

**DESAFIOS ASSOCIADOS AOS CRÉDITOS DE CARBONO E À EFETIVIDADE AMBIENTAL  
DOS PROJETOS DE COMPENSAÇÃO****CHALLENGES ASSOCIATED WITH CARBON CREDITS AND THE ENVIRONMENTAL  
EFFECTIVENESS OF OFFSET PROJECTS****DESAFÍOS ASOCIADOS A LOS CRÉDITOS DE CARBONO Y A LA EFECTIVIDAD  
AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS DE COMPENSACIÓN**Bruno de Freitas Kaesemodel Pereira<sup>1</sup>

e768086

<https://doi.org/10.47820/recima21.v7i6.8068>

PUBLICADO: 06/2026

**RESUMO**

O aumento das emissões de gases de efeito estufa intensificou o aquecimento global e ampliou os impactos ambientais associados às mudanças climáticas. Nesse contexto, os créditos de carbono passaram a ocupar posição estratégica nas políticas internacionais de mitigação climática, funcionando como instrumentos econômicos voltados à compensação de emissões e ao financiamento de projetos ambientais. O presente estudo teve como objetivo analisar criticamente a efetividade ambiental dos projetos de compensação de carbono e os principais desafios relacionados ao funcionamento dos mercados de carbono, com ênfase no cenário brasileiro. A pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica qualitativa e descritiva, baseada em artigos científicos, relatórios institucionais, legislações e documentos técnicos publicados entre 2000 e 2025. Os resultados indicam que os créditos de carbono representam mecanismos relevantes de governança climática, especialmente em iniciativas relacionadas ao reflorestamento, agricultura regenerativa, energias renováveis e preservação florestal. Entretanto, foram identificadas limitações estruturais relacionadas à adicionalidade, monitoramento, volatilidade de preços, fragilidade regulatória e riscos de *greenwashing*. Observou-se ainda que parte dos projetos prioriza mecanismos compensatórios em detrimento da redução efetiva das emissões na origem. O Brasil apresenta elevado potencial para soluções baseadas na natureza devido à biodiversidade e à extensão territorial, porém enfrenta desafios relacionados à burocracia regulatória, insegurança jurídica e dependência de combustíveis fósseis. Conclui-se que os mercados de carbono possuem relevância ambiental e econômica, mas não são suficientes como instrumentos isolados de mitigação climática, exigindo políticas estruturais de descarbonização, fortalecimento regulatório e sistemas internacionais mais rigorosos de verificação ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Créditos de carbono. Gases de efeito estufa. Mudanças climáticas. Mercado de carbono. Sustentabilidade.

**ABSTRACT**

*The increase in greenhouse gas emissions intensified global warming and expanded the environmental impacts associated with climate change. In this context, carbon credits became strategic instruments within international climate mitigation policies, operating as economic mechanisms focused on emission compensation and environmental project financing. This study aimed to critically analyze the environmental effectiveness of carbon offset projects and the principal challenges associated with carbon markets, with emphasis on the Brazilian scenario.*

<sup>1</sup>Bacharel em Administração (PUC/PR), Mestre em Desenvolvimento de Tecnologia (LACTEC).



*The research was conducted through a qualitative and descriptive bibliographic review based on scientific articles, institutional reports, legislation, and technical documents published between 2000 and 2025. The results indicate that carbon credits represent important climate governance mechanisms, especially in projects related to reforestation, regenerative agriculture, renewable energy, and forest conservation. However, structural limitations associated with additionality, monitoring systems, price volatility, regulatory fragility, and greenwashing risks were identified. It is also observed that part of the projects prioritizes compensation mechanisms instead of effective emission reduction at the source. Brazil presents significant potential for nature-based solutions because of its biodiversity and territorial extension, although regulatory bureaucracy, legal instability, and dependence on fossil fuels remain major obstacles. The study concludes that carbon markets possess environmental and economic relevance but remain insufficient as isolated climate mitigation mechanisms, requiring broader decarbonization policies, stronger regulatory frameworks, and internationally standardized environmental verification systems.*

**KEYWORDS:** Carbon credits. Climate change. Carbon market. Greenhouse gases. Sustainability.

#### **RESUMEN**

*El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero intensificó el calentamiento global y amplió los impactos ambientales asociados al cambio climático. En este contexto, los créditos de carbono pasaron a ocupar una posición estratégica en las políticas internacionales de mitigación climática, funcionando como mecanismos económicos orientados a la compensación de emisiones y al financiamiento de proyectos ambientales. El presente estudio tuvo como objetivo analizar críticamente la efectividad ambiental de los proyectos de compensación de carbono y los principales desafíos relacionados con los mercados de carbono, con énfasis en el escenario brasileño. La investigación se caracteriza como una revisión bibliográfica cualitativa y descriptiva, basada en artículos científicos, informes institucionales, legislaciones y documentos técnicos publicados entre 2000 y 2025. Los resultados indican que los créditos de carbono representan importantes mecanismos de gobernanza climática, especialmente en iniciativas relacionadas con reforestación, agricultura regenerativa, energías renovables y preservación forestal. Sin embargo, se identificaron limitaciones estructurales relacionadas con la adicionalidad, los sistemas de monitoreo, la volatilidad de precios, la fragilidad regulatoria y los riesgos de greenwashing. Se observa también que parte de los proyectos prioriza mecanismos compensatorios en lugar de la reducción efectiva de emisiones en su origen. Brasil presenta elevado potencial para soluciones basadas en la naturaleza debido a su biodiversidad y extensión territorial, aunque enfrenta desafíos asociados a la burocracia regulatoria, inseguridad jurídica y dependencia de combustibles fósiles. Se concluye que los mercados de carbono poseen relevancia ambiental y económica, pero son insuficientes como mecanismos aislados de mitigación climática, exigiendo políticas estructurales de descarbonización, fortalecimiento regulatorio y sistemas internacionales más rigurosos de verificación ambiental.*

