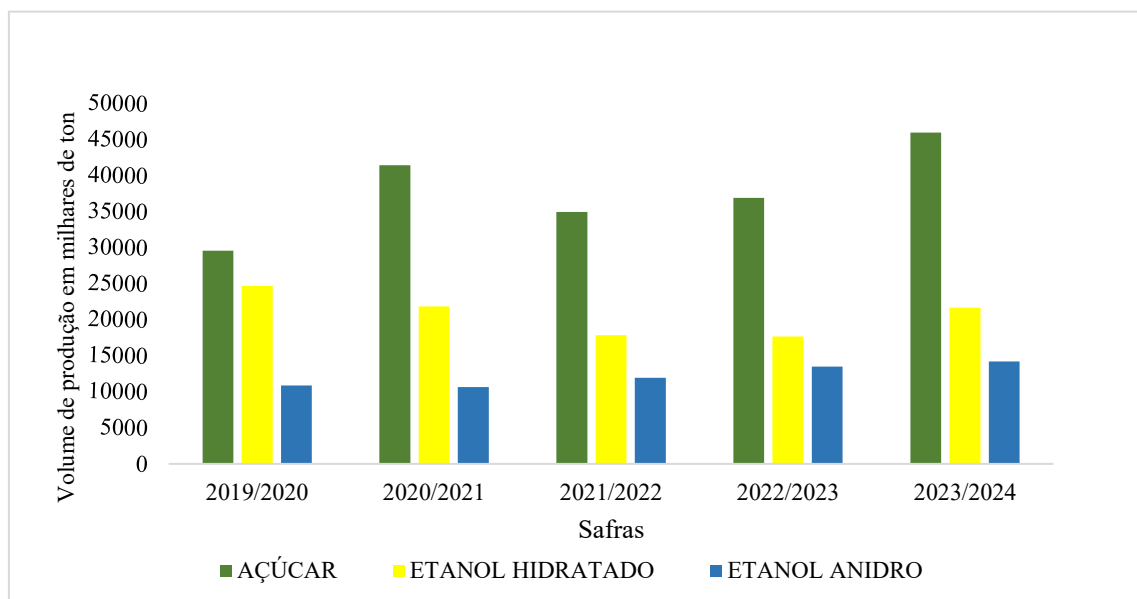
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da (UNICADATA, 2026)

Os dados apresentados pela União da Indústria da Cana-de-açúcar e Bionergia (2026), demonstram o volume toneladas da produção dos principais produtos da cana-de-açúcar. É possível observar por essa série histórica que a produção se manteve estável, mas teve um aumento significativo da produção de etanol hidratado na safra de 2007/2008. Esse resultado expressivo é em decorrência da expansão das áreas produtivas nas regiões Sudeste e Centro Oeste (MACHADO, 2023).

Para (MACHADO, 2023), a competitividade no setor sucroenergético, tem se destacado pelas mudanças em seu modelo produtivo e na utilização de novas tecnologias, destacando-as

de caráter renovável, juntamente com o melhoramento genético, gerenciamento de controle biológico e reciclagem de efluentes. Com essas mudanças, o produto brasileiro tornou-se atrativo, transformando a competitividade no setor. Na tabela a seguir, é possível observar o espaço tomado pela produção de etanol hidratado, que é utilizado no abastecimento de carros tipo flex.

Tabela 2. Volume de produção de etanol e açúcar no Brasil de 2019 a 2024.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da (UNICADATA, 2026)

Assim, é possível notar que o setor sucroenergético passa por uma mudança de paradigma, refletido nos dados da produção. Antes, quando o objetivo era produzir com o menor custo possível, as usinas tinham altas produções na sua maior demandante, o açúcar. Com a implementação de políticas para a diversificação da produção, o açúcar continua presente, mas observamos um aumento acentuado em outros produtos derivados da cana, exemplo o etanol, que contribui como uma fonte de energia renovável.

