



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E AMBIENTE
MESTRADO EM ENERGIA E AMBIENTE

FABIO HENRIQUE SOUSA

REGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO NO BRASIL:

Desafios e perspectivas

São Luís

2025

FABIO HENRIQUE SOUSA

REGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO NO BRASIL:

Desafios e perspectivas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente, da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Lucylea Gonçalves França

São Luís

2025

Sousa, Fábio Henrique.

REGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO NO
BRASIL : desafios e perspectivas / Fábio Henrique Sousa. -
2025.

100 f.

Orientador(a): Lucylea Gonçalves França.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Energia e Ambiente/ccet, Universidade Federal do Maranhão,
Ppgea Ccet Ufma, 2025.

1. Mercado de Carbono. 2. Regulamentação. 3.
Sustentabilidade. 4. Créditos de Carbono. 5.
Desenvolvimento Climático. I. França, Lucylea Gonçalves.
II. Título.

FABIO HENRIQUE SOUSA

REGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO NO BRASIL:

Desafios e perspectivas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente, da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente.

Aprovada em ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Lucylea Gonçalves França (Orientadora)

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Paulo Henrique da Silva Leite Coelho

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Luciano Muniz Cavalcante

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente A Deus, por ser minha luz nos momentos de escuridão, minha força nas fraquezas e meu refúgio em cada desafio. Por me dar Foco, Força e Fé.

Aos meus pais, Deusdete e Vera e ao meu irmão, Danilo por cada gesto de amor, por cada palavra de apoio e por sempre me fazerem acreditar na força do estudo e da idoneidade moral. Vocês são meu alicerce e minha motivação diária.

À minha esposa, Andréa, companheira incansável desta caminhada. Obrigado por estar ao meu lado com amor, paciência e encorajamento. Sua presença tornou esta jornada mais leve e significativa.

E aos ambientalistas, cuja paixão e coragem em defender a natureza inspiram não apenas esta dissertação, mas um compromisso de vida. Que seu exemplo continue a iluminar caminhos e despertar consciências.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha profunda gratidão à minha orientadora, professora Dr^a. Lucylea Gonçalves França, por sua dedicação e incentivo ao longo desta caminhada. Seu olhar crítico e sua orientação foram fundamentais para a construção deste trabalho e para o meu amadurecimento acadêmico.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente (PPGEA) da UFMA e sua secretaria, agradeço imensamente pelos ensinamentos transmitidos, pelo apoio e pelas valiosas contribuições que enriqueceram minha formação. Cada disciplina, cada debate e cada sugestão foram essenciais para ampliar minha visão e consolidar o conhecimento necessário para a realização desta dissertação.

Aos meus colegas discentes, meu sincero agradecimento pelo companheirismo, pelas trocas de ideias, pelo apoio mútuo e pelas conversas que tornaram essa travessia mais leve e enriquecedora. A vivência compartilhada foi um dos aspectos mais gratificantes dessa trajetória acadêmica.

Por fim, estendo minha gratidão a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade. A cada um de vocês, meu muito obrigado!

“No começo pensei que estivesse lutando para salvar seringueiras, depois pensei que estava lutando para salvar a Floresta Amazônica. Agora, percebo que estou lutando pela humanidade”.

(Chico Mendes, apud Almeida, 2005)

RESUMO

O mercado de créditos de carbono surgiu como uma ferramenta para lidar com as mudanças climáticas, incentivando a redução das emissões de gases de efeito estufa. Enraizado em acordos internacionais como o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris, o mercado evoluiu para incluir várias estruturas legais e econômicas em todo o mundo. No Brasil, o estabelecimento da Lei nº 15.042 de 11 de dezembro de 2024, que estabeleceu as bases para a criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa, marca um passo significativo mas não determinante no processo de regulação do setor e na formalização da participação do país nessa iniciativa global. O trabalho teve como objetivo principal examinar as origens e os conceitos legais dos créditos de carbono, a estrutura regulatória nacional e as perspectivas para o mercado de carbono brasileiro, destacando seu potencial de impacto econômico, social e ambiental. O estudo se propôs a discutir os parâmetros para o funcionamento do mercado de créditos de carbono no Brasil e suas origens, utilizando a metodologia exploratória e pesquisa bibliográfica com base em estudos e normativas internacionais abordando suas origens, conceitos legais, o marco regulatório brasileiro, incluindo a Lei nº 15.042/24 que institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa, e suas perspectivas, destacando seu papel na promoção do desenvolvimento sustentável e no combate às mudanças climáticas. Como conclusão o trabalho também explora as vantagens competitivas do mercado brasileiro, incluindo sua biodiversidade, matriz energética limpa e setores estratégicos como energia renovável, agricultura de baixo carbono e conservação florestal. Enfatiza-se a necessidade de políticas harmonizadas, inovação tecnológica e participação inclusiva de pequenos produtores e comunidades tradicionais. Por meio de análise crítica, pesquisa apresenta mecanismos de incentivo e estratégias de investimento, como o estabelecimento de uma bolsa nacional de carbono, o fomento de parcerias público-privadas e o desenvolvimento de fundos de financiamento climático. Ele destaca a integração de projetos de carbono com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas como uma oportunidade para aumentar seu apelo global e amplificar impactos sociais e ambientais. As conclusões ressaltam a importância de abordar desafios relacionados à burocracia, reputação ambiental e limitações tecnológicas. A governança climática integrada e o reconhecimento de co-benefícios de projetos de carbono, como conservação da biodiversidade e geração de renda para comunidades locais, são essenciais para fortalecer o mercado. As vantagens naturais e estratégicas do Brasil o posicionam como um líder potencial no mercado global de carbono, desde que as medidas sugeridas sejam implementadas e a cooperação internacional seja priorizada.

Palavras-chave: Mercado de Carbono. Regulamentação. Sustentabilidade. Créditos de Carbono, Desenvolvimento Climático.

ABSTRACT

The carbon credit market emerged as a tool to address climate change by incentivizing the reduction of greenhouse gas emissions. Rooted in international agreements such as the Kyoto Protocol and the Paris Agreement, the market has evolved to include several legal and economic frameworks around the world. In Brazil, the establishment of Law No. 15,042 of December 11, 2024, which established the basis for the creation of the Brazilian Greenhouse Gas Emissions Reduction Trading System, marks a significant but not decisive step in the process of regulating the sector and formalizing the country's participation in this global initiative. The main objective of this paper was to examine the origins and legal concepts of carbon credits, the national regulatory framework, and the prospects for the Brazilian carbon market, highlighting its potential for economic, social, and environmental impact. The study proposed to discuss the parameters for the functioning of the carbon credit market in Brazil and its origins, using the exploratory methodology and bibliographic research based on international studies and regulations addressing its origins, legal concepts, the Brazilian regulatory framework, including Law No. 15,042/24 which institutes the Brazilian Greenhouse Gas Emissions Reductions Trading System, and its perspectives, highlighting its role in promoting sustainable development and combating climate change. In conclusion, the paper also explores the competitive advantages of the Brazilian market, including its biodiversity, clean energy matrix, and strategic sectors such as renewable energy, low-carbon agriculture, and forest conservation. It emphasizes the need for harmonized policies, technological innovation, and inclusive participation of small producers and traditional communities. Through critical analysis, the research presents incentive mechanisms and investment strategies, such as the establishment of a national carbon exchange, the promotion of public-private partnerships, and the development of climate finance funds. It highlights the integration of carbon projects with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) as an opportunity to increase their global appeal and amplify social and environmental impacts. The conclusions highlight the importance of addressing challenges related to bureaucracy, environmental reputation, and technological limitations. Integrated climate governance and the recognition of co-benefits of carbon projects, such as biodiversity conservation and income generation for local communities, are essential to strengthen the market. Brazil's natural and strategic advantages position it as a potential leader in the global carbon market, provided that the suggested measures are implemented and international cooperation is prioritized.

Keywords: Carbon Market. Regulation. Sustainability. Carbon Credits, Climate Development.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABC	-	Agricultura de Baixa Emissão de Carbono
APP	-	Área de Preservação Permanente
BNDES	-	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAR	-	Cadastro Ambiental Rural
CCC	-	Comitê de Mudanças Climáticas
CCS	-	Captura e Armazenamento de Carbono
CLT	-	Consolidação das Leis do Trabalho
CO ₂	-	Dióxido de Carbono
CONAMA	-	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COP	-	Conferência das Partes
ETS	-	Sistema de Comércio de Emissões (Sistema Europeu de Comércio)
FMI	-	Fundo Monetário Internacional
GEE	-	Gases de Efeito Estufa
IBAMA	-	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ILPF	-	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
INPE	-	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MDL	-	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MRV	-	Monitoramento, Relacionamento e Verificação
NDC	-	Contribuições Nacionalmente Determinadas
ONU	-	Organização das Nações Unidas
PNMC	-	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNRS	-	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPCDAm	-	Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia
PPPs	-	Parcerias Público-Privadas
PSA	-	Pagamento por Serviços Ambientais
REDD+	-	Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal
RenovaBio	-	Política Nacional de Biocombustíveis
RGGI	-	Iniciativa Regional de Gases de Efeito Estufa
SINIMA	-	Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente
UE	-	União Europeia
UNFCCC	-	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS DOS CRÉDITOS DE CARBONO	14
2.1	Conceito e definição de créditos de carbono	14
2.2	Origem e evolução histórica	16
2.3	Marcos regulatórios internacionais	17
2.4	Papel na mitigação das mudanças climáticas	21
3	ARCABOUÇO LEGAL E REGULATÓRIO DO CARBONO NO BRASIL	25
3.1	Política Nacional sobre Mudança do Clima	25
3.2	Legislações e normas específicas	29
3.3	A Lei nº 15.042/24: a base do mercado de carbono no Brasil	33
3.4	Instituições reguladoras e fiscalizadoras	35
3.5	Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e os créditos de carbono	38
3.6	Breve comparativo com marcos regulatórios internacionais	41
4	DESAFIOS DA REGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE CARBONO	46
4.1	Aspectos institucionais	46
4.2	Entraves legais e administrativos	50
4.3	Limitações metodológicas	54
4.4	Barreiras econômicas e de mercado	58
5	PERSPECTIVAS E POTENCIALIDADES	62
5.1	Cenário atual do mercado brasileiro	62
5.2	Oportunidades de desenvolvimento e perspectivas para o futuro	66
5.3	Potencial de atração de investimentos	69
5.4	Tendências internacionais e impactos no Brasil	73
6	ANÁLISE CRÍTICA E PROPOSIÇÕES	78
6.1	Diagnóstico dos principais impasses	78

6.2	Recomendações para aprimoramento regulatório	82
6.3	Propostas de mecanismos de incentivo	84
6.4	Estratégias de desenvolvimento do mercado	88
6.5	Exemplos de projetos de carbono em execução.....	90
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

1 INTRODUÇÃO

A regulamentação do mercado de créditos de carbono no Brasil é um tema de extrema relevância diante da crescente urgência global em reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e enfrentar os impactos das mudanças climáticas. Esse mercado surgiu como um dos principais instrumentos econômicos voltados à mitigação das emissões, promovendo a transição para uma economia de baixo carbono e incentivando práticas sustentáveis em diversos setores produtivos. Insere-se em um contexto internacional marcado por compromissos assumidos em acordos como o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris, os quais visam estabelecer metas e estratégias globais para a redução de emissões.

No Brasil, o desenvolvimento de um mercado regulado de créditos de carbono ainda está em processo de consolidação, exigindo a criação de marcos legais mais robustos, mecanismos eficazes de fiscalização e monitoramento, além de incentivos econômicos que estimulem a adesão de diferentes setores. A fragmentação das políticas públicas relacionadas à mudança climática e a ausência de coordenação entre os níveis federal, estadual e municipal são alguns dos principais entraves que comprometem a eficácia das ações voltadas à regulamentação deste mercado. Soma-se a isso a falta de padronização nos critérios de certificação de créditos, a burocracia envolvida e os custos elevados para a emissão e comercialização dos mesmos, o que reduz a atratividade para investidores e empreendedores.

Apesar desses desafios, o Brasil apresenta elevado potencial para o desenvolvimento desse mercado, tanto pela abundância de recursos naturais – como as florestas tropicais e a biomassa – quanto pela possibilidade de expandir projetos voltados à conservação ambiental e à geração de energia a partir de fontes renováveis. Com a devida regulamentação, o país pode se consolidar como um dos principais protagonistas globais na promoção da sustentabilidade, contribuindo de forma significativa para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 7 (Energia Limpa e Acessível), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima) e ODS 15 (Vida Terrestre).

A implementação de políticas públicas que harmonizem a legislação nacional com as diretrizes dos principais acordos internacionais é fundamental para que o Brasil atraia investimentos, fomente tecnologias limpas e promova o uso sustentável de seus recursos naturais. Para isso, é essencial superar a resistência de setores econômicos tradicionais, como o agronegócio e a indústria extrativa, por meio da criação de incentivos fiscais e mecanismos de apoio à adoção de práticas de baixo carbono. Além disso, é importante investir em ações de

conscientização e capacitação voltadas às comunidades locais, garantindo que os benefícios gerados pela comercialização de créditos de carbono sejam distribuídos de forma justa e equitativa.

A escolha do tema se justifica pela necessidade de consolidar uma política climática eficaz e coerente com os compromissos internacionais, além de aproveitar o potencial do país para liderar iniciativas sustentáveis no cenário global. Com uma legislação adequada e incentivos direcionados, esse mercado pode contribuir para a geração de receitas, atração de investimentos verdes e fortalecimento da imagem do Brasil como uma nação comprometida com a preservação ambiental e a transição energética.

No que tange a metodologia este trabalho adota uma abordagem qualitativa, com foco na análise bibliográfica e documental de estudos recentes que tratam dos aspectos legais, econômicos e ambientais do mercado de créditos de carbono no Brasil. A pesquisa busca identificar os principais desafios institucionais, os obstáculos regulatórios e as oportunidades existentes para a promoção de um mercado mais estruturado e confiável. A análise contempla também a integração das políticas brasileiras com as metas estabelecidas pelos ODS, visando propor estratégias que contribuam para o fortalecimento da governança climática e para o desenvolvimento sustentável do país.

Quanto a estrutura da dissertação, ele se encontra alicerçada em 5(cinco) capítulos, o primeiro capítulo versa sobre conceitos básicos e histórico do mercado de créditos de carbono, o segundo capítulo trata sobre a regulamentação existente atinente a matéria no Brasil e um comparativo com normas internacionais.

No terceiro capítulo está pautado em analisar os principais desafios da regulamentação acerca dos créditos de carbono, aspectos institucionais, barreiras para o avanço da regulamentação. A partir do penúltimo capítulo começa-se a traçar um panorama sobre as perspectivas e potencialidades desse mercado que pode impactar positivamente na sociedade brasileira.

E por fim o quinto capítulo busca trabalhar uma análise crítica da regulamentação do mercado de créditos de carbono no Brasil, traçando um diagnóstico e propondo aprimoramento e estratégias de desenvolvimento.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DOS CRÉDITOS DE CARBONO

Os créditos de carbono surgiram como um mecanismo inovador no combate às mudanças climáticas, sendo formalmente instituídos pelo Protocolo de Kyoto, em 1997, como parte dos chamados mecanismos de flexibilidade. Segundo Kruse (2023, p.23), um crédito de carbono corresponde à redução certificada de uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (CO₂) que deixou de ser emitida ou foi removida da atmosfera por meio de projetos ambientais. A lógica subjacente a esse sistema é a quantificação e comercialização das emissões de gases de efeito estufa, transformando-as em ativos financeiros negociáveis.

O princípio fundamental dos créditos de carbono é atribuir valor econômico à poluição, criando um incentivo financeiro para que empresas e países reduzam suas emissões. Como destacam Athias e Sá (2022, p.68), ao permitir que emissores que superaram suas metas de redução vendam créditos excedentes e que aqueles que não atingiram suas metas os adquiram para compensação, cria-se um mercado dinâmico que promove práticas sustentáveis e o desenvolvimento de tecnologias limpas. Esse mecanismo, portanto, contribui de forma significativa para o alcance das metas climáticas globais, ao mesmo tempo em que estimula a inovação e a transição para uma economia de baixo carbono.