**PALABRAS CLAVE:** Créditos de carbono; Cambio climático; Mercado de carbono; Gases de efecto invernadero; Sostenibilidad.

#### **INTRODUÇÃO**

A intensificação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) após a Revolução Industrial alterou significativamente o equilíbrio climático global (Filonchik et al., 2024). O avanço



da industrialização, o crescimento urbano, a expansão populacional e a forte dependência de combustíveis fósseis elevaram as concentrações atmosféricas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e outros gases responsáveis pelo efeito estufa (Soeder, 2021).

Embora o efeito estufa seja um fenômeno natural essencial para a manutenção da temperatura terrestre, o aumento das emissões antrópicas ampliou o aquecimento global e contribuiu para a instabilidade climática observada nas últimas décadas (Ayoub et al., 2024). Entre os principais impactos ambientais associados às mudanças climáticas destacam-se o derretimento de geleiras, a elevação do nível dos oceanos, a perda de biodiversidade, a acidificação marinha e a maior frequência de eventos climáticos extremos (Mariappan et al., 2022).

A matriz energética mundial ainda permanece fortemente dependente de fontes não renováveis, especialmente petróleo, carvão mineral e gás natural. Setores como transporte, produção industrial, geração de energia e mudanças no uso da terra contribuem de forma expressiva para a emissão de gases de efeito estufa (IEA, 2022). Nesse cenário, as mudanças climáticas passaram a representar um dos maiores desafios ambientais, econômicos e sociais do século XXI.

Em resposta a esse problema, acordos internacionais como o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris estabeleceram metas de mitigação climática e estratégias voltadas à redução das emissões globais (Da Silva et al., 2024). Nesse contexto, os créditos de carbono consolidaram-se como instrumentos econômicos destinados a atribuir valor financeiro às emissões evitadas ou ao carbono removido da atmosfera (Fonseca et al., 2024). Os créditos de carbono são gerados a partir de projetos capazes de reduzir emissões ou promover sequestro de carbono atmosférico. Entre os principais mecanismos utilizados destacam-se projetos de reflorestamento, conservação florestal, agricultura regenerativa, energias renováveis e tecnologias de captura e armazenamento de carbono (Kruse, 2023). Em termos gerais, cada crédito corresponde a uma tonelada de dióxido de carbono equivalente que deixou de ser emitida ou foi removida da atmosfera (Denny, 2025).

Apesar da expansão dos mercados de carbono em escala internacional, persistem questionamentos quanto à sua efetividade ambiental e à confiabilidade dos mecanismos de compensação adotados. Fragilidades nos sistemas de monitoramento e verificação, falhas metodológicas relacionadas à adicionalidade e a volatilidade econômica do mercado comprometem a credibilidade de diversos projetos (De Oliveira Cardoso, 2025). Soma-se a isso a ocorrência de práticas de marketing verde enganoso, conhecidas como greenwashing, nas quais empresas ou iniciativas divulgam benefícios ambientais sem comprovação técnica robusta



ou sem reduções reais (Peixoto et al., 2024) e mensuráveis das emissões de gases de efeito estufa, enfraquecendo a confiança pública nos mercados de carbono e nos instrumentos de compensação climática.

O Brasil ocupa posição estratégica nesse cenário devido à elevada biodiversidade, grande extensão territorial e potencial para soluções baseadas na natureza. Entretanto, o mercado nacional de carbono ainda apresenta limitações regulatórias, insegurança institucional e dependência estrutural de combustíveis fósseis. Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo examinar o histórico e os mecanismos do mercado de créditos de carbono, com destaque para o cenário brasileiro, a partir de levantamento teórico e análise crítica de sua efetividade na mitigação da intensificação do efeito estufa. Para isso, foram analisados a evolução do mercado de carbono desde o Protocolo de Kyoto, seus fundamentos e mecanismos de funcionamento, bem como a efetividade do mercado brasileiro a partir de aspectos regulatórios e dos resultados ambientais dos projetos de compensação climática.

## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1. Mudanças climáticas e emissões de gases de efeito estufa

O crescimento populacional, a industrialização e o aumento da demanda energética intensificaram a exploração de recursos naturais, especialmente de combustíveis fósseis como petróleo e carvão mineral (Frigo; Caneppele; Godinho, 2023). Ao longo da história, crises energéticas evidenciaram a dependência global do petróleo e seus impactos econômicos e geopolíticos (Melo, 2008; Ferreira et al., 2021).