Assim, ao surgir uma forma de competitividade no setor, baseada em todas as mudanças efetivas nos últimos 20 anos, e pensando em atender as demandas internacionais, em relação a preservação ambiental, o mercado da descarbonização, ganha espaço e notoriedade dentro das usinas.

Dessa forma, uma usina que deseje ser avaliada para obter a certificação do RenovaBio, deve ser observado o cumprimento de requisitos básicos. A mensuração realizada por meio da calculadora RenovaCalc, que é uma ferramenta para cálculos das emissões de biocombustíveis produzidos pela unidade, capaz de avaliar o ciclo de vida (AVC) das fases agrícolas, industrial e de transportes (BRANDÃO, 2019). Para que a unidade produtora esteja apta a ser certificada, é necessário que a área esteja em conformidade com o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e não pode ocorrer supressão da vegetação nativa a partir da data de vigência (UNICA, 2024).

Ao cumprir todas as exigências, é emitida a Nota de Eficiência Energética Ambiental. Considerando que o objetivo deste relato tecnológico é a Usina Delta, na apuração referente ao ano de 2024, conforme relatório disponibilizados, o desempenho apresentado pelas usinas do grupo é demonstrado na tabela a seguir:

Tabela 3: Nota de Eficiência energética-ambiental (NEA) do Grupo Delta Sucroenergética.

	Certificadora	Fração de volume do biocombustível elegível (%)	Nota de eficiência energético-ambiental (g CO ₂ eq/MJ)		Intensidade de carbono (g CO ₂ eq/MJ)	
			Etanol anidro	Etanol hidratado	Etanol anidro	Etanol hidratado
Delta	SGS Certificadora Ltda	97,66	0	61,70	0	25,70
Unidade Volta Grande	SGS Certificadora Ltda	98,41	59,20	58,90	28,20	28,50

Fonte: Adaptado pelo autor a partir de (Delta Sucroenergia, 2026).

Um dado que merece leitura mais atenta é a discrepância entre as unidades na nota de eficiência do etanol anidro: enquanto a Unidade Volta Grande apresenta nota de 59,20, a Unidade Delta registra 0. À primeira vista, esse contraste sugeriria uma fragilidade competitiva da Delta; no entanto, a explicação é estrutural, e não de desempenho. Segundo o relatório institucional do grupo, a Unidade Delta produz exclusivamente etanol hidratado, não fabricando etanol anidro, ao passo que a Unidade Volta Grande produz ambos os tipos, além de deter maior capacidade de moagem instalada (6,2 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, ante 5,2 milhões da Delta) e diversificar também a produção de açúcar, com as linhas VHP e cristal (Delta Sucroenergia, 2026). A nota "0" da Delta no etanol anidro, portanto, reflete ausência de produção desse item em seu mix, não ineficiência energético-ambiental.

Essa diferença de mix de produtos reforça um ponto relevante para a competitividade via RenovaBio: a geração de CBIOS não depende apenas da eficiência de cada processo isoladamente, mas também da diversidade de biocombustíveis certificáveis que cada unidade é capaz de ofertar. Nesse sentido, a Volta Grande, ao operar com um portfólio mais diversificado, dispõe de mais frentes de geração de créditos de descarbonização do que a Delta, ainda que esta última se destaque em produtividade de moagem por hora.

No que se refere ao gargalo do consumo de diesel discutido nesta seção, é possível observar que a própria companhia já direciona investimentos ao tema, embora com foco predominantemente logístico. Na safra 2024/2025, o grupo investiu R\$ 15 milhões na implantação de um novo posto de abastecimento para a frota da Unidade Volta Grande, substituindo uma estrutura anterior de menor capacidade (Delta Sucroenergia, 2026). Esse investimento evidencia que a companhia reconhece a relevância estratégica da gestão de combustíveis para suas operações; contudo, tal como registrado no relatório institucional, o investimento está voltado à ampliação da capacidade e da agilidade de abastecimento, e não, especificamente, à substituição da matriz fóssil da frota por fontes renováveis. Essa distinção reforça a situação-problema identificada neste relato: ainda que a companhia avance na infraestrutura logística, a transição da frota agrícola para fontes de combustível renovável permanece como uma lacuna a ser endereçada para a maximização da geração de CBIOS.