2.1 Conceito e definição de créditos de carbono

Os créditos de carbono são instrumentos criados para mitigar os efeitos das mudanças climáticas, representando uma unidade equivalente a uma tonelada de dióxido de carbono (CO₂) ou gases de efeito estufa (GEE) que foram evitados, reduzidamente ou retirados da atmosfera. Esses créditos são emitidos por projetos que promovem práticas sustentáveis, como reflorestamento, energia renovável e captura de carbono. Segundo Folloni e Borghi (2018, p.117), eles servem como uma solução de mercado para compensar emissões que não podem ser reduzidas diretamente, promovendo o equilíbrio climático global.

A precificação das emissões de carbono não está no centro desse mecanismo, atribuindo um valor econômico aos impactos ambientais causados pelos GEE. Essa abordagem incentiva a adoção de práticas mais sustentáveis e a transição para tecnologias limpas. Ferraz e Cooke (2024, p.222) destacam que, ao internalizar os custos ambientais nas atividades econômicas, os créditos de carbono ajudam a direcionar recursos financeiros para projetos de maior impacto positivo no clima.

Os mercados de carbono podem ser divididos em regulamentados e voluntários. No mercado regulado, as transações são guiadas por legislações nacionais ou internacionais, como o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris. Já no mercado voluntário, empresas ou indivíduos adquirem créditos para compensar suas emissões sem a obrigação de atender a metas legais. Ambos os mercados coexistem e desempenham papéis complementares no combate às mudanças climáticas (Silva; Uchôa, 2024, p. 77).

No Brasil, os créditos de carbono têm um papel relevante, principalmente devido ao vasto potencial do país em projetos de conservação florestal, agricultura sustentável e energias renováveis. Segundo Reisch (2021, p.3), o Brasil tem uma das maiores capacidades globais para gerar créditos de carbono, mas enfrenta desafios relacionados à regulamentação e à burocracia que limitam o crescimento do mercado nacional.

Os benefícios sociais dos créditos de carbono são notáveis, incluindo a geração de empregos e a promoção da inclusão social em comunidades vulneráveis. Athias e Sá (2022, p.77) destacam que projetos financiados por créditos de carbono frequentemente promovem o desenvolvimento socioeconômico em áreas rurais, fortalecendo economias locais e protegendo ecossistemas fundamentais para o equilíbrio climático.

O sucesso do mercado de carbono depende de mecanismos de monitoramento, relato e verificação (MRV). Esses processos garantem a redução dos créditos emitidos e a eficácia dos projetos financiados. Segundo Silva e Uchôa (2024, p. 34), tecnologias como *blockchain* têm sido usadas para aumentar a transparência e a rastreabilidade das transações, reforçando a confiança de investidores e reguladores.

Além de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, os créditos de carbono têm um papel educativo, promovendo maior conscientização sobre a importância da sustentabilidade. As empresas que utilizam créditos de carbono desenvolvem frequentemente programas que incentivam mudanças culturais e comportamentais, estimulando práticas mais responsáveis ao longo de suas cadeias de valor (Gomes; Soerger, 2017, p. 2).

Os desafios associados aos créditos de carbono incluem a padronização global e a integração de mercados regionais. A falta de regulamentação uniforme pode comprometer a contribuição do mercado e reduzir sua eficácia. Segundo Ferraz e Cooke (2024, p. 225), a criação de diretrizes globais claras é essencial para superar essas barreiras e ampliar o impacto positivo dos créditos.

Os créditos de carbono também primam na promoção da inovação tecnológica. Projetos financiados por esses créditos frequentemente envolvem o desenvolvimento de tecnologias avançadas, como captura de carbono e sistemas agroflorestais. Athias e Sá (2022, p. 72)

apontam que essas inovações são essenciais para reduzir emissões em setores difíceis de descarbonizar, como transporte e indústria pesada.

Assim, os créditos de carbono representam uma ferramenta indispensável para enfrentar os desafios climáticos globais. Ao promoverem a transição para práticas mais sustentáveis e incentivarem a cooperação internacional, eles ajudam a moldar um futuro mais resiliente e equilibrado. Segundo Reisch (2021, p.5), o fortalecimento do mercado de carbono dependerá de políticas públicas consistentes e da colaboração entre governos, empresas e sociedade civil.

2.2 Origem e evolução histórica

A história dos créditos de carbono começou com o Protocolo de Kyoto, adotado em 1997 e implementado em 2005. Esse acordo internacional circula metas obrigatórias de redução de emissões para países desenvolvidos e mecanismos de mobilidade dinâmica, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). O MDL permitiu que países em desenvolvimento gerassem créditos por meio de projetos que evitassem ou reduzissem emissões de GEE, promovendo uma redistribuição de recursos globais para iniciativas sustentáveis (Poyer *et al.*, 2020, p.773).

O Acordo de Paris, de 2015, trouxe uma abordagem mais inclusiva, envolvendo todos os países no esforço global de mitigação das mudanças climáticas. Diferentemente do Protocolo de Kyoto, o Acordo de Paris permitiu que cada país definisse suas próprias metas, conhecidas como Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs). Essa flexibilidade ampliou a participação no mercado de carbono, permitindo uma maior integração entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (Athias; Sá, 2022, p. 70).

No Brasil, o MDL desempenhou um papel fundamental na criação do mercado de créditos de carbono. Projetos de energia renovável, manejo de resíduos e reflorestamento foram implementados com sucesso, posicionando o Brasil como um dos principais emissores de créditos no mercado internacional. Segundo Lima *et al.* (2023, p.28), o potencial do Brasil nesse mercado é enorme, mas ainda limitado por questões regulatórias e burocráticas.

Outro marco importante na evolução histórica do mercado foi o crescimento do mercado voluntário de carbono. Esse mercado permite que empresas e indivíduos compensem suas emissões sem a obrigação de atender às metas regulatórias. Lamenza *et al.* (2017) destacam que o mercado voluntário tem crescido rapidamente, com destaque para setores como tecnologia, transporte e agricultura sustentável.

Os projetos de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal

(REDD+) são outro exemplo da evolução histórica do mercado de carbono. Esses projetos visam monetizar a conservação florestal, incentivando práticas sustentáveis e redução de emissões associadas ao desmatamento (Basso; Delfino, 2015, p.171). Reisch (2021, p. 7) ressalta que o Brasil tem um dos maiores potenciais para implementar projetos REDD+, mas enfrenta desafios relacionados ao financiamento e ao engajamento comunitário.

A declaração do mercado de carbono também foi acompanhada por avanços tecnológicos que facilitaram o monitoramento e a verificação das emissões. Ferramentas como satélites, drones e inteligência artificial são amplamente utilizadas para garantir a eficácia dos projetos financiados e a legitimidade dos créditos emitidos. Essas inovações têm sido fundamentais para aumentar a transparência e a confiança no mercado (Silva; Uchôa, 2024, p. 71).

2.3 Marcos regulatórios internacionais

Os marcos regulatórios internacionais servem para a construção e organização do mercado de créditos de carbono, estabelecendo mecanismos que não apenas mitigam as mudanças climáticas, mas também promovem a cooperação entre as nações em prol das metas climáticas globais. O Protocolo de Quioto, implementado em 2005, destacou-se como o primeiro grande acordo internacional a incluir metas vinculativas para a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) por países desenvolvidos.

Ele possui mecanismos inovadores, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), permitindo que países em desenvolvimento gerem créditos por meio de projetos sustentáveis. Dessa forma, o protocolo fomentou uma redistribuição global de recursos financeiros, contribuindo para iniciativas de mitigação em regiões emergentes (Folloni; Borghi, 2018, p. 118).

O MDL tornou-se uma das ferramentas mais emblemáticas do Protocolo de Kyoto, permitindo que países em desenvolvimento participassem ativamente do esforço global para reduzir emissões de GEE. Ele trabalhou como uma ponte entre nações industrializadas e emergentes, oferecendo incentivos financeiros para que as últimas adotassem práticas mais sustentáveis. Essa abordagem foi especialmente eficaz no Brasil, onde projetos voltados para energia renovável e ao manejo de resíduos desenvolvidos para que o país se destaque como um dos principais emissores de créditos de carbono no mercado global. Segundo Poyer *et al.* (2020, p.769), os projetos brasileiros foram responsáveis por atrair consideráveis investimentos internacionais, demonstrando o potencial do MDL como ferramenta de desenvolvimento

sustentável.

Com a assinatura do Acordo de Paris em 2015, a governança climática global passou por uma transformação significativa, ampliando o escopo dos compromissos climáticos. Diferentemente do Protocolo de Kyoto, que impôs metas obrigatórias apenas para países desenvolvidos, o Acordo de Paris adota uma abordagem mais inclusiva, exigindo que todas as nações estabeleçam Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs). Além disso, o Artigo 6º do acordo regulamenta os mercados internacionais de carbono, promove a cooperação entre países e estabelece critérios que garantem transações justas e eficazes. Essa evolução foi um marco para o mercado global de carbono, ampliando a integração de países emergentes e fortalecendo a governança climática global (Athias; Sá, 2022, p.74).

O Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (ETS), criado em 2005, é exclusivamente reconhecido como uma das iniciativas regionais mais bem-sucedidas no mercado de carbono. Utilizando o modelo de “*cap-and-trade*”, o ETS estabelece limites máximos de emissões para setores econômicos, permitindo que as empresas negociem créditos para compensar suas emissões. Esse sistema não é apenas prejudicial às emissões de GEE na Europa, mas também serviu como um modelo para outros mercados regionais. Lima *et al.* (2023, p. 31) destacam que o ETS é considerado um marco regulatório que demonstra como políticas regionais complementares a iniciativas globais, ampliando a eficácia do mercado de carbono.

A harmonização entre mercados regulamentados e voluntários continua sendo um dos desafios mais relevantes nos marcos regulatórios internacionais. O mercado voluntário, caracterizado pela flexibilidade e pela ausência de obrigações legais, complementa os esforços dos mercados regulados para oferecer oportunidades para empresas e indivíduos compensarem suas emissões de maneira independente. No entanto, a falta de padrões uniformes pode comprometer a sua alteração. Segundo Rocha Júnior *et al.* (2024, p. 224), integrar os dois mercados é essencial para maximizar os benefícios econômicos e climáticos, permitindo uma abordagem mais coesa e eficaz.

No Brasil, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) exemplifica como os marcos regulatórios internacionais influenciam as políticas nacionais. Essa política, instituída em 2009, estabelece diretrizes para a implementação de iniciativas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, alinhando o país às metas globais. Apesar disso, especialistas como Lima *et al.* (2023, p. 39) argumentam que o Brasil ainda enfrenta desafios importantes na regulamentação interna, o que limita sua competitividade no mercado global de carbono e a expansão de projetos de mitigação.

A transparência e a rastreabilidade nas transações de créditos de carbono são prioridades nos marcos regulatórios internacionais. A introdução de tecnologias como blockchain tem sido um avanço importante nesse sentido, permitindo maior confiabilidade e evitando fraudes, como a dupla contagem de créditos. Silva e Uchôa (2024, p.77) destacam que essas ferramentas tecnológicas não apenas aumentam a confiança no mercado, mas também atraem investidores, consolidando o mercado de carbono como uma alternativa viável para mitigar as mudanças climáticas.

Outro aspecto é a inclusão de países em desenvolvimento nos marcos regulatórios. O Protocolo de Kyoto já havia introduzido mecanismos para incentivar a participação dessas nações, mas o Acordo de Paris ampliou significativamente essa abordagem, promovendo a implementação de projetos de mitigação em países emergentes. Segundo Folloni e Borghi (2018, p. 119), essa inclusão é fundamental para garantir uma distribuição equitativa dos benefícios econômicos e ambientais do mercado de carbono, especialmente regiões em que sofrem os maiores impactos das mudanças climáticas.

Os organismos multilaterais, como as Nações Unidas, desempenham um papel central na governança dos mercados de carbono. Através da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), esses organismos promovem diálogos entre nações e estabelecem diretrizes que garantem a supervisão e a eficácia do mercado. Lima *et al.* (2023, p. 39) apontam que uma governança multinacional é essencial para coordenar esforços globais, evitando lacunas regulatórias e maximizando os resultados positivos do mercado de carbono.

A expansão do mercado de carbono requer um esforço contínuo de harmonização regulatória e desenvolvimento tecnológico. Para garantir a eficiência e a eficácia das transações, é necessário que os marcos regulatórios se adaptem às realidades de diferentes regiões e setores econômicos. Athias e Sá (2022, p. 76) defendem que uma maior integração entre políticas regionais e globais, combinada com avanços tecnológicos, é uma chave para fortalecer o mercado de carbono e consolidar seu papel na mitigação das mudanças climáticas.

Outro avanço significativo no mercado de carbono foi a incorporação de instrumentos financeiros inovadores que viabilizam a negociação de créditos em mercados regulamentados e voluntários. Ferramentas como os contratos futuros e as plataformas digitais de negociação facilitam o acesso a esses créditos, permitindo maior liquidez e atraindo investidores globais. Silva e Uchôa (2024, p. 79) destacam que essas inovações financeiras não apenas aumentam a competitividade do mercado, mas também ajudam a destacar interesses econômicos e climáticos, garantindo a sustentabilidade das iniciativas de redução de emissões.

A criação de mecanismos robustos de monitoramento e verificação (MRV) é outro

elemento essencial nos marcos regulatórios internacionais. Esses mecanismos garantiram que os créditos emitidos correspondessem a reduções reais e verificáveis de emissões, aumentando a confiabilidade do mercado. Segundo Lima *et al.* (2023, p. 41), a adoção de tecnologias como sensoriamento remoto e inteligência artificial tem potencial para transformar os processos de MRV, tornando-os mais eficientes e acessíveis nos países em desenvolvimento.

A integração entre políticas climáticas e econômicas também é um ponto de destaque nos marcos regulatórios. O uso de instrumentos econômicos, como taxas sobre carbono e subsídios para tecnologias limpas, complementa os mercados de carbono e estimula a adoção de práticas mais sustentáveis. Athias e Sá (2022, p. 81) apontam que essas abordagens integradas são fundamentais para alcançar as metas globais de redução de emissões, especialmente em setores com altas emissões, como transporte e energia.

Embora os mercados de carbono tenham avançado significativamente, ainda existem lacunas regulatórias que precisam ser superadas para ampliar seu impacto. A falta de padronização entre os diferentes sistemas de mercado, combinada com a ausência de uma governança global unificada, cria desafios para a integração e a eficácia das transações. Rocha Júnior *et al.* (2024, p.197) argumentam que o fortalecimento da cooperação internacional e a criação de um quadro regulatório harmonizado são passos essenciais para enfrentar essas barreiras.

Além dos desafios técnicos e regulatórios, os mercados de carbono também enfrentaram barreiras culturais e políticas. Muitos países resistem à implementação de regulamentações mais específicas devido a questões econômicas de curto prazo, como a perda de competitividade industrial. Folloni e Borghi (2018, p. 110) sugerem que campanhas de conscientização e iniciativas educacionais são essenciais para mudar essa mentalidade, destacando os benefícios de longo prazo associados à mitigação das mudanças climáticas.

O papel das instituições financeiras internacionais na governança do mercado de carbono também merece destaque. Organizações como o Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional (FMI) têm incentivo a adoção de políticas climáticas baseadas no mercado, concedendo financiamento para projetos que gerem créditos de carbono. Segundo Lima *et al.* (2023, p. 44), essas instituições podem desempenhar um papel estratégico na expansão do mercado, especialmente em países em desenvolvimento, onde o acesso a recursos financeiros é limitado.

Os benefícios indiretos dos mercados regulatórios vão além da mitigação das mudanças climáticas, promovendo também a inovação tecnológica e o desenvolvimento de novas indústrias. As empresas que participam desses mercados investem frequentemente em

tecnologias limpas e processos produtivos mais eficientes, contribuindo para a transição energética global. Silva e Uchôa (2024, p. 80) ressaltam que esse ciclo de inovação pode gerar benefícios econômicos e ambientais significativos, especialmente em economias emergentes.

Os marcos regulatórios destacam-se como ferramentas indispensáveis para a governança climática global, promovendo a cooperação entre nações e incentivando a adoção de práticas sustentáveis em diferentes setores. À medida que os mercados de carbono evoluem, a criação de políticas mais inclusivas e tecnológicas será essencial para garantir seu sucesso a longo prazo. Athias e Sá (2022, p. 77) concluem que o futuro do mercado de carbono dependerá da capacidade das nações de superar divergências políticas e de trabalhar em conjunto para enfrentar os desafios climáticos de forma eficaz.