O uso intensivo desses combustíveis está diretamente relacionado ao aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), principalmente dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ). Embora o efeito estufa seja um fenômeno natural essencial à manutenção da vida, a intensificação das emissões antrópicas tem contribuído para o aquecimento global (Oliveira et al., 2024). Apesar de existirem interpretações relacionadas à variabilidade climática natural (Gounaridis; Newell, 2024), evidências científicas apontam forte relação entre as atividades humanas, o desmatamento e a elevação das concentrações atmosféricas de GEE (IPCC, 2021; WWF, 2023; IBAMA, 2024).

Segundo o IPCC (2021), a temperatura média global já ultrapassou  $1,09^\circ\text{C}$  em relação ao período pré-industrial, podendo atingir  $2,7^\circ\text{C}$  até o final do século XXI caso os padrões atuais de emissão sejam mantidos. Como consequência, observam-se alterações no ciclo hidrológico, aumento da frequência de eventos extremos e impactos ambientais, sociais e econômicos significativos, como secas, enchentes, insegurança alimentar, perda de biodiversidade e



agravamento das desigualdades sociais (EMBRAPA, 2022; INPE, 2023; Carvalho et al., 2020; Fundação SOS Mata Atlântica, 2024). Além disso, processos como desertificação, derretimento de geleiras e redução do permafrost intensificam ainda mais os efeitos das mudanças climáticas (Farmer; Cook, 2012).

Diante desse cenário, o controle das emissões de gases de efeito estufa tornou-se uma das principais pautas da governança ambiental internacional, impulsionando o desenvolvimento de estratégias voltadas à mitigação das mudanças climáticas.

## 1.2. Mercado de carbono e instrumentos de compensação

Com o avanço das discussões ambientais internacionais, surgiram mecanismos voltados à mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Entre os principais marcos destaca-se o Protocolo de Kyoto, estabelecido durante a 3ª Conferência das Partes (COP-3), realizada em 1997 no Japão. O acordo propôs metas de redução de emissões para países desenvolvidos e criou instrumentos econômicos voltados à compensação de carbono, incluindo o comércio de emissões, a implementação conjunta e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (UNFCCC, 2020).

O comércio de emissões permite que países ou empresas negociem créditos excedentes de carbono, enquanto a implementação conjunta incentiva projetos de redução de emissões entre países desenvolvidos. Já o MDL possibilita que nações em desenvolvimento implementem projetos de mitigação capazes de gerar créditos comercializáveis internacionalmente.

Nesse contexto, os créditos de carbono consolidaram-se como instrumentos econômicos destinados a atribuir valor financeiro às emissões evitadas ou ao carbono removido da atmosfera. Cada crédito corresponde, em geral, a uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) que deixou de ser emitida ou foi sequestrada do ambiente (Denny, 2025). Esses créditos podem ser gerados a partir de projetos de reflorestamento, energias renováveis, agricultura sustentável, captura de metano e tecnologias de captura e armazenamento de carbono.

Entre as principais tecnologias utilizadas destacam-se a *Carbon Capture and Storage* (CCS), relacionada à captura e armazenamento geológico de carbono; a *Carbon Capture, Utilisation and Storage* (CCUS), que envolve a reutilização do CO<sub>2</sub> capturado; a *Bioenergy with Carbon Capture and Storage* (BECCS), associada à captura de carbono proveniente da biomassa; e a *Direct Air Carbon Capture and Storage* (DACCS), baseada na remoção direta do carbono atmosférico (IPCC, 2021; IEA, 2022).

A elaboração de projetos de crédito de carbono exige etapas de diagnóstico, planejamento, implementação e monitoramento. Aspectos relacionados à metodologia,



cronograma, área de abrangência, agentes envolvidos e formas de avaliação devem ser considerados para assegurar a efetividade das ações propostas (Malzyner; Silveira; Arai, 2005). Após a comprovação da redução das emissões, os projetos podem ser certificados por organismos responsáveis pela validação dos créditos gerados, como as Certified Emission Reductions (CERs) e as Emission Reduction Units (ERUs) (Schmidt; Rosa, 2020).

Apesar da expansão do mercado de carbono, persistem questionamentos relacionados à sua efetividade ambiental. Um dos principais desafios refere-se à adicionalidade, conceito que busca assegurar que as reduções de emissões ocorreram efetivamente em decorrência do projeto implementado. A ausência de metodologias padronizadas e falhas nos sistemas de monitoramento podem comprometer a transparência e a confiabilidade dos créditos comercializados.

Além disso, práticas de *greenwashing* têm gerado críticas aos mecanismos compensatórios, sobretudo quando empresas utilizam créditos de carbono para promover discursos de sustentabilidade sem realizar reduções efetivas em suas próprias emissões. Outro problema relevante é o chamado *carbon leakage*, ou “vazamento de carbono”, caracterizado pela migração de atividades poluentes para regiões com regulamentações ambientais menos rigorosas (Netto et al., 2021).

