



João Pessoa, v. 24 n. 57, set.- dez. 2025

A regulação da atividade de CCS no Brasil e o caso pioneiro da implementação de BECCS na Indústria de Etanol de Milho

Ingrid Borba *

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

<https://orcid.org/0009-0009-2559-8583> 

Luciana Braga**

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

<https://orcid.org/0000-0001-9564-7939> 

Resumo: O Brasil dispõe de um conjunto de características estruturais que o posicionam de maneira estratégica ao avanço das tecnologias de emissão negativa, decorrentes da articulação entre a ampla disponibilidade de recursos para bioenergia, a evolução recente do arcabouço regulatório e a orientação das políticas públicas voltadas ao atendimento dos compromissos internacionais assumidos pelo país. Este artigo avalia três vias que se complementam: a regulação experimental por projeto piloto, o primeiro projeto de bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS) no país, ainda em fase de autorização na Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), e o pacote de instrumentos normativos, aprovado nos últimos anos, em especial em 2024, que aponta para o comprometimento do país com a transição energética. Utiliza-se uma abordagem que combina estudo de caso e revisão, com análise qualitativa, de governança regulatória. O artigo aponta lacunas na regulação existente que precisam ser sanadas para criar um ambiente que impulse e dê segurança jurídica à atividade de captura e armazenamento geológico de dióxido de carbono, tais como, a ausência de regras claras para a transferência de responsabilidade após o período de injeção e monitoramento obrigatórios, bem como a necessidade de desenvolvimento do mercado regulado de carbono.

Palavras-chave: *Net Zero; ANP; Mercado de Carbono; Bioenergia; Projeto-Piloto; Regulação.*

* Especialista em Regulação pela ANP. E-mail: ibbarbosa@anp.gov.br

** Doutora em Economia da Energia pela Université Grenoble-Alpes (França). E-mail: lbraga@anp.gov.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Programa de Pós-Graduação em Ciências Jurídicas

DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1678-2593.2025v24n57.77339>

A regulação da atividade de CCS no Brasil e o caso pioneiro da implementação de BECCS na Indústria de Etanol de Milho

Ingrid Borba

Luciana Braga

1 INTRODUÇÃO

O Brasil atualizou, em novembro de 2024, o compromisso voluntário de reduzir as emissões líquidas de gases de efeito estufa de 59% a 67% até 2035, tomando como base os níveis de 2005, apresentados no *Inventário Nacional de Emissões Antropogênicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa*. A meta é uma “faixa” (“band target”), o que dá alguma flexibilidade para levar em conta variáveis econômicas, tecnológicas e de cooperação internacional. A nova Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira vai ao encontro do esforço global em limitar o aumento da temperatura média do planeta à 1.5° em relação aos níveis pré-industriais. Reitera, ainda, os compromissos do país em atingir a neutralidade líquida de suas emissões (*Net Zero*) até 2050 e de zerar o desmatamento ilegal até 2030.

Ainda que historicamente o maior desafio do Brasil esteja associado ao desmatamento e ao uso da terra, a NDC contempla todos os setores da economia, e sua implementação depende de planos que combinem políticas públicas e instrumentos de mercado. O setor energético, hoje, é o terceiro maior emissor de gases de efeito estufa (GEE) no país. A matriz energética brasileira, apesar de ter 50% como fonte renovável¹, bem superior à mundial, ainda necessita de fontes

¹Balanco Energético Nacional 2025, <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2025>. Acesso em: 20 nov. 2025.

não-renováveis em sua composição. Nesse contexto, discutir sua sustentabilidade é parte fundamental para o Brasil atingir as metas definidas nos acordos internacionais, o que inclui inovação, soluções tecnológicas e priorização do debate no ciclo de políticas públicas.

O Brasil vem empreendendo ações claras com este foco, publicando inúmeros normativos, que serão base da revisão regulatória pretendida neste artigo. Cita-se a Resolução CNPE nº 5/2024, Resolução CNPE nº 8/2024, Resolução CNPE nº 7/2025, Lei nº 14.993/2024, Lei nº 15.042/2024, Lei nº 15.103/2025, entre outras. Compreender este recente arcabouço legal, que se caracteriza por uma governança transversal, envolvendo MME, MMA, MDIC, agências reguladoras, inclui apontar suas oportunidades regulatórias e tecnológicas, mas também destacar os riscos associados à implementação destas.

