



Mecanismos de precificação de carbono e o setor de petróleo e gás natural: caminhos para a mitigação de impactos negativos

Carbon pricing mechanisms and the oil and natural gas sector: pathways for mitigating negative impacts

Adriana Fiorotti Campos^{1,*}, Amaro Olímpio Pereira Júnior², Uonis Raasch Pagel³, Thaís
Alves dos Santos⁴

¹ Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo – Ufes, campus Goiabeiras, ES, Brasil

² Professor do Programa de Planejamento Energético da Coppe, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, campus Cidade Universitária, RJ, Brasil

³ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Inovação, Instituto Nacional da Propriedade Industrial – Inpi, RJ, Brasil

⁴ Professora do Departamento de Administração, Universidade Federal do Espírito Santo – Ufes, campus Goiabeiras, ES, Brasil

*Autor para correspondência, E-mail: afiorotti@yahoo.com

Received: 02 July 2028 | Accepted: 28 August 2026 | Published online: 02 September 2026

Resumo: O setor energético é responsável por parte substancial das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) e, conseqüentemente, pelas mudanças climáticas mundiais. Com o intuito de limitar o aquecimento global, medidas como a implementação da taxa ou precificação de carbono para reduzir as emissões de GEEs vêm sendo propostas. No entanto, tais mecanismos de precificação de carbono têm sido questionados pela possibilidade de limitar o crescimento econômico de países emergentes como o Brasil e pelos possíveis efeitos negativos sobre as empresas do setor de petróleo e gás natural. Diante disso, o objetivo geral deste trabalho é analisar de que forma as empresas do setor de petróleo e gás natural podem atuar na mitigação dos efeitos negativos decorrentes dos mecanismos de precificação de carbono sobre a sua competitividade frente a outras empresas do setor energético. Metodologicamente, adotou-se uma abordagem qualitativa, baseada em revisão bibliográfica e análise documental. A coleta de dados envolveu a consulta a artigos acadêmicos, livros e relatórios técnicos, além de publicações digitais de instituições de referência, como a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), priorizando materiais recentes e pertinentes ao tema. Os resultados indicam que, embora a precificação de carbono possa gerar impactos adversos sobre custos e competitividade, existem estratégias empresariais e políticas públicas capazes de mitigar tais efeitos, especialmente no contexto da transição energética. A exemplo disso, destaca-se a Lei nº 15.042/2024, que instituiu o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) e definiu a destinação de suas receitas. Além disso, iniciativas tecnológicas vêm sendo adotadas pelas empresas do setor, como: a captura do CO₂ emitido nas operações industriais e seu armazenamento em reservatórios subterrâneos; o desenvolvimento de combustíveis sintéticos produzidos a partir de hidrogênio verde e CO₂ capturado, destinados à aviação e ao transporte marítimo; a redução da queima de gás (*flaring*), com o reaproveitamento do gás natural para geração de energia, reinjeção em reservatórios ou comercialização; e a eletrificação das operações, mediante a substituição de equipamentos movidos a diesel por sistemas elétricos alimentados por fontes renováveis. Conclui-se que a articulação entre políticas públicas, inovação tecnológica e estratégias empresariais é fundamental para conciliar desenvolvimento econômico e sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: precificação de carbono; transição energética; petróleo e gás natural; emissões de gases de efeito estufa.

Abstract: The energy sector is responsible for a substantial portion of greenhouse gas (GHG) emissions and, consequently, for global climate change. To limit global warming, measures such as the

implementation of carbon taxation or carbon pricing to reduce GHG emissions have been proposed. However, such carbon pricing mechanisms have been questioned due to the potential to limit the economic growth of emerging countries like Brazil and the possible negative effects on companies in the oil and natural gas sector. Given this context, the general objective of this study is to analyze how companies in the oil and natural gas sector can mitigate the negative effects of carbon pricing mechanisms on their competitiveness vis-à-vis other companies in the energy sector. Methodologically, a qualitative approach was adopted, based on a literature review and document analysis. Data collection involved consulting academic articles, books, and technical reports, as well as digital publications from key institutions, such as the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP), the Brazilian Institute of the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA), and the Energy Research Office (EPE), prioritizing recent materials relevant to the topic. The results indicate that, although carbon pricing may generate adverse impacts on costs and competitiveness, there are corporate strategies and public policies capable of mitigating such effects, especially within the context of the energy transition. A notable example is Law No. 15.042/2024, which established the Brazilian Emissions Trading System (SBCE) and defined the allocation of its revenues. Furthermore, technological initiatives are being adopted by companies in the sector, such as: the capture of CO₂ emitted during industrial operations and its storage in underground reservoirs; and the development of synthetic fuels produced from green hydrogen and captured CO₂, intended for aviation and maritime transport; reducing gas flaring by repurposing natural gas for power generation, reservoir reinjection, or commercialization; and electrifying operations by replacing diesel-powered equipment with electric systems powered by renewable sources. It is concluded that the coordination of public policies, technological innovation, and corporate strategies is essential to reconciling economic development with environmental sustainability.

Keywords: carbon pricing; energy transition; oil and natural gas; greenhouse gas emissions.

1 Introdução

De acordo com a *International Energy Agency* (IEA, 2025), o setor energético é responsável por parte substancial das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) no mundo, correspondendo a 76% do total de emissões em 2023. A leitura da Figura 1 mostra que os combustíveis fósseis, especialmente carvão, petróleo e gás natural, respondem por parcela desproporcionalmente elevada das emissões globais de GEEs quando comparadas à sua participação no fornecimento energético. Com relação especificamente à indústria mundial de petróleo e gás natural, do total das emissões de GEEs por parte do setor energético, 33% e 21%, respectivamente, provinham do petróleo e do gás natural nesse mesmo ano.