A baixa participação de determinados setores econômicos também está associada a fatores como regulamentações desatualizadas, fiscalização insuficiente e limitações de investimento em tecnologias sustentáveis (Santos, 2021; Brandão, 2024). Dessa forma, torna-se fundamental compreender os limites, potencialidades e desafios associados aos mercados de carbono, especialmente no contexto brasileiro.

### 1.3. Soluções baseadas na natureza

As soluções baseadas na natureza têm se destacado como estratégias para mitigação das mudanças climáticas e adaptação ambiental, utilizando os ecossistemas naturais de forma sustentável para enfrentar desafios ambientais, sociais e econômicos. Entre as principais práticas destacam-se o reflorestamento, a conservação florestal, a recuperação de áreas degradadas e os sistemas agrícolas sustentáveis, que contribuem para o sequestro de carbono e a manutenção dos serviços ecossistêmicos (Falcone; Mülfarth, 2023).

A preservação da cobertura vegetal possui papel fundamental na regulação climática, enquanto o desmatamento e as queimadas reduzem a capacidade de absorção de CO<sub>2</sub> e intensificam o aquecimento global (WWF, 2023; IBAMA, 2024). Além disso, observa-se crescente valorização dos conhecimentos tradicionais e práticas sustentáveis desenvolvidas por



comunidades locais, integrando saberes científicos e manejo sustentável dos recursos naturais (Vieira, 2023).

Nesse contexto, as soluções baseadas na natureza assumem papel estratégico nas políticas climáticas contemporâneas, contribuindo para a mitigação das emissões, conservação da biodiversidade e fortalecimento da sustentabilidade ambiental.

## 2. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, descritiva e analítica, conforme a classificação proposta por Vergara (2004). A pesquisa foi desenvolvida entre fevereiro de 2023 e janeiro de 2025, com base na análise de literatura científica nacional e internacional relacionada às mudanças climáticas, aos mercados de carbono e à sustentabilidade ambiental.

As buscas bibliográficas foram realizadas nas bases de dados Google Scholar, Scopus, ScienceDirect, PubMed e em repositórios institucionais, além da consulta a relatórios técnicos e documentos oficiais publicados por organismos internacionais e instituições governamentais. Para a seleção dos estudos, foram utilizados descritores em português e inglês, incluindo os termos: “mercado de carbono”, “créditos de carbono”, “mudanças climáticas”, “gases de efeito estufa”, “*carbon sequestration*”, “*global warming*”, “*nature-based solutions*” e “*renewable energy*”.

Foram incluídos artigos científicos, dissertações, monografias, livros, legislações, relatórios institucionais e documentos técnicos publicados entre 2000 e 2025, em português ou inglês. Como critérios de exclusão, desconsideraram-se resumos de eventos, materiais em outros idiomas e fontes sem credibilidade científica. Após a etapa de busca e leitura dos títulos e resumos, os materiais foram selecionados conforme sua aderência aos objetivos propostos, relevância temática, qualidade metodológica e contribuição para a compreensão da efetividade ambiental dos mercados de carbono.

Ao final do processo de seleção, compuseram a revisão bibliográfica 8 livros, 43 artigos científicos, 4 dissertações, 5 monografias e 62 documentos entre legislações, notícias e relatórios técnicos. A análise dos materiais ocorreu de forma interpretativa e crítica, buscando identificar os principais benefícios, limitações e contradições associados aos mecanismos compensatórios utilizados nos atuais sistemas de governança climática.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Crescimento das emissões globais e insuficiência das estratégias climáticas

As concentrações atmosféricas de dióxido de carbono aumentaram de forma acelerada após a Revolução Industrial em decorrência da expansão industrial, do crescimento urbano e da utilização intensiva de combustíveis fósseis. A partir do século XX, o processo de globalização econômica ampliou significativamente o consumo energético mundial, elevando as emissões associadas ao transporte, à produção industrial e à geração de eletricidade. Dados recentes indicam que as emissões energéticas atingiram níveis historicamente elevados após os anos 2000 (IEA, 2022), evidenciando que os atuais mecanismos internacionais de mitigação ainda permanecem insuficientes para estabilizar as concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa em níveis compatíveis com as metas climáticas globais.

A literatura analisada demonstra que, embora os acordos climáticos internacionais tenham fortalecido a governança ambiental global desde a década de 1990, as emissões continuam crescendo em escala mundial. O Protocolo de Kyoto estabeleceu metas ambiciosas para redução das emissões entre 2008 e 2012, propondo diminuição mínima de 5% em relação aos níveis de 1990 para países desenvolvidos. Entretanto, mesmo com a redução de aproximadamente 20% das emissões em parte desses países, as emissões globais aumentaram cerca de 38% no mesmo período (Schauenberg, 2020), evidenciando uma contradição entre os compromissos climáticos internacionais e a manutenção do modelo econômico baseado em combustíveis fósseis e consumo intensivo de recursos naturais.

