



ARTIGO

O MERCADO DE CARBONO NO BRASIL: DESAFIOS PARA A HARMONIZAÇÃO COM MECANISMOS SETORIAIS – RENOVABIO

AUTORES

Luiza Guitarrari, Ana Beatriz Aguiar e João Victor Marques

Este artigo expressa as opiniões dos autores, não representando necessariamente a opinião institucional da FGV.

Introdução

O mercado de carbono é um instrumento financeiro que envolve a comercialização de créditos de carbono, isto é, ativos intangíveis com valor monetário que representam determinado volume de emissões de gases de efeito estufa (GEE) evitadas ou removidas da atmosfera. A transação de créditos de carbono é realizada entre empresas, países ou outras entidades com o objetivo de cumprir metas ambientais/climáticas de modo voluntário ou mandatário no âmbito jurisdicional, nacional e internacional. Assim, o Mercado de Carbono voluntário e regulado consistem em atribuir um preço à externalidade negativa provocada por atividades econômicas com alta intensidade de emissões de carbono, com o objetivo de incentivar o desenvolvimento de processos, tecnologias e produção de energéticos de baixa emissão em determinados setores, países e no mundo.

Esse mecanismo foi mencionado pela primeira vez, em 1997, no Artigo 12º do Protocolo de Quioto, por ocasião da 3ª Conferência das Partes (COP 3) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, em inglês). Foram instituídos os princípios e diretrizes do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para apoiar o cumprimento de parte de compromissos quantificados de limitação e redução de emissões de países desenvolvidosⁱ.

Os avanços proporcionados pelo Acordo de Paris, em 2015, para a UNFCCC também se refletiram, conforme o Artigo 6º, no aprimoramento do MDL em Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS) e em abordagens cooperativas que impliquem o uso de resultados de mitigação internacionalmente transferidos para o cumprimento das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs, em inglês)ⁱⁱ. A regulamentação desses instrumentos que configuram um mercado global de carbono com transações entre países e empresas está em andamento desde a COP26 (Glasgow), em 2021, e concluída, na esfera política, na COP29 (Baku), em 2024.

Após pouco mais de 25 anos desde os primeiros compromissos internacionais de redução de emissões de GEE no Protocolo de Quioto, diversas nações optaram por estabelecer instrumentos de precificação de carbono, como o imposto sobre carbono e o sistema de comercialização de emissões (ETS, em inglês), sendo o modelo *cap-and-trade* o mais difundido desde o pioneirismo e influência exercidos pelo ETS da União Europeia (UE), criado em 2005.

O funcionamento do ETS consiste em – definido pela autoridade estatal o orçamento de carbono e a alocação de permissões baseadas em cotas de emissões para os setores econômicos – estabelecer um teto de emissões e sua redução programada às partes reguladas, que deverão negociar cotas ou compensações permitidas por meio de créditos de carbono em volume equivalente ao excedido no teto de emissões. Os agentes que emitiram abaixo do teto, por sua vez, poderão vender as cotas excedentes, criando-se, portanto, um mecanismo de mercado com incentivo às soluções de descarbonização e à alocação eficiente dos resultados de mitigação entre os setores econômicos com maior e menor dificuldade para reduzir emissões, a depender das tecnologias de baixo carbono disponíveis e acessíveis a cada um deles.

Os avanços esperados na expansão de ETSs no mundo com a regulamentação do Artigo 6º do Acordo de Paris podem beneficiar os países com maior potencial de geração de créditos de carbono e as atividades que proporcionam redução e remoção de emissões de forma duradoura. Atualmente, existem 36 ETSs em operação no mundo, além de 39 *carbon taxes*, que cobrem cerca de 24% das emissões globais e contribuem com US\$104 bilhões em receitas governamentaisⁱⁱⁱ. Somente os ETSs são responsáveis por 19% da cobertura de emissões e por US\$75 bilhões em receitas, em 2023, embora esses resultados se concentrem na UE, Alemanha, Reino Unido e jurisdições subnacionais como Califórnia e Washington, nos Estados Unidos^{iv}.

O mercado de carbono pode desempenhar um papel mais relevante no combate às mudanças do clima, consideradas outras ações integradas e igualmente importantes em uma política climática, além dos elementos de preço e abrangência elevados para garantir a efetividade dos ETSs. Com base no nível de complexidade econômica e nos desafios para mitigar emissões em diferentes localidades, o mercado de carbono surge como uma ferramenta neutra em escolhas tecnológicas e de implementação gradual, porém, requer ampla coordenação entre os setores, qualificação técnica, transparência e confiabilidade, considerando tanto o arcabouço político-regulatório específico de cada nação quanto as medidas para interoperabilidade e compartilhamento de boas práticas entre os diferentes mercados.

No Brasil, as diferentes propostas para a criação de um mercado de carbono regulado percorreram longa trajetória na esfera política até atingir um consenso entre os legisladores e setores econômicos. Após anos de proposições e revisões de projetos de lei, o imbróglcio político teve fim em dezembro de 2024, quando foi sancionada a Lei Nº 15.042/2024, que institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), previsto 15 anos atrás na Lei Nº 12.187/2009 que instituiu a

Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e tratado como prioridade pelo Plano de Transformação Ecológica, lançado pelo Ministério da Fazenda em 2023.

Recém-aprovado, o SBCE ainda levará um a dois anos para regulamentação, seguido por período transitório de submissão de planos de monitoramento e relato de emissões e remoções. Após isso, será implementado o primeiro plano nacional de alocação, culminando na operação plena do mercado. Nesse processo, a definição regulatória será fundamental para proteger os princípios do SBCE, entre eles: harmonização e coordenação entre os instrumentos disponíveis para alcançar os objetivos e as metas da PNMC, inclusive mecanismos de precificação setoriais de carbono.

Dessa forma, a integração e coordenação do SBCE com mecanismos setoriais, do qual pode ser citado o Crédito de Descarbonização (CBIO) previsto no RenovaBio e o Certificado de Garantia de Origem do Biometano (CJOB) recém-instituído pela Lei do Combustível do Futuro, é um desafio que exigirá clareza regulatória. Diante das incertezas sobre o funcionamento do mercado de carbono e o risco de empilhamento regulatório aos agentes do mercado, este artigo se propõe a analisar o SBCE à luz das experiências de mecanismos setoriais existentes no Brasil, em especial o RenovaBio.