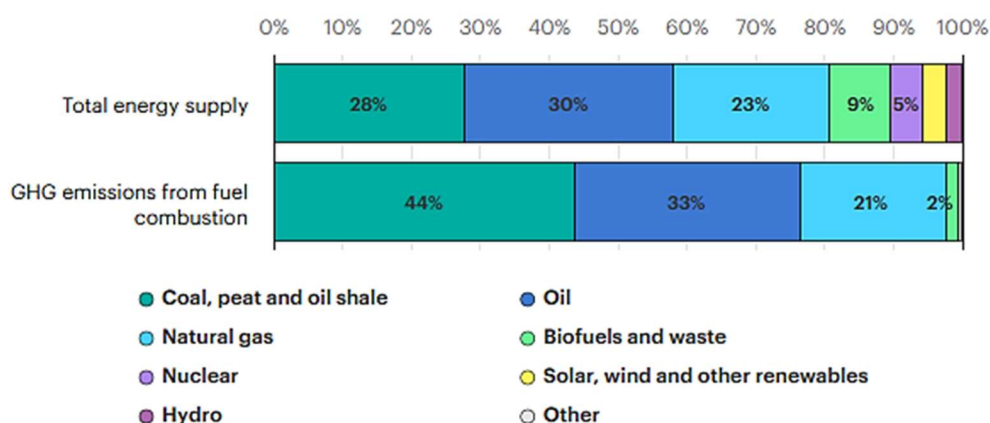


Figura 1. Mundo: Percentual de emissões de GEEs no setor energético – 2023. Fonte: IEA (2025).

O carvão mineral destaca-se, em particular, como uma das fontes mais intensivas em emissões, em razão de seu elevado teor de carbono e de seu uso expressivo na geração de eletricidade e em processos industriais. Petróleo e derivados, destacam-se no setor de transporte e, também, na geração de energia elétrica. Em contrapartida, fontes de baixo carbono, como renováveis participam da oferta energética com impacto muito menor sobre as emissões. Essa informação permite evidenciar a centralidade da transição energética mundial e reforçar a ideia de que a redução das emissões globais depende, em grande medida, da substituição progressiva dos combustíveis fósseis por fontes menos emissoras de GEEs.

Por sua vez, a Figura 2 compara a composição das emissões de GEEs entre países selecionados, permitindo identificar diferenças estruturais entre o Brasil e outras grandes economias. Em países como

China, Estados Unidos, Índia, Rússia e membros da União Europeia, o setor de energia tende a ser o principal responsável pelas emissões de GEEs, em razão da forte dependência de combustíveis fósseis, como carvão mineral, petróleo e gás natural.

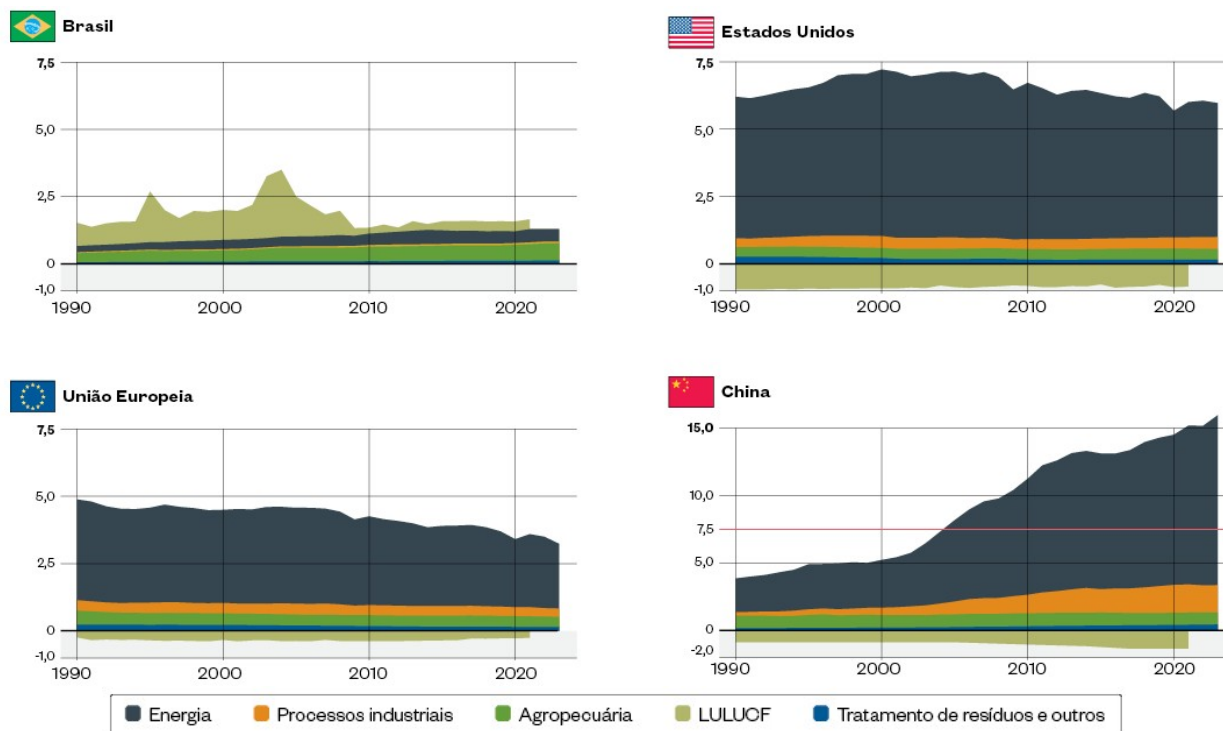


Figura 2. Perfil das emissões de GEE por países selecionados. Fonte: Pivetta (2024).