Essa discrepância pode ser parcialmente explicada pelo aumento contínuo da produtividade industrial, da urbanização, do consumo global e da expansão tecnológica, fatores que ampliaram a demanda energética mundial e mantiveram elevadas as emissões atmosféricas. Nesse contexto, observa-se que a evolução tecnológica, embora tenha permitido avanços em energias renováveis e estratégias de mitigação, também intensificou padrões de consumo e produção associados ao aumento das emissões de gases de efeito estufa. Assim, os resultados indicam que os mecanismos compensatórios atualmente utilizados não são suficientes para enfrentar as causas estruturais das mudanças climáticas, principalmente diante da continuidade da dependência econômica global de combustíveis fósseis.

Além disso, a literatura aponta que parte significativa das estratégias climáticas contemporâneas prioriza mecanismos compensatórios em detrimento da redução direta das emissões na origem. A possibilidade de compensação financeira por meio da compra de créditos de carbono pode retardar medidas efetivas de descarbonização, permitindo que empresas e países mantenham elevados padrões de emissão enquanto transferem parte da



responsabilidade ambiental para projetos compensatórios desenvolvidos em outras regiões. Dessa forma, os créditos de carbono passam a atuar, em alguns casos, mais como instrumentos econômicos de flexibilização das emissões do que como mecanismos efetivos de transformação estrutural dos sistemas produtivos globais.

### **3.2. Mercado internacional de carbono**

O Protocolo de Kyoto representou o primeiro grande marco regulatório internacional voltado ao comércio de emissões e aos mecanismos compensatórios de carbono. A partir desse acordo, os créditos de carbono consolidaram-se como instrumentos econômicos destinados a estimular a redução das emissões por meio de incentivos financeiros, incluindo o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), a Implementação Conjunta e os sistemas de comércio de emissões.

A análise documental demonstra que o mercado internacional de carbono apresentou rápida expansão nas últimas décadas, especialmente em projetos relacionados ao reflorestamento, energias renováveis, agricultura sustentável e conservação ambiental. O mercado europeu consolidou-se como um dos principais sistemas regulados de carbono do mundo, enquanto países em desenvolvimento passaram a concentrar grande parte dos projetos compensatórios. A China, por exemplo, tornou-se responsável por parcela significativa da oferta global de créditos de carbono, seguida por Índia e países da América Latina.

Apesar dessa expansão, persistem desigualdades relevantes entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Na prática, países industrializados frequentemente mantêm elevados níveis de emissão enquanto países periféricos tornam-se responsáveis pela implementação de projetos compensatórios e pela conservação ambiental. Essa assimetria reforça críticas relacionadas à concentração dos benefícios econômicos do mercado de carbono e à transferência das responsabilidades ambientais para regiões menos industrializadas (Kreibich; Hermwille, 2021).

Outro ponto relevante refere-se à falta de padronização metodológica dos mercados compensatórios. Os resultados indicam que diferentes sistemas de certificação utilizam critérios distintos para contabilização das emissões, definição de metas e validação dos créditos gerados. Em alguns casos, empresas incluem apenas emissões diretas em seus inventários, enquanto outras contabilizam emissões indiretas relacionadas à cadeia produtiva. Também existem diferenças relacionadas à neutralidade climática declarada por determinadas corporações, o que compromete a comparabilidade e a transparência dos projetos.

Além disso, embora os projetos compensatórios apresentem potencial econômico e ambiental, diversos estudos demonstram que parte significativa dos benefícios divulgados ainda



permanece incerta. Em muitos casos, há maior ênfase nos retornos financeiros e reputacionais associados aos créditos de carbono do que na redução efetiva das emissões atmosféricas. Isso evidencia que o mercado de carbono frequentemente opera em uma lógica predominantemente econômica, enquanto os resultados ambientais reais permanecem de difícil mensuração em escala global.

### 3.3. Mercado de carbono no Brasil

O Brasil apresenta condições estratégicas para participação no mercado global de carbono devido à elevada biodiversidade, aos recursos florestais e ao potencial de soluções baseadas na natureza (EPE, 2024; Netto et al., 2021). Projetos relacionados à preservação florestal, recuperação de áreas degradadas, agricultura regenerativa e reflorestamento representam oportunidades relevantes para mitigação climática e desenvolvimento sustentável.

Os resultados demonstram que o país possui vantagens competitivas importantes na oferta de soluções climáticas naturais, especialmente em projetos relacionados à conservação florestal, recuperação de pastagens degradadas e sistemas integrados de produção agropecuária. O Plano ABC, por exemplo, apresentou resultados positivos na mitigação das emissões de gases de efeito estufa, superando as metas inicialmente projetadas e contribuindo para recuperação de áreas degradadas, integração lavoura-pecuária-floresta e fortalecimento de práticas agrícolas sustentáveis (MAPA, 2023).

Entretanto, apesar do elevado potencial ambiental, a economia brasileira ainda apresenta forte dependência de combustíveis fósseis nos setores de transporte, indústria e geração energética. O país permanece entre os maiores emissores globais de CO<sub>2</sub>, especialmente devido ao desmatamento, às mudanças no uso da terra e à expansão agropecuária. Além disso, persistem limitações relacionadas à baixa adesão empresarial aos mercados regulados de carbono, fragmentação institucional e insuficiência de investimentos em transição energética sustentável.