1. A Trajetória do Mercado de Carbono nas Negociações Internacionais

A precificação do carbono foi idealizada pelo Protocolo de Quioto (1997) ao instituir mecanismos de flexibilização que apoiassem o cumprimento de metas de redução de emissões de GEE definidas para países desenvolvidos. Em vigor a partir de 2005, o Protocolo exigia a ratificação de ao menos 55 dos Estados-Partes da UNFCCC e o compromisso de países industrializados em mitigar 5,2% de suas emissões totais em relação a 1990 até o período de 2008 a 2012. Para isso, foram estipulados três mecanismos de mercado, voltados para o setor público e privado: o Comércio Internacional de Emissões (CIE), a Implementação Conjunta (IC), além do MDL.

O lançamento dessas iniciativas foi um ponto de partida ao instituir uma base técnica e institucional para a precificação do carbono, embora não tenham proporcionado o sucesso esperado em razão da baixa abrangência do Protocolo de Quioto e das críticas direcionadas ao MDL, como fraca integridade ambiental, altos custos de transação e governança complexa, além das barreiras erguidas por países à aquisição dos certificados de redução de emissão do MDL devido ao diferencial de preço, como de projetos florestais, em detrimento da demanda por tecnologias locais^v.

A evolução dos mecanismos de precificação de carbono foi impulsionada anos mais tarde com o Artigo 6º do Acordo de Paris (2015), que prevê o estabelecimento de um instrumento financeiro para apoiar a ambição das NDCs em mitigação de emissões de GEE e o desenvolvimento sustentável dos países. À época, o Acordo foi celebrado por 194 países participantes da COP 21, na qual países desenvolvidos e em desenvolvimento se comprometeram – com base no princípio de responsabilidades comuns, porém diferenciadas – a limitar o aquecimento global em 2°C, com esforços para 1,5°C, comparado aos níveis pré-industriais. Há, portanto, uma vantagem em abrangência relativamente ao Protocolo de Quioto^{vi}.

“Uma distinção importante entre o Acordo de Paris e o Protocolo de Quioto é a extensão dos compromissos nacionais. Enquanto apenas os países desenvolvidos (ou do Anexo I) tinham metas climáticas sob o Protocolo de Quioto, qualquer país pode apresentar uma contribuição climática voluntária, articulada em uma NDC, no modelo de base ascendente do Acordo de Paris. Portanto, qualquer país pode, em tese, atuar como comprador ou vendedor nos mercados do Artigo 6, dependendo de suas necessidades em determinado momento.” – Banco Mundial, 2022ⁱ

Porém, somente na COP26 (2021) houve o consenso global sobre procedimentos e diretrizes para a implementação dos mecanismos sob o Artigo 6º, como a transição do MDL para o MDS previsto no Artigo 6.4 e a comercialização dos Resultados De Mitigação Transferidos Internacionalmente (ITMOs, em inglês), de acordo com o Artigo 6.2. Na mesma ocasião, ocorreu a atualização das NDCs, que se beneficiam dos instrumentos do Artigo 6º, contribuindo para potencializar a expansão de instrumentos de precificação de carbono, como acordos de cooperação bilateral no âmbito do Artigo 6.2 e o desenvolvimento dos primeiros projetos para gerar reduções de emissões autorizadas sob o Artigo 6.4.

Três anos mais tarde, no âmbito da COP 29 em Baku (2024), as Partes definiram as bases de operacionalização do Mercado de Carbono Internacional, em linha com o Artigo 6.4^{vii}, permitindo que o Mecanismo de Crédito do Acordo de Paris (PACM, em inglês) seja administrado e supervisionado pela ONU, com competências atribuídas ao Órgão Supervisor do Mecanismo (SBM, em inglês). O SBM será responsável, por exemplo, por adotar requisitos para a aprovação de metodologias de contabilização de redução e remoção de emissões, além de atividades elegíveis, necessários para selecionar os projetos e respectivas unidades certificadas de emissões transacionáveis no mercado^{viii}. Os impactos estimados desse mecanismo somam US\$ 250 bilhões/ano em redução do custo de implementação dos planos climáticos domésticos com o estímulo a projetos como restauração florestal, energia sustentável; etc^{ix}.

O avanço na regulamentação do Artigo 6.4 também abrangem a forma de autorização de ajustes correspondentes para a utilização dos créditos no cumprimento de NDCs ou outro propósito de mitigação. Dessa forma, os países desenvolvidos poderão financiar projetos em nações em desenvolvimento e, em troca, receber créditos/licenças para emitir CO₂ em um determinado nível além de sua própria meta. O funcionamento desse mecanismo facilitará igualmente a interoperabilidade com o registro da comercialização dos ITMOs, do Artigo 6.2, que consiste em transações voluntárias e autorizadas entre os países com excedente de mitigação para o cumprimento de suas NDCs e aqueles com maiores desafios para mitigar emissões, incluindo os créditos gerados no PACM.

No que se refere ao Artigo 6.2, a COP29 avançou na regulamentação quanto ao processo de autorizações para o uso de ITMOs, as informações necessárias e a possibilidade de alteração ou revogação futura; a inclusão de informações adicionais pelos países, sobre como é estabelecida a linha de base e a originação dos ITMOs a partir das leis vigentes; os formulários e tabelas padronizados para o relato anual de informações; entre outras medidas relativas à revisão técnica e correção de inconsistências em relatórios.

Em suma, a operacionalização do Mercado de Carbono é um avanço fundamental na trajetória de negociações internacionais voltadas para a meta de neutralidade de carbono e descarbonização da Economia. A plena operacionalização do Artigo 6 dependerá, entretanto, da prática de Estados e agente privados, sinalizando os ajustes necessários para garantir maior ambição em mitigação. Aliado a isso, permitirá que países em desenvolvimento também sejam beneficiados pelo fluxo financeiro, transferência de tecnologia e compartilhamento de experiências proveniente da geração de créditos, em especial de projetos de redução de emissão por desmatamento e degradação florestal, conservação, manejo sustentável e aumento de estoque de carbono florestal (REDD+).