Cabe destacar que, a vigência da certificação é de três anos, nesse interim, a usina necessita manter ou melhorar seus processos, a fim de manter a certificação, mas, seu foco deve estar voltado para aumentar a Nota de Eficiência Energético-Ambiental.

A fim de demonstrar como os Créditos de Descarbonização (CBIOS) se configuram como instrumentos atrativos de geração de valor para as usinas, a Tabela 3.4 a seguir apresenta a série história de 2020 a 2025, destacando os dados de preço médios desses créditos e a sua relevância no fortalecimento da competitividade de no âmbito do RenovaBio.

Tabela 4. Série histórica de preços e comercialização dos Créditos de Descarbonização (CBios) no Brasil de 2020 a 2025.

ANO	Novas emissões	Preço Máximo (R\$)	Preço médio (R\$)	Preço Mínimo (R\$)	Total CBios apresentadas (vendido)
2020	18.508.636	72,00	43,43	15,00	14.609.067
2021	30.915.053	66,00	39,31	26,75	24.406.585
2022	31.737.865	208,50	111,65	31,99	16.824.904
2023	34.204.155	113,59	113,59	84,45	31.248.238
2024	42.504.941	118,00	88,02	62,00	54.368.284
2025	43.139.208	81,00	54,72	24,30	40.057.271

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de (UNICADATA, 2026)

Assim, como demonstrado na Tabela 3.4, desde 2024 a venda de CBios veem aumentando consideravelmente, corroborando para o argumento de crescimento de sua importância e representatividade no setor.

Embora este relato defenda os CBIOS como vetor de geração de valor recorrente, é necessário problematizar essa premissa à luz da série histórica de preços. Entre 2020 e 2025, o preço médio do CBIO oscilou de R\$ 39,31 em 2021 para R\$ 113,59 em 2023, retornando a R\$ 54,72 em 2025, uma variação superior a 190% em apenas dois anos, seguida de queda de mais de 50% no biênio seguinte (B3, 2026).

Essa amplitude revela que o CBIO se comporta como um ativo financeiro sujeito a oscilações típicas de mercado, influenciado por fatores como o volume de metas compulsórias definidas anualmente pelo CNPE, o nível de conformidade agregada das distribuidoras e a entrada de novos produtores certificados. Dessa forma, a narrativa de que a comercialização de CBIOS proporciona receita recorrente e previsível merece qualificação: trata-se de receita recorrente em volume, na medida em que a eficiência é mantida, mas não necessariamente previsível em valor. Para a Usina Delta, isso implica a necessidade de tratar o CBIO como um ativo a ser gerenciado com instrumentos de mitigação de risco de preço, como contratos de venda antecipada ou diversificação do momento de negociação na B3, e não apenas como resultado automático da certificação, sob pena de a companhia ficar exposta a quedas de receita em anos de baixa cotação, como observado entre 2023 e 2025.

Dessa forma, quanto melhor for a nota de Eficiência Energético-Ambiental, mais Créditos de Descarbonização as usinas poderão emitir e comercializar na B3, contribuindo diretamente para a receita das usinas e, especialmente na cadeia de redução de emissões de poluentes vindos da atualização de seus combustíveis.

A fim de contextualizar com a Usina Delta, na Tabela 3.5 a seguir o consumo de combustíveis fosseis. De acordo com o relatório analisado da usina, foi identificado que ela possui uma grande parcela de sua utilização de combustíveis renováveis, inclusive, foi a partir da utilização do cavaco de madeira, que proporcionou a nota a adequada obtenção de certificação do RenovaBio. Porém, o consumo de diesel é expressivo e impacta diretamente no seu desempenho sustentável.