O mercado nacional de carbono permaneceu historicamente fragmentado e predominantemente voluntário, com avanços regulatórios mais expressivos ocorrendo apenas após o Decreto nº 11.075/2022 (BRASIL, 2022) e a consolidação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases do Efeito Estufa. Ainda assim, persistem desafios relacionados à burocracia certificadora, insegurança jurídica, custos operacionais elevados e instabilidade nos sistemas de monitoramento ambiental.

Outro aspecto relevante refere-se à desigualdade regional dos projetos de carbono no território brasileiro. Estados com maiores índices de desmatamento e emissão de gases de efeito estufa nem sempre concentram a maior quantidade de projetos de mitigação climática. Isso



evidencia a necessidade de maior direcionamento estratégico das políticas públicas para regiões ambientalmente mais vulneráveis e com maior pressão sobre os recursos naturais.

#### **3.4. Soluções baseadas na natureza e sequestro de carbono**

As soluções baseadas na natureza demonstraram elevado potencial de mitigação climática, especialmente em países tropicais. Projetos relacionados à restauração florestal, preservação de biomas e agricultura de baixo carbono contribuem não apenas para o sequestro de carbono, mas também para conservação da biodiversidade, recuperação ecossistêmica e manutenção dos serviços ambientais.

O Plano ABC brasileiro apresentou resultados positivos relacionados à recuperação de pastagens degradadas e à adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Além de contribuir para mitigação das mudanças climáticas, essas iniciativas desempenham papel relevante na conservação dos recursos hídricos, recuperação da qualidade do solo, promoção da conectividade ecológica entre ecossistemas e ampliação da capacidade de adaptação frente às variações climáticas (MAPA, 2023; IPCC, 2022).

Além disso, os resultados indicam que projetos associados à conservação florestal apresentam benefícios socioambientais adicionais, incluindo geração de empregos, fortalecimento de comunidades locais, valorização de conhecimentos tradicionais e estímulo ao desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, os créditos de carbono também se relacionam com diferentes Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente aqueles voltados à ação climática, preservação da biodiversidade, energia limpa e desenvolvimento econômico sustentável.

Entretanto, embora essas estratégias apresentem benefícios ambientais relevantes, sua utilização isolada não é suficiente para compensar a continuidade das emissões associadas à queima de combustíveis fósseis. A conservação florestal e o reflorestamento possuem capacidade limitada frente à magnitude das emissões globais contemporâneas. Além disso, fatores como queimadas, degradação ambiental, mudanças no uso da terra e eventos climáticos extremos podem comprometer a permanência do carbono sequestrado, reduzindo a previsibilidade dos benefícios ambientais ao longo do tempo.

Dessa forma, embora as soluções baseadas na natureza representem instrumentos importantes para mitigação climática, sua efetividade depende da integração com políticas estruturais de descarbonização e redução direta das emissões atmosféricas.



### 3.5. Fragilidades estruturais dos projetos compensatórios

Apesar dos benefícios potenciais associados aos créditos de carbono, foram identificadas limitações importantes relacionadas à efetividade ambiental dos projetos compensatórios (Kreibich; Hermwille, 2021). Entre os principais problemas observados destacam-se falhas nos sistemas de monitoramento, dificuldades na comprovação da adicionalidade, volatilidade econômica dos créditos, fragilidade regulatória, superestimação do sequestro de carbono e riscos associados ao *greenwashing*.

A adicionalidade representa um dos principais critérios de legitimidade ambiental dos créditos de carbono, uma vez que busca comprovar que as reduções de emissões ocorreram efetivamente devido à implementação do projeto compensatório. Entretanto, diversos estudos demonstram dificuldades metodológicas para comprovar que determinados projetos realmente promoveram reduções adicionais das emissões atmosféricas. Essa limitação compromete diretamente a credibilidade ambiental dos mercados compensatórios e reduz a efetividade das políticas climáticas internacionais.

Outro aspecto relevante refere-se às práticas de *greenwashing*, cada vez mais associadas aos mercados voluntários de carbono. Muitas empresas passaram a utilizar créditos de carbono como instrumentos reputacionais vinculados às estratégias ESG, sem promover reduções estruturais em seus sistemas produtivos (Greenpeace International, 2021). Nesse contexto, a neutralidade de carbono frequentemente transforma-se em ferramenta de marketing ambiental, enquanto o consumo de combustíveis fósseis permanece elevado.

Os documentos analisados também indicam que a ausência de sistemas padronizados de monitoramento e certificação amplia os riscos de superestimação dos benefícios ambientais declarados nos projetos compensatórios. Além disso, a volatilidade da precificação do carbono reduz a previsibilidade econômica do mercado e dificulta a consolidação de investimentos de longo prazo em descarbonização.