O objeto de estudo deste artigo está dentro das oportunidades tecnológicas trazidas como solução para a descarbonização da matriz energética brasileira – a captura e armazenamento de carbono (CCS), mais especificamente, a bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS). A consolidada produção de biocombustíveis, com forte participação de etanol na matriz, bem como a presença no território nacional de um conjunto expressivo de bacias sedimentares potencialmente adequadas à estocagem, somada a experiência brasileira de reinjeção de CO₂ em reservatórios geológicos nas atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural, situam o Brasil entre os poucos países capazes de gerar emissões negativas em larga escala por meio dos projetos de BECCS.

A Lei do Combustível do Futuro definiu a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) como órgão responsável pela regulação do CCS no país. A Agência, mesmo antes da publicação da lei, divulgou em abril de 2024 estudo regulatório apresentando uma análise técnica, econômica e ambiental da atividade no contexto brasileiro. A apreciação do “Relatório sobre a

implementação do marco regulatório de CCUS no país” fará parte deste artigo, bem como o estudo de caso do primeiro projeto em processo de autorização na ANP, conduzido pela empresa FS Indústria de Biocombustíveis Ltda. (FS), que visa capturar dióxido de carbono de sua planta de etanol de milho, localizada em Lucas do Rio Verde, e armazená-lo na Bacia do Parecis.

Ao final do mapeamento do arcabouço normativo, bem como do estudo de caso acima, espera-se identificar as lacunas regulatórias mais imediatas que precisam ser solucionadas a fim de não se tornarem entraves à viabilidade, à segurança jurídica e à escalabilidade dos projetos de BECCS no Brasil.

2 MARCO REGULATÓRIO DO BECCS

O arcabouço emergente para viabilizar a tecnologia de BECCS no Brasil vem sendo moldado por um conjunto de instrumentos legais e normativos, que sinalizam o comprometimento do país no atingimento do cenário de emissões líquidas zero (*Net Zero*), meta global para 2050, que como apontado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), tem a remoção de carbono da atmosfera (CDR) como um dos seus pilares².

O conjunto de políticas públicas compreende atos infralegais, como as diretrizes estratégicas publicadas pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), orientando a política energética nacional; e as normas legais, propostas pelo Ministério de Minas e Energia (MME), que criam direitos, obrigações e competências para agentes públicos e privados.

A Resolução CNPE nº 5/2024 instituiu a Política Nacional de Transição Energética - PNTE, o Plano Nacional de Transição Energética – Plante e o Fórum Nacional de Transição Energética –

² *Fact Sheet* sobre tecnologias de mitigação de emissões no E&P, pg.1.

Fonte, que orientam para a necessidade de reduzir a intensidade de carbono da matriz energética brasileira, com o aproveitamento racional das fontes de energia em coerência com as políticas e os compromissos internacionais assumidos. Assim, incorporar instrumentos e tecnologias capazes de promover emissões negativas e ampliar o papel das fontes renováveis vai ao encontro do PNTE.

Art. 3º São diretrizes da PNTE:

I - promover medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas no setor de energia, em linha com o Plano Nacional sobre Mudança do Clima;

XI - apoiar a identificação e a promoção de áreas prioritárias para pesquisa, desenvolvimento, adensamento produtivo e tecnológico, inovação e capacitação orientadas à transição energética;

Art. 6º O Plante tem os seguintes objetivos:

III - apoiar a atração e o aporte de investimentos nacionais e estrangeiros, de modo que a transição energética pretendida seja conjugada com o desenvolvimento e adensamento produtivo e tecnológico no Brasil;

O CCS se insere como tecnologia habilitada nesta lógica, ao oferecer não apenas um meio de descarbonizar o setor de bioenergia, mas também como solução complementar para setores de difícil descarbonização, as indústrias *hard-to-abate*, como cimento, aço e química pesada.

A Resolução CNPE nº 8/2024 estabelece que é do interesse da Política Nacional de Energia mitigar as emissões de gases de efeito estufa provenientes de projetos de exploração e produção de petróleo e gás natural e definir diretrizes para esse fim. Apesar de ser voltada especificamente para o setor O&G, tem em suas diretrizes o fomento ao desenvolvimento tecnológico e o estímulo à criação e à adoção de novas tecnologias de descarbonização; além da busca por reduzir as emissões de dióxido de carbono e de metano – este último em linha com o Compromisso Global de Metano (GMP).