2.4 Papel na mitigação das mudanças climáticas

Os créditos de carbono oferecem diversos benefícios ambientais, econômicos e sociais. No âmbito ambiental, ajuda a reduzir a concentração de GEE na atmosfera, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas. Economicamente, incentivamos a inovação e o investimento em tecnologias limpas, como energias renováveis, reflorestamento e gestão sustentável de resíduos. Socialmente, promovemos o desenvolvimento sustentável, especialmente em comunidades de países em desenvolvimento, onde muitos projetos financiados por créditos geram emprego e melhoram a qualidade de vida (Bruna *et al.*, 2021, p. 3; Athias & Sá, 2022, p. 57).

Eles funcionam como um mecanismo econômico que estimula práticas seguras e tecnologias limpas, promovendo uma transição para uma economia de baixo carbono. Além disso, os créditos permitem que setores com altas emissões, como transporte e indústrias pesadas, compensem suas emissões por meio de investimentos em projetos sustentáveis (Bruna *et al.*, 2021, p. 4).

A principal função dos créditos de carbono é financiar projetos que reduzam ou capturem emissões, como reflorestamento, energia renovável e manejo sustentável de recursos. Essas iniciativas não apenas protegem as emissões globais, mas também trazem benefícios adicionais, como a preservação da biodiversidade e o fortalecimento das economias locais. Lamenza *et al.* (2017, p.106) apontam que os projetos associados a créditos de carbono frequentemente geram co-benefícios sociais e ambientais significativos.

Além disso, os créditos de carbono têm um impacto positivo na inovação tecnológica. Projetos financiados por esses créditos frequentemente envolvem tecnologias avançadas, como

captura e armazenamento de carbono (CCS) e sistemas agroflorestais. Essas tecnologias apenas ajudam a reduzir as emissões, mas também aumentam a competitividade das empresas no mercado global, tornando-as mais resilientes às exigências ambientais (Silva; Uchôa, 2024, p.82).

O papel educativo dos créditos de carbono também merece destaque. Ao promover maior conscientização sobre as mudanças climáticas, esses instrumentos incentivam mudanças culturais e comportamentais, tanto em empresas quanto em indivíduos. Athias e Sá (2022, p. 58) destacam que programas educativos associados a créditos de carbono têm o potencial de transformar a percepção pública sobre a importância da sustentabilidade.

Os créditos de carbono também têm a capacidade de transformar cadeias produtivas inteiras. Empresas que adotam créditos frequentemente excluem que seus fornecedores e parceiros comerciais atendam a padrões ambientais mais rigorosos, promovendo um ciclo virtuoso de redução de emissões ao longo de toda a cadeia de valor (Folloni; Borghi, 2018, p. 112).

Apesar dos avanços, os desafios permanecem. A resistência de setores econômicos tradicionais, como a indústria de combustíveis fósseis, e a falta de regulamentações harmonizadas são barreiras que limitam a expansão do mercado. Segundo Silva e Uchôa (2024, p. 83), as políticas públicas podem mais claras e os incentivos fiscais estimular a participação no mercado, fortalecendo a posição de países como o Brasil no cenário global.

A capacidade dos créditos de carbono em mobilizar recursos financeiros é particularmente evidente em países em desenvolvimento, como o Brasil, onde as iniciativas de conservação florestal e de uso sustentável dos recursos naturais são financiadas por investidores internacionais. Programas como o REDD+ têm mostrado como os créditos podem monetizar a preservação de ecossistemas essenciais, promovendo a valorização econômica de práticas que evitam o desmatamento e a degradação ambiental (Reisch, 2021, p.5). No entanto, a implementação desses projetos exige maior engajamento das comunidades locais e superação de barreiras institucionais.

Outro impacto importante dos créditos de carbono é a sua contribuição para o fortalecimento das políticas climáticas nacionais. Em alinhamento com os marcos regulatórios internacionais, como o Acordo de Paris, os governos podem usar os créditos para criar incentivos que estimulem a adoção de práticas de baixo carbono. Athias e Sá (2022, p. 59) apontam que, ao integrar os créditos de carbono em suas estratégias climáticas, os países ampliam suas capacidades de cumprir metas de redução de emissões, promovendo ações em larga escala.

Os créditos de carbono também incentivam uma mudança estrutural nos modelos de negócios de empresas que optam por neutralizar suas emissões. Essas organizações frequentemente redefinem seus processos produtivos e investem em tecnologias inovadoras para reduzir sua pegada de carbono, além de utilizarem os créditos como ferramenta para compensar emissões residuais. Segundo Silva e Uchôa (2024, p. 84), essa adaptação traz benefícios de longo prazo que vão além da simples conformidade com regulamentações ambientais. A implementação de práticas e tecnologias voltadas à sustentabilidade não apenas aumenta a eficiência energética, reduz os custos operacionais, como também posiciona as organizações de maneira mais competitiva em mercados globais.

Mercados mais exigentes em termos ambientais valorizam empresas comprometidas com a responsabilidade socioambiental, o que pode resultar em vantagens como atração de investimentos, fortalecimento da confiança e fidelização de consumidores conscientes. Além disso, essa abordagem proativa pode minimizar riscos regulatórios futuros e abrir portas para novas oportunidades de negócios em cadeias produtivas sustentáveis (Silva; Uchôa, 2024, p. 82).

A integração dos créditos de carbono com outras políticas de sustentabilidade, como programas de energia renovável e manejo de resíduos, amplia os impactos positivos na mitigação das mudanças climáticas. Por exemplo, projetos de geração de energia a partir de biomassa ou de resíduos sólidos urbanos não apenas geram emissões, mas também geram energia limpa e promovem uma economia circular. Lamenza *et al.* (2017, p. 107) destacam que essa abordagem integrada é crucial para maximizar os benefícios dos créditos em múltiplas frentes.

Além do impacto ambiental, os créditos de carbono têm um papel educativo para sensibilizar empresas, governos e a sociedade civil sobre a importância de reduzir emissões. Campanhas de conscientização promovidas por empresas que adotam créditos frequentemente influenciam mudanças comportamentais em larga escala, estimulando práticas sustentáveis em diversos setores. Athias e Sá (2022, p. 59) ressaltam que essa conscientização é fundamental para transformar o mercado de carbono em um motor de transição para economias mais resilientes.

Por outro lado, a efetividade dos créditos de carbono depende de um forte arcabouço regulatório e de mecanismos que garantam a transparência e a rastreabilidade das transações. Problemas como a dupla contagem de créditos e a falta de padronização global continuam sendo desafios importantes. Tecnologias como blockchain têm se mostradas promessas para superar essas barreiras, garantindo que as reduções de emissões sejam reais e verificáveis

(Silva; Uchôa, 2024, p. 84). Esses avanços tecnológicos são fundamentais para fortalecer a confiança no mercado de carbono.

A colaboração internacional é outro elemento chave para ampliar os impactos dos créditos de carbono. Projetos que utilizam créditos frequentemente envolvem parcerias entre países, permitindo a transferência de tecnologias e conhecimentos que beneficiam as economias locais. Reisch (2021, p. 6) aponta que essa cooperação é essencial para que os países em desenvolvimento, como o Brasil, maximizem suas oportunidades no mercado de carbono e contribuam efetivamente para as metas climáticas globais.

Portanto, os créditos de carbono devem ser vistos como parte de uma estratégia mais ampla para enfrentar as mudanças climáticas. Eles não substituem esforços diretos de redução de emissões, mas oferecem uma solução complementar que permite financiar projetos essenciais e compensar emissões residuais. Ferraz e Cooke (2024, p.230) argumentam que o sucesso dos créditos dependerá da integração com outras políticas climáticas e do compromisso global em priorizar a sustentabilidade em todas as áreas da economia.

Essa integração exige que os créditos sejam utilizados como parte de um conjunto mais amplo de estratégias, como incentivos para energias renováveis, regulação de emissões e apoio à inovação tecnológica. Além disso, o alinhamento global é essencial para evitar desigualdades no acesso a esses mecanismos, garantindo que todos os países, independentemente do seu nível de desenvolvimento, possam ser beneficiados. A priorização da sustentabilidade em diferentes setores da economia, como transporte, agricultura e indústria, é vista como uma condição necessária para alcançar metas climáticas ambiciosas e construir um futuro resiliente às mudanças climáticas (Ferraz e Cooke, 2024, p. 228).

3 ARCABOUÇO LEGAL E REGULATÓRIO DO CARBONO NO BRASIL

O Brasil possui uma estrutura jurídica complexa e em constante evolução, construída para regular as relações sociais, econômicas e ambientais de um país tão diversos quanto extenso. Essa base legal está ancorada na Constituição Federal de 1988, que não apenas organiza os pilares do Estado, mas também reflete os valores e direitos fundamentais da sociedade brasileira, como a busca por igualdade, justiça social e sustentabilidade. Além da Carta Magna, o país conta com legislações específicas e previstas, como o Código Civil, a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) e o Código Florestal, que moldam a interação entre indivíduos, empresas e o meio ambiente.

Apesar da robustez dessa estrutura, sua aplicação no dia a dia encontra uma série de desafios. Muitos dispositivos legais sofrem com interpretações conflitantes, demoram nossos processos de regulamentação ou fiscalização ineficazes, ou que podem limitar o alcance das normas. No contexto ambiental, por exemplo, mesmo com legislações avançadas, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a implementação efetiva enfrenta barreiras logísticas e políticas. Por isso, entender o arcabouço jurídico brasileiro não é apenas um exercício técnico, mas também uma reflexão sobre como essas regras impactam a vida das pessoas e como podem ser aprimoradas para promover a justiça e a sustentabilidade.

3.1 Política Nacional sobre Mudança do Clima

Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187 de 2009, é um dos principais marcos regulatórios brasileiros voltados para a mitigação das mudanças climáticas. Essa legislação estabelece diretrizes para a implementação de ações coordenadas que visam à redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e à adaptação às temperaturas climáticas.

Art. 4º São princípios da Política Nacional sobre Mudança do Clima:
I - a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático;
II - a integração das ações governamentais com a participação e colaboração dos diversos setores da sociedade;
III - o uso de instrumentos econômicos para promover a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas;
IV - a precaução e a prevenção na condução de políticas públicas voltadas à mudança do clima.
A inclusão deste trecho pode reforçar a importância dos princípios estabelecidos pela PNMC no contexto da investigação sobre sustentabilidade e governança climática.

Segundo Santos (2021, p. 3), a PNMC representa um compromisso estratégico do Brasil para compatibilizar o crescimento econômico com preservação ambiental, promovendo a sustentabilidade como pilar central das políticas públicas. Entre os objetivos da PNMC, destacam-se a redução de emissões antrópicas de GEE, a promoção de padrões de consumo e produção sustentáveis e o fortalecimento da capacidade adaptativa de populações vulneráveis. Essa política também busca proteger os biomas nacionais e os serviços ecossistêmicos, fundamentais para a resiliência climática do país. Athias e Sá (2022, p. 58) destacam que a integração de instrumentos econômicos, como os créditos de carbono, é essencial para o alcance dessas metas, pois viabiliza o financiamento de iniciativas sustentáveis e o incentivo à inovação tecnológica.

A implementação da PNMC está ancorada em instrumentos como o Plano Nacional de Mudança do Clima e os planos setoriais de mitigação e adaptação. Esses mecanismos direcionam ações para setores estratégicos, como energia, transporte, agricultura e florestas. No contexto da agropecuária, por exemplo, iniciativas como o Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) têm contribuído para reduzir as emissões do setor, enquanto promovem práticas mais eficientes e menos impactantes (Fonseca, 2022, p.22).

O Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, criado pela Lei nº 12.114 de 2009, é outro instrumento relevante no arcabouço da PNMC. Esse fundo destina recursos para financiar projetos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, incluindo a preservação de biomas, o manejo sustentável de florestas e o desenvolvimento de tecnologias limpas. Segundo Pinto, Sobrinho e Rocha (2015, p. 26), a descentralização desses recursos é fundamental para garantir a implementação de políticas climáticas em nível local, envolvendo comunidades e promovendo a inclusão social.

A PNMC também estabelece metas de redução de emissões em alinhamento com os compromissos internacionais do Brasil, como o Acordo de Paris. Inicialmente, o Brasil se comprometeu a reduzir entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020. Posteriormente, as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) estipularam metas mais ambiciosas para 2025 e 2030, reafirmando o papel do país como um ator-chave na agenda climática global (Santos, 2021, p.2). A efetividade dessas metas, no entanto, depende de esforços articulados entre diferentes níveis de governo e setores econômicos.

Apesar dos avanços promovidos pela PNMC, desafios importantes ainda limitam sua eficácia. A fragmentação de políticas setoriais, a falta de integração entre instrumentos econômicos e regulatórios e a ausência de incentivos fiscais robustos são barreiras apontadas por especialistas como Juárez *et al.* (2023, p.292). Além disso, a pressão pela flexibilização

ambiental na função de interesses econômicos ameaça os progressos obtidos até o momento, exigindo maior engajamento político e social para garantir a continuidade das ações climáticas.

A gestão territorial também é um componente central para o sucesso da PNMC. De acordo com Alves (2018, p. 117), a integração de políticas de mudança climática com estratégias de uso da terra e conservação florestal é essencial para alcançar os objetivos de mitigação. Iniciativas como o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm) demonstram como as ações globais podem reduzir emissões e promover o uso sustentável dos recursos naturais, contribuindo para estratégias estratégicas de preservação de biomas.

Os créditos de carbono emergem como instrumentos complementares importantes para viabilizar os objetivos da PNMC. Segundo Teixeira (2024, p.1037), a regulamentação desses créditos no Brasil ainda enfrenta desafios relacionados à definição de sua natureza jurídica e à harmonização com o mercado voluntário. No entanto, sua integração com a PNMC pode fortalecer o financiamento de projetos climáticos, especialmente em setores como resíduos sólidos e energia renovável, onde o potencial de mitigação é significativo.

A efetividade da PNMC está intrinsecamente ligada à participação ativa da sociedade civil e do setor privado. Programas de conscientização e engajamento social são fundamentais para garantir o apoio às ações climáticas e para promover mudanças de comportamento em larga escala. Além disso, a transparência e a prestação de contas na execução das políticas climáticas são aspectos cruciais para manter a proteção da agenda ambiental brasileira no cenário internacional (Athias; Sá, 2022, p. 61).

A implementação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) também requer maior integração entre as políticas públicas setoriais. Segundo Athias e Sá (2022, p. 59), áreas como transporte, energia e agricultura analisam de maior coordenação para alinhar suas metas às diretrizes climáticas pela PNMC. Um exemplo é a necessidade de promover a eletrificação do transporte público nos grandes centros urbanos, uma medida que reduz as emissões e melhora a qualidade do ar, mas que depende de incentivos financeiros e planejamento urbano eficaz.

Além disso, o financiamento sustentável desempenha um papel crítico na operacionalização da PNMC. O Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, embora seja uma iniciativa essencial, ainda enfrenta desafios relacionados à captação e distribuição de recursos. Segundo Pinto, Sobrinho e Rocha (2015, p. 28), é necessário diversificar as fontes de financiamento e fortalecer parcerias público-privadas para garantir a previsão econômica de projetos climáticos, especialmente em regiões mais vulneráveis.

Os planos setoriais de mitigação e adaptação também precisam ser continuamente avaliados e revisados para se manterem relevantes frente às mudanças econômicas e tecnológicas. Fonseca (2022, p. 23) ressalta que, no setor agrícola, por exemplo, a adoção de tecnologias de agricultura de baixo carbono precisa ser acompanhada por políticas de capacitação técnica para produtores rurais, garantindo que práticas sustentáveis sejam renovadas de forma ampla e eficaz.

A questão da governança é outro elemento essencial para o sucesso da PNMC. De acordo com Alves (2018, p. 119), a articulação entre os diferentes níveis de governo federal, estadual e municipal – é fundamental para evitar a sobreposição de competências e garantir a implementação das políticas climáticas. A criação de conselhos e fóruns regionais de mudança do clima pode ser uma solução para promover maior diálogo e cooperação entre os diversos atores envolvidos.

O monitoramento e a avaliação das políticas climáticas são instrumentos indispensáveis para a eficácia da PNMC. Teixeira (2024, p. 1038) destaca que a utilização de tecnologias como sensoriamento remoto e análise de big data pode melhorar a capacidade de governo de medir o impacto das ações climáticas e ajustar estratégias conforme necessário. Essas ferramentas também são direcionadas para aumentar a transparência, garantindo maior engajamento da sociedade civil e do setor privado.