No caso brasileiro, o perfil das emissões apresenta características distintas e uma configuração singular, qual seja, embora o país possua uma matriz energética relativamente limpa (hidrelétricas, biocombustíveis, energia eólica e energia solar), ainda registra emissões elevadas de GEEs em função do desmatamento, da expansão agropecuária e das transformações no uso do solo. Para se ter uma ideia, em 2023, as emissões provenientes do setor de Energia corresponderam a 16,3% do total nacional, percentual inferior ao observado nos setores de Mudança de Uso da Terra e Floresta (52,1%) e Agropecuária (29,2%) (SEEG, 2025).

Ainda assim, deve-se salientar que a evolução histórica revela crescimento expressivo das emissões energéticas brasileiras. Entre 1990 e 2023, as emissões do setor aumentaram 119,3%, ficando atrás apenas do crescimento das emissões provenientes de resíduos, que avançaram 195,8% no mesmo intervalo. Considerando-se o período de 2005 a 2023, o incremento das emissões de GEEs do setor energético foi de 32,1% (SEEG, 2025). A Figura 3 apresenta a evolução das emissões brasileiras de GEEs.

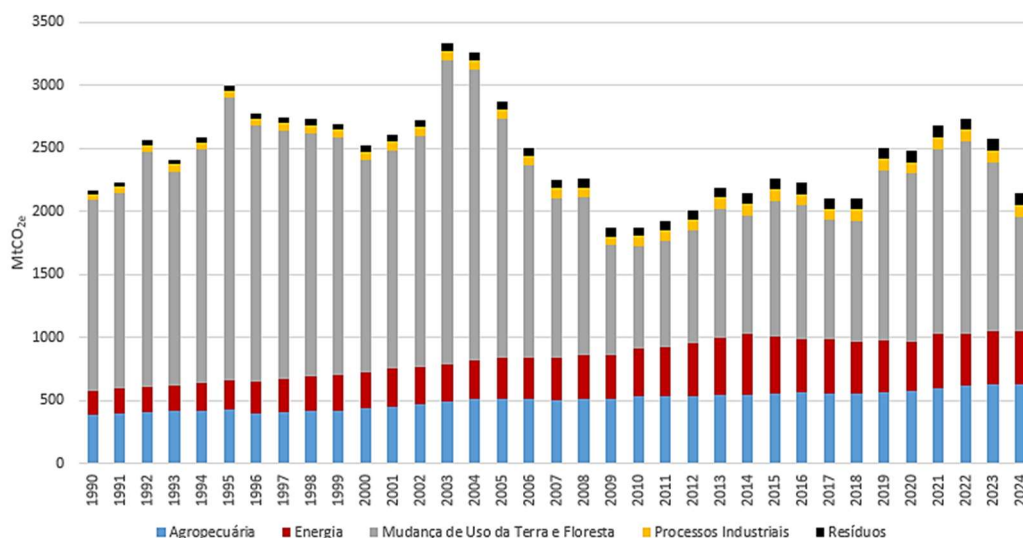


Figura 3. Brasil: Evolução das emissões de GEEs – 1990-2024. Fonte: Elaboração própria a partir de SEEG (2025).

No que se refere especificamente às emissões do setor de Energia no Brasil, verifica-se que o petróleo, seus derivados e o gás natural respondem pela maior parcela das emissões, somando 90,1% em 2023, como pode ser visto na Figura 4.