1.1. Modelos de Precificação do Carbono

Atualmente, são usuais dois tipos de Mercado voltados para a precificação do carbono: voluntário e regulado. No Mercado Voluntário, as demandas por neutralidade de emissões não são obrigatórias para empresas e agentes privados. Em vez disso, ocorrem de forma voluntária, representando uma redução adicional nas emissões. No Regulado, as atividades estão sujeitas às metas de redução de emissão nacional

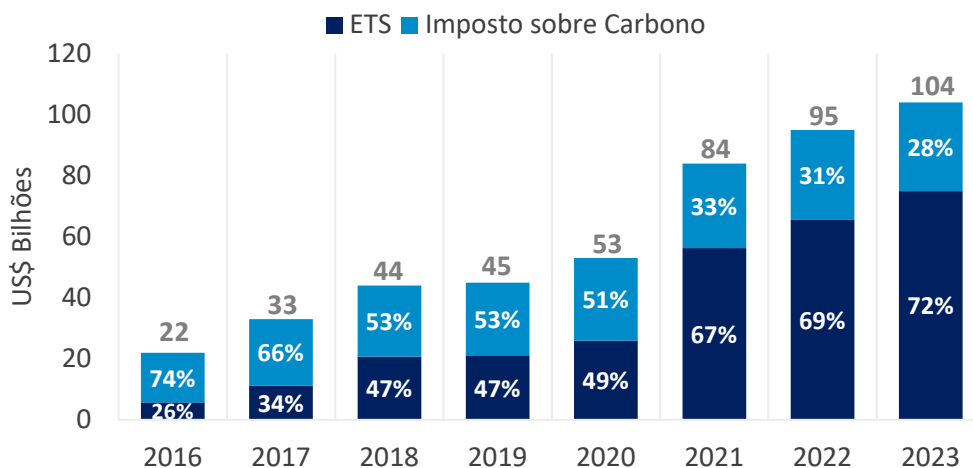
previstas pela NDC do país, e são supervisionadas por uma Autoridade reguladora e especificadas por lei para cumprir com o relato e redução/remoção de emissões.

O Mercado Regulado segue, em geral, o modelo *cap-and-trade* de sistemas de comercialização de emissões, nos quais a alocação de licenças/permissões de emissão a setores da economia ocorre a partir de um orçamento de carbono gerido por uma autoridade pública. As licenças (*allowances*) são distribuídas aos setores de forma gratuita ou por meio de leilões, e o resultado indica quais agentes emitiram acima ou abaixo do teto de emissões (*cap*) e o volume de licenças a serem comercializadas entre eles para abater as emissões acima do teto. Para fins de compensação de emissões (*offsets*), os agentes também podem adquirir determinada parcela de créditos de carbono adicionais de projetos externos ao ETS, definido pela legislação.

Além do ETS, o Imposto sobre Carbono (*Carbon Tax*) é uma ferramenta que precede os sistemas de comercialização e estabelece uma taxa a ser paga sobre os GEE emitidos ou intensidade de carbono, atribuindo um preço por tonelada de carbono equivalente a fim de desencorajar o consumo de determinado produto intensivo em carbono. Diferentemente do ETS, contudo, o *carbon tax* não promove uma alocação eficiente dos resultados de mitigação de emissões na economia e não cria incentivos a produtos mais sustentáveis.

Ao todo, 75 iniciativas de precificação no mundo estão em operação, com cobertura de 24% das emissões globais e geração de US\$ 104 bilhões em receitas, em 2023^x. Desde a implementação do Acordo de Paris, ETSs e *Carbon Taxes* contribuíram para que as receitas quintuplicassem, demonstrando o amadurecimento das iniciativas e a crescente adesão dos países (ver Gráfico 1).

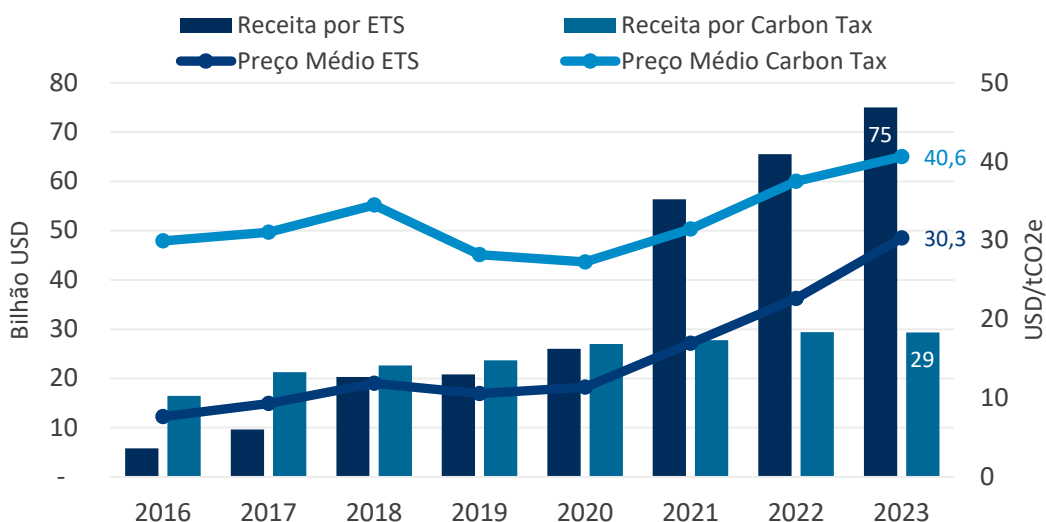
Gráfico 1: Receitas Governamentais com a Precificação de Carbono



Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial, 2024

Entre as iniciativas, as receitas globais oriundas de ETS ultrapassaram aquelas do *carbon tax* em 2021, impulsionadas pelos avanços observados na União Europeia e na China, considerados atualmente os maiores mercados regulados de carbono. Apesar do preço médio mais elevado do *carbon tax*, os ETS geram mais receitas porque cobrem volume superior de emissões de GEE (ver Gráfico 2), ao todo 19% das emissões globais ante 6% pelo *carbon tax*.

Gráfico 2: Relação Receita e Preço em ETS e Imposto sobre Carbono



Fonte: Elaboração própria com dados do Banco Mundial, 2024

Embora a trajetória dos preços indique um crescimento sustentado, o patamar para o ETS se encontra distante da faixa US\$ 50-100/tCO₂e desejada até 2030. As iniciativas para precificar o carbono carecem, em geral, da ambição necessária para promover as mudanças e atingir os compromissos do Acordo de Paris, e enfrentam desafios relacionados ao perfil de emissões de cada país e a promoção da competitividade econômica. No entanto, com o amadurecimento dos mercados de carbono nos próximos anos, mais setores da economia serão aglutinados e mais transações entre diferentes mercados serão realizadas.