A adaptação às mudanças climáticas é outro pilar essencial da PNMC, especialmente em um país como o Brasil, que enfrenta desafios relacionados a eventos climáticos extremos, como secos e enchentes. Santos (2021, p.3) aponta que é necessário fortalecer as políticas de adaptação, com foco em infraestrutura resiliente e gestão de riscos, para proteção pública e setores econômicos estratégicos.

Embora a PNMC tenha na inclusão avançada de instrumentos econômicos, como os créditos de carbono, ainda há lacunas a serem preenchidas no que se refere à sua regulamentação. Segundo Teixeira (2024, p. 1036), a definição clara da natureza jurídica dos créditos de carbono e a criação de um sistema integrado com os mercados voluntários e regulamentados são passos fundamentais para maximizar seu potencial como ferramenta de mitigação.

A PNMC deve continuar a evoluir para incorporar inovações e práticas globais emergentes. O fortalecimento da integração com os compromissos reforçados no âmbito do Acordo de Paris e o incentivo aos investimentos em tecnologias limpas são essenciais para consolidar o Brasil como líder global em sustentabilidade climática. A construção de uma agenda climática ambiciosa e integrada é crucial para garantir que o país alcance suas metas e

contribua para os esforços globais de combate às mudanças climáticas (Athias; Sá, 2022, p. 60).

3.2 Legislações e normas específicas

O arcabouço jurídico brasileiro relacionado às mudanças climáticas é composto por um conjunto de legislações e normas específicas que regulamentam as ações de mitigação e adaptação aos impactos climáticos. Esses instrumentos legais foram desenvolvidos para atender tanto às demandas internacionais quanto aos compromissos internacionais reforçados pelo Brasil, como o Acordo de Paris. Segundo Teixeira (2024, p. 1037), a estrutura jurídica climática do país reflete a complexidade do tema, envolvendo uma ampla gama de setores e aspectos econômicos.

Entre as principais legislações, destaca-se a já mencionada Lei nº 12.187/2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Essa lei estabelece os princípios, objetivos e diretrizes gerais para a formulação de políticas públicas externas à redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e à promoção do desenvolvimento sustentável. Além disso, a PNMC orienta a criação de planos setoriais específicos, como o Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono), que busca reduzir emissões na agropecuária por meio de práticas sustentáveis (Fonseca, 2022, p. 22).

Outro destaque no arcabouço regulatório brasileiro é a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta legislação é particularmente relevante para o mercado de carbono, pois incentiva a gestão adequada de resíduos, incluindo a recuperação de gás metano em aterros sanitários. Segundo Juárez *et al.* (2023, p. 291), a captura e o aproveitamento do metano não apenas reduzem as emissões, mas também geram créditos negociados de carbono que podem ser feitos no mercado internacional, promovendo benefícios econômicos e ambientais.

Além disso, o Brasil introduziu instrumentos econômicos como parte de sua estratégia climática, incluindo os pagamentos por serviços ambientais (PSA), regulamentados pela Lei nº 14.119/2021. Conforme analisado por Caetano, Melo e Braga (2016, p. 14), essa legislação estabelece mecanismos para remunerar atividades que promovam a conservação de biomas e a redução de emissões. A implementação do PSA é vista como uma oportunidade para alinhar interesses econômicos e ambientais, ampliando a adesão de produtores rurais e empresas ao mercado de carbono.

No setor florestal, destaca-se o papel do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), que estabelece regras para a conservação de áreas de preservação permanente

(APPs) e reserva legal. Essa legislação é essencial para o cumprimento das metas climáticas do Brasil, uma vez que a preservação e a recuperação de florestas sejam estratégias centrais para a redução de emissões. Pinto, Sobrinho e Rocha (2015, p. 28) argumentam que a aplicação efetiva do Código Florestal é necessária para evitar o desmatamento e promover o uso sustentável da terra, fortalecendo o mercado de carbono no país.

No que se refere aos mecanismos de mercado, a regulamentação dos créditos de carbono enfrenta ainda desafios importantes. Segundo Teixeira (2024, p. 1037), a ausência de uma definição clara sobre a natureza jurídica dos créditos tem gerado incertezas, especialmente no mercado voluntário. Apesar disso, iniciativas como o programa REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) têm mostrado como os instrumentos jurídicos podem ser utilizados para monetizar a preservação de florestas e gerar benefícios sociais e ambientais.

O Brasil também possui legislações voltadas à energia, que são fundamentais para a transição para uma economia de baixo carbono. A Lei nº 9.478/1997, conhecida como a Lei do Petróleo, e a Lei nº 13.576/2017, que regulamenta os biocombustíveis no âmbito do programa RenovaBio, são exemplos de como o setor energético está sendo adaptado às demandas climáticas. De acordo com Lima *et al.* (2023, p. 43), esses marcos legais incentivam a produção de energia renovável e a redução da intensidade de carbono no setor de transportes, contribuindo diretamente para as metas condicionais no Acordo de Paris.

No contexto internacional, o Brasil também está alinhado aos tratados e convenções que influenciam sua legislação climática. O Protocolo de Kyoto, por exemplo, foi incorporado ao direito interno brasileiro por meio do Decreto nº 5.445/2005, enquanto o Acordo de Paris foi formalizado pelo Decreto nº 9.073/2017. Essas normas garantem que o Brasil participe dos mercados globais de carbono e promova ações conjuntas com outros países para enfrentar as mudanças climáticas (Teixeira, 2024, p. 1037).

A governança climática no Brasil é reforçada por iniciativas de cooperação entre os setores público e privado, além de parcerias internacionais. De acordo com Alves (2018, p. 118), os organismos multilaterais desempenham um papel crucial no fortalecimento das políticas climáticas brasileiras, seja por meio de financiamento ou pela troca de tecnologias. Essa colaboração é essencial para superar os desafios financeiros e técnicos que limitam a implementação de medidas mais ambiciosas no país.

É importante destacar o papel das instituições reguladoras e fiscalizadoras na implementação das normas climáticas. Organismos como o IBAMA e o Ministério do Meio Ambiente são responsáveis por monitorar e garantir o cumprimento das legislações ambientais

e climáticas. Alves (2018, p. 119) ressalta que a eficiência dessas instituições depende de recursos adequados e da capacitação técnica de seus profissionais, fatores que influenciam diretamente o sucesso das políticas de mitigação e adaptação no Brasil.

Além das legislações mencionadas, o fortalecimento do arcabouço regulatório brasileiro em relação às mudanças climáticas depende da integração de normas existentes e do desenvolvimento de novas ferramentas legais. O Decreto nº 10.143/2019, que regulamenta o Programa Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), é um exemplo recente de como o governo busca alinhar o setor energético às metas climáticas. Esse programa incentiva a produção de biocombustíveis e promove a redução da intensidade de carbono na matriz energética, reforçando a posição do Brasil como líder global em energias renováveis (Lima *et al.*, 2023, p. 44).

O mercado de carbono também enfrenta desafios relacionados à harmonização das políticas internacionais com os compromissos internacionais. A falta de um marco legal específico para as transações comerciais de créditos de carbono no Brasil cria incertezas para os investidores e dificulta a integração do país nos mercados globais. Segundo Teixeira (2024, p. 1037), a criação de uma legislação que defina claramente os critérios para emissão, transações e rastreabilidade dos créditos é essencial para consolidar o Brasil como um ator relevante no mercado de carbono.

Os avanços tecnológicos podem desempenhar um papel importante na superação desses desafios. Ferramentas como blockchain e inteligência artificial estão sendo exploradas para garantir maior transparência e rastreabilidade nas transações de créditos de carbono. Silva e Uchôa (2024, p.84) destacam que a adoção dessas tecnologias pode aumentar a confiança no mercado e atrair mais investidores, fortalecendo o papel do Brasil como fornecedor de créditos em escala global.

A gestão sustentável das florestas também é um componente central das normas climáticas brasileiras. O programa REDD+, por exemplo, está alinhado às diretrizes internacionais para redução de emissões por desmatamento e manipulação florestal. Esse programa utiliza instrumentos econômicos para monetizar a preservação das florestas e promover a inclusão de comunidades locais. Alves (2018, p. 118) ressalta que a implementação efetiva do REDD+ depende de uma estrutura regulatória clara e de incentivos financeiros consistentes.

No setor de resíduos sólidos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) continua sendo uma das legislações mais relevantes. Juárez *et al.* (2023, p. 292) apontam que a captura de metano em aterros sanitários não apenas reduz emissões, mas também gera oportunidades

econômicas por meio da venda de créditos de carbono. No entanto, o sucesso dessa política exige maior integração com os programas de saneamento e ampliação de incentivos para o setor privado.

A reforma tributária também é um tema relevante no contexto climático, especialmente no que se refere à tributação de atividades ambientais e à concessão de benefícios fiscais para projetos sustentáveis. Ponzilacqua e Pereira (2024, p.117) argumentam que a inclusão de critérios ambientais na estrutura tributária brasileira é uma oportunidade para promover a transição para uma economia de baixo carbono. Essa abordagem pode estimular investimentos em energias renováveis, transporte sustentável e agricultura de baixo impacto.

No âmbito das iniciativas regionais, estados como São Paulo e Mato Grosso adotaram legislações próprias para mercados locais de carbono. Esses esforços mostram como as unidades federativas complementares às políticas nacionais e podem criar condições adequadas para a implementação de projetos climáticos. De acordo com Santos (2021, p. 2), a descentralização das ações climáticas pode ampliar o alcance das políticas públicas e fortalecer a governança ambiental no país.

A participação da sociedade civil e do setor privado é essencial para garantir a efetividade das legislações climáticas brasileiras. Organizações não governamentais, empresas e comunidades locais desempenham um papel central na implementação de projetos e no monitoramento de políticas públicas. Alves (2018, p. 119) destaca que o fortalecimento do diálogo entre esses atores e o governo é fundamental para superar as barreiras existentes e promover um desenvolvimento mais sustentável e inclusivo.

Outro desafio importante é a integração das políticas climáticas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Legislações como a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) já contemplam aspectos de sustentabilidade, mas sua implementação ainda enfrenta limitações estruturais. Fonseca (2022, p.24) ressalta que a inclusão de metas específicas relacionadas aos ODS pode fortalecer a governança climática no Brasil e alavancar parcerias internacionais.

Ademais, a governança climática também exige maior envolvimento das instituições financeiras, que desempenham um papel crucial no direcionamento de recursos para iniciativas de baixo carbono. Recentemente, bancos e fundos de investimento adotaram critérios ESG (ambiental, social e governança) como parte de suas estratégias, alinhando-se às demandas do mercado global. Segundo Alves (2018, p. 84), a inclusão desses critérios na regulamentação do mercado financeiro pode ampliar o acesso a financiamentos e acelerar a transição para uma economia sustentável.

O fortalecimento das legislações climáticas brasileiras passa pela necessidade de maior capacitação técnica dos gestores públicos e pelo aprimoramento dos mecanismos de fiscalização. Organismos como o IBAMA e os conselhos estaduais de meio ambiente enfrentam desafios relacionados à escassez de recursos e à sobrecarga de demandas. Conforme aponta Lima *et al.* (2023, p. 44), o investimento em tecnologia e na formação de equipes especializadas é necessário para garantir que as normas ambientais sejam efetivamente implementadas.

3.3 A Lei nº 15.042/24: a base do mercado de carbono no Brasil

A Lei nº 15.042/2024 foi sancionada com o objetivo de estabelecer um mercado de carbono no Brasil, regulando as transações de créditos de carbono como uma estratégia para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. A criação de um mercado estruturado e regulado de carbono se alinha com os compromissos do Brasil no âmbito do Acordo de Paris, que estabelece metas para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) (Brasil, 2024, p. 27).

Segundo Guedes (2021, p. 43), o mercado de carbono é uma ferramenta essencial para a transição de uma economia de alta emissão para uma de baixo carbono, permitindo que o Brasil avance na implementação de suas metas climáticas de forma economicamente eficiente.

A proposta de regulamentação do mercado de carbono no Brasil começou a ganhar força no início dos anos 2000, com a ratificação do Protocolo de Quioto em 2002, que estabeleceu metas para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) nos países signatários. Desde então, o Brasil começou a explorar mecanismos de mercado para incentivar a redução de emissões, mas as iniciativas não avançaram significativamente devido a entraves políticos e a falta de um consenso sobre como implementar um sistema eficaz (Silva, 2023, p. 47).

Em 2012, durante a Conferência das Partes (COP 17) em Durban, a necessidade de um sistema de mercado de carbono se tornou mais urgente, especialmente considerando o compromisso do Brasil em reduzir suas emissões em 37% até 2025. Em 2015, a COP 21 em Paris consolidou esse compromisso, levando o Brasil a se comprometer com metas de redução mais ambiciosas (Oliveira; Stakoviak Júnior, 2024, p. 159). A partir desse momento, começaram a surgir propostas mais concretas na Câmara dos Deputados e no Senado, mas os projetos enfrentaram resistência, principalmente de setores que temiam os impactos econômicos da regulamentação (Martins, 2023, p. 111).

No entanto, a discussão sobre a implementação efetiva de um sistema nacional ficou adormecida por anos (Silva, 2023, p. 43). Em 2021, com a pressão internacional e a necessidade de compromissos mais robustos em relação às emissões, o tema voltou à pauta. O processo

legislativo que levou à criação da Lei nº 15.042/2024 foi iniciado com o Projeto de Lei nº 4.315/2021, apresentado na Câmara dos Deputados. O projeto buscava estabelecer a regulamentação de um mercado de carbono nacional, baseado em princípios de transparência e eficiência (Guedes, 2021, p. 51).

A tramitação da lei nas casas legislativas foi marcada por intensos debates, envolvendo diversos setores da sociedade. O projeto foi inicialmente apresentado na Câmara dos Deputados e, após longas negociações e emendas, foi aprovado em 2023, seguindo para o Senado, onde recebeu novas contribuições antes de ser sancionado em 2024 (Oliveira; Stakoviak Júnior, 2024, p. 160).

De acordo com Barros (2024, p. 77), relatora do projeto no Senado, a criação da lei foi considerada um passo crucial para que o Brasil pudesse cumprir seus compromissos internacionais, além de posicionar o país como líder em sustentabilidade dentro da América Latina. A lei foi amplamente debatida nas duas casas legislativas, sendo modificada e ajustada para atender a diferentes interesses, incluindo os da indústria, do setor ambiental e de especialistas em mudanças climáticas.

Após a aprovação no Senado, o projeto seguiu para a sanção presidencial. Em 11 de dezembro de 2024, a Lei Federal nº 15.042 foi sancionada pelo presidente Lula, marcando um momento histórico para a política ambiental brasileira. A sanção foi recebida com satisfação por diversos setores, que viam na regulamentação do mercado de carbono uma oportunidade para promover a sustentabilidade e atrair investimentos. Segundo Martins (2024, p. 47), "*a promulgação da lei representa um compromisso do Brasil em cumprir suas obrigações internacionais e reforçar sua posição como líder em iniciativas de mitigação das mudanças climáticas.*" A Lei Federal nº 15.042/2024 introduz conceitos fundamentais para o funcionamento do mercado de carbono no Brasil:

Créditos de Carbono: Cada crédito representa uma tonelada de carbono equivalente não emitido ou removido da atmosfera. Os créditos podem ser comercializados entre empresas que buscam compensar suas emissões (Brasil, 2024, p. 13).

Compensação de Emissões: A lei permite que as empresas que não conseguem reduzir suas emissões a um nível desejado compensem essa diferença adquirindo créditos de carbono de outras empresas ou projetos que promovem a redução de emissões (Santos, 2023, p. 99).

Registro e Monitoramento: O sistema de registro e monitoramento dos créditos será administrado por um órgão regulador federal, que garantirá a transparência e a integridade do mercado (Gomes; Soerger, 2017, p. 59).

A criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa

(SBCE), conforme estabelece a lei, visa fornecer uma plataforma para a negociação de créditos de carbono, tornando o mercado mais acessível e eficiente. Guedes (2021, p. 51) destaca que a regulação desse sistema é um passo fundamental para garantir a integridade e a transparência das transações.