Tabela 5. Consumo de combustíveis pela Usina Delta

		2022/2023	2023/2024	2024/2025
Fontes não renováveis	Diesel	726.949,46	808.576,33	756.260,26
	Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	3.421,85	2.505,24	3105,07
	Gasolina	1.822,69	3.506,32	2.992,47
	Biodiesel	75.402,58	106.563,38	103.126,40
Fontes renováveis	Bagaço de cana-de-açúcar	22.180.007,88	21.281.552,94	21.197.019,00
	Cavaco de madeira	554.801,55	0	1.062,50
	Etanol hidratado	19.107,44	44.186,64	78.523,07

Fonte: Adaptado pelo autor a partir de (Delta Sucroenergia, 2026).

Dentro deste cenário de transição, a companhia apresenta solidez operacional, apresentando do último ano (volume de moagem e de produção agrícola), mas tem como desafio a agregação de valor utilizando a sustentabilidade competitiva, com ações especificadas para avanços seus resultados dós no RenovaBio.

Dessa forma, configura se a situação problema deste relato tecnológico: analise a transição do paradigma de competitividade baseada em custos para a agregação de valor via sustentabilidade, propondo intervenções na logística agrícola para a otimização da geração de Créditos de Descarbonização (CBIOS) no âmbito do RenovaBio. Assim, na seção seguinte, serão apresentados a análise e o prognostico do relato tecnológico.

ANÁLISE E PROGNOSTICO

As dimensões técnica, operacional e estratégica são aqui analisadas com o objetivo de compreender como cada uma influência a geração de CBIOS e, consequentemente, a competitividade sustentável da usina. Ademais, cabe destacar que, as análises tiveram como referência os critérios de certificação do RenovaBio, a lógica de cálculo da Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA) e informações secundárias oriundas dos relatórios institucionais e setoriais da Usina Delta. Tal abordagem se fez necessária, pois permite a avaliação da transição do paradigma competitivo baseado em custos para a agregação de valor via sustentabilidade, a fim que de, seja refletido na realidade operacional da empresa (GRAY, OWEN e ADAMS, 1996).

Para a Usina Delta, o RenovaBio deixou de representar apenas um marco regulatório e passou a operar como um instrumento estruturante de gestão estratégica. Isso fica evidente na própria trajetória da empresa: a reorganização de governança iniciada em 2012, com a criação da Delta Sucroenergia S.A., já direcionava a companhia para integrar desempenho operacional, controle ambiental e geração de valor, exatamente a lógica que o RenovaBio viria a monetizar a partir de 2017.

Na safra 2024/2025, o grupo Delta Sucroenergia processou mais de 11,9 milhões de toneladas de cana, gerando 1 milhão de toneladas de açúcar, 320 mil m³ de etanol e 562 mil MWh de energia limpa, resultando na geração de 510 mil CBIOS. Esse volume só se converte em Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA), e, portanto, em CBIOS, porque parte relevante da matriz energética da usina já é renovável, como o bagaço de cana, o etanol hidratado e o cavaco de madeira. Ou seja, o RenovaBio não cria a eficiência da Delta, mas é o mecanismo que transforma essa eficiência em ativo financeiro, dando sentido econômico a decisões que antes eram vistas apenas como custo ambiental.

À luz de Porter (1989) e da Visão Baseada em Recursos de Barney (1991), os CBIOS funcionam como um recurso difícil de imitar no curto prazo, pois exigem investimento contínuo em eficiência agrícola, industrial e em governança de dados, por meio do RenovaCalc, para sustentar uma nota elevada. É esse caráter raro e custoso de replicar que transforma a eficiência ambiental em diferencial competitivo, e não apenas em conformidade regulatória. Os dados de mercado reforçam esse argumento: entre 2020 e 2025, o volume de CBIOS comercializados na B3 saltou de cerca de 14,6 milhões para mais de 40 milhões de créditos vendidos, com picos de preço médio acima de R\$ 110 em 2022 e 2023.