Na América Latina, por exemplo, as emissões de GEE são predominantemente originadas dos setores de mudança no uso da terra e agropecuária, de modo que garantir aos países latino-americanos o melhor aproveitamento das oportunidades oferecidas por transações internacionais de créditos de carbono requer ações de mitigação prioritárias nesses setores. O planejamento de políticas de descarbonização complementares visa, nesse sentido, evitar que a geração de créditos de carbono seja acompanhada do aumento de emissões. No Brasil, o principal desafio porvir é regulamentar o mercado de carbono de modo que seja complementar às políticas

públicas existentes, prevenindo-se o acúmulo de exigências regulatórias em sobreposição e, com efeito, a penalização dos agentes.

2. O Mercado de Carbono Regulado no Brasil

O Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), instituído pela Lei Nº 15.042/2024¹, será regulamentado em até dois anos e operacionalizado ao longo de três anos seguintes. O órgão deliberativo do SBCE aprovará um Plano Nacional de Alocação com limites máximos de emissões definidos aos setores regulados, que incluem os agentes responsáveis por instalações ou fontes com emissão acima de 25 mil tCO₂e por ano. Para fins das obrigações impostas no âmbito do SBCE, a produção primária agropecuária foi excluída, ou seja, o setor agropecuário – responsável por cerca de 27% das emissões nacionais – não entra no mercado de carbono brasileiro.

Os agentes regulados deverão enviar ao órgão gestor do SBCE um relato de conciliação de obrigações, através do qual se apresenta o cumprimento de obrigações conforme o volume que dispõe de ativos integrantes do SBCE: Cota Brasileira de Emissão (CBE) e Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVE). Cada CBE ou CRVE representa uma tonelada de dióxido de carbono equivalente.

As CBEs serão alocadas entre os agentes de forma gratuita ou leilão conforme o Plano Nacional de Alocação e um percentual máximo de CRVE, a ser regulamentado, será admitido para a conciliação da obrigação. A CRVE é, por definição, um resultado de redução de emissão que segue metodologia credenciada e com registro no âmbito do SBCE. Em geral, o limite desses créditos varia de 5% a 15% em outras jurisdições no mundo e, portanto, tem um papel mais restrito no mercado regulado, mas há expectativa de que no Brasil este percentual seja superior devido ao potencial de geração de créditos de carbono.

O texto da lei antecipa que a geração de créditos de carbono para o mercado regulado será oriunda dos programas estatais e jurisdicionais REDD+², e projetos públicos e privados de redução ou remoção de GEE. As áreas aptas ao

¹ Em sua tramitação mais recente, o Projeto de Lei Nº 182/2024 foi aprovado no Senado Federal, em 13 de novembro de 2024, seguido pela Câmara dos Deputados, em 19 de novembro de 2024, e sancionado pela Presidência da República em Lei Nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024.

² Abordagens de políticas, incentivos positivos, projetos ou programas de REDD+ (Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes do Desmatamento e da Degradação Florestal, Conservação dos Estoques de Carbono Florestal, Manejo Sustentável de Florestas e Aumento de Estoques de Carbono Florestal).

desenvolvimento de projetos e programas de geração de créditos de carbono e de CRVE incluem terras indígenas, territórios quilombolas e outras áreas ocupadas por povos e comunidades tradicionais, unidades de conservação, projetos de assentamentos, florestas públicas não destinadas, entre outras. A regulamentação posterior deve definir demais atividades específicas para o SBCE.

No que se refere à possibilidade de um *carbon tax*, a Lei veda qualquer tributação sobre emissões de GEE por atividades, instalações e fontes reguladas pelo SBCE, ou seja, há a inserção de um dispositivo que busque assegurar aos agentes regulados a integração do SBCE com demais medidas tributárias e regulatórias com objetivo de, igualmente, proteger o meio ambiente, evitando empilhamento de tributos e taxas^{xi}. Neste mesmo espírito, o princípio de harmonização e coordenação entre os instrumentos disponíveis como os mecanismos de precificação setoriais de carbono foi incluído sob a justificativa de harmonizar o SBCE com o programa RenovaBio “para que os setores regulados pelo mercado de carbono não sejam duplamente imputador, visando o menor custo para a sociedade e maior alinhamento à [...] meta de redução de gases até 2030”^{xii}. A Lei, entretanto, não prevê tal integração de modo imediato, visando a preservação da segurança jurídica e dos objetivos do RenovaBio, mas abre margem para, no futuro, essa integração ser pensada ao longo da implementação gradual do SBCE^{xiii}.

O advento do marco legal do SBCE é, portanto, um passo inicial para um longo período de regulamentação e implementação gradual, sendo a harmonização e coordenação com políticas setoriais um desafio previamente sinalizado na discussão política e que colocará em tensão aspectos de integração e coexistência entre iniciativas que buscam precificar o carbono no Brasil.

2.1. O RenovaBio e o Mercado Setorial para Combustíveis

O RenovaBio é a Política Nacional de Biocombustíveis, instituída pela Lei nº 13.576/2017, que busca contribuir para a NDC do Brasil por meio da expansão da produção e do uso de biocombustíveis na matriz energética nacional. Para isso, o RenovaBio dispõe de instrumentos como mandatos de mistura de biocombustível, certificação da produção de biocombustíveis e crédito de descarbonização (CBIO). Assim, a política não se limita a uma abordagem de comando e controle, mas prevê instrumento de mercado para contribuir com a relação entre eficiência energético-ambiental na cadeia produtiva e redução de emissões no mercado de combustíveis.

O RenovaBio estabelece, desde 2019, metas anuais de descarbonização aos agentes regulados na distribuição de combustíveis. As metas compulsórias anuais são

definidas pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e desagregadas individualmente às companhias distribuidoras pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), conforme sua participação de mercado na comercialização dos combustíveis fósseis que tenham biocombustíveis substitutos em escala comercial: Gasolina Comum C, Gasolina Premium C e Óleo Diesel B^{xiv}.

O cumprimento das metas de descarbonização é atendido somente pela aquisição de CBIOS relativos a uma produção ou importação certificada de biocombustíveis. O CBIO equivale a uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (1 tCO₂eq) e é emitido de acordo com a nota de eficiência energético-ambiental da produção certificada.

Atualmente, os certificados de produção ou importação abrangem os biocombustíveis Etanol Anidro, Etanol Hidratado, Biodiesel e Biometano. Porém, outras rotas também estão aptas a obter Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis, a exemplo de combustíveis alternativos sintetizados por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA) como bioquerosene e diesel verde^{xv}.