3.4 Instituições reguladoras e fiscalizadoras

No contexto das mudanças climáticas e da sustentabilidade no Brasil, as instituições reguladoras e fiscalizadoras desempenham um papel essencial para garantir a implementação e o cumprimento das políticas ambientais e climáticas. Essas instituições atuam na criação de regulamentações, monitoramento e fiscalização das atividades que impactam o meio ambiente, garantindo que os compromissos climáticos nacionais e internacionais sejam cumpridos. Alves (2018, p.119) destaca que a eficácia dessas entidades depende diretamente de sua estrutura, recursos e capacidade técnica, fatores que influenciam significativamente os resultados das ações climáticas no país.

Entre as principais instituições, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) se destaca como o órgão executor das políticas ambientais federais. O IBAMA é responsável por emitir licenças ambientais, fiscalizar o cumprimento das normas e impor avaliações administrativas em casos de infrações. Segundo Juárez *et al.* (2023), o papel do IBAMA no monitoramento e controle do desmatamento ilegal, especialmente na Amazônia, é crucial para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) provenientes de mudanças no uso da terra.

Outro órgão de relevância nacional é o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que atua no monitoramento do desmatamento e das mudanças climáticas por meio de tecnologias de sensoriamento remoto. O INPE fornece dados essenciais para a formulação de políticas públicas, incluindo informações sobre as áreas mais vulneráveis às mudanças climáticas. Alves (2018, p.119) ressalta que o trabalho do INPE contribui para a transparência e a revisão das ações governamentais no âmbito ambiental.

Em nível estadual, os órgãos ambientais regionais também têm papel fundamental na implementação de políticas climáticas. Cada estado brasileiro possui sua própria secretaria ou instituto ambiental, responsável por regulamentos, fiscalizar e promover ações locais de preservação e mitigação. Esses órgãos são particularmente importantes na aplicação de legislações como o Código Florestal, garantindo o cumprimento das obrigações de recuperação de áreas degradadas e preservação de reservas legais (Pinto; Sobrinho; Rocha, 2015, p.29).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é uma das principais instâncias de governança ambiental no Brasil, participando como um fórum de discussão e deliberação sobre políticas ambientais. Composto por representantes do governo, setor privado e sociedade civil, o CONAMA estabelece normas e padrões ambientais que orientam a atuação dos órgãos reguladores. Segundo Santos (2021, p. 87), a pluralidade do CONAMA é uma de suas maiores forças, pois permite que diferentes perspectivas sejam consideradas na formulação de políticas públicas.

A fiscalização e a aplicação de avaliações também envolvem o Ministério Público (MP), que desempenha um papel ativo na proteção do meio ambiente. Por meio das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente, o MP atua em casos de danos ambientais, exigindo a reposição das responsabilidades e promovendo ações civis públicas quando necessário. Alves (2018, p. 119) observa que o Ministério Público é uma ferramenta poderosa para garantir o cumprimento das leis ambientais, especialmente em situações onde a fiscalização administrativa limita as limitações.

No âmbito internacional, o Brasil conta com a colaboração de organismos multilaterais, como o Banco Mundial e a Organização das Nações Unidas (ONU), para implementar projetos climáticos e acessar financiamentos. Essas instituições fornecem recursos e suporte técnico para iniciativas de preservação ambiental, contribuindo para o fortalecimento das capacidades institucionais brasileiras. Teixeira (2024, p.1039) argumenta que a cooperação internacional é essencial para superar barreiras financeiras e tecnológicas, especialmente em países em desenvolvimento.

A transparência nas ações das instituições reguladoras e fiscalizadoras é um aspecto indispensável para garantir sua alternativa e eficácia. Ferramentas como o uso de tecnologias digitais para monitoramento e divulgação de dados ambientais têm sido adotadas para aumentar a confiança da sociedade e do setor privado nas políticas climáticas. Silva e Uchôa (2024, p. 76) destacam que essas inovações não apenas melhoram a gestão ambiental, mas também promovem maior engajamento social.

Apesar de sua importância, as instituições reguladoras e fiscalizadoras enfrentam desafios significativos, como a falta de recursos financeiros e humanos, além de políticas de pressão que podem comprometer sua autonomia. Juarez *et al.* (2023, p. 293) enfatizam que o fortalecimento dessas instituições exige maior alocação de recursos, capacitação técnica e proteção contra interferências externas que possam enfraquecer suas ações.

As instituições reguladoras e fiscalizadoras também desempenham papel estratégico na integração de políticas ambientais com objetivos econômicos, promovendo uma transição para

uma economia de baixo carbono. O IBAMA, por exemplo, colabora com outros órgãos governamentais para alinhar os incentivos econômicos às metas climáticas. Segundo Alves (2018, p.118), a promoção de instrumentos econômicos, como os créditos de carbono, depende de uma regulação clara e de uma fiscalização eficaz para evitar fraudes e garantir que os benefícios ambientais sejam alcançados.

No contexto regional, os estados brasileiros têm medidas adotadas específicas para reforçar a fiscalização ambiental e a aplicação das políticas climáticas. Em estados como Mato Grosso e Pará, que enfrentam altos índices de desmatamento, as secretarias estaduais de meio ambiente têm fortalecido suas equipes de fiscalização e investimento em tecnologia para monitorar atividades ilegais. De acordo com Pinto, Sobrinho e Rocha (2015, p. 29), essas iniciativas são fundamentais para combater o desmatamento e garantir a preservação de biomas estratégicos como a Amazônia e o Cerrado.

Além disso, a participação dos conselhos estaduais e municipais de meio ambiente tem sido ampliada para envolver a sociedade civil e o setor privado na formulação e fiscalização de políticas ambientais. Esses conselhos muitas vezes vinculados às secretarias ambientais, prejudicam a descentralização da governança ambiental e permitem que as decisões sejam tomadas com base nas especificidades locais (Santos, 2021, p.88). Essa abordagem participativa reforça a legitimidade das ações regulatórias e aumenta a eficácia da fiscalização.

O uso de tecnologias emergentes tem revolucionado as práticas de fiscalização e monitoramento ambiental no Brasil. Ferramentas como satélites, drones e sistemas de sensoriamento remoto são amplamente utilizados pelo INPE e pelo IBAMA para identificar desmatamentos ilegais, queimadas e outras atividades que impactam níveis no meio ambiente. Segundo Silva e Uchôa (2024, p. 79), essas tecnologias não apenas aumentam a eficiência das ações de fiscalização, mas também controlam os custos operacionais, permitindo uma cobertura mais ampla e detalhada.

A integração de dados ambientais por meio de plataformas digitais também tem sido essencial para aumentar a transparência e a colaboração entre diferentes instituições. Por exemplo, o Sistema de Cadastro Ambiental Rural (CAR) fornece informações sobre o uso da terra e das áreas protegidas, facilitando a fiscalização por parte dos órgãos estaduais e federais. Alves (2018, p.119) ressalta que a interconexão entre sistemas como o CAR e o monitoramento do INPE é crucial para fortalecer a governança ambiental no país.

Entretanto, a eficácia das instituições reguladoras e fiscalizadoras ainda enfrenta desafios relacionados à falta de recursos financeiros e humanos. O orçamento destinado ao IBAMA e a outros órgãos ambientais tem sido insuficiente para atender à crescente demanda

de fiscalização e monitoramento, especialmente em áreas remotas. Teixeira (2024, p. 1040) argumenta que o fortalecimento dessas instituições depende de maior alocação de recursos e da priorização das políticas ambientais na agenda governamental.

Outro ponto de atenção é a autonomia das instituições reguladoras e fiscalizadoras diante de pressões políticas e econômicas. Em alguns casos, as decisões administrativas foram influenciadas por interesses de grupos econômicos, prejudicando a capacidade das instituições de implementação de ações eficazes. Juarez *et al.* (2023, p. 292) apontam que a proteção da independência dessas entidades é fundamental para garantir a aplicação imparcial das leis ambientais e a alteração das políticas climáticas.

A cooperação internacional também tem sido uma aliada importante para fortalecer as capacidades institucionais do Brasil. Organizações como o Banco Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) fornecem suporte técnico e financeiro para projetos de preservação e mitigação. Segundo Lima *et al.* (2023, p. 40), esses acordos de cooperação permitem que o Brasil acesse tecnologias avançadas e desenvolva iniciativas de impacto global, como os programas associados ao REDD+.

Além da fiscalização direta, as instituições reguladoras promovidas têm campanhas educativas para sensibilizar a sociedade sobre a importância da conservação ambiental. O IBAMA, por exemplo, realiza programas voltados para comunidades locais, capacitando-as para adotar práticas sustentáveis e respeitar a legislação ambiental. Alves (2018, p.119) observa que essas ações têm um papel transformador, pois fortalecem o envolvimento da sociedade na proteção dos recursos naturais.

O fortalecimento das instituições reguladoras e fiscalizadoras no Brasil requer a integração de esforços entre diferentes níveis de governo, sociedade civil e setor privado. Essa colaboração é necessária para enfrentar os desafios climáticos e promover uma governança ambiental mais eficaz. De acordo com Santos (2021, p.3), o sucesso das políticas ambientais no Brasil depende de uma abordagem holística, onde as instituições reguladoras atuem como mudanças de mudanças em prol do desenvolvimento sustentável.

3.5. Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e os créditos de carbono

A busca por um desenvolvimento sustentável ganhou força com a adoção da Agenda 2030 pela Organização das Nações Unidas (ONU), que estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como metas globais a serem alcançadas até 2030. Entre esses objetivos, destaca-se o ODS 13, que visa “*tomar medidas urgentes para combater a*

mudança do clima e seus impactos” (ONU, 2015, p. 5).

A relação entre créditos de carbono e os ODS é fortalecida pela possibilidade de que projetos sustentáveis, como reflorestamento, energias renováveis e eficiência energética, além de reduzirem emissões, promovam desenvolvimento econômico e social. Segundo Silva *et al.* (2022, p. 47), “*a implementação de projetos voltados à geração de créditos de carbono pode gerar benefícios colaterais como emprego, inclusão social e preservação ambiental, alinhando-se a múltiplos ODS simultaneamente*”.

Os créditos de carbono estão intimamente ligados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 13, que visa tomar medidas urgentes para combater a mudança climática. O mercado de carbono, ao permitir a negociação de créditos de carbono, torna-se uma ferramenta eficaz para incentivar a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a implementação de projetos de mitigação, como o reflorestamento e o uso de energias renováveis.

De acordo com Brasil (2024, p. 23), “*o SBCE será responsável por monitorar e certificar as emissões de gases de efeito estufa no Brasil, criando um mercado transparente e eficiente*”. Essa estrutura facilita a compensação de emissões por parte de empresas e governos, promovendo a adoção de práticas mais sustentáveis. Como tal, a regulamentação do mercado de carbono no Brasil contribui diretamente para a implementação do ODS 13, pois oferece uma plataforma que facilita a redução das emissões de GEE.

Além disso, a Lei nº 15.042/2024 também está alinhada com o ODS 7 (Energia Limpa e Acessível), que promove o acesso universal a fontes de energia renováveis e eficientes. O mercado de carbono incentivará o investimento em tecnologias de energia limpa, criando incentivos para que as empresas adotem fontes de energia renovável como a solar e a eólica. Guedes (2021, p. 52) observa que “*a estrutura do SBCE criará um mercado que premiará os investimentos em soluções de baixo carbono, como a geração de energia renovável, que contribuem diretamente para o ODS 7*”.

Embora a Lei nº 15.042/2024 traga muitas oportunidades, ela também enfrenta desafios, como garantir a transparência e a credibilidade do mercado de carbono, especialmente em um contexto global de crescente demanda por soluções sustentáveis. Lara (2024, p. 17) alerta que “*a criação de um mercado de carbono eficaz depende de um sistema robusto de verificação e certificação para evitar fraudes e garantir que os créditos de carbono gerados correspondam realmente a uma redução efetiva das emissões*”.

Outro desafio é garantir que o mercado de carbono seja acessível a todos os setores da economia, incluindo pequenas empresas e produtores rurais. Isso permitirá uma inclusão social

no processo de transição para uma economia de baixo carbono. A Lei nº 15.042/2024 estabelece mecanismos para garantir essa inclusão, mas a sua implementação será um desafio constante.

A Lei nº 15.042/2024 e a criação do SBCE representam um avanço significativo para o Brasil na busca por uma economia mais sustentável e alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Ao regulamentar o mercado de carbono, o Brasil dá um passo importante para a redução das emissões de GEE, contribuindo diretamente para o ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), ao mesmo tempo em que fomenta a transição para fontes de energia renováveis, apoiando o ODS 7 (Energia Limpa e Acessível). Como destaca Guedes (2021, p. 53), *"a criação de um mercado de carbono transparente e eficiente não apenas ajudará o Brasil a cumprir seus compromissos climáticos, mas também abrirá novas oportunidades econômicas e tecnológicas para o país, colocando-o na vanguarda das políticas climáticas globais"*. A regulamentação do mercado de carbono

está diretamente relacionada a vários ODS, especialmente:

ODS 13 - Ação contra a Mudança Global do Clima: A lei representa um esforço significativo do Brasil para reduzir as emissões de GEE, contribuindo para o cumprimento das metas estabelecidas no Acordo de Paris. Conforme destacado por Martins (2023, p. 112), *"a ação efetiva contra a mudança do clima é essencial para assegurar um futuro sustentável e reduzir a vulnerabilidade das comunidades."*

ODS 7 - Energia Acessível e Limpa: Ao incentivar projetos de energias renováveis e eficiência energética, a lei pode ajudar a promover o acesso a fontes de energia mais limpas e sustentáveis. Pereira (2024, p. 118) ressalta que *"a transição para uma matriz energética mais limpa é fundamental para a sustentabilidade do Brasil."*

ODS 15 - Vida Terrestre: A regulamentação do mercado de carbono pode fomentar projetos de reflorestamento e conservação da biodiversidade, essenciais para a proteção dos ecossistemas. Segundo Silva (2023, p. 47), *"a conservação da biodiversidade é crucial não apenas para a saúde dos ecossistemas, mas também para a mitigação das mudanças climáticas."*

Essas interconexões mostram como a Lei nº 15.042/2024 não é apenas uma ferramenta de mitigação das mudanças climáticas, mas também uma oportunidade para promover um desenvolvimento mais sustentável em diversas áreas.

Para maximizar sua contribuição aos ODS, especialistas como Rockström e Sachs (2022, p. 67) defendem *"a integração explícita de salvaguardas sociais e ambientais nos padrões de certificação de créditos de carbono, garantindo que os projetos gerem co-benefícios mensuráveis além da mitigação climática"*.

A evolução do Artigo 6 do Acordo de Paris também promete estabelecer um framework mais robusto para cooperação internacional em mercados de carbono, potencialmente ampliando seu alcance e impacto nos ODS (IPCC, 2022, p. 11).

3.6. Breve comparativo com marcos regulatórios internacionais

Uma análise comparativa entre os marcos regulatórios brasileiros e internacionais evidencia tanto avanços quanto desafios no enfrentamento das mudanças climáticas. O Brasil, com sua vasta biodiversidade e papel estratégico na mitigação global de emissões, possui legislações relevantes como a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Entretanto, quando comparados com iniciativas de países desenvolvidos, como o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (ETS), as políticas brasileiras enfrentam desafios relacionados à implementação e à integração com mercados globais (Lima *et al.*, 2023, p. 33).

O ETS da União Europeia, criado em 2005, é um exemplo de sistema de “*cap-and-trade*” que define limites para emissões e permite a negociação de créditos de carbono entre empresas. Este modelo, extremamente reconhecido, contribuiu para a redução significativa de emissões nos setores industriais e energéticos na Europa. Em contrapartida, o Brasil ainda carece de um sistema nacional consolidado para o mercado de carbono regulamentar, o que limita sua competitividade no cenário internacional. Segundo Teixeira (2024, p. 1036), a falta de harmonização das normas internacionais é um dos principais entraves para a inserção do Brasil em mercados regulamentados.

Outro marco relevante é o Acordo de Paris, assinado em 2015, que estabelece metas globais para redução de emissões com base nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs). O Brasil se compromete a reduzir 37% de suas emissões até 2025 e 43% até 2030, metas que se alinham às estratégias internacionais. No entanto, a implementação prática desses compromissos ainda enfrenta dificuldades, especialmente no combate ao desmatamento e na promoção de energias limpas. Alves (2018, p. 118) argumenta que a integração de políticas setoriais é essencial para que o Brasil cumpra suas metas de forma eficaz.