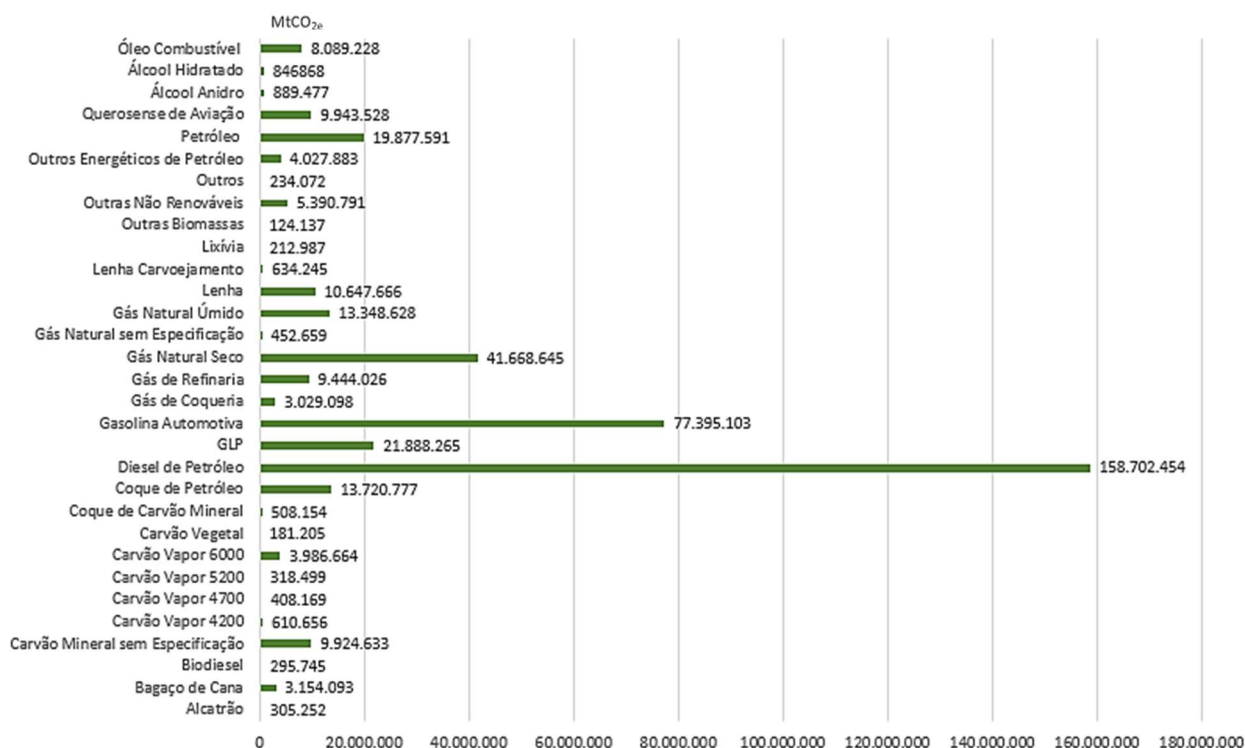


Figura 4. Brasil: Emissões de GEEs provenientes da energia – 2023. Fonte: Elaboração própria a partir de SEEG (2025).

Com o intuito de limitar o aquecimento global, medidas como a implementação da taxa ou precificação de carbono para reduzir as emissões de GEEs vêm sendo propostas (CNI, 2020). No entanto, tais mecanismos de precificação de carbono¹ têm sido questionados pela possibilidade de limitar o crescimento econômico de países emergentes como o Brasil e pelos possíveis efeitos negativos sobre a competitividade das empresas mais emissoras de GEEs, como, por exemplo, as de combustíveis fósseis como petróleo e gás natural (duas das maiores indústrias de energia emissoras de GEEs).

Diante disso, o objetivo deste trabalho é analisar de que forma as empresas do setor de petróleo e gás natural podem atuar na mitigação dos efeitos negativos decorrentes dos mecanismos de precificação de carbono sobre a sua competitividade frente a outras empresas do setor energético. Para tanto, além desta introdução, o artigo é dividido nas seguintes seções: metodologia; resultados e discussões; e conclusões.

2 Metodologia

Metodologicamente, adotou-se uma abordagem qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental. A coleta de dados envolveu a consulta a artigos acadêmicos, livros, relatórios técnicos e publicações digitais de instituições de referência, como a *International Energy Agency* (IEA), a *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), o *World Bank*, o Observatório do Clima, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), priorizando-se materiais recentes e diretamente relacionados ao tema investigado.

Além disso, optou-se pela utilização de dados referentes ao ano de 2023 na comparação mundial das emissões de GEEs provenientes do setor energético, uma vez que as informações mais atualizadas

¹ Os mecanismos de precificação de carbono são estabelecidos a partir do Princípio do Poluidor Pagador (PPP) com o intuito de compensar as externalidades negativas advindas do aumento das emissões dos GEEs. No artigo em tela, foi levado em consideração somente duas formas de **preço explícito**, a saber: (1) tributo sobre carbono (*carbon tax*) aplicado diretamente às emissões de GEEs ou ao carbono presente nos combustíveis fósseis produzidos; e (2) sistema de comércio de emissões (SCE). Na tributação, o preço da emissão de uma tCO_{2e} é definido pelo órgão competente e, em seguida, o mercado define a quantidade de GEE emitida. Por sua vez, no sistema de comércio de emissões, o órgão regulador define a quantidade a ser emitida (o teto ou limite de emissões) para que o mercado defina o preço da tonelada (Campos, 2026).

disponibilizadas pela IEA correspondem a esse período. Em razão dessa delimitação temporal, os dados relativos às emissões brasileiras de GEEs também foram analisados com base no ano de 2023, de modo a assegurar a comparabilidade entre os cenários nacional e internacional.

3 Resultados e discussões

A EPE (2020), a OECD (2024; 2025), o *World Bank* (2025), entre outros, indicam que a precificação de carbono pode gerar impactos adversos sobre os custos e a competitividade das empresas. No mercado interno, por exemplo, os produtos mais intensivos em carbono passam a enfrentar custos de produção mais elevados, tornando-se relativamente mais caros e, conseqüentemente, perdendo espaço para substitutos menos intensivos em carbono, em razão da elasticidade-preço cruzada. Já no mercado internacional, pode ocorrer a fuga de carbono (*carbon leakage*)² (EPE, 2020).

Esses dois efeitos adversos dos mecanismos de precificação de carbono podem comprometer a competitividade de determinados setores (especialmente os segmentos mais intensivos em energia) e suscitar debates acerca dos riscos econômicos, ambientais e políticos envolvidos. Eles (perda de competitividade e receio da fuga de carbono) são frequentemente apontados como obstáculos políticos relevantes à adoção e à manutenção de mecanismos de precificação de carbono. Por sua vez, para mitigá-los, existem estratégias empresariais e políticas públicas inseridas no contexto da transição energética.