Para uma usina como a Delta, cada ponto adicional na NEEA se traduz diretamente em mais créditos emitidos e negociáveis, ou seja, em receita recorrente, menos exposta às oscilações do mercado de commodities de açúcar e etanol. Isso responde diretamente ao objetivo deste relato: mostrar, com dados concretos, como a Delta está deslocando sua fonte de competitividade do menor custo de produção para a maior capacidade de mensurar e monetizar a descarbonização. Por outro lado, o próprio relatório da usina revela o limite dessa vantagem: o consumo de diesel na frota agrícola segue impactando negativamente a NEEA, mostrando que a vantagem competitiva via CBIOS ainda não está plenamente capturada, havendo valor que se perde por gargalos na etapa agrícola, ponto retomado com maior profundidade adiante.

Primeiramente, sob a dimensão técnica, constatou-se que a Usina Delta apresenta uma infraestrutura industrial robusta e tecnologicamente avançada, onde na última safra 2024/2025, produziu mais de 11,9 milhões de cana-de-açúcar, gerando assim 1 milhão de toneladas de açúcar e 320 mil m³ de etanol e 562 mil MWh de geração de energia limpa, o que resultou na emissão de 510 mil CBIOS (Delta Sucroenergia, 2026). Os resultados dos atributos de infraestrutura, contribuem positivamente para a eficiência energética do processo produtivo e para a redução da intensidade de carbono dos biocombustíveis produzidos.

Entretanto, a análise da eficiência energético-ambiental evidenciou parte significativa das emissões associadas ao ciclo de vida da cana-de-açúcar de seus derivados, permanece concentrado a etapa agrícola, especialmente no consumo de combustíveis fósseis, pela frota mecanizada, apesar de possuírem ótimos resultados com a utilização de fonte renovais, a Usina apresenta uma dependência, mesmo que parcial, de combustíveis fósseis em sua frota agrícola.

Esses fatores impactam diretamente na Nota de Eficiência e Energética-Ambiental (NEEA), revelando que, embora a usina apresente um desempenho produtivo elevado, ainda há limitações estruturais para o avanço em patamares superiores de desempenho energético-ambiental. Portanto, ao ser analisado separadamente, somente o quesito técnico não seria suficiente para maximizar a geração de CBIOS.

A fim de ilustrar o custo de oportunidade associado à permanência de fontes fósseis na matriz agrícola da Usina Delta, foi realizado um exercício estimativo simplificado, cruzando o volume de diesel consumido com um fator de emissão médio de combustão de aproximadamente 2,68 kg de CO₂eq por litro e o preço médio do CBIO no período correspondente.

Na safra 2024/2025, o consumo de 756.260,26 litros de diesel representa uma emissão estimada de aproximadamente 2.027 toneladas de CO₂eq. Caso essa fração fosse neutralizada por substituição integral por fontes renováveis já disponíveis na matriz da usina, como o próprio cavaco de madeira ou o biometano, o volume equivalente de CBIOS não gerados representaria, à cotação média de 2025 de R\$ 54,72, uma perda potencial de receita da ordem de R\$ 110 mil, chegando a aproximadamente R\$ 178 mil se considerado o preço médio de 2024, de R\$ 88,02.

É importante ressaltar que essa estimativa é simplificada e não substitui o cálculo oficial da RenovaCalc, que considera o ciclo de vida completo do biocombustível, e não apenas a queima direta de diesel; ainda assim, o exercício evidencia, em ordem de grandeza, que a dependência residual de combustíveis fósseis na etapa agrícola tem custo financeiro mensurável

e crescente, reforçando o argumento central deste relato de que a sustentabilidade não capturada representa perda econômica concreta.

Sob a perspectiva estratégica, a análise evidenciou que a permanência, mesmo que parcial, no paradigma tradicional, ainda gera um custo de oportunidade elevado. Em um ambiente regulatório, a eficiência ambiental é monetizada, cada variação negativa, representa perda direta de receita potencial no marco de CBIOS, além de poder limitar o posicionamento da empresa frente a critérios ESG exigidos pelo mercado.