Em cinco anos do RenovaBio, a política enfrenta desafios do lado da oferta e da demanda de CBIOS, refletindo-se na volatilidade de preços do crédito de descarbonização nos últimos anos. A experiência absorvida pela política tem testemunhado questionamentos quanto à disponibilidade adequada de oferta de CBIOS emitidos pelos produtores de biocombustíveis, ao cumprimento das metas individuais pelos distribuidores de combustíveis, à restrição da parte obrigada na aquisição de CBIOS aos distribuidores, à fungibilidade do CBIO com o crédito de carbono, entre outros.

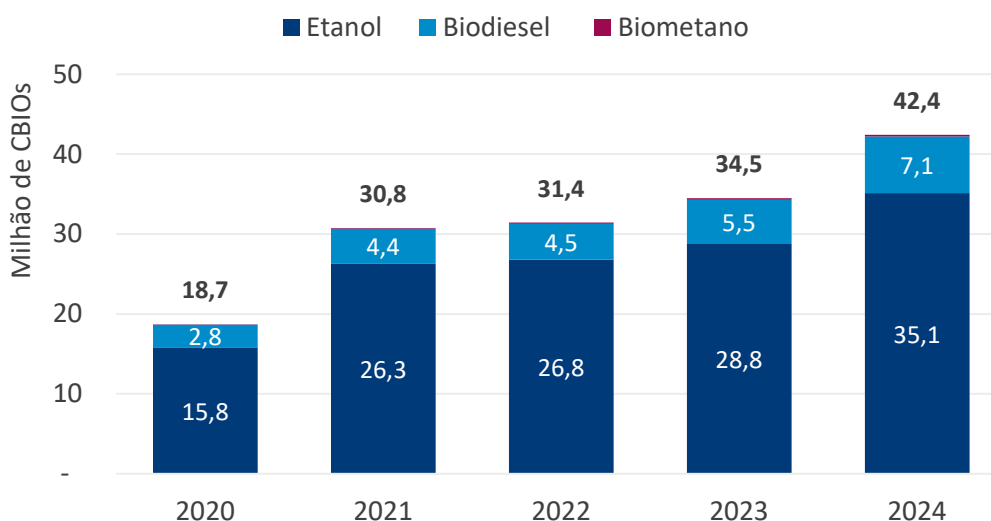
A trajetória do mercado de CBIOS testemunha a frequente revisão para baixo das metas anuais para o período decenal e o adiamento de seu cumprimento relativo às metas de 2022 e 2023³, em reflexo à situação da oferta de CBIOS e o comportamento dos preços. A revisão persistente pelo CNPE evidencia o risco de oferta insuficiente para as partes obrigadas cumprirem as metas, considerando que as metas anuais para aquisição de CBIOS são definidas observando os aspectos de disponibilidade e oferta de biocombustível, evolução da demanda de combustível e impacto dos preços na inflação.

³ O prazo para o cumprimento da meta de 2022 foi adiado de dezembro de 2022 para setembro de 2023, e referente à meta de 2023, de dezembro de 2023 para março de 2024.

Atualmente, a emissão de CBIOs depende majoritariamente da produção de etanol, seguida do biodiesel (ver [Gráfico 3](#)). Embora a produção do etanol seja predominante no lastro de CBIO, o maior crescimento nos últimos cinco anos foi registrado pelo biometano (+41% a.a.) e biodiesel (+26% a.a.), seguidos pelo etanol (+22% a.a.).

A dependência de CBIOs ao Etanol implica em vulnerabilidades atreladas à relação de competitividade entre combustíveis do Ciclo Otto, nos aspectos tributários e de resultados da safra da cana-de-açúcar por exemplo, com impactos sobre o consumo. E, no caso do biodiesel, à oscilação nos mandatos de mistura verificado nos últimos anos e o baixo volume elegível de biodiesel em lastro de CBIOs, que apresenta média nacional de apenas 40%. Nesse sentido, é relevante a expansão de rotas de produção de biocombustíveis para a melhorias das condições de oferta no mercado de CBIOs.

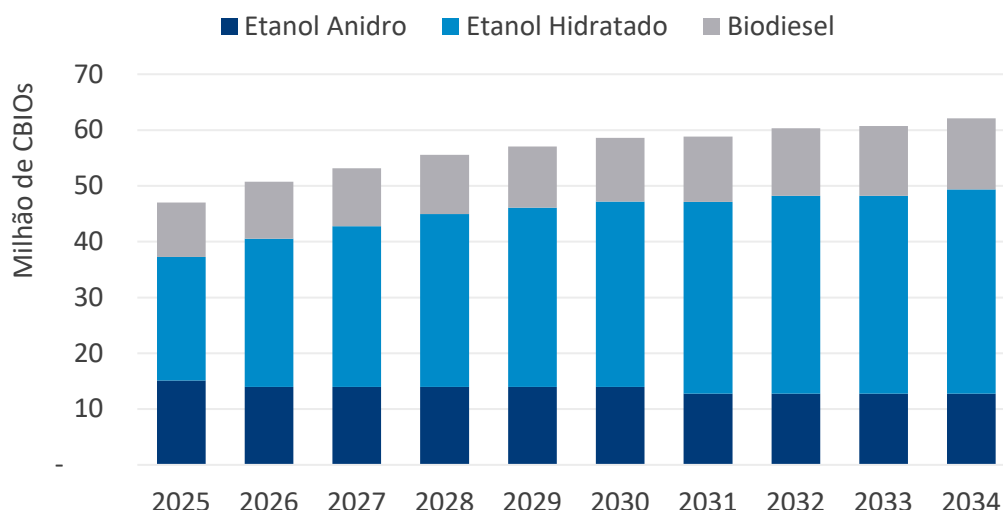
Gráfico 3: Oferta de CBIO por Biocombustível



Fonte: Elaboração própria com dados da ANP

Com base na projeção de demanda de biocombustíveis até 2034, segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2034) da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), e no fator médio de emissão de CBIOs por biocombustível, registrado na ANP, foi projetado o volume de CBIOs esperado até 2034, desconsiderando-se o percentual de volume elegível dos biocombustíveis para emissão de CBIO (ver [Gráfico 4](#)).