Do ponto de vista empresarial, observa-se a adoção de iniciativas tecnológicas voltadas à redução de emissões no setor de petróleo e gás natural. Entre elas, destacam-se, a saber: (1) a captura de CO₂ emitido nas operações industriais e seu armazenamento em reservatórios subterrâneos; (2) o desenvolvimento de combustíveis sintéticos produzidos a partir de hidrogênio verde e CO₂ capturado, destinados à aviação e ao transporte marítimo; (3) a redução da queima de gás (*flaring*), com reaproveitamento do gás natural para geração de energia, reinjeção em reservatórios ou comercialização; e (4) a eletrificação das operações, mediante substituição de equipamentos movidos a diesel por sistemas elétricos alimentados por fontes renováveis (EPE, 2020).

Como tratado por Campos, Pagel e Montibeler (2024), há sinergia entre as empresas de petróleo e gás natural e as empresas de geração de energia elétrica proveniente de eólicas *offshore*. Em um primeiro momento, cabe frisar que as estruturas já existentes na cadeia produtiva do petróleo e gás natural podem ser utilizadas, reduzindo custos e ampliando a competitividade setorial. Isso também ocorre com outras infraestruturas, tais como, portos, rodovias, ferrovias etc.

Além disso, empresas como Petrobras³, Shell e Equinor, que são grandes emissoras de GEEs, estão solicitando licença ambiental ao Ibama para empreendimentos em Complexos Eólicos *Offshore*. Um dos objetivos destas empresas é a possibilidade de atingirem suas metas referentes às emissões de GEEs e promover a transição energética. Segundo o Ibama (2025), há, no Brasil, 104 empreendimentos com processos de licenciamentos abertos no órgão ambiental para Complexos Eólicos *Offshore*. Na Figura 5, pode-se visualizar a quantidade de projetos de energia eólica *offshore* em processo de licenciamento aberto no Ibama e a respectiva potência em MW por região geográfica.

² A **fuga de carbono** constitui um dos principais riscos associados à assimetria de políticas climáticas. Ela ocorre quando uma empresa intensiva em emissões transfere sua produção para outra localidade em razão das diferenças de tributação ou regulação ambiental, que afetam seus custos de produção e, por consequência, sua competitividade. Ao se deparar com novos custos em determinada região, a empresa pode perder participação de mercado, reduzir suas margens de lucro ou sofrer ambos os efeitos, sobretudo quando seus concorrentes operam em países ou regiões que não impõem custos equivalentes (Appy, 2015). Esse cenário cria incentivos à migração de empresas e pode elevar as emissões de gases de efeito estufa em localidades nas quais os setores regulados não estejam submetidos a restrições ambientais semelhantes (Nicolletti; Lefèvre, 2016). Em outras palavras, trata-se do deslocamento das emissões, e não de sua efetiva redução, como consequência de uma ação climática unilateral. Configura-se, assim, um efeito de transbordamento (*spillover effect*), que compromete a efetividade de políticas unilaterais de precificação de carbono (EPE, 2020).

³ A Petrobras também atua no reflorestamento da Floresta Amazônica de forma estratégica, integrando a recuperação ambiental ao seu plano de transição energética. A atuação da estatal no bioma ocorre em parceria com órgãos governamentais e foca no mercado voluntário e regulado de créditos de carbono (Petrobras 2026).