Assim, é possível visualizar de forma clara que a sustentabilidade deixa de ser apenas um atributo reputacional para as empresas do setor sucroenergético, e passa a configurar um ativo imensamente estratégico que, com uma gestão inadequada compromete a captura de valor. Na situação problema aparentado por este relato tecnológico, não se resume apenas a necessidade de cumprir as exigências regulatórias, mas sim a capacidade da organização de incorporar a lógica da descarbonização, mas tem que ser um dos pilares da sua estratégia competitiva.

Dessa forma, a partir da análise realizada, o prognóstico indica que que a Usina Delta possuiu um elevado potencial de aumento de competitividade no âmbito do RenovaBio, que se demonstrou ser uma estratégia acertada para a empresa, que busca ser uma referência em eficiência operacional e gestão ambiental. A adoção de intervenções direcionadas diretamente a logística agrícola, tais como: otimização da rota entre as usinas e as fazendas, ideal para as usinas que planejam aumentar área produtiva, como a Delta; redução mais exponencial do consumo do diesel, por meio de investimentos em maquinários que utilizam energia renovável, como por exemplo: os equipamentos da marca New Holland T6 Methane Power, que utiliza o biometano; tratores movidos a etanol, como os apresentados pela John Dree, ideias para o clima tropical onde ficam as unidades da usina.

Além disso, a fim de fortalecer a governança de dados, poderia ser implementado um sistema de integração de dados voltados exclusivamente a gestão de RenovaBio, que permitia o preenchimento com maior precisão do RenovaCalc, mitigando perdas de eficiência não capturadas pelos indicadores oficiais. Tais medidas viabilizariam os ganhos operacionais oriundos da comercialização das CBIOS em receita recorrente, reduzindo os efeitos das oscilações do mercado de commodities. Assim, a sustentabilidade deixa de representar um custo adicional e passa a constituir o principal vetor de geração de valor e resiliência estratégica ao longo prazo.

RESULTADO E CONTRIBUIÇÕES

Retomando a premissa metodológica adotada neste relato, de que os relatórios de sustentabilidade não constituem instrumento neutro, mas mecanismo de interesses (GRAY, OWEN e ADAMS, 1996), é necessário aplicar essa lente crítica também às informações divulgadas pela própria Usina Delta, e não apenas descrevê-las. Observa-se, por exemplo, que o relatório institucional da companhia apresenta com destaque os indicadores favoráveis, como o volume de moagem, a produção de energia limpa e a fração de biocombustível elegível acima de 97%, mas não detalha com o mesmo nível de transparência os dados que evidenciam os gargalos identificados por este relato, como o custo de oportunidade da frota a diesel ou eventuais metas internas de redução desse consumo ao longo dos anos.

A ausência de indicadores mais granulares sobre a etapa agrícola, como metas anuais de redução de diesel, cronograma de eletrificação ou substituição de frota, limita a capacidade de terceiros, como investidores, pesquisadores e órgãos reguladores, de avaliar de forma independente o ritmo real de transição da companhia. Essa lacuna reforça, inclusive, um dos

achados centrais deste relato: a necessidade de fortalecer a governança de dados como pré-condição para que a eficiência ambiental seja não apenas alcançada, mas também auditável e comunicável de forma crítica ao mercado.

Os resultados apresentados nesta seção respondem diretamente à situação-problema previamente formulada, evidenciando como as intervenções propostas na logística agrícola e na gestão energética impactam a competitividade via RenovaBio. A Usina Delta promoveu mudanças estruturais na forma como a sustentabilidade é incorporada a gestão organizacional, fato este, que demonstrado em todo o relatório analisado. Transformando assim, as exigências regulatórios em oportunidades concertas de geração de valor econômico, operacional e estratégico.

A principal entrega observada refere-se à capacidade da usina em converter o seu desempenho energético-ambiental em ativos ambientais monetizáveis, por meio da emissão de Crédito de Descarbonização (CBIOS), proporcionando uma redução da dependência da volatilidade tica do mercado de commodities.