O Brasil também apresenta diferenças significativas em relação aos Estados Unidos, onde os estados possuem autonomia para implementar suas próprias políticas climáticas. A Califórnia, por exemplo, opera um mercado de carbono robusto que inclui tantos setores regulamentados quanto participantes voluntários. Essa descentralização contrasta com a abordagem brasileira, que centraliza as ações climáticas em órgãos federais como o IBAMA e o Ministério do Meio Ambiente. Santos (2021, p. 3) ressalta que uma maior descentralização

poderia ampliar a eficácia das políticas climáticas no Brasil, especialmente em estados com altas taxas de emissões.

No Japão, o foco em tecnologias de captura e armazenamento de carbono (CCS) tem sido uma prioridade. O governo japonês incentiva pesquisas e implementações dessas tecnologias por meio de subsídios e políticas fiscais detalhadas. Em comparação, o Brasil ainda carece de uma regulamentação robusta para o cultivo do desenvolvimento e a aplicação de CCS, embora tenha potencial significativo nesse campo devido às suas indústrias de petróleo e gás natural (Silva; Uchôa, 2024, p. 79).

Outro aspecto de destaque é o financiamento climático. Países europeus e o Canadá, por exemplo, possuem mecanismos financeiros robustos que incentivam projetos de mitigação e adaptação. O Brasil, embora tenha o Fundo Nacional de Mudança do Clima, enfrenta desafios na captação e distribuição de recursos. Segundo Fonseca (2022, p. 23), a ampliação de parcerias público-privadas e o acesso a fundos internacionais são indispensáveis para fortalecer o financiamento de ações climáticas no país.

A transparência e a rastreabilidade são áreas em que os marcos regulatórios internacionais demonstram maior maturidade. Ferramentas como o uso de *blockchain* nos mercados de carbono europeus garantem a confiabilidade das transações e evitam problemas como a dupla contagem de créditos. No Brasil, a aplicação dessas tecnologias ainda está em estágio inicial, o que limita a substituição do mercado nacional. Teixeira (2024, p. 1038) destaca que a modernização tecnológica é um passo necessário para atrair investidores e garantir o Brasil aos padrões internacionais.

As diferenças culturais e políticas também influenciam a abordagem regulatória. Enquanto a União Europeia adota uma postura proativa na implementação de metas climáticas vinculantes, o Brasil enfrenta resistências políticas e econômicas que retardam o avanço de medidas mais ambiciosas. Juarez *et al.* (2023, p. 293) afirmam que superar essas barreiras requer maior conscientização da sociedade e incentivos econômicos para setores-chave, como agricultura e energia.

Por outro lado, o Brasil apresenta vantagens comparativas significativas em relação a muitos países, especialmente na capacidade de gerar créditos de carbono por meio da conservação florestal e do uso sustentável da terra. Iniciativas como o programa REDD+ destacam o papel do país na preservação de biomas estratégicos. Alves (2018, p. 118) aponta que a valorização desses ativos ambientais pode posicionar o Brasil como um líder no mercado global de carbono, desde que sejam aprovadas regulamentações claras e atrativas para investidores.

O comparativo entre o Brasil e outros países mostra que, embora o país tenha avançado em marcos regulatórios, ainda há um longo caminho a percorrer para atingir padrões internacionais de eficiência e eficácia. Investimentos em tecnologia, fortalecimento institucional e maior integração entre políticas públicas são passos fundamentais para que o Brasil se posicione como referência na governança climática global. Conforme Athias e Sá (2022, p.74), a adoção de práticas inspiradas em modelos bem-sucedidos, como o ETS europeu, pode acelerar a evolução das políticas climáticas brasileiras.

A comparação entre os marcos regulatórios brasileiros e internacionais também evidencia diferenças nos mecanismos de incentivo à adoção de tecnologias limpas e à descarbonização de setores estratégicos. Na Alemanha, por exemplo, subsídios diretos e incentivos fiscais têm sido amplamente utilizados para acelerar a transição energética, promovendo a adoção de fontes renováveis e o abandono gradual dos combustíveis fósseis. Em contrapartida, no Brasil, embora haja iniciativas como o RenovaBio, os incentivos ainda são insuficientes para estimular uma transição acelerada em setores como transporte e energia (Lima *et al.*, 2023, p. 32).

Outro exemplo é a abordagem regulatória dos países escandinavos, que implementaram uma política fiscal robusta baseada na tributação de carbono. Esse modelo, amplamente adotado na Suécia e na Noruega, não apenas incentiva atividades ambientais, mas também gera recursos que são reinvestidos em projetos de sustentabilidade. No Brasil, o debate sobre a inclusão de critérios ambientais na reforma tributária avança lentamente, limitando o potencial do país de adotar uma estrutura fiscal que promova a sustentabilidade (Ponzilacqua; Pereira, 2024, p. 118).

No campo da governança climática, o Reino Unido é reconhecido por suas estruturas institucionais independentes, como o Comitê de Mudanças Climáticas (CCC), que monitora e orienta as ações do governo para o cumprimento das metas climáticas. O Brasil, embora tenha instituições como o IBAMA e o Ministério do Meio Ambiente, ainda carece de uma entidade independente dedicada exclusivamente à fiscalização e ao planejamento climático, o que compromete a eficácia das políticas (Alves, 2018, p. 119).

Os mercados voluntários de carbono também apresentam diferenças notáveis entre o Brasil e outras regiões. Nos Estados Unidos, por exemplo, estados como a Califórnia desenvolveram marcos regulatórios híbridos que integram mercados voluntários e regulamentados, permitindo maior flexibilidade para empresas. No Brasil, a ausência de regulamentação específica para o mercado voluntário gera incertezas para investidores, limitando o potencial do país de atrair recursos para projetos de mitigação (Teixeira, 2024, p. 1037).

O Brasil enfrenta desafios relacionados à aplicação de tecnologias em monitoramento ambiental, enquanto países como o Japão e a Austrália têm investido massivamente em sistemas de inteligência artificial e análise de big data para prever e mitigar impactos climáticos. Essas tecnologias permitem uma gestão mais eficiente dos recursos e um planejamento mais preciso de ações de adaptação. No contexto brasileiro, o uso dessas ferramentas ainda é incipiente, o que reduz a eficiência das políticas públicas (Silva; Uchôa, 2024, p. 78).

A questão da preservação florestal também diferencia o Brasil de outros países. Enquanto nações como o Canadá e a Indonésia enfrentam desafios semelhantes no combate ao desmatamento, o Brasil possui um potencial único devido à Amazônia, considerado um dos maiores sumidouros de carbono do mundo. Programas como o REDD+ geraram avanços, mas a falta de incentivos consistentes e a pressão para a expansão agrícola continuam sendo barreiras significativas (Alves, 2018, p. 119).

No cenário europeu, a abordagem integrada entre diferentes países da União Europeia para enfrentar as mudanças climáticas serve como um exemplo de cooperação multilateral. Políticas climáticas homologadas entre os membros da UE facilitam o cumprimento de metas conjuntas, enquanto o Brasil, com sua federação descentralizada, enfrenta desafios na harmonização de políticas estaduais e federais. Segundo Santos (2021, p.2), a falta de integração entre os níveis de governo dificulta a implementação de ações mais ambiciosas.

Os mecanismos financeiros também são mais robustos em países como França e Alemanha, onde os bancos nacionais de desenvolvimento desempenham um papel ativo no financiamento de projetos de sustentabilidade. No Brasil, embora o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) tenha iniciativas inovadoras de economia verde, os recursos disponíveis são limitados e muitas vezes não chegam às regiões mais necessitadas. Fonseca (2022, p. 24) destaca que uma maior articulação entre o BNDES e instituições financeiras internacionais poderia ampliar o impacto dessas iniciativas.

A transparência e a rastreabilidade nos mercados regulados de carbono são exemplares em países como Nova Zelândia e Coreia do Sul, que utilizam plataformas digitais integradas para monitorar as transações de créditos de carbono. No Brasil, a adoção de tecnologias semelhantes ainda é limitada, o que reduz a confiança dos investidores e dificulta a integração com mercados globais. Teixeira (2024, p. 1038) argumenta que o desenvolvimento de sistemas modernos e confiáveis é essencial para posicionar o Brasil de maneira mais competitiva.

As diferenças culturais também influenciam a adoção de políticas climáticas. Nos países da União Europeia, a consciência ambiental é um fator consolidado, com a população exercendo pressão para a implementação de medidas mais rigorosas. No Brasil, embora a conscientização

esteja crescendo, a resistência aos setores econômicos tradicionais ainda é uma barreira para a evolução das políticas climáticas. Juarez *et al.* (2023, p. 294) afirmam que campanhas educativas e incentivos claros são essenciais para superar essas resistências e promover uma mudança de comportamento em larga escala.

4 DESAFIOS DA REGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE CARBONO

A cada nova lei aprovada, surge a expectativa de mudanças reais na vida das pessoas e no funcionamento das instituições. No entanto, entre a aprovação de uma lei e a sua aplicação efetiva, existe um longo caminho: a regulamentação. Esse processo, que deveria ser ágil e claro, muitas vezes se transforma em um labirinto de incertezas, marcado por atrasos, disputas de interesses e interpretações conflitantes. No Brasil, essa realidade não é diferente. Muitos dispositivos legais, mesmo os mais promissores, acabam paralisados ou distorcidos pela falta de normas complementares que orientam sua execução prática, gerando frustrações e impactos negativos em diversos setores.

Quando se trata de questões ambientais, os desafios são ainda mais evidentes. Apesar de legislações avançadas, como o Código Florestal e a Política Nacional sobre Mudança do Clima, a regulamentação frequentemente barra em pressões políticas e dificuldades técnicas. Isso significa que os objetivos fundamentais, como a preservação de biomas e a redução de emissões de carbono, ficam comprometidos. Além disso, a falta de articulação entre os diferentes níveis de governo e a carência de recursos destinados à fiscalização agravaram o cenário. Diante disso, é necessário olhar para os desafios da regulamentação como um reflexo da complexidade de equilibrar interesses diversos e uma oportunidade de fortalecer as estruturas que garantem o funcionamento justo e eficaz das leis.

4.1 Aspectos institucionais

Os aspectos institucionais relacionados à regulamentação do mercado de carbono no Brasil apresentam desafios complexos que envolvem a articulação entre diferentes níveis de governo, setores econômicos e a sociedade civil. Apesar dos avanços nas últimas décadas, ainda existem lacunas significativas na estrutura institucional, ou que limitam a implementação efetiva das políticas climáticas. Segundo Silveira e Oliveira (2021, p. 13), a falta de uma governança integrada e de mecanismos claros de coordenação entre os órgãos responsáveis é um dos principais entraves para o desenvolvimento do mercado de carbono no país.

Um dos desafios mais evidentes é a fragmentação das competências institucionais, que resulta em sobreposições de atribuições e conflitos entre diferentes órgãos governamentais. Essa fragmentação dificulta a formulação de políticas integradas e a execução de ações estratégicas. Nais (2023, p.37) destaca que a ausência de uma entidade central responsável pela regulamentação do mercado de carbono cria incertezas para empresas e investidores,

prejudicando a atração de capital para projetos de mitigação de emissões.

Além disso, a falta de capacitação técnica e de recursos financeiros para os órgãos reguladores exige a eficácia da fiscalização e do monitoramento. Neiva (2023, p. 43) argumenta que a modernização das instituições e a alocação de recursos são indispensáveis para garantir que as ações de mitigação sejam rompidas de maneira eficaz e transparente.

A integração de tecnologias avançadas, como plataformas digitais de monitoramento, pode contribuir para superar essas limitações e aumentar a eficiência institucional.

Outro ponto crítico é a ausência de padronização e harmonização regulatória entre os mercados regulamentados e voluntários. No Brasil, a regulamentação do mercado voluntário de carbono ainda é incipiente, o que gera incertezas para os investidores e dificulta sua integração com os mercados internacionais. Santana (2023, p. 26) aponta que a criação de diretrizes claras para o mercado voluntário é essencial para aumentar sua rentabilidade e atratividade, ampliando as oportunidades para empresas e projetos nacionais.

A articulação entre diferentes setores econômicos também apresenta desafios institucionais importantes. O setor industrial, por exemplo, enfrenta dificuldades para se adaptar às exigências de redução de emissões devido à falta de incentivos e de políticas claras. Segundo Vitória (2024, p. 200), a transição para uma economia de baixo carbono requer um esforço conjunto entre o setor público e privado, com a implementação de instrumentos econômicos como subsídios e linhas de crédito específicas para a descarbonização.

A implementação de políticas climáticas também exige maior participação das administrações municipais e estaduais, que muitas vezes carecem de estrutura técnica e de recursos financeiros para executar ações locais. Moscarelli e Kleiman (2017, p. 160) destacam que a descentralização da governança climática pode promover uma melhor adaptação das políticas às realidades regionais, mas requer uma maior coordenação entre os diferentes níveis de governo.

No contexto das iniciativas globais, o Brasil também enfrentou desafios para alinhar suas instituições aos critérios internacionais. A falta de mecanismos robustos de relatório e verificação das reduções de emissões comprometem a integração do país nos mercados globais de carbono. Segundo Fonseca (2022, p. 24), a adoção de padrões internacionais para o monitoramento e a contabilização das emissões é necessária para aumentar a competitividade do Brasil nesse cenário.

Outro desafio relevante é a governança do hidrogênio verde, uma tecnologia emergente com potencial significativo para redução de emissões em setores como transporte e indústria pesada. Nunes e Gonçalves (2024, p. 172) ressaltam que a regulação do hidrogênio verde no

Brasil ainda está em projetos iniciais, exigindo maior articulação institucional para garantir sua visão técnica e econômica, bem como sua integração com os mercados internacionais de carbono.

A securitização de ativos ambientais também surge como um mecanismo potencial para atrair investimentos ao mercado de carbono. Segundo Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 111), a orientação desse instrumento financeiro ainda enfrenta desafios institucionais, mas sua implementação pode alavancar o financiamento de projetos de mitigação e adaptação, promovendo uma transição para uma economia mais sustentável.

A efetividade dos aspectos institucionais depende de um esforço coordenado para superar as barreiras políticas, econômicas e técnicas que limitam o desenvolvimento do mercado de carbono no Brasil. A criação de uma governança climática integrada, o fortalecimento das capacidades técnicas das instituições e o alinhamento com padrões internacionais são medidas essenciais para garantir que o país aproveite todo o seu potencial como líder na agenda climática global (Silveira; Oliveira, 2021, p. 23).

Além das dificuldades de integração institucional, o Brasil enfrenta desafios relacionados à falta de clareza nas atribuições de diferentes órgãos governamentais. A sobreposição de competências entre entidades como o Ministério do Meio Ambiente, o IBAMA e as secretarias estaduais de meio ambiente frequentemente resulta em conflitos e atrasos na implementação de políticas climáticas. Neiva (2023, p. 31) argumenta que a definição de papéis claros e a criação de uma autoridade central para regulamentação do mercado de carbono seriam passos importantes para aumentar a eficiência e reduzir as incertezas.

A ausência de uma política fiscal integrada que promova a descarbonização também é um aspecto institucional crítico. Enquanto outros países implementam mecanismos de tributação sobre emissões e incentivos fiscais para tecnologias limpas, o Brasil ainda carece de uma abordagem fiscal robusta. Vitória (2024, p. 87) aponta que a reforma tributária no Brasil representa uma oportunidade para incorporar critérios ambientais, incentivando práticas sustentáveis nos setores econômicos mais emissores, como transporte e agropecuária.

A participação limitada de atores locais, como municípios e comunidades, também compromete a eficácia das políticas climáticas. De acordo com Moscarelli e Kleiman (2017, p. 162), a inclusão de administrações locais no planejamento e execução das ações climáticas é essencial para adaptar as políticas às necessidades regionais. Essa abordagem descentralizada pode gerar maior engajamento da sociedade e melhorar a alocação de recursos para ações específicas, como reflorestamento e manejo de resíduos.

No setor privado, a falta de incentivos claros e de segurança jurídica impede que as

empresas se envolvam mais ativamente no mercado de carbono. Segundo Nais (2023, p. 44), muitas indústrias, especialmente as de grande porte, hesitam em investir em tecnologias de baixo carbono devido à ausência de políticas consistentes e previsíveis. A criação de linhas de crédito específicas e a simplificação de processos regulatórios são medidas que poderiam estimular uma participação mais eficaz do setor empresarial.