Gráfico 4: Projeção da Oferta de C BIO por Biocombustível



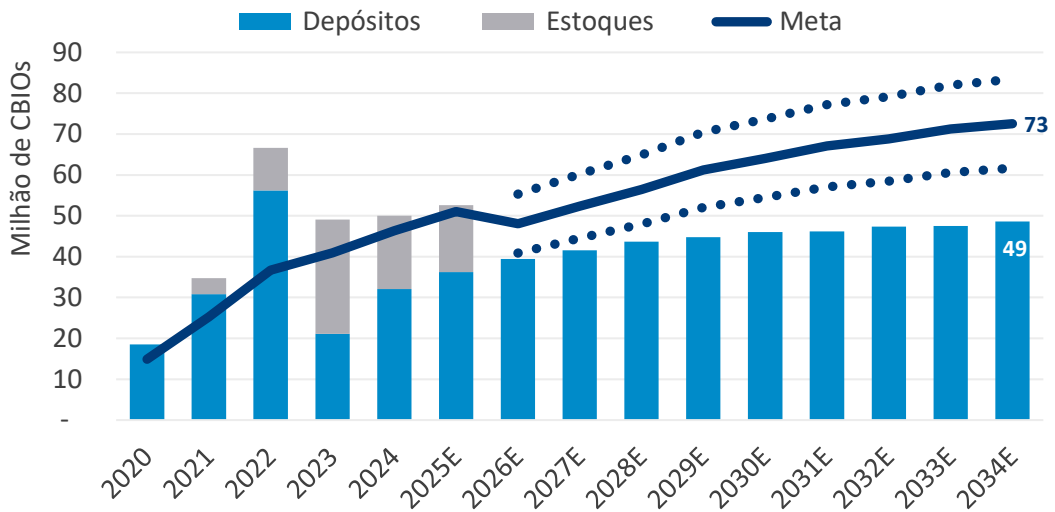
Fonte: Elaboração própria com dados da ANP

Por conseguinte, o volume esperado de C BIOs foi comparado às metas definidas pelo CNPE para o mesmo período⁴. Os ciclos analisados com respectivos volumes depositados e estoques consideram a extensão do prazo para cumprimento da meta de 2022 e 2023. Além disso, considera-se o atual volume elegível de biocombustível para emissão de C BIOs, a saber: Etanol Anidro (80,7%), Etanol Hidratado (90,6%) e Biodiesel (40,4%).

Assim, a relação entre meta e oferta (depósitos + estoque no último dia do ciclo anterior) indica que o volume depositado anualmente, a partir dos principais biocombustíveis produzidos e comercializados no país, não seria suficiente para atingir as metas estipuladas até 2034 (**ver Gráfico 5**). Com efeito, a tendência nos anos seguintes é o distanciamento oferta-meta – que atinge cerca de um terço da meta de 2034 – pressionando novas revisões pelo CNPE.

⁴ As metas dos ciclos concluídos (2020-2024) incluem os volumes, definidos pela ANP, relativos ao descumprimento de metas individuais compulsórias de ciclo anterior para aquele subsequente. A meta para 2025 representa a soma da meta definida pelo CNPE e o volume inadimplente do ciclo concluído em 2024.

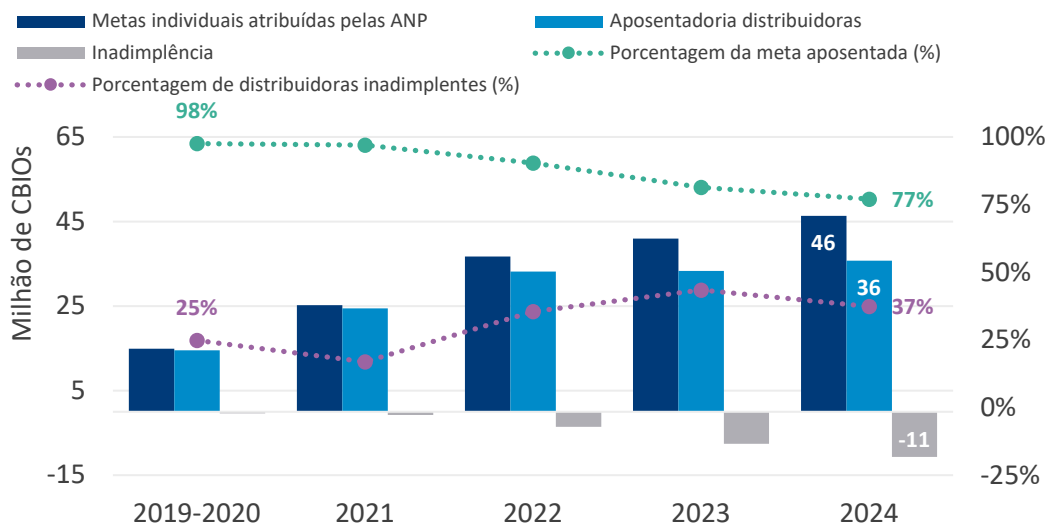
Gráfico 5: Projeção da Relação entre Metas e Oferta de CBIOS



Fonte: Elaboração própria com dados da EPE, ANP e CNPE

Em paralelo, a análise do cumprimento das metas individuais atribuídas às distribuidoras de combustíveis desde o início do RenovaBio revela que, durante o período inicial do programa, as metas foram quase integralmente alcançadas, com uma taxa de aposentadoria de 97-98%. Porém, a partir de 2022, o percentual caiu para cerca de 90% e, nos anos seguintes, a inadimplência se intensificou, como evidenciado pela crescente discrepância entre as metas atribuídas e os CBIOS efetivamente aposentados.

Gráfico 6: Inadimplência no Mercado de CBIOS



Fonte: Elaboração própria com dados da ANP

Em 2023, o índice de aposentadoria caiu para 81% e, no ano seguinte, 77%, representando o menor nível de cumprimento do período analisado. Contudo, em 2024, observou-se uma redução no percentual de distribuidoras inadimplentes. A ANP

destacou que, naquele ano, nove agentes anteriormente inadimplentes em 2023 cumpriram integralmente suas metas, incluindo as frações remanescentes de suas obrigações anteriores^{xvi}.

O aumento da inadimplência ao longo dos anos aponta para desafios crescentes para a efetividade do RenovaBio, relacionados a fatores como disponibilidade e oferta de CBIOS, definição de metas, preço dos créditos, atribuição das partes obrigadas e fiscalização. Esses desafios evidenciam as assimetrias da política e suscitaram amplas discussões no último ano.