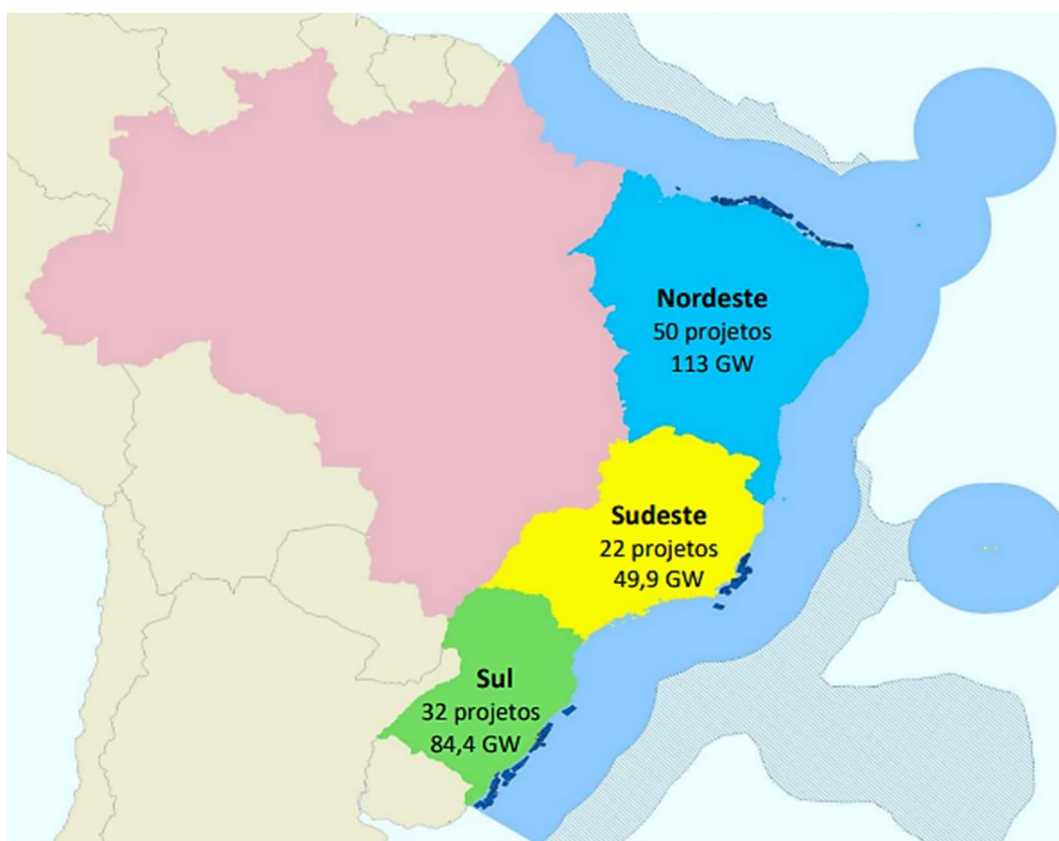


Figura 5. Brasil: Quantidade de Projetos de Energia Eólica *Offshore* em Processo de Licenciamento Aberto no Ibama e Potência em MW, por região geográfica¹. Fonte: Ibama (2025). Nota: ¹Atualizado em 10/03/2025.

Por fim, quanto às políticas públicas, as implicações para a sua formulação apontam para a necessidade de combinar instrumentos de mercado, medidas regulatórias e estratégias tecnológicas, de modo a induzir e disseminar a transição para tecnologias de baixo carbono e, ao mesmo tempo, contribuir para o alcance das metas de estabilização climática com benefícios amplos para a economia global. A literatura também aponta para a necessidade de aprofundar as pesquisas voltadas ao aprimoramento do desenho das políticas climáticas, de modo que tais políticas não entrem em conflito com os objetivos de desenvolvimento socioeconômico, sobretudo nos países em desenvolvimento.^{4,5}

No caso de setores com elevadas emissões de GEEs, como o de petróleo e gás natural, ressalta-se a necessidade de adoção de mecanismos que preservem a competitividade setorial, tendo em vista a expressiva contribuição dessas atividades para o Produto Interno Bruto (PIB) de países como o Brasil. Além disso, deve-se promover uma transição energética justa, inclusiva e equilibrada. No Quadro 1, são apresentados alguns mecanismos de proteção à competitividade do setor de petróleo e gás natural, segundo país ou bloco selecionado.

⁴ Nessa direção, um entendimento mais aprofundado das alternativas de mitigação no mundo em desenvolvimento é apontado como agenda de pesquisa extremamente necessária para o avanço da economia das mudanças climáticas (Burke; Hsiang; Miguel, 2015).

⁵ No Brasil, destaca-se a Lei nº 15.042/2024 (Brasil, 2024), que instituiu o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE) e definiu a destinação de suas receitas e o Decreto nº 12.768/2025 (Brasil, 2025), que dispôs do Comitê Técnico Consultivo Permanente do SBCE.

Quadro 1. Exemplos Mundiais de Mecanismos de Proteção à Competitividade do Setor de Petróleo e Gás Natural.

País/Bloco	Tipo de precificação	Mecanismo de proteção utilizado	Funcionamento prático no setor de petróleo e gás natural
Canadá	Imposto e Sistema de Saída (OBPS)	Isenções por Intensidade de Produção	Grandes produtores de petróleo e gás natural pagam a taxa apenas sobre as emissões que ultrapassam um limite específico por barril produzido.
Cazaquistão	Mercado de Carbono (KAZ ETS)	Alocação Gratuita Histórica (<i>Grandfathering</i>)	O setor de extração de petróleo recebe licenças de emissão gratuitas com base no volume que historicamente já poluiu, suavizando a transição.
Colômbia	Imposto sobre Carbono	Uso Flexível de <i>Offsets</i> Locais	Distribuidoras e refinarias de combustíveis podem abater até 100% do imposto devido comprando créditos de projetos florestais nacionais.
Estados Unidos	Incentivos Fiscais Federais	Crédito Fiscal 45Q para <i>Carbon Capture, Utilization and Storage</i> (CCUS)	Petroleiras recebem subsídios diretos por tonelada de CO ₂ capturada no processamento ou refino e injetada no subsolo.
Noruega	Imposto sobre Carbono + Mercado ETS	Fundos de Investimento e Isenção no Refino	Parte do imposto pago pelo setor de óleo e gás retorna para as empresas na forma de incentivos para eletrificar as plataformas de extração.
União Europeia	Mercado de Carbono (<i>Cap-and-Trade</i> /EU ETS)	Licenças Gratuitas por <i>Benchmarks</i>	Refinarias recebem permissões gratuitas baseadas nas plantas mais eficientes da Europa.

Fonte: Elaboração própria a partir de Canada (2026); Colômbia (2017); EC (2026); EU (2023); ICAP (2025); United States (2024); UNFCCC (2026); Norwegian Petroleum (2025); World Bank (2019; 2025).

Por fim, o uso adequado de políticas públicas e de inovações tecnológicas por parte das empresas petrolíferas e gasíferas pode ajudar o Brasil a mitigar as suas emissões de GEEs com uma transição energética eficaz e justa. Na Figura 6, sintetiza-se indicadores do desempenho energético e climático brasileiro.