A integração do Brasil com os mercados globais de carbono também enfrentou barreiras institucionais importantes. Fonseca (2022, p. 20) destaca que a falta de alinhamento com os padrões internacionais de relatório e verificação dificulta a entrada de projetos brasileiros nos principais mercados, como o europeu. O desenvolvimento de uma infraestrutura regulatória alinhada às críticas internacionais seria essencial para aumentar a competitividade do país nesse setor.

A formação e capacitação de profissionais para atuar em áreas estratégicas, como fiscalização e regulamentação, é outro desafio crítico. Neiva (2023, p. 44) ressalta que muitas instituições governamentais carecem de equipes técnicas projetadas para lidar com as complexidades do mercado de carbono, o que exige a implementação das políticas climáticas. Investimentos em capacitação e educação continuada poderiam melhorar significativamente a eficácia das ações institucionais.

A governança da supervisão verde também exige esforços institucionais coordenados. Nunes e Gonçalves (2024, p. 168) observam que, embora o Brasil tenha potencial para se tornar um líder na produção de hidrogênio verde, a falta de regulamentação específica e de incentivos econômicos limita o desenvolvimento desse setor. A criação de marcos legais que promovam a pesquisa, o desenvolvimento e a comercialização do hidrogênio verde seria essencial para integrar essa tecnologia à estratégia climática do país.

A transparência nos processos regulatórios é outra questão fundamental para fortalecer as instituições brasileiras. Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 114) destacam que a adoção de tecnologias como blockchain pode melhorar a rastreabilidade das transações de créditos de carbono, aumentando a confiança dos investidores e reduzindo os riscos de fraudes. Essas inovações tecnológicas são particularmente relevantes em um contexto global onde a revisão é um fator determinante para o sucesso do mercado de carbono.

A colaboração internacional também pode ajudar a superar os desafios institucionais no Brasil. Programas de cooperação técnica e financeira com países desenvolvidos e organismos multilaterais, como o Banco Mundial, podem fortalecer as capacidades institucionais e ampliar o acesso a recursos financeiros. Santana (2023, p. 22) argumenta que o alinhamento com as práticas globais de governança climática é necessário para que o Brasil se posicione como uma

liderança na agenda ambiental.

Superar os desafios institucionais requer uma abordagem integrada que inclua reformas estruturais, fortalecimento de capacidades técnicas e maior articulação entre os setores público e privado. Silveira e Oliveira (2021, p. 26) enfatizam que o desenvolvimento de uma governança climática eficiente não depende apenas de mudanças legislativas, mas também do engajamento de todos os atores envolvidos, desde comunidades locais até grandes corporações. Esse esforço conjunto é indispensável para transformar o Brasil em um modelo de sustentabilidade global.

4.2 Entraves legais e administrativos

Os entraves legais e administrativos relacionados à regulamentação do mercado de carbono no Brasil refletem desafios complexos que dificultam a implementação plena das políticas climáticas e da integração do país nos mercados globais de carbono. Esses obstáculos incluem a ausência de marcos legais específicos, a fragmentação regulatória e a burocracia excessiva, fatores que comprometem a eficácia das iniciativas de mitigação e adaptação climática. Segundo Silveira e Oliveira (2021, p. 28), o arcabouço jurídico brasileiro ainda carece de clareza e uniformidade, o que resulta em insegurança jurídica para investidores e para o setor empresarial.

Um dos principais entraves legais é a indefinição da natureza jurídica dos créditos de carbono no Brasil. Embora outros países possuam regulamentações específicas que definem os critérios para a geração e comercialização desses créditos, o Brasil ainda está em estágio inicial de debate legislativo sobre o tema. De acordo com Teixeira (2024, p. 1038), essa lacuna dificulta as negociações do mercado interno e cria barreiras para a participação de empresas brasileiras em mercados internacionais, que exigem padrões claros e de confiança para transações.

A fragmentação das políticas públicas também representa um desafio significativo. Diferentes ministérios, secretarias estaduais e órgãos municipais possuem frequentemente competências sobrepostas no que diz respeito à regulamentação ambiental e climática. Essa falta de integração entre os níveis de governo gera conflitos institucionais e dificulta a implementação de ações coordenadas. Moscarelli e Kleiman (2017, p. 166) destacam que uma governança integrada é necessária para superar esses entraves e garantir maior eficiência administrativa.

Outro aspecto crítico é a burocracia excessiva nos processos de licenciamento ambiental

e na aprovação de projetos de mitigação de emissões. Empresas que desejam participar do mercado de carbono enfrentam frequentemente prazos longos e custos elevados para obter as autorizações possíveis. Segundo Fonseca (2022, p. 21), a simplificação dos procedimentos administrativos e a digitalização dos processos poderiam significativamente essas barreiras, tornando o mercado mais atraente para investidores e empreendedores.

A ausência de incentivos fiscais e econômicos direcionados ao mercado de carbono é outra entrada legal que limita o desenvolvimento do setor. Em países como a Suécia e a Alemanha, políticas fiscais baseadas em tributações sobre emissões e isenções para projetos sustentáveis têm se mostrados indicadores na promoção da descarbonização. No Brasil, porém, a falta de uma política tributária ambiental integrada reduz a competitividade de projetos de mitigação, especialmente no setor privado (Ponzilacqua; Pereira, 2024, p. 119).

A falta de mecanismos robustos de monitoramento, relato e verificação (MRV) também compromete a substituição do mercado de carbono brasileiro. Neiva (2023, p.43) ressalta que a implementação de sistemas tecnológicos avançados para monitorar as emissões e certificar os créditos gerados é fundamental para alinhar o Brasil aos padrões internacionais. A ausência desses mecanismos limita o acesso do país aos mercados regulamentados, como o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (ETS), que exige altos níveis de transparência e rastreabilidade.

Além das barreiras legais, as barreiras administrativas incluem a escassez de recursos humanos e financeiros nas instituições reguladoras e fiscalizadoras. Órgãos como o IBAMA e as secretarias estaduais de meio ambiente enfrentaram dificuldades para executar suas funções devido à insuficiência de equipes deficientes e à restrição orçamentária. Segundo Santana (2023, p.33), o fortalecimento institucional, por meio de maior alocação de recursos e capacitação técnica, é essencial para garantir a implementação das políticas climáticas.

A resistência aos setores econômicos tradicionais também é um desafio significativo. Indústrias altamente emissoras, como a de petróleo e gás, frequentemente exercem pressão política para flexibilizar regulamentações climáticas, o que pode comprometer o avanço das políticas públicas. Segundo Vitória (2024, p. 77), superar essa resistência exige a criação de incentivos econômicos claros, como subsídios para tecnologias limpas e linhas de crédito específicas para a descarbonização.

A falta de engajamento da sociedade civil no debate sobre as mudanças climáticas e o mercado de carbono também contribui para a manutenção dos entraves legais e administrativos. De acordo com Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 113), campanhas de conscientização e iniciativas educativas são fundamentais para mobilizar a opinião pública e

criar um ambiente político favorável à implementação de políticas climáticas mais ambiciosas.

Superar os entraves legais e administrativos requer uma abordagem multidimensional que combine reformas legislativas, fortalecimento institucional e maior articulação entre os setores público e privado. Silveira e Oliveira (2021, p. 27) destacam que o desenvolvimento de um marco regulatório robusto, aliado à simplificação dos processos administrativos e à inclusão de mecanismos econômicos, é essencial para transformar o mercado de carbono em uma ferramenta eficaz para a mitigação das mudanças climáticas no Brasil.

Além da ausência de um marco legal consolidado, os entraves administrativos também refletem uma falta de priorização política no Brasil. As orientações do mercado de carbono e a implementação de políticas climáticas muitas vezes ficam subordinadas a outras agendas econômicas, o que resulta em avanços lentos e desarticulados. Moscarelli e Kleiman (2017, p. 166) destacam que a falta de uma agenda nacional consistente é um dos principais fatores que impedem o desenvolvimento pleno do mercado de carbono, prejudicando o cumprimento das metas climáticas internacionais.

A integração entre as esferas federal, estadual e municipal é outro desafio significativo. Embora o Brasil possua instrumentos como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (SINIMA), a ausência de coordenação entre essas instâncias administrativas limita o alcance das políticas públicas. Fonseca (2022, p.26) sugere que a criação de mecanismos de governança compartilhada, com responsabilidades claramente definidas, pode melhorar a articulação entre os diferentes níveis de governo e acelerar a implementação das políticas climáticas.

A complexidade do mercado de carbono também exige maior alinhamento entre setores econômicos. As indústrias, agricultura e energia apresentam desafios distintos em termos de emissões, o que torna necessário o desenvolvimento de estratégias específicas para cada setor. Segundo Vitória (2024, p. 81), a falta de diretrizes claras e incentivos setoriais limita o engajamento de atores econômicos e reduz o potencial de impacto das políticas climáticas. Uma maior segmentação das políticas poderia facilitar a adesão e promover resultados mais eficazes.

Outra entrada está na dependência de legislações complementares para a operacionalização do mercado de carbono. Atualmente, diversos aspectos críticos, como a definição de metodologias para a certificação de créditos e os critérios para participação no mercado voluntário, permanecem vagos ou indefinidos. Teixeira (2024, p. 1038) argumenta que a aprovação de decretos complementares é essencial para preencher essas lacunas e criar uma base jurídica sólida para o mercado.

A falta de infraestrutura tecnológica também prejudica a eficiência das políticas

climáticas no Brasil. Os sistemas de monitoramento, relato e verificação (MRV) são essenciais para garantir a rastreabilidade e a compensação dos créditos de carbono, mas sua implementação ainda é incipiente no país. Neiva (2023, p. 46) aponta que a adoção de tecnologias como *blockchain* e análise de big data poderia transformar significativamente a gestão do mercado de carbono, aumentando sua transparência e atratividade para investidores. A insegurança jurídica relacionada ao mercado de carbono afeta não apenas as empresas, mas também as comunidades locais envolvidas em projetos de mitigação, como iniciativas de reflorestamento e conservação florestal. Santana (2023, p. 25) ressalta que a ausência de garantias legais para os benefícios gerados por esses projetos desestimula o envolvimento das comunidades, limitando o potencial de impacto social e ambiental das políticas climáticas.

No contexto internacional, a falta de integração com os mercados globais de carbono coloca o Brasil em uma posição desvantajosa. Países como a União Europeia e os Estados Unidos já possuem sistemas regulamentados que atraem investidores e promovem transações robustas. Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 118) destacam que a criação de marcos regulatórios alinhados aos padrões internacionais é indispensável para que o Brasil se torne competitivo e aproveite plenamente seu potencial no mercado global.

A resistência de setores políticos e econômicos à regulamentação do mercado de carbono também representa um desafio específico. Grupos de interesse frequentemente pressionam por flexibilizações nas normas ambientais, comprometendo a integridade das políticas climáticas. Segundo Vitória (2024, p. 87), enfrentar essa resistência exige maior engajamento da sociedade civil e o fortalecimento de coalizões políticas comprometidas com a agenda ambiental.

Além disso, os desafios administrativos incluem a escassez de mecanismos para financiar financiamento internacional para projetos climáticos no Brasil. Embora o país possua programas como o Fundo Amazônia, o acesso a recursos globais é limitado pela falta de estruturas institucionais robustas. Moscarelli e Kleiman (2017, p. 168) argumentam que o fortalecimento das instituições responsáveis pela gestão desses fundos pode ampliar significativamente o impacto das iniciativas de mitigação e adaptação.

Superar as questões legais e administrativas que exigem um esforço conjunto entre governo, setor privado e sociedade civil. Silveira e Oliveira (2021, p. 27) enfatizam que a simplificação dos processos regulatórios, o fortalecimento das capacidades institucionais e a criação de incentivos econômicos são passos essenciais para transformar o mercado de carbono em uma ferramenta eficaz para combater as mudanças climáticas. A adoção de práticas

inspiradas em modelos internacionais bem-sucedidos também pode acelerar a evolução do mercado e posicionar o Brasil como um líder na agenda climática global.

4.3 Limitações metodológicas

As definições metodológicas de regulamentação e operacionalização do mercado de carbono no Brasil são desafios importantes que comprometem a eficácia das políticas climáticas. Essas restrições estão relacionadas à falta de padronização de metodologias, inconsistências na medição de emissões e créditos de carbono, e à ausência de ferramentas tecnológicas robustas para garantir a rastreabilidade e a transparência. Segundo Silveira e Oliveira (2021, p. 29), o Brasil precisa de um sistema unificado para medir e verificar emissões, o que prejudica a confiabilidade dos créditos gerados e dificulta sua acessibilidade em mercados internacionais.

Uma das principais dificuldades metodológicas é a medição precisa das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em diferentes setores econômicos. A diversidade de fontes de emissões e a complexidade dos processos industriais tornam desafiador o desenvolvimento de metodologias uniformes e aplicáveis a todos os setores. De acordo com Neiva (2023, p. 40), a falta de diretrizes padronizadas para calcular emissões limita a comparabilidade dos resultados e gera incertezas para investidores específicos na aquisição de créditos de carbono.

A ausência de metodologias específicas para o mercado voluntário de carbono é outra entrada significativa. Embora o mercado regulado seja orientado por padrões mais rígidos, o mercado voluntariamente cuida de critérios consistentes para a certificação de créditos. Santana (2023, p. 28) argumenta que essa lacuna metodológica afeta a contrapartida do mercado voluntário no Brasil, dificultando a integração com mercados internacionais e facilitando sua atratividade para empresas que buscam compensar suas emissões.

Outro ponto crítico é a dupla contagem de créditos de carbono, um problema amplamente reconhecido nos mercados globais, mas que ainda carece de soluções eficazes no Brasil. Segundo Fonseca (2022, p. 25), a falta de sistemas de rastreabilidade robustos permite que os créditos sejam contabilizados em mais de um local, comprometendo a integridade do mercado. A implementação de tecnologias como *blockchain* tem sido apontada como uma solução possível para esse desafio, mas sua adoção no Brasil ainda é limitada.

A verificação das reduções de emissões também apresenta limitações metodológicas significativas. A maioria dos projetos de mitigação no Brasil depende de auditorias externas para certificar os créditos gerados, mas a falta de padronização nos critérios de auditoria exige

a uniformidade dos resultados. Neiva (2023, p. 41) ressalta que a criação de um organismo regulador independente, responsável por estabelecer diretrizes claras para a verificação, poderia aumentar a confiança dos investidores no mercado brasileiro.

No setor florestal, as metodologias para quantificar o sequestro de carbono e monitorar a conservação de biomas ainda enfrentam desafios técnicos. Programas como o REDD+ dependem de dados confiáveis para comprovar os benefícios climáticos, mas a ausência de tecnologias para monitoramento remoto e análise de dados limita a precisão das profundidades. Silveira e Oliveira (2021, p. 30) destacam que investimentos em tecnologias como sensoriamento remoto e inteligência artificial são essenciais para superar essas barreiras e garantir a efetividade dos projetos florestais.

A integração entre diferentes bases de dados também é um problema metodológico relevante. Sistemas como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa ainda operam de forma fragmentada, dificultando a análise integrada de emissões e a rastreabilidade dos créditos de carbono. Santana (2023, p. 30) sugere que a criação de uma plataforma nacional unificada poderia facilitar a gestão do mercado de carbono e aumentar sua eficiência.

A complexidade das metodologias também afeta a acessibilidade para pequenos produtores e empresas de menor porte. Muitos projetos de mitigação exigem investimentos iniciais elevados e conhecimento técnico especializado, ou que excluem uma parcela significativa de atores econômicos. Vitória (2024, p. 47) aponta que simplificar as metodologias e oferecer capacitação técnica são medidas essenciais para ampliar a inclusão no mercado de carbono e maximizar seus benefícios sociais e ambientais.

A falta de alinhamento metodológico com padrões internacionais é outro desafio crítico para o Brasil. Mercados consolidados, como o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (ETS), exigem altos níveis de transparência e rastreabilidade que o Brasil ainda não consegue atender plenamente. Segundo Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 110), a harmonização das metodologias brasileiras com os padrões globais é necessária para aumentar a competitividade do país no mercado internacional de carbono.