Esse contexto de elevada inadimplência resultou na reavaliação de estratégias para assegurar os objetivos do programa, culminando na sanção da Lei nº 15.082/2024^{xvii}, que introduz penalidades mais rigorosas para o descumprimento das metas, incluindo:

- Tipificação do descumprimento das metas como crime ambiental;
- Aumento da multa máxima de R\$ 50 milhões para R\$ 500 milhões;
- Possibilidade de revogação da autorização para operação de distribuidores reincidentes;
- Proibição de importação direta para empresas inadimplentes; e,
- Transferência das metas pendentes para os sucessores de distribuidoras que tenham suas autorizações revogadas.

Essas medidas buscam aumentar a segurança jurídica e fortalecimento regulatório e fortalecer o cumprimento das metas de redução de emissões, consolidando o mercado de CBIOS como um instrumento essencial para a descarbonização da matriz de combustíveis no Brasil^{xviii}.

2.2. O Combustível do Futuro e o Certificado de Garantia de Origem do Biometano

O Biometano apresenta uma relevância crescente para a redução das emissões de GEE, a interiorização do acesso à energia e a gestão e o tratamento de resíduos. Com base nesses fatores, foi instituído pela Lei do Combustível do Futuro (Lei Nº 14.993/2024)^{xix} o Programa Nacional de Descarbonização do Produtor e Importador de Gás Natural e de Incentivo ao Biometano.

O atingimento de objetivos definidos pelo Programa, como estímulo à produção e consumo de biometano, dependerá de uma meta anual de redução de emissões de GEE no mercado de gás natural, a ser cumprida por meio da participação do biometano no consumo do gás. Essa obrigação, atribuída aos produtores e importadores de gás,

entrará em vigor em janeiro de 2026, com valor inicial de 1% e não poderá exceder a 10% de redução das emissões, a ser comprovada pela compra ou utilização de biometano no ano civil ou pelo registro anual da aquisição de Certificado de Garantia de Origem do Biometano (CJOB).

O CJOB é um certificado de rastreabilidade lastreado em volume de biometano produzido e comercializado pelo produtor de biocombustível, emitido por agente certificador de origem credenciado pela ANP, e visa incentivar o mercado de biometano a partir de um regime de compra compulsória do gás renovável no mercado de gás natural^{xx} levando em consideração desafios na infraestrutura de conexão de plantas de produção de biometano com as redes de distribuição e transporte de gás.

A flexibilidade em comprovar as metas de redução de emissão por meio da aquisição dos CJOBs e/ou da molécula de biometano se diferencia das políticas voltadas para biocombustíveis líquidos, que definem tanto os mandatos de mistura volumétrica para etanol e biodiesel quanto as metas de descarbonização do RenovaBio mediante a compra de CBIOS. O Combustível do Futuro, por outro lado, não estipula obrigação de injeção do biometano na rede de gás ou um percentual de mistura.

No tocante ao princípio de harmonização e coordenação entre mecanismos de precificação setoriais de carbono, previsto no SBCE, a definição de metas relativas ao Programa Nacional de Biometano pelo CNPE deverá, igualmente, observar “a integração e a compatibilidade” com as demais políticas e iniciativas direcionadas à redução das emissões, em especial o mercado de carbono regulado previsto na PNMC.

O desafio dessa integração reside, porém, na metodologia de redução de emissões certificada no CJOB e a fungibilidade desse papel com o crédito de carbono no SBCE, colocando incertezas quanto à estratégia mais eficiente para os agentes reduzirem sua emissão de GEE, uma vez que a aposentadoria do CJOB “poderá ser efetuada por qualquer agente interessado na incorporação do atributo ambiental ao seu produto ou processo”^{xxi}.

Comentários Finais

A evolução da precificação de carbono no mundo, especialmente com a regulamentação do Artigo 6º do Acordo de Paris, sinaliza a permanência desse instrumento para apoiar a ação global de combate às mudanças climáticas. Os sistemas de comercialização de emissões e o fomento a projetos de redução e remoção de carbono oferecem ao Brasil, em especial, a oportunidade de atuar como importante *player* global na geração de créditos de carbono, ao mesmo tempo em que impõe a

responsabilidade ao país de cumprir sua NDC e as respectivas metas setoriais de descarbonização.

A criação de um mercado regulado de carbono brasileiro, o SBCE, visa auxiliar a trajetória de descarbonização para os setores e agentes regulados, conectando o Brasil às tendências globais e prevenindo que a indústria nacional seja escanteada da evolução tecnológica verde e dos mercados com crescentes exigências ambientais e climáticas. A efetividade desse mecanismo depende, entretanto, de sua capacidade em colaborar com demais políticas públicas cuja ambição em comum seja a redução das emissões e a promoção da competitividade.

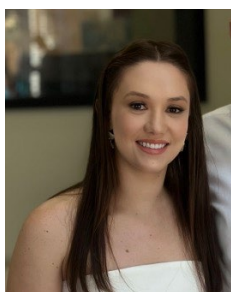
Assim, a precificação do carbono por meio de um mecanismo *economy-wide* como o SBCE deve se atentar à coexistência de mecanismos setoriais com estímulo a soluções de baixa emissão específicas, a exemplo de: mercado de CBIOs existente, voltado para a descarbonização do mercado de combustíveis mediante os biocombustíveis; e, mercado de CGOB em formação, voltado para a descarbonização do mercado de gás natural mediante o biometano.

Logo, o princípio de harmonização e coordenação previsto no SBCE requer o entendimento sobre a experiência do mercado de CBIOs, no qual cumpre corrigir previamente os desafios relacionados ao mandato do RenovaBio, como disponibilidade de CBIO e cumprimento das metas. A diretriz regulatória clara, que compreenda a relevância do SBCE e de mecanismos setoriais, é fundamental para que não apenas os agentes contribuam de forma efetiva e eficiente para a redução de emissões, mas também o RenovaBio e o Combustível do Futuro sejam instrumentos que fortaleça as ações climáticas do Brasil.

AUTORES



Luiza Gomes Guitarrari é Pesquisadora de Óleo, Gás & Biocombustíveis no Centro de Estudos de Energia da Fundação Getúlio Vargas (FGV ENERGIA). É Pós Graduada em Gestão de Petróleo e Gás pela Fundação Getúlio Vargas. Analista de Defesa, Graduada em Defesa e Gestão Estratégica Internacional pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente atua com ênfase em Inteligência de Mercado, Transição Energética e Geopolítica da Energia. Também atua como pesquisadora voluntária de Geopolítica da Energia pós-soviética no “Boletim Geocorrente”, periódico quinzenal da Escola de Guerra Naval vinculada a Marinha do Brasil. Acumula 5 anos de experiência em análises de conjuntura da geopolítica de energia da região pós-soviética, com ênfase no mercado de gás das regiões do Cáucaso Sul, Estados Bálticos e Rússia.