Consequentemente, os créditos de carbono não devem ser interpretados como soluções isoladas para mitigação climática. Sua efetividade ambiental depende da integração com políticas estruturais mais amplas, incluindo transição energética, expansão das fontes renováveis, fortalecimento regulatório, inovação tecnológica e redução direta das emissões de gases de efeito estufa.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os créditos de carbono consolidaram-se como instrumentos relevantes dentro das políticas internacionais de mitigação climática. Projetos relacionados ao reflorestamento, agricultura regenerativa, preservação florestal e energias renováveis apresentam potencial para contribuir com a redução das emissões e a promoção da sustentabilidade.

Entretanto, os resultados desta pesquisa demonstraram que os mercados de carbono ainda apresentam limitações estruturais significativas relacionadas à adicionalidade, monitoramento, volatilidade econômica, fragilidade regulatória e práticas de *greenwashing*.

Verifica-se que alguns projetos priorizam mecanismos compensatórios em vez da redução efetiva das emissões na origem, reduzindo a efetividade ambiental das políticas climáticas.

O Brasil apresenta elevado potencial para liderança em soluções baseadas na natureza devido à biodiversidade e aos recursos florestais. Contudo, persistem desafios associados à dependência de combustíveis fósseis, insegurança regulatória e dificuldades operacionais.

Conclui-se que os créditos de carbono possuem relevância ambiental e econômica, mas permanecem insuficientes como mecanismos isolados de enfrentamento das mudanças climáticas. A efetividade desses instrumentos depende da implementação simultânea de políticas estruturais de descarbonização, fortalecimento institucional, inovação tecnológica e sistemas internacionais rigorosos de verificação ambiental.

#### REFERÊNCIAS

AYOUB, J. P.; OLIVEIRA, M.; FREITAS, F.; MELLO, M. Ações antrópicas e a associação com as mudanças climáticas. *Journal of Business and Management (IOSR-JBM)*, v. 26, n. 12, p. 21-27, 2024.

BRANDÃO, Y.G. Contabilidade ambiental em empresas agroindustriais: uma revisão da literatura sobre a contabilização de crédito de carbono e seus desafios. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Estado do Amazonas, 2024. 23p. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/5732>. Acesso em: 26 jul. 2024.

BRASIL. Decreto nº 11.075, de 30 de junho de 2022. Regula a Política Nacional de Mudança Climática, conforme estabelecido na Lei nº 12.187, de 2009. *Diário Oficial da União*, Brasília, 1 jul. 2022. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2021-2024/2022/Decreto/D11075.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2021-2024/2022/Decreto/D11075.htm). Acesso em: 29 jan. 2025.



CARVALHO, B.M.; PEREZ, L.P.; OLIVEIRA, B.F.A.; JACOBSON, L.S.V.; HORTA, M.A.; SOBRAL, A.; HACON, S.S. Doenças transmitidas por vetores no Brasil: mudanças climáticas e cenários futuros de aquecimento global. *Sustainability in Debate*, Brasília, v. 11, n. 3, p. 383-404, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/download/33985/28574/92741>. Acesso em: 25 jun. 2024.

DA SILVA, W. N.; SARGES, R. B.; DE MOURA GONTIJO, J.; DE OLIVEIRA, M. C. A.; DA ROCHA, S. M. O protocolo de Kyoto: a construção de uma política brasileira para a redução da emissão de gases. *Pesquisa & Debate Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política*, v. 36, n. 1, 2024.

DENNY, D. M. T. Apostila mercado de carbono. [S.l.]: [s.n.], 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Impactos das mudanças climáticas na agricultura brasileira. Disponível em: [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br). Acesso em: 5 abr. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Balanço Energético Nacional 2024. Rio de Janeiro: EPE, 2024.

FALCONE, D.; MÜLFARTH, R.C.K.; PELLEGRINO, P.R.M. Planejamento de cidades a partir da Infraestrutura Verde e de Soluções Baseadas na Natureza: revisão de Planos Diretores e Planos Municipais das capitais brasileiras. *Scientific Journal ANAP Edição Especial*, v. 1, p. 593-604, 2023.

FARMER, G.T.; COOK, J. *Climate Change Science: a modern synthesis*. Nova York: Springer, 2012.

FERREIRA, A.C.R.; TOMAZ, B.M.T.; DELOGO, C.M.N.; ANDRÉ, D.F.; DIAS, I.R.; MUSSA, L.B.; MIRANDA, Y.T. Crise do petróleo em 2020: uma análise acerca dos impactos da guerra dos preços no Brasil. *Revista de Relações Internacionais*, v. 1, 2021. DOI: 10.17771/PUCRio.CadRI.54305. Disponível em: <https://openurl.ebsco.com/>. Acesso em: 15 nov. 2024.

FILONCHYK, M.; PETERSON, M.; ZHANG, L.; HURYNOVICH, V.; HE, Y. Greenhouse gases emissions and global climate change: examining the influence of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O. *Science of the Total Environment*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173359>.

FONSECA, J. M.; PEREIRA, B. M. Desafios e oportunidades da contabilidade ambiental e crédito de carbono no Brasil: revisão bibliográfica. *Revista Sociedade Científica*, v. 7, n. 1, p. 5793-5818, 2024.