Os resultados indicam que a sistematização das informações exigidas pela certificação do RenovaBio permitiria maior visibilidade sobre os pontos críticos da pegada de carbono da produção, principalmente na frota agrícola. Essa análise contribuiu para a identificação de gargalos ainda existentes relacionados os consumos de combustíveis fosseis, mesmo que a Usina já tenha conseguido autonomia em grande parte de sua frota. A utilização de combustíveis fosseis ainda impacta significativamente a Nota de eficiência Energético-Ambiental (NEEA), que por sua vez, passou a ser reconhecida não apenas como uma meta ambiental, mas como uma variável estratégica de gestão.

Outro ponto positivo em relato ao relato tecnológico, na perspectiva estratégica, foi possível verificar que as formas de gestão que lidavam com a sustentabilidade como apenas um custo ou cumprimento de ações a serem realizadas, não possui mais espaço no âmbito empresarial. A sustentabilidade é um fortalecimento da marca, que traduz como as usinas se revolucionam, acompanhando as mudanças mundiais. Para Usina Delta, possuir a certificação RenovaBio fortaleceu o posicionamento instituição, frente as exigências de mercados e políticas públicas alinhadas a agenda ESG. A consolidação de indicadores ambientais auditáveis ampliou a credibilidade da empresa, contribuindo significativamente para a mitigação de riscos regulatórios, além de favorecer o acesso aos instrumentos financeiros associadas a sustentabilidade, como debentures e financiamentos vinculados a critérios ambientais

As contribuições que este relato faz ao setor sucroenergético é em oferecer um modelo aplicado na transição do paradigma competitivo baseado em redução de custos para a agregação de valor via sustentabilidade. O caso da Usina Delta demonstra que a eficiência energético-ambiental pode ser utilizada como um ativo estratégico, servindo de referências para outras dinâmicas da economia de baixo carbono.

Para a Usina Delta, este relato tecnológico contribuiu para evidenciar, de forma estruturada, como a integração de eficiência operacional, tecnologia e gestão ambiental e estratégica assertivas, podem potencializar os benefícios do RenovaBio o trabalho reforça a importância de tratar a sustentabilidade como elemento central de estratégia competitiva, com destaque para os ganhos ambientais, não capturados pelo sistema de gestão, que por sua vez, representam perdas econômicas relevantes ao mercado de CBIOS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do caso da Usina Delta, no contexto da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), permite concluir que o setor sucroenergético brasileiro atravessa uma mudança irreversível no paradigma competitivo: a transição do foco exclusivo no custo de produção para a valorização da eficiência ambiental. A adesão ao RenovaBio possibilita transformar

externalidades ambientais positivas em valor econômico mensurável, por meio da comercialização de Créditos de Descarbonização (CBIOS), que passam a configurar um ativo estratégico diretamente ligado à competitividade e à resiliência financeira das usinas.

Entretanto, o estudo evidencia que a captura plena desse valor depende da capacidade da empresa em integrar a sustentabilidade ao núcleo de sua estratégia, e não tratá-la de forma fragmentada ou reativa. No caso da Usina Delta, essa condição ainda não está plenamente atendida: apesar da elevada eficiência industrial e dos avanços na produção de bioenergia, a etapa agrícola concentra desafios relacionados ao consumo de combustíveis fósseis, à logística e à governança de dados, os quais impactam diretamente a Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA). Confirma-se, assim, a situação-problema proposta neste relato: a competitividade no setor sucroenergético não é mais definida apenas pela eficiência de custos, mas pela capacidade de mensurar, gerenciar e monetizar a descarbonização ao longo de toda a cadeia produtiva.