As limitações metodológicas refletem a necessidade de maior articulação entre governo, academia e setor privado para o desenvolvimento de diretrizes mais robustas e aplicáveis. Silveira e Oliveira (2021, p. 35) enfatizam que a superação desses desafios requer investimentos em pesquisa e desenvolvimento, além da implementação de tecnologias inovadoras que aumentam a precisão, a transparência e a confiabilidade do mercado de carbono no Brasil.

Além da falta de padronização metodológica, outra entrada significativa é a ausência de

detalhes detalhados para avaliar os impactos sociais e econômicos dos projetos de carbono. Muitos desses projetos promovem co-benefícios, como geração de emprego e conservação de recursos naturais, mas as metodologias atuais não contemplam plenamente esses aspectos. Neiva (2023, p. 42) argumenta que integrar integração socioeconômica às metodologias existentes pode aumentar a atratividade dos projetos para investidores e ampliar seus benefícios para as comunidades locais.

Os desafios relacionados à adaptação das metodologias aos diferentes biomas brasileiros também são evidentes. O Brasil possui uma diversidade de ecossistemas, como Amazônia, Cerrado e Pantanal, cada um com características únicas em termos de emissões e sequestro de carbono. Segundo Fonseca (2022, p. 27), a falta de abordagens específicas para cada bioma compromete a precisão da precisão e dificulta a implementação de projetos personalizados, que poderiam maximizar os benefícios ambientais e sociais.

O uso de tecnologias avançadas, como sensores remotos e análise de imagens por satélite, ainda é limitado a altos custos e à falta de capacitação técnica. Enquanto os mercados internacionais utilizam essas ferramentas para monitorar e verificar emissões com maior precisão, o Brasil ainda enfrenta dificuldades para incorporá-las em larga escala. Santana (2023, p. 27) aponta que parcerias internacionais e programas de cooperação técnica poderiam viabilizar a adoção dessas tecnologias no Brasil, fortalecendo as metodologias nacionais.

A falta de acessibilidade a dados ambientais confiáveis é outro obstáculo importante. Apesar da existência de sistemas como o Cadastro Ambiental Rural (CAR), a qualidade e a atualização dos dados ainda são insuficientes para atender às demandas do mercado de carbono. Vitória (2024, p. 55) destaca que a modernização desses sistemas e sua integração com bases de dados internacionais são essenciais para melhorar a transparência e a confiabilidade das transações.

A inclusão de pequenos produtores e comunidades indígenas em projetos de carbono também enfrenta desafios metodológicos. As descrições técnicas e os altos custos iniciais dificultaram a participação desses grupos, que poderiam se beneficiar significativamente de iniciativas de preservação e reflorestamento. Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 114) sugerem que a simplificação das metodologias e a criação de programas específicos para pequenos produtores podem aumentar a inclusão e promover resultados mais equitativos.

A harmonização entre metodologias utilizadas em mercados regulamentados e voluntários em questões de carbono é outra crítica. Atualmente, essas metodologias frequentemente apresentam diferenças significativas, o que cria dificuldades para projetos que buscam operar em ambos os mercados. Segundo Silveira e Oliveira (2021, p. 29), a criação de

diretrizes unificadas que sejam aceitas por ambos os mercados pode aumentar a flexibilidade e a atratividade dos projetos, facilitando sua integração nos cenários nacional e internacional.

A resistência dos setores econômicos às mudanças metodológicas também é uma entrada significativa. As indústrias tradicionais frequentemente argumentam que adaptações nos critérios de medição e verificação aumentam os custos operacionais e comprometem a competitividade. Neiva (2023, p. 42) aponta que o diálogo entre governo e setor privado é necessário para superar essa resistência, garantindo que as metodologias sejam robustas, mas economicamente viáveis.

A evolução das metodologias requer um esforço conjunto entre instituições acadêmicas, governo e setor privado para garantir que sejam cientificamente embasadas, economicamente viáveis e socialmente inclusivas. Fonseca (2022, p. 26) enfatiza que o desenvolvimento contínuo de tecnologias e o alinhamento das metodologias com padrões internacionais são passos fundamentais para posicionar o Brasil como um líder no mercado global de carbono, aproveitando plenamente seu potencial ambiental e econômico.

Outro desafio metodológico significativo é a dificuldade de mensurar e verificar os impactos indiretos de projetos de mitigação, como aqueles relacionados ao desmatamento evitado e à conservação florestal. Esses impactos, muitas vezes chamados de “benefícios colaterais”, incluem a preservação da biodiversidade, a regulação do ciclo hidrológico e a proteção das comunidades indígenas. Silveira e Oliveira (2021, p. 30) destacam que, embora esses benefícios sejam extremamente reconhecidos, faltam ferramentas metodológicas para quantificá-los limitando sua valorização nos mercados de carbono.

A ausência de regulamentação sobre a inclusão de emissões fugitivas, como as partículas de vazamentos em processos industriais ou no transporte de combustíveis fósseis, é outra entrada. Essas emissões representam uma parcela significativa das emissões globais, mas frequentemente são ignoradas devido à complexidade de sua medição. Segundo Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 115), o desenvolvimento de metodologias específicas para essas fontes poderia aumentar a precisão dos inventários de emissões e fortalecer a adição dos créditos de carbono.

Os critérios de adicionalidade, que determinam se um projeto de carbono representa uma redução de emissões que não ocorreria na ausência de incentivos, também apresentam limitações metodológicas. Muitas vezes, projetos que poderiam ser financeiramente viáveis sem o apoio do mercado de carbono são certificados erroneamente, comprometendo a integridade do sistema. Neiva (2023, p. 44) argumenta que o fortalecimento das diretrizes sobre adicionalidade é essencial para garantir que os créditos emitidos representem reduções

reais e adicionais de emissões.

Portanto, as metodologias brasileiras ainda enfrentam o desafio de se adaptar a um cenário global em constante evolução. Novas exigências, como a contabilização de emissões incorporadas em produtos exportados e o impacto de tecnologias emergentes, bloqueiam uma atualização constante das diretrizes. Santana (2023, p. 20) sugere que uma maior integração com iniciativas internacionais, como as promovidas pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), pode ajudar o Brasil a antecipar tendências globais e garantir que suas metodologias sejam competitivas e integradas às melhores práticas.

4.4 Barreiras econômicas e de mercado

As barreiras econômicas e de mercado no contexto do mercado de carbono no Brasil representam desafios estruturais que limitam a expansão desse setor estratégico. Apesar do potencial do Brasil para se tornar um dos principais fornecedores de créditos de carbono, devido à sua vasta biodiversidade e capacidade de mitigação de emissões, o país enfrenta uma falta de incentivos econômicos, altas incertezas de mercado e infraestrutura financeira limitada. Segundo Silveira e Oliveira (2021, p. 36), essas barreiras superaram a competitividade do Brasil nos mercados globais e inibem investimentos em projetos de mitigação e adaptação.

Um dos principais desafios econômicos é a ausência de uma política fiscal clara que favoreça a transição para uma economia de baixo carbono. Diferentemente de países como Suécia e Alemanha, que implementaram tributações sobre emissões e subsídios para projetos sustentáveis, o Brasil ainda carece de instrumentos econômicos eficazes para estimular a redução de emissões. Fonseca (2022, p. 28) aponta que há falta de incentivos fiscais específicos para empresas que adotam práticas sustentáveis — desestimula investimentos em tecnologias limpas e projetos de mitigação.

A volatilidade dos preços dos créditos de carbono no mercado global também afeta diretamente o Brasil. O mercado de carbono, tanto regulado quanto voluntário, está sujeito a oscilações de preços devido a fatores como políticas internacionais, incertezas regulatórias e flutuações na demanda. Segundo Neiva (2023, p. 43), essa volatilidade cria dificuldades para que as empresas brasileiras planejem seus investimentos em longo prazo, tornando o mercado menos atraente e mais arriscado para novos entrantes.

A baixa integração do Brasil com os mercados regulamentados internacionais, como o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (ETS), é outra entrada significativa. A falta de alinhamento com os padrões globais de monitoramento e certificação dificulta a

liberação de créditos brasileiros em mercados mais consolidados. Santana (2023, p. 16) destaca que essa desconexão limita as oportunidades de exportação de créditos de carbono e reduz a capacidade do Brasil de atrair investidores estrangeiros interessados em projetos de mitigação.

Outro aspecto crítico é a falta de acesso ao financiamento para pequenos e médios empreendedores específicos em participar do mercado de carbono. A complexidade e os custos iniciais associados à implementação de projetos de mitigação são frequentemente proibitivos para esses atores econômicos. Vitória (2024, p. 58) argumenta que programas de financiamento específicos e a criação de linhas de crédito poderiam democratizar o mercado de carbono, permitindo que um número maior de participantes contribuísse para a redução de emissões.

A infraestrutura financeira limitada também prejudica o desenvolvimento do mercado de carbono no Brasil. Enquanto os mercados internacionais contam com sistemas financeiros robustos para apoiar transações de carbono, o Brasil ainda carece de plataformas eficientes e de instrumentos financeiros específicos. Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 116) sugerem que a criação de uma bolsa de carbono nacional poderia aumentar a transparência, reduzir os custos de transação e promover a integração com os mercados globais.

A falta de conscientização e educação sobre o mercado de carbono é outra barreira importante. Muitas empresas e investidores desconhecem os benefícios potenciais desse mercado e os mecanismos para acessar oportunidades de mitigação e compensação. Segundo Silveira e Oliveira (2021, p. 36), campanhas de sensibilização e programas de capacitação poderiam aumentar a participação de atores econômicos e acelerar a consolidação do mercado de carbono no Brasil.

A resistência de setores econômicos tradicionais à regulamentação do mercado de carbono também é um desafio relevante. Indústrias como petróleo, gás e mineração frequentemente argumentam que as regulamentações climáticas aumentam os custos de produção e comprometem a competitividade. Neiva (2023, p. 46) aponta que superar essa resistência exige o desenvolvimento de políticas que combinem incentivos econômicos com regulamentações claras, promovendo uma transição gradual e economicamente viável para esses setores.

Outro problema econômico é a dificuldade de precificar de forma justa os créditos de carbono, especialmente em projetos localizados em áreas rurais ou remotas. Os custos adicionais de monitoramento e certificação nessas regiões visam frequentemente a orientação econômica dos projetos. Santana (2023, p. 28) sugere que subsídios governamentais ou a criação de parcerias público-privadas podem ajudar a compensar esses custos, aumentando a

atratividade de projetos em regiões menos acessíveis.

Finalmente, o fortalecimento do mercado de carbono no Brasil requer uma abordagem integrada que alinhe políticas econômicas, infraestrutura financeira e incentivos regulatórios. Silveira e Oliveira (2021, p. 18) enfatizam que o desenvolvimento de instrumentos financeiros inovadores, como títulos verdes e seguros climáticos, pode aumentar a resiliência do mercado e atrair um maior número de investidores. Além disso, o alinhamento com práticas internacionais bem-sucedidas é fundamental para posicionar o Brasil como um líder global no mercado de carbono.

A fragmentação do mercado de carbono no Brasil é outra entrada que dificulta seu pleno desenvolvimento. Atualmente, o país não possui uma infraestrutura integrada para transações de créditos de carbono, o que resulta em altos custos de transação e limitação do acesso de pequenos e médios empreendedores. Segundo Neiva (2023, p. 44), a criação de uma plataforma nacional centralizada para negociação de créditos poderia reduzir a burocracia e aumentar a transparência, facilitando a entrada de novos participantes no mercado.

A incerteza regulatória é outro fator que agrava as barreiras econômicas. Empresas e investidores frequentemente enfrentam dificuldades para investimentos planejados em projetos de carbono devido à ausência de diretrizes claras e à instabilidade das políticas climáticas. Silveira e Oliveira (2021, p. 19) apontam que a implementação de um marco regulatório consistente e previsível é essencial para atrair capital estrangeiro e aumentar a competitividade do mercado brasileiro.

A baixa percepção do valor dos créditos de carbono no mercado interno também é um desafio significativo. Muitos setores econômicos no Brasil ainda não reconhecem os créditos como um ativo, seja para mitigação de emissões ou para fortalecimento de suas estratégias de sustentabilidade. Fonseca (2022) sugere que a promoção de campanhas de conscientização e a inclusão do tema nas agendas corporativas podem aumentar a valorização desse mercado.

Outro problema é a concorrência desigual com mercados mais consolidados, como o europeu. Embora os países da União Europeia possuam políticas de precificação de carbono robusta e mecanismos financeiros avançados, o Brasil ainda enfrenta dificuldades para competir em termos de qualidade e confiabilidade dos créditos. Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 110) destacam que a harmonização das práticas brasileiras com padrões internacionais é crucial para equilibrar essa desigualdade e ampliar o alcance global do mercado nacional.

A falta de incentivos para tecnologias emergentes, como captura e armazenamento de carbono (CCS) e hidrogênio verde, também limita as oportunidades econômicas. Essas tecnologias têm potencial para reduzir significativamente as emissões nos setores industriais,

mas enfrentam altos custos iniciais e falta de apoio governamental no Brasil. Vitória (2024, p. 59) argumenta que a criação de políticas específicas para subsidiar essas inovações pode posicionar o Brasil como líder em soluções climáticas tecnológicas.

O acesso restrito ao financiamento internacional é outra barreira econômica que afeta diretamente o desenvolvimento do mercado de carbono brasileiro. Apesar de programas como o Fundo Amazônia, muitas iniciativas locais não conseguem captar recursos devido à falta de certificações reconhecidas globalmente e à ausência de projetos estruturados. Santana (2023, p. 30) aponta que o fortalecimento das capacidades institucionais para elaborar projetos alinhados aos padrões globais poderia ampliar o acesso do Brasil a financiamentos climáticos.

Além disso, a concentração do mercado em grandes empresas limita a inclusão de pequenos e médios produtores, especialmente no setor agrícola. Pequenos produtores frequentemente enfrentam dificuldades para acessar informações, capacitação técnica e financiamento necessários para implementar práticas de baixo carbono. Neiva (2023, p. 44) sugere que a criação de cooperativas ou associações regionais poderia aumentar o poder de negociação desses produtores, promovendo maior inclusão no mercado de carbono.

A volatilidade dos preços dos créditos no mercado global é agravada pela falta de transparência e rastreabilidade em muitas transações. Essa característica não apenas reduz a confiança dos investidores, mas também dificulta a previsão de retornos financeiros por parte dos participantes do mercado. Silveira e Oliveira (2021, p. 20) destacam que a adoção de tecnologias como *blockchain* pode aumentar a confiança e a estabilidade do mercado, mitigando os impactos da volatilidade.

A pressão por resultados rápidos também prejudica o planejamento de longo prazo no mercado de carbono. Muitos projetos enfrentam dificuldades para equilibrar retornos financeiros com os prazos necessários para gerar resultados ambientais significativos. Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 110) afirmam que o desenvolvimento de mecanismos de financiamento de longo prazo, como títulos verdes, poderia aliviar essa pressão e incentivar investimentos sustentáveis.

Superar as barreiras econômicas e de mercado requer uma abordagem integrada que combine investimentos econômicos, infraestrutura financeira, conscientização e políticas regulatórias claras. Silveira e Oliveira (2021, p. 20) enfatizam que a articulação entre governo, setor privado e instituições internacionais é fundamental para transformar o mercado de carbono em uma ferramenta eficaz para a mitigação das mudanças climáticas, promovendo o desenvolvimento sustentável no Brasil e fortalecendo sua posição no cenário global.

5 PERSPECTIVAS E POTENCIALIDADES

Pensar nas perspectivas e potencialidades de uma legislação vai além de analisar o texto normativo; trata-se de imaginar como ela pode transformar a realidade. No caso brasileiro, onde os desafios regulatórios são significativos, também surgem oportunidades únicas para inovação, desenvolvimento sustentável e inclusão social. Cada lei, quando bem renovada, carrega em si o potencial de construir pontes entre os anseios da sociedade e a efetiva transformação de práticas econômicas, ambientais e sociais. Esse potencial, no entanto, depende de como visualizarmos as possibilidades futuras e criarmos caminhos para concretizá-las.

Olhando adiante, as perspectivas do Brasil no cenário global passam por uma postura mais assertiva em áreas como sustentabilidade, tecnologias verdes e governança inclusiva. O país, com sua rica biodiversidade e sua matriz energética relativamente limpa, tem vantagens estratégicas que podem ser exploradas para atrair investimentos, liderar mercados emergentes e consolidar sua posição em tratados internacionais. Além disso, as potencialidades internacionais, como a geração de empregos verdes