16% total GHG emissions reduction (2005 to 2023)

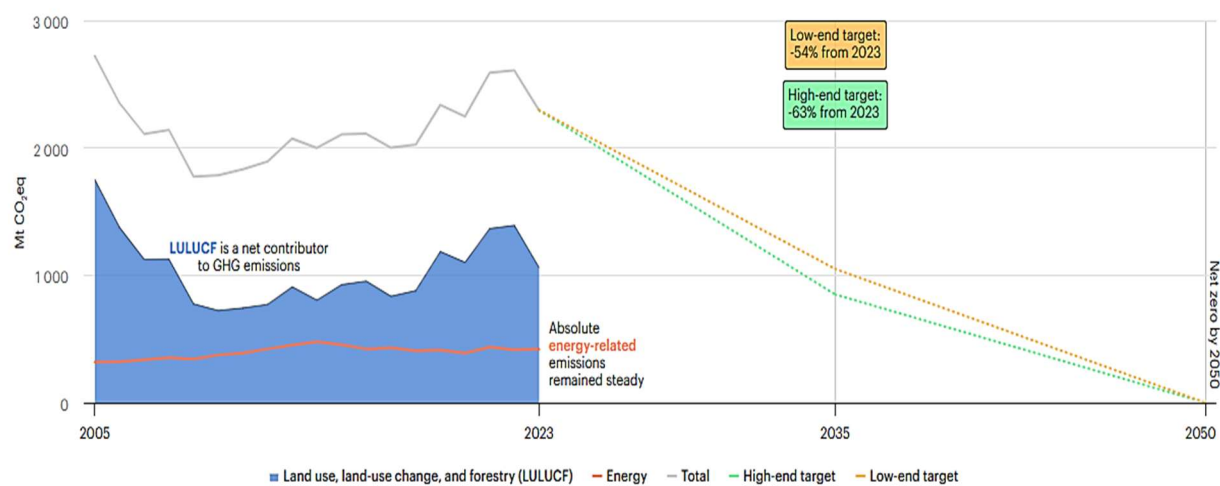


Figura 6. Síntese de indicadores do desempenho energético e climático brasileiro. Fonte: IEA (2025).

Observa-se que o Brasil reúne duas características aparentemente contraditórias: por um lado, apresenta uma matriz elétrica de baixa intensidade de carbono, com forte presença de fontes renováveis; por outro, ainda mantém emissões relevantes associadas ao uso da terra, à agropecuária e, em menor escala, ao setor energético.⁶

⁶ Importa destacar aqui os principais programas dos quais a Petrobras participa na Amazônia, os quais contribuem para compensar parte de suas emissões de GEEs e mitigar as emissões decorrentes da Mudança de Uso da Terra e Florestas (MUTF). Segundo a

A Figura 6 evidencia ainda que o país registrou redução total de 16% nas emissões de GEE entre 2005 e 2023, ao mesmo tempo em que mantém elevada participação de fontes de baixo carbono na geração de eletricidade. Também destaca o papel dos biocombustíveis, da expansão da energia eólica e solar e da relevância do etanol e dos veículos *flex* na matriz de transportes. Em conjunto, esses elementos reforçam a ideia de que o Brasil possui vantagens comparativas na transição energética, mas que o enfrentamento das emissões nacionais depende não apenas do setor de energia, e sim, sobretudo, do controle do desmatamento, da proteção florestal e da adoção de práticas produtivas mais sustentáveis no campo.

4 Conclusões

Este estudo buscou analisar de que forma as empresas do setor de petróleo e gás natural podem atuar na mitigação dos efeitos negativos decorrentes dos mecanismos de precificação de carbono sobre sua competitividade frente a outras empresas do setor energético. Os resultados indicam que, embora a precificação de carbono possa elevar custos e gerar preocupações quanto à competitividade, há um conjunto de estratégias empresariais, instrumentos regulatórios e inovações tecnológicas capazes de reduzir tais impactos.

No âmbito empresarial, destacam-se medidas como captura e armazenamento de carbono, reaproveitamento do gás natural, eletrificação de operações e desenvolvimento de combustíveis de menor intensidade carbônica. No plano institucional, políticas como o SBCE e a articulação entre regulação, incentivos econômicos e coordenação internacional podem contribuir para reduzir os riscos de fuga de carbono e ampliar a efetividade das ações climáticas.

Conclui-se, portanto, que a conciliação entre competitividade e sustentabilidade no setor de petróleo e gás natural depende da articulação entre políticas públicas, inovação tecnológica e estratégias corporativas de adaptação à transição energética. No caso brasileiro, essa agenda torna-se ainda mais complexa em razão do perfil singular das emissões nacionais, fortemente influenciado pelo uso da terra e pelo desmatamento, o que exige respostas integradas entre política energética, política ambiental e desenvolvimento econômico.

Como desdobramento deste estudo, sugerem-se, como pesquisas futuras, investigações que quantifiquem os impactos financeiros do SBCE nas empresas petrolíferas nacionais, avaliem a viabilidade econômica da captura, utilização e armazenamento de carbono, e analisem mecanismos de proteção contra a fuga de carbono.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo apoio financeiro.

Referências bibliográficas

- Appy, B (2015) *Taxação sobre carbono, competitividade e correção de distorções do sistema tributário: Impactos na economia brasileira*. São Paulo: Instituto Escolhas.
- Brasil (2024) ‘Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024’. Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE) e altera as Leis nºs 12.187, de 29 de dezembro de 2009, 12.651, de 25 de maio de 2012, 6.385, de 7 de dezembro de 1976, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, 12 dez.
- Brasil (2025) ‘Decreto nº 12.768, de 5 de dezembro de 2025’. Dispõe sobre o Comitê Técnico Consultivo Permanente do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, 8 dez.
- Burke, M, Hsiang, SM and Miguel, E (2015) ‘Global non-linear effect of temperature on economic production’. *Nature*, v. 527, n. 7577, p. 235-239. <https://doi.org/10.1038/nature15725>

Petrobras (2026), destacam-se: (1) Programa ProFloresta+, em parceria com o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES); (2) Projeto Restaura Amazônia; e (3) Programa Floresta Viva, desenvolvido em parceria com o BNDES e outras instituições.