Ana Beatriz Soares Aguiar é Pesquisadora de Óleo, Gás & Biocombustíveis no Centro de Estudos de Energia da Fundação Getúlio Vargas (FGV ENERGIA) e doutoranda no Programa de Bioenergia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), cujo projeto está voltado para produção de biogás por meio da integração da vinhaça com resíduos da pecuária. Concluiu o mestrado em Engenharia Ambiental e o bacharelado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL). Acumula experiência em análises do mercado de biocombustíveis, com ênfase no levantamento e avaliação de dados relacionados à oferta, demanda, preços e regulação de mercado. Além disso, possui expertise técnica na produção de biogás e biometano, especialmente na integração de resíduos agroindustriais.



João Victor Marques Cardoso é Pesquisador da FGV Energia, com foco em estudos relativos à indústria de petróleo e gás, biocombustíveis e outras tecnologias de baixo carbono. Ao longo de sua carreira, também acumulou dez anos de experiência em análise geopolítica como pesquisador do Núcleo de Avaliação da Conjuntura da Escola de Guerra Naval. Concluiu o mestrado em Ciência Política pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) e o bacharelado em Relações Internacionais pela Universidade Federal Fluminense (UFF), com ênfase em cooperação internacional para o desenvolvimento. O seu trabalho inclui artigos e capítulos de livros que se aprofundam em mudanças climáticas, transição energética, segurança energética, geopolítica da energia e políticas de descarbonização.

MANTENEDORES FGV ENERGIA



REFERÊNCIAS

- ⁱ BRASIL (s/d). Ministério de Ciência e Tecnologia. Protocolo de Quioto À Convenção-Quadro Das Nações Unidas Sobre Mudança Do Clima, 1997. Disponível em: <http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/Protocolo_Quito.pdf>.
- ⁱⁱ BRASIL (s/d). Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação. Acordo de Paris, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf>.
- ⁱⁱⁱ BANCO MUNDIAL, 2024. Global Carbon Pricing Revenues Top a Record \$100 Billion. Banco Mundial. Publicado em: 21 mai. 2024. Disponível em: <<https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2024/05/21/global-carbon-pricing-revenues-top-a-record-100-billion>>.
- ^{iv} WORLD BANK. State and Trends of Carbon Pricing Dashboard. Disponível em: <<https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>>.
- ^v MOTTA, R. S. (2018). Precificação Do Carbono: Do Protocolo De Quioto Ao Acordo De Paris. IPEA. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9501/1/Precificac%C3%A7%C3%A3o%20do%20carbono.pdf>>.
- ^{vi} Tradução livre de trecho retirado de WORLD BANK (2022). State and Trends of Carbon Pricing 2022. Pg. 40. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10986/37455>>.
- ^{vii} MCTI (2016). Acordo de Paris. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf>.
- ^{viii} LACLIMA. Observatório do Acordo de Paris. Resumão da COP 29. Publicado em 24 de novembro de 2024. Disponível em: <<https://laclima.org/acordoparis/resumao-da-cop-29/>>.
- ^{ix} UNFCCC, 2024. COP29 Agrees International Carbon Market Standards. Publicado em de 12 novembro de 2024. Disponível em: <<https://unfccc.int/news/cop29-agrees-international-carbon-market-standards>>.
- ^x WORLD BANK. State and Trends of Carbon Pricing 2024. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstreams/253e6cdd-9631-4db2-8cc5-1d013956de15/download>>.
- ^{xi} SENADO. Emenda 25 PLEN – PL 182/2024. 05 de novembro de 2024. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9839089&ts=1734984300555&disposition=inline&ts=1734984300555>>.
- ^{xii} SENADO. Emenda 26 PLEN – PL 182/2024. 06 de novembro de 2024. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9839356&ts=1734984300566&disposition=inline&ts=1734984300566>>.
- ^{xiii} SENADO. Relatório da Senadora Leila Barros. 11 de novembro de 2024. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9840124&ts=1734984297682&rendition_principal=S&disposition=inline>.
- ^{xiv} ANP. Artigo 3º da Resolução ANP Nº 791, de 12 de junho de 2019. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-791-2019-dispoe-sobre-a-individualizacao-das-metas-compulsorias-anuais-de-reducao-de-emissoes-de-gases-causadores-do-efeito-estufa-para-a-comercializacao-de-combustiveis-no-ambito-da-politica-nacional-de-biocombustiveis-renovabio>>.
- ^{xv} ANP. Artigo 4º da Resolução ANP Nº 758, de 23 de novembro de 2018. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-758-2018-regulamenta-a-certificacao-da-producao-ou-importacao-eficiente-de-biocombustiveis-de-que-trata-o-art-18-da-lei-no-13-576-de-26-de-dezembro-de-2017-e-o-credenciamento-de-firmas-inspetoras>>.
- ^{xvi} ANP, 2025. Comprovação das metas individuais de 2024 por distribuidor de combustíveis. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/comprovacao-das-metas-individuais-de-2024-por-distribuidor-de-combustiveis>>.
- ^{xvii} BRASIL. LEI Nº 15.082, DE 30 DE DEZEMBRO DE 2024. Altera a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, que dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), para nela incluir os produtores independentes de matéria-prima destinada à produção de biocombustível; e altera a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2024/Lei/L15082.htm>.
- ^{xviii} EIXOS, 2025. Lula sanciona lei que muda rateio de receitas dos CBIOS e endurece penalidades do RenovaBio; entenda. Disponível em: <<https://eixos.com.br/politica/lula-sanciona-lei-que-muda-rateio-de-receitas-dos-cbios-e-endurece-penalidades-do-renovabio-entenda/>>.
- ^{xix} BRASIL, 2024. Lei 14.993 de 08 out. 2024. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14993.htm>.
- ^{xx} ABEGÁS, 2024. O que é o Programa Nacional de Biometano discutido no Combustível do Futuro. Associação Brasileira das Empresas de Gás Canalizado (ABEGÁS). Publicado em: 04 mar. 2024. Disponível em: <<https://www.abegas.org.br/arquivos/89347#:~:text=O%20CGB%20%C3%A9%20um%20certificado,as%20caracter%20ADsticas%20do%20processo%20produtivo>>.

^{xxi} BRASIL, 2024. Lei 14.993 de 08 out. 2024. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14993.htm>.