No âmbito desta resolução, a EPE também foi incumbida de elaborar estudos de cenários para a descarbonização do setor, e em Relatório Final – Cenários de Descarbonização do E&P, publicado em março de 2025, destaca a importância de que os Planos de

Desenvolvimento (PD), solicitados nos projetos apresentados à ANP, exijam alternativas para descarbonização, dentre elas a adoção de CCUS (Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono) e a ampliação do uso de energias renováveis nos campos³.

Outra publicação recente que reforçou a relevância do CCS como alternativa essencial para inovação energética foi a alteração da Resolução CNPE nº 2/2021, por meio da Resolução CNPE nº 7/2025. Essa mudança recomendou à ANEEL e à ANP, que no escopo de suas competências, priorizassem a alocação dos recursos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) regulados por essas agências para temas ligados à transição energética, incluindo a captura, estocagem, movimentação e uso de dióxido de carbono. É o caso do projeto São Tomé/ Cabiúnas, submetido pela Petrobras à ANP, 100% PD&I, citado no Relatório de CCUS publicado pela Agência, que tem potencial para ser um dos grandes hubs de CCUS previstos no mundo⁴.

Em outubro de 2024, foi sancionada a Lei do Combustível do Futuro (Lei nº 14.993/2024), marco decisivo para o desenvolvimento do CCS/ BECCS no país, e que estabelece a ANP como órgão responsável pela autorização do exercício da atividade de captura de dióxido de carbono para fins de armazenamento geológico, seu transporte por meio de dutos e estocagem geológica. Este ato normativo traz ainda o prazo de 30 anos para a autorização, prorrogável por igual período, podendo ser modificado pelo Executivo em razão de relevante interesse público.

A ANP ficou responsável por editar normas de habilitação dos interessados, bem como as condições para possível transferência de responsabilidade. No entanto, a Lei não explicita como fica a responsabilidade pelo monitoramento do dióxido de carbono injetado ao fim do prazo de autorização. Traz apenas no artigo 29, que o

³ Relatório Final, pg. 37

⁴ Relatório sobre a implementação do marco regulatório de CCUS no país, pg. 32

monitoramento faz parte das obrigações do operador da estocagem geológica, bem como a garantia de que o armazenamento ocorrerá de forma segura e eficaz, seguindo planos de monitoramento e de contingência.

São obrigações do operador, também, a realização de inventário de armazenamento e vazamento, com comparativos entre previsto e realizado, a alimentação de banco de dados na ANP por meio de registros técnicos relacionados à operação de armazenamento, e a adoção de práticas que garantam a integridade do armazenamento, atuando de forma preventiva e corretiva quando necessário.

Como reguladora da atividade de captura de dióxido de carbono para fins de estocagem geológica, seu transporte por meio de dutos e sua estocagem geológica, a ANP tem a competência de dar às partes interessadas o acesso a dados técnicos públicos sobre as bacias sedimentares brasileiras para análise, estudos e identificação do potencial dessas áreas. Ademais, nos termos da Lei nº 14.993, em caso de áreas já sob contrato de exploração e produção, a ANP deve ouvir previamente o detentor dos direitos antes de conceder autorização para atividades de estocagem. Já em situações de impossibilidade de desenvolvimento simultâneo entre a estocagem em blocos de armazenamento e atividades preexistentes de exploração, produção ou mineração, caberá ao Ministro de Estado de Minas e Energia decidir sobre o uso prioritário, após ouvir as partes interessadas.

Ressalta-se que a atividade de injeção e armazenamento de dióxido de carbono para fins de recuperação avançada de hidrocarbonetos (EOR) não é objeto da lei em questão. No entanto, a experiência acumulada nessas operações representa um ativo regulatório e tecnológico relevante, pois a regulação da ANP para as operações da fase de produção, já contempla a possibilidade de reinjeção do CO₂ para fins de EOR, como no caso do projeto da Petrobras no pré-sal. Este projeto é considerado o maior empreendimento de EOR por reinjeção de CO₂ do mundo, segundo o

Global CCS Institute (GCCSI).

Por fim e mais recente, a Lei nº 15.103/2025 institui o Programa de Aceleração da Transição Energética (PATEN) para incentivar o financiamento de projetos de desenvolvimento sustentável. Esta Lei apresenta uma via de financiamento para atividades relacionadas à transição energética, destacando o papel do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social do Brasil (BNDES) na promoção do financiamento, e relaciona explicitamente em seu artigo terceiro a captura e o armazenamento de carbono como setores prioritários nos projetos de desenvolvimento sustentável.