FRIGO, M.M.; CANEPELE, F.L.; GODINHO, E.Z. A transição energética sob uma perspectiva crítica. *Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica*, v. 2, n. 3, 2023. DOI: <https://doi.org/10.56166/remici.2023.2.v2n1.3.4>.

GOUNARIDIS, D.; NEWELL, J. P. The social anatomy of climate change denial in the United States. *Scientific Reports*, v. 14, n. 1, p. 2097, 2024. DOI: 10.1038/s41598-023-50591-6. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38355774/>. Acesso em: 2 fev. 2024.



GREENPEACE INTERNATIONAL. Carbon offsets: net zero deception. Amsterdam: Greenpeace, 2021.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. CO2 emissions in 2022. Paris: IEA, 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Relatório sobre temperaturas e eventos climáticos extremos. Disponível em: [www.inpe.br](http://www.inpe.br). Acesso em: 13 mar. 2024.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022.

KREIBICH, N.; HERMWILLE, L. Caught in between: credibility and feasibility of the voluntary carbon market post-2020. *Climate Policy*, v. 21, n. 7, p. 939-957, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1948384>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14693062.2021.1948384>. Acesso em: 20 set. 2024.

KRUSE, B. C. Considerações pungentes ao mercado de crédito de carbono. *Perspectivas Sociais*, v. 9, n. 1, p. 14-39, 2023.

MALZYNER, C.; SILVEIRA, C.; ARAI, V.J. Planejamento e avaliação de projetos em Educação Ambiental. In: PHILIPPI JR, A.; PELICIONI, M.C.F. Educação ambiental e sustentabilidade. Barueri: Manole, 2005.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Plano ABC+: Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. Brasília: MAPA, 2023.

MARIAPPAN, S.; DAVID RAJ, A.; KUMAR, S.; CHATTERJEE, U. Global warming impacts on the environment in the last century. In: CHATTERJEE, U. et al. *Ecological Footprints of Climate Change*. Cham: Springer, 2022. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-15501-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-15501-7_3).

MELO, I.E. As crises do petróleo e seus impactos sobre a inflação do Brasil. Monografia. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2008. 35p.

NETTO, A.L.A.; ALVES, V.H.; PEYERL, D.; JACOBI, P.R.; SANTOS, E.M. Overview of public policies and strategies for the deployment of carbon capture and storage: reflections for Brazil. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 10, n. 1, p. 1-21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5585/geas.v10i1.19305>.

OLIVEIRA, D. N. de; SILVA, G. F.; VASCONCELOS, D. L. de M.; FEITOZA, Y. da C.; MACIEL, J. S. C. Aquecimento global e mudanças ambientais: a percepção de estudantes do ensino médio. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, São Paulo, v. 7, n. 14, p. e14947, 2024. DOI: [10.55892/jrg.v7i14.947](https://doi.org/10.55892/jrg.v7i14.947). Disponível em: <https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/947>. Acesso em: 31 ago. 2024.



PEIXOTO, N. O.; DE ALMEIDA, N. S. Greenwashing: uma revisão sistemática da literatura sobre formas de identificação e seus fatores determinantes. REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade, v. 14, n. 4, p. 69-83, 2024.

SANTOS, A.C. Política nacional sobre mudança do clima no Brasil: uma avaliação de instrumentos e de efetividade. Revista de Políticas Públicas da UFPE, n. 6, 2021. Disponível em: [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/47059/1/ICS\\_ASantos\\_Politicas.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/47059/1/ICS_ASantos_Politicas.pdf). Acesso em: 25 jul. 2023.

SCHAUENBERG, T. Protocolo de Kyoto foi marco climático, mas insuficiente. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/protocolo-de-kyoto-foi-marco-na-prote%C3%A7%C3%A3o-clim%C3%A1tica-mas-insuficiente/a-52399555>. Acesso em: 20 set. 2024.

SCHMIDT, J.; ROSA, M. Certified palm oil reduces greenhouse gas emissions compared to non-certified. Journal of Cleaner Production, v. 277, 124045, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124045>.

SOEDER, D. J. Greenhouse gas sources and mitigation strategies from a geosciences perspective. Advances in Geo-Energy Research, v. 5, n. 3, p. 274-285, 2021.

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. Acordo de Paris. Paris: Nações Unidas, 2015. Disponível em: [https://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf). Acesso em: 8 maio 2023.

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. Clean Development Mechanism Report. Bonn: United Nations, 2020.

VERGARA, S.C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. São Paulo: Atlas, 2004.

VIEIRA, S.A. Os sinais da Terra e as mudanças climáticas: uma aliança possível entre a antropologia e os conhecimentos tradicionais frente à crise climática e ambiental. Ciência & Cultura, v. 75, n. 2, 2023. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252023000200007&script=sci\\_arttext](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252023000200007&script=sci_arttext). Acesso em: 30 abr. 2024.

WORLD WILDLIFE FUND – WWF. A biodiversidade brasileira e as mudanças climáticas. Disponível em: [www.wwf.org.br](http://www.wwf.org.br). Acesso em: 12 fev. 2023.