Conclui-se, portanto, que o RenovaBio deve ser compreendido como uma ferramenta de gestão estratégica, e não apenas como instrumento regulatório. A experiência da Usina Delta indica que investimentos em governança de dados, integração operacional e otimização da logística agrícola ampliam o potencial de geração de CBIOS, reduzem a exposição às oscilações do mercado de commodities e fortalecem o posicionamento da empresa frente às demandas da agenda ESG, desde que a sustentabilidade seja incorporada como critério central de decisão, e não apenas como custo de conformidade. Nesse novo paradigma, a menor pegada de carbono deixa de ser um indicador ambiental isolado para se tornar um dos principais diferenciais competitivos das agroindústrias inseridas na economia de baixo carbono.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **RenovaBio**: ANP divulga metas definitivas para as distribuidoras em 2026. Rio de Janeiro: ANP, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/anp>. Acesso em: 12 jul. 2026.
- BARNEY, J. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.
- BRANDÃO, P. R. C. **Responsabilidade ambiental**: análise dos fundamentos e instrumentos jurídicos para coibir lesões ao meio ambiente. **Revista Acadêmica Escola Superior do MP Ceará**, Ceará, set. 2019.
- BRASIL. [Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017]. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 154, n. 248, p. 1-2, 28 dez. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13576.htm. Acesso em: 4 abr. 2026.
- BUENO, M. P.; MACEDO, K. G. Desenvolvimento científico e tecnológico no setor sucroenergético face a sustentabilidade socioambiental no município de Frutal-MG. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 3, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.56083/rcv4n3-177>. Acesso em: 19 jul. 2026.
- CAMARGO, R. **Desconstruindo preconceitos**: a sustentabilidade do setor sucroenergético. União Nacional da Bioenergia, 2022. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2022/02/25/desconstruindo-preconceitos-a-sustentabilidade-do-setor-sucroenergetico.html>. Acesso em: 5 mar. 2026.
- DELTA SUCROENERGIA. **Delta Sucroenergia**. Delta Sucroenergia, 2026. Disponível em: <https://www.deltasucroenergia.com.br/>. Acesso em: 6 abr. 2026.

- FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil**: desafios competitivos para a indústria. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- GRAY, R.; OWEN, D.; ADAMS, C. **Contabilidade e Responsabilidade**: mudanças e desafios nos relatórios sociais e ambientais corporativos. London: Prentice Hall, 1996.
- KUPFER, D. **Padrões de concorrência e competitividade**. [S. l.]: [s. n.], 2002.
- MACHADO, R. D. Q. **Competitividade do setor sucroenergético brasileiro**: uma análise sob a ótica externa e setorial. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2023.
- MOZÃO, C. Análise de indicadores econômicos e financeiros: estudo em companhia brasileira do setor sucroenergético de 2015 a 2020. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. [número], n. [número], set. 2025.
- PAIM RIFAN QUINTAM, C.; ASSUNÇÃO, G. M. de. Perspectivas e desafios do agronegócio brasileiro frente ao mercado internacional. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 7, e473641, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i7.3641>. Acesso em: 19 jul. 2026.
- PORTER, M. E. **Estratégia competitiva**: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro: Campus, 1986.
- PORTER, M. E. **Vantagem competitiva**: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- POSSAS, M. L. Competitividade: fatores sistêmicos e política industrial - implicações para o Brasil. In: CASTRO, A. B.; POSSAS, M. L.; PROENÇA, A. (org.). **Estratégias empresariais na indústria brasileira**: discutindo mudanças. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.
- UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR E BIOENERGIA (UNICA). **Acompanhamento do processo de certificação de produtores de etanol ao RenovaBio**. [S. l.]: UNICA, 2024. p. 7.
- UNICADATA. **UNICADATA**: observatório da cana-de-açúcar. UNICADATA, 2026. Disponível em: <https://unicadata.com.br/listagem.php?idMn=4>. Acesso em: 8 abr. 2026.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO (UNIFESP). **Uso de bagaço de cana abre novas possibilidades**. Unifesp, 2021. Disponível em: <https://www.unifesp.br/reitoria/dci/apresentacao/item/2280-uso-de-bagaco-da-cana-abre-novas-possibilidades>. Acesso em: 5 mar. 2022