3 REGULAÇÃO EXPERIMENTAL POR PROJETO-PILOTO

Em dezembro de 2024, a diretoria colegiada da ANP autorizou, por unanimidade, que a análise de projetos relacionados à atividade de captura e estocagem de carbono, em andamento ou em vias de implantação, seja feita por meio da regulação experimental por projeto-piloto, enquanto o processo de regulamentação específica não for finalizado. A medida considera a necessidade de uma resposta regulatória célere frente aos planos já apresentados à Agência, ainda que em estágio inicial, face à emergência climática e ao cenário de inovação trazido por essas novas tecnologias.

O uso do ambiente experimental permite que os reguladores gerem evidências ou informações de forma antecipatória, reduzindo incerteza e estabelecendo uma base regulatória mais apropriada para suas decisões e ações futuras. No caso da regulação experimental por projeto-piloto, o teste de inovações regulatórias ocorre antes mesmo delas serem implementadas, quando ainda não há arcabouço normativo robusto determinado. É utilizado, principalmente, em abordagens inovadoras de infraestrutura e tecnologia, e os projetos

devem fornecer o máximo de coleta e compartilhamento de informações.

Assim, a construção da regulação para a atividade de captura e armazenamento de CO₂ buscará, além da experiência internacional, se utilizar de *condições de contorno mínimas que garantam, de um lado, segurança jurídica para o investidor e, de outro, garantias para a sociedade quanto à exploração segura, social e ambientalmente responsável*⁵. Nesse sentido, em seu relatório, a ANP identificou os principais normativos vigentes e as regras transnacionais⁶ que poderiam ser aproveitados na experiência de regulação por projeto-piloto, apontando ainda as lacunas regulatórias potencialmente geradoras de insegurança jurídica para o desenvolvimento da atividade.

A Agência publicou Norma Interna (NIANP-STM-CGDT-001)⁷ que *define os critérios aplicáveis e estabelece a metodologia a ser utilizada no planejamento, desenvolvimento, avaliação e melhoria contínua do processo de trabalho para gerir a autorização para o exercício da atividade de captura e estocagem de carbono*. Recomenda que seja feita por etapa, isto é, essencialmente sequencial, com o avanço do projeto dependendo da conclusão bem-sucedida da etapa anterior.

Assim, projetos em escala comercial ou projetos de PD&I serão recepcionados na ANP sob essas condicionantes – avaliação em etapa, aproveitamento da base normativa existente dentro da agência reguladora, e construção de regulamento específico concomitante ao andamento, grau de maturidade e exigências dos primeiros projetos de CCS, que podem comportar atores e configurações de negócio

⁵ Relatório sobre a implementação do marco regulatório de CCUS no país, pg. 36

⁶ Para mais informações sobre regras transnacionais, veja: Luciana Palmeira Braga, Helder Queiroz Pinto. The transnational governance model as a necessary tool for building a transnational regulatory system for the de-carbonization actions for the oil and gas sector, **The Journal of World Energy Law & Business**. Volume 17, Issue 6, December 2024, Pages 422–443, <https://doi.org/10.1093/jwelb/jwae017>.

⁷Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/relatorios/arquivos/nianpstm01.pdf>. Acesso em 15/11/2025

bastante distintas entre si. É nesse contexto que se insere a avaliação da iniciativa de BECCS, desenvolvida pela FS Indústria de Biocombustíveis Ltda (FS) que, em outubro de 2024, requereu a qualificação de seu projeto, em desenvolvimento no Município de Lucas do Rio Verde, Estado do Mato Grosso, como apto a integrar o ambiente experimental regulatório, conduzido pela ANP.

4 O CASO DA FS INDÚSTRIA DE BIOCOMBUSTÍVEIS LTDA.

A FS é a primeira produtora de etanol do Brasil 100% a partir do milho. A empresa está inserida no RenovaBio⁸, política que estabelece metas compulsórias de descarbonização e remunera a eficiência energético-ambiental dos biocombustíveis por meio dos Créditos de Descarbonização (CBIOS). A FS consolidou-se como uma das usinas com melhores notas de eficiência do programa, devido à elevada performance agrícola e industrial de suas operações. Em seu Relatório de Sustentabilidade 2024/2025 informa o compromisso na busca, em uma de suas plantas, da emissão negativa de carbono a partir da implementação do sistema de BECCS.

O projeto irá capturar dióxido de carbono biogênico de alta pureza durante o processo de fermentação do etanol de milho produzido na planta da FS localizada em Lucas do Rio Verde, que será injetado para armazenamento permanente na Bacia do Parecis, no Mato Grosso, em profundidade maior do que 800m, suficiente para mantê-lo em estado supercrítico nas condições de pressão hidrostática.

Empreendimento pioneiro no país, tem o potencial de capturar e estocar cerca de 423 mil toneladas de CO₂ por ano, com capacidade futura de armazenar 12 milhões de toneladas ao longo de 30 anos. O CO₂ sairá das dornas de fermentação com pureza de 95 a 98 %, passará

⁸ Para mais informações, veja: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio>.

por um processo de compressão e, posteriormente, pelo estágio de desidratação, atingindo uma pureza de 99,99 % e teor de água da ordem de 120 ppm⁹, sendo depois transportado por tubulações até camadas porosas do subsolo.

O processo de solicitação de autorização para o desenvolvimento da atividade de BECCS na ANP foi instaurado antes mesmo da publicação da Lei do Combustível do Futuro, que posteriormente atribuiu à Agência a competência regulatória sobre a captura e a estocagem geológica de CO₂. Ainda assim, a ANP tem aplicado a nova legislação ao processo em curso, em conformidade com seu próprio entendimento regulatório e sem prejuízo à análise iniciada anteriormente.

Até o momento, a ANP autorizou apenas a perfuração de poços pela empresa FS, com o objetivo de aquisição, processamento e análise de dados técnicos geológicos, nos termos da Resolução ANP nº 889/2022. Ou seja, não contempla autorização para o armazenamento de dióxido de carbono, limitando-se à realização de estudos por meio da aquisição de dados geocientíficos, incluindo perfurações de poços, perfilagens, testemunhagens e testes de injetividade com água em poços estratigráficos, para conhecimento das formações geológicas da Bacia do Parecis.

A avaliação do potencial geológico da bacia ocorreu em diferentes fases. Os dados preexistentes do poço 2-SM-1-MT, disponibilizados pela ANP em 2020, identificaram uma expectativa de reservatório. No segundo momento, houve um levantamento de sísmica 3D no entorno da usina, que “foram interpretados pela Schlumberger, com a criação de modelagem dinâmica de reservatório, modelos estáticos, modelos mecânicos, modelos de rocha e modelos geoquímicos para entender como seria o comportamento da pluma neste reservatório com base ainda no poço 2-SM-1-MT”¹⁰. Em agosto

⁹ Relatório sobre a implementação do marco regulatório de CCUS no país, pg. 34.

¹⁰ Relatório sobre a implementação do marco regulatório de CCUS no país, pg. 34

de 2025, a FS recebeu autorização para realizar aquisição de dados por meio de desvio (sidetrack) no poço 2-FSAS-1-MT e a partir da perfuração de novo poço estratigráfico, para avaliar a viabilidade de estocagem de dióxido. O novo poço, o 2-FSAS-1A-MT, tem como objetivo alcançar a formação Sepotuba.

A Agência determinou que os dados coletados serão considerados como “dados de fomento”, categoria prevista na Resolução ANP nº 848/2021, que disciplina o tratamento, a disponibilização e a confidencialidade de dados geológicos e geofísicos no país. Isto porque, os dados produzidos têm finalidade que não diretamente relacionadas à exploração e produção de petróleo e gás natural, mas sim vinculados a estudos de interesse público ou a programas de incentivo à aquisição de informações sobre o subsolo. Após o período regulatório de confidencialidade, as informações podem ser incorporadas ao acervo público de dados do país, ampliando a base técnica para outros projetos.

As autorizações concedidas pela ANP para estudos geológicos não substituem as licenças ambientais cabíveis, devendo ser obtidas junto aos órgãos ambientais competentes. No caso do projeto da FS, a Secretaria do Estado de Meio Ambiente do Mato Grosso (SEMA-MT), em julho de 2025, concedeu à FS Licença Provisória, que aprova a área a ser instalada a atividade de BECCS.

Com a implementação do BECCS, a FS ambiciona se tornar a maior produtora de combustível de carbono negativo do mundo. Seu projeto não será apenas de mitigação de emissão, mas de remoção do CO₂ da atmosfera. No Centro-Oeste brasileiro, a indústria de etanol de milho opera ao longo de todo ano, apoiado na disponibilidade do milho da segunda safra (“safrinha”), e se utiliza de energias renováveis, detendo uma das maiores Notas de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA) do programa RenovaBio.

Além disso, a empresa prevê conseguir no RenovaBio a aplicação do bônus de 20% na Nota de Eficiência Energético-Ambiental, para emissões negativas de GEE no ciclo de vida em relação ao seu substituto de origem fóssil, previsto tanto na Lei 13.576/2017, quanto no Decreto nº 9.888/2019, e na Resolução ANP nº 758/2018. Para tanto, é necessário que o CCS Biogênico seja incorporado às metodologias da RenovaCalc, bem como regulamentar o escalonamento da aplicação desse bônus de até 20%.

5 LACUNAS REGULATÓRIAS E OS DESAFIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO CCS NO BRASIL

A partir da experiência com o caso pioneiro da FS, o mais avançado até o momento no Brasil, com autorização em andamento na ANP e em fase inicial de desenvolvimento, já é possível identificar algumas lacunas regulatórias e ausência de procedimentos essenciais. Entre eles, destacam-se: o estabelecimento dos critérios para habilitação das empresas interessadas, incluindo a exigência de garantias financeiras, ou outros mecanismos de cobertura de riscos de longo prazo; a determinação sobre a responsabilidade de longo prazo do monitoramentos dos reservatórios de armazenamento de CO₂, assim como a possibilidade de transferência de responsabilidade pós-fecho (*post-closure liability*); a necessidade de regulamentar os regimes de acesso e direito de uso do subsolo para armazenamento permanente de CO₂; e a ausência de um mercado regulado de carbono estabelecido.

Na habilitação dos interessados, critérios objetivos e uniformes para aferição de capacidade técnica, sobretudo para empresas de setores como biocombustíveis, que não possuem histórico prévio de operação geológica profunda, precisam ser estabelecidos. Eventuais normas podem buscar elementos exigidos para a qualificação de operadores nos editais da Oferta Permanente de áreas conduzidos pela

ANP. Ainda assim, ajustes na qualificação-técnica são necessários, principalmente no caso de BECCS, como o da FS, que estabeleceu contrato com outras empresas, como Schlumberger e Halliburton para atuarem no projeto.

Da mesma forma, a qualificação-econômica deverá exigir apresentação de garantias e instrumentos que assegurem financeiramente as atividades de captura, transporte por meio de dutos, estocagem geológica, descomissionamento e monitoramento do dióxido de carbono, conforme previsto no decreto regulamentador submetido à consulta pública pelo MME, em novembro de 2025. No entanto, a indefinição sobre regime de responsabilidade pós-fechamento, e a ausência regras claras sobre se e quando a responsabilidade é transferida ao Estado, como ocorre em outros países, geram dificuldade de cálculo sobre as obrigações futuras do empreendedor, necessárias para a análise de viabilidade econômica de qualquer projeto. Uma clara barreira para o interesse do capital privado em desenvolver a atividade de CCS no país.

Outro aspecto de insegurança jurídica é a incerteza sobre propriedade e titularidade do espaço poroso (*pore space*) e sobre direitos de uso do subsolo para armazenamento permanente de CO₂, que gera riscos de conflitos com titulares de concessões de E&P, mineradoras, proprietários de superfície e entes federativos. Apesar de a Lei do Combustível do Futuro trazer no artigo 26, § 5º, que em caso de impossibilidade de desenvolvimento simultâneo de estocagem com outras atividades no mesmo bloco, o MME decidirá, ouvindo as partes interessadas, faz-se necessária a “estruturação de um mecanismo de governança do subsolo, centralizado no Ministério de Minas e Energia, mas assistido pelas agências reguladoras competentes sobre

exploração de tais recursos naturais, ANP, ANA e ANM além do Serviço Geológico Brasileiro”¹¹.

Embora a Lei 14.993/2024 e a Lei nº 14.590/2023 não classifiquem explicitamente o CCS como atividade de redução ou remoção de emissões de GEE, o decreto regulamentador da Lei do Combustível do Futuro, atualmente em consulta pública, elimina qualquer dúvida sobre este ponto, acrescentando que tais atividades estão sujeitas, também, mas não se limitando, ao Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões. Mesmo com a previsão legal, a ausência de uma metodologia estruturada de MRV (medição, reporte e verificação), que harmonize com diretrizes técnicas consolidadas do SBCE, e padrões internacionais, com requisitos do mercado, como o Gold Standard, configuram barreira econômica importante para a convergência e comercialização dos créditos de remoção ou redução de GEE.

Na ausência de regras específicas, permanecem incertezas importantes quanto ao enquadramento do CO₂ armazenado como remoção permanente, em especial porque ainda não há critérios definidos para a comprovação geológica da permanência, para os prazos e requisitos de monitoramento pós-injeção, nem para a transferência da responsabilidade de longo prazo à União ou a outro ente. Também não está definido como o risco de não-permanência será tratado — seja por meio de descontos aplicados ao crédito, seja por instrumentos financeiros que cubram eventual reversão, como ocorre em outros países. Nos Estados Unidos, por exemplo, são exigidas garantias financeiras específicas para o período pós-fechamento do poço, enquanto na União Europeia há modelos baseados em fundos obrigatórios de pós-operacionalidade destinados a assegurar recursos para monitoramento e remediação.

¹¹ Para mais informações veja: Isabela Morbach, Definições jurídicas estratégicas para estruturação do marco regulatório da cadeia de Captura e Armazenamento de Carbono, *Instituto de Energia e Ambiente, USP*, dezembro, 2022, Pag. 235.

Sem garantir a integridade dos créditos, que poderão enfrentar dupla tributação de incertezas: regulatória e de mercado, o retorno financeiro dos projetos é uma incógnita.

7 CONCLUSÃO

Ao finalizar o mapeamento do arcabouço regulatório aplicável à atividade de captura e armazenamento geológico de CO₂, e analisar as informações disponíveis publicamente sobre o projeto de BECCS da FS Indústria de Biocombustíveis Ltda., verifica-se que o empreendimento pioneiro evidencia, na prática, o potencial do uso desta tecnologia como elemento estruturante da estratégia brasileira de desenvolver uma economia de baixo carbono. O país possui condições singulares, como a forte participação dos biocombustíveis na matriz energética e o conjunto de bacias sedimentares favoráveis ao armazenamento permanente de CO₂.

No entanto, a experiência da FS também revela a urgência de aperfeiçoamentos regulatórios para garantir segurança jurídica, previsibilidade econômica para este e novos empreendimentos e regulamentos adicionais que supram as lacunas que a Lei do Combustível do Futuro deixou. A operação em ambiente regulatório experimental demonstra que sem critérios normativos previamente definidos, a avaliação regulatória torna-se de difícil replicação. É urgente o procedimento formal de qualificação e habilitação de interessados, que abranja as especificidades desta atividade que ainda está em fase de amadurecimento, inclusive, no mundo.

O projeto também expõe gargalos quanto a definição da titularidade e dos direitos de uso dos reservatórios geológicos, assim como regras para a coexistência com atividades de E&P ou mineração. Importa a clareza sobre o regime de acesso, as prioridades regulatórias e os mecanismos de solução de conflitos, para uma tramitação administrativa mais célere e com menor incerteza para o investidor.

Não menos importante, a responsabilidade pós-injeção e estabilidade da pluma, sem a possibilidade de ser transferida ao Estado, pode ser elemento impeditivo para a consolidação da atividade no Brasil.

Por fim, ressalta-se que embora o BECCS seja internacionalmente reconhecido como atividade de remoção, o país ainda não definiu como esses volumes serão contabilizados, certificados e elegíveis ao Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, bem como de que maneira serão incorporados às metodologias da RenovaCalc, do programa RenovaBio. A interlocução da FS com entidades de verificação, como a Gold Standard, reforça a importância de harmonizar regras domésticas com padrões internacionais.

Há um caminho promissor e desafiador na implementação do BECCS no Brasil. Coordenar de forma transparente e alinhada às melhores práticas globais o saneamento das lacunas regulatórias existentes, à luz da regulação por projeto piloto e da cooperação entre os agentes econômicos e políticos envolvidos, é essencial para que projetos como o da FS contribuam para uma estratégia nacional efetiva de mitigação e remoção de emissões de gases de efeito estufa.

Data de Submissão: 21/11/2025

Data de Aprovação: 09/12/2025

Processo de Avaliação: *double blind peer review*

Editora Geral: Hirdan Katarina de Medeiros Costa

Editor Convidado: Fernando Joaquim Ferreira Maia

Editora Convidada: Marilda Rosado de Sá Ribeiro

Assistente Editorial: Kyvia Celine Chevalley

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). **Norma Interna NIANP-STM-CGDT-001**. Rio de Janeiro: ANP, 2024. Acesso em: 15 nov. 2025

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). **Relatório sobre a implementação do marco regulatório de CCUS no país**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/relatorios/arquivos/relatorioccs.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2025

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). **Resolução ANP nº 758, de 23 de novembro de 2018**. Dispõe sobre certificação no âmbito do RenovaBio. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 26 nov. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). **Resolução ANP nº 848, de 14 de setembro de 2021**. Dispõe sobre a Cláusula de PD&I. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 15 set. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). **Resolução ANP nº 889, de 20 de julho de 2022**. Regulamenta procedimentos de descomissionamento. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 21 jul. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). **Site RenovaBio – Política Nacional de Biocombustíveis**. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/renovabio>. Acesso em: 18 nov. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional de Política Energética. **Resolução CNPE nº 5, de 19 de março de 2024**. Estabelece diretrizes para políticas energéticas relacionadas ao CCS. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 20 mar. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Política Energética. **Resolução CNPE nº 8, de 12 de junho de 2024**. Dispõe sobre diretrizes para projetos de captura, uso e armazenamento de carbono. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 13 jun. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Política Energética. **Resolução CNPE nº 7, de 27 de março de 2025**. Estabelece diretrizes adicionais para CCS. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 28 mar. 2025.

BRASIL. Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019. Regulamenta dispositivos do RenovaBio. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 28 jun. 2019.

BRASIL. Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). Diário Oficial da União: Brasília, DF, 27 dez. 2017.

BRASIL. Lei nº 14.590, de 24 de maio de 2023. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 25 maio 2023.

BRASIL. Lei nº 14.993, de 16 de maio de 2024. Dispõe sobre a regulamentação da atividade de CCS. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 17 maio 2024.

BRASIL. Lei nº 15.042, de 27 de dezembro de 2024. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 28 dez. 2024.

BRASIL. Lei nº 15.103, de 10 de fevereiro de 2025. Institui o Programa de Aceleração da Transição Energética (PATEN). Diário Oficial da União: Brasília, DF, 11 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **NDC Brasileira – Contribuição Nacionalmente Determinada**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/NDC>. Acesso em: 20 nov. 2025.

CCS BRASIL. **1º Relatório de CCS no Brasil**. 2023. Disponível em: https://www.ccsbr.com.br/_files/ugd/11a7fo_f79d8b3570e04429974fa4a67d444881.pdf. Acesso em: 20 nov 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Relatório Final – Cenários de Descarbonização do E&P**. 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-890/2025_Relatório_Final_ResoluçãoCNPE.pdf. Acesso em: 17 nov. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Caderno Biogênico na Energia**. 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-925/CA-EPE->

DPG-SDB-2025-18_CO2%20Biogênico%20na%20bioenergia.pdf.
Acesso em: 19 nov. 2025.

FS FUELING SUSTAINABILITY. **Relatório de Sustentabilidade 2024/2025**. 2025. Disponível em: <https://www.fs.agr.br/sustentabilidade/relatorios-de-sustentabilidade/>. Acesso em: 16 nov. 2025.

FS FUELING SUSTAINABILITY. **Website institucional**. Disponível em: <https://www.fs.agr.br>. Acesso em: 16 nov. 2025.

MORBACH, Isabela. **Definições jurídicas estratégicas para estruturação do marco regulatório da cadeia de Captura e Armazenamento de Carbono**, 2022. 276pg. Tese – USP, Instituto de Energia e Ambiente (IEE), 2022.

The regulation of CCS activity in Brazil and the pioneering case of BECCS implementation in the corn ethanol industry

Ingrid Borba

Luciana Braga

Abstract: Brazil possesses a set of structural characteristics that strategically position it for the advancement of negative emission technologies, resulting from the interplay between the ample availability of bioenergy resources, the recent evolution of its regulatory framework, and the orientation of public policies toward fulfilling the international commitments assumed by the country. This article evaluates three complementary pathways: experimental regulation through pilot projects; the first bioenergy with carbon capture and storage (BECCS) project in the country, which is still in the authorization phase at the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP); and the package of regulatory instruments approved in recent years—especially in 2024—which signals the country’s commitment to the energy transition. The study adopts an approach that combines case analysis and literature review, supported by a qualitative assessment of regulatory governance. The article identifies gaps in the existing regulatory framework that need to be addressed to create an environment that fosters and provides legal certainty for the geological capture and storage of carbon dioxide, such as the lack of clear rules for the transfer of responsibility after the mandatory injection and monitoring period, as well as the need to develop a regulated carbon market.

Keywords: *Net Zero; ANP; Carbon Market; Bioenergy; Pilot Project; Regulation.*

DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1678-2593.2025v24n57.77339>

Contend sob licença *Creative Commons*: Attribution-Noncommercial-Nonderivative 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