Campos, AF (2026) *Análise do impacto na distribuição de renda advinda dos mecanismos de precificação de carbono a partir de um modelo de equilíbrio geral computável* (Relatório técnico-científico, mimeo). Rio de Janeiro: PPE/FAPERJ.

Campos, AF, Pagel, UR and Montibeler, EE (2024) ‘Estudo da transição energética no estado do Espírito Santo a partir de fontes renováveis de energia offshore’. *Latin American Journal of Energy Research - Lajer*, v. 11, n. 2, p. 241-248. <https://doi.org/10.21712/lajer.2026.v13.n1.p81-89>

Canada (2026) Environment and Climate Change. *Output-Based Pricing System Regulations (SOR/2019-266)*. <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2019-266/FullText.html> (accessed 29 June 2026).

CNI – Confederação Nacional da Indústria (2020) *A precificação de carbono e os impactos na competitividade da cadeia de valor da indústria*. <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/1/precificacao-de-carbono-e-os-impactos-na-competitividade-da-cadeia-de-valor-da-industria/> (accessed 22 May 2026).

Colombia (2017) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Decreto 926 de 2017: Por el cual se reglamenta el mecanismo de no causación del impuesto nacional al carbono*. <https://www.minambiente.gov.co/> (accessed 29 June 2026).

EC – European Commission (2026) *Commission presents updated EU Emissions Trading System benchmarks for consultation*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_26_1044 (accessed 29 June 2026).

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (2020) *Precificação de carbono: Riscos e oportunidades para o Brasil* (Nota técnica). Rio de Janeiro: EPE. https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-549/NT%20EPE-DEA-GAB-014-2020%20-%20Precifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20C_final_05012021.pdf (accessed 20 May 2026).

EU – European Union (2023) *Directive (EU) 2023/959 amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union*. *Official Journal of the European Union*. Bruxelas: EU. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/eu-emissions-trading-system-eu-ets/free-allocation/allocation-industrial-installations_en (accessed 22 May 2026).

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2025) *Complexos eólicos offshore: Projetos com processos de licenciamento abertos no Ibama*. Brasília: Ibama. https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/consultas/arquivos/20250311_Eolicas_Offshore_Ibama_marco_25.pdf (accessed 30 June 2026).

ICAP – International Carbon Action Partnership (2025) *Canada federal output-based pricing system*. Berlim: ICAP. https://icapcarbonaction.com/system/files/ets_pdfs/icap-etsmap-factsheet-135.pdf (accessed 29 June 2026).

IEA – International Energy Agency (2025) *Greenhouse gas emissions from energy data explorer*. Paris: IEA. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer> (accessed 20 June 2026).

Nicolletti, MX and Lefèvre, GB (2016) ‘Precificação de carbono no Brasil: Perspectivas e aprendizados a partir de uma simulação de mercado cap-and-trade’. *Cadernos Adenauer*, v. 17, n. 2, p. 145-169.

Norwegian Petroleum (2025) *Emissions to air: The CO₂ Tax Act on petroleum activities*. <https://www.norskipetroleum.no/en/environment-and-technology/emissions-to-air/> (accessed 29 June 2026).

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2024) *Pricing greenhouse gas emissions 2024: Gearing up to bring emissions down* (OECD Series on Carbon Pricing and Energy Taxation). Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b44c74e6-en>

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2025) *Effective carbon rates 2025: Recent trends in taxes on energy use and carbon pricing* (OECD Series on Carbon Pricing and Energy Taxation). Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a5a5d71f-en>

Petrobras (2026) ‘Petrobras no Amazonas: Como cuidamos do meio ambiente, do desenvolvimento social e da cultura enquanto geramos energia’. *Nossa Energia*. Rio de Janeiro: Petrobras.

<https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/nossas-atividades/petrobras-no-amazonas-energia-floresta-biodiversidade> (accessed 30 June 2026).

Pivetta, M (2024) ‘Emissões de gases de efeito estufa crescem no mundo, mas caem no Brasil graças à redução do desmatamento na Amazônia’. *Pesquisa FAPESP*. São Paulo: FAPESP. <https://revistapesquisa.fapesp.br/producao-de-gases-de-efeito-estufa-cresce-13-no-mundo-mas-cai-12-no-brasil/> (accessed 23 June 2026).

SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (2025) *Conheça as emissões de gases de efeito estufa do Brasil*. Piracicaba: Observatório do Clima. <https://seeg.eco.br/> (accessed 20 June 2026).

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2026) *Carbon pricing policies and mitigation efforts in Norway*. Bonn: UNFCCC. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NORWAY~1.PDF> (accessed 29 June 2026).

United States (2024) Department of Energy. *Inflation Reduction Act Section 45Q: Carbon oxide sequestration tax credit*. Washington: Department of Energy. <https://www.energy.gov/> (accessed 29 June 2026).

World Bank (2019) *Carbon pricing leadership report*. Washington: World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/567161559579098882/pdf/2018-2019-Carbon-Pricing-Leadership-Report.pdf> (accessed 22 June 2026).

World Bank (2025) *State and trends of carbon pricing 2025*. Washington: World Bank. <https://www.worldbank.org/en/publication/state-and-trends-of-carbon-pricing> (accessed 20 May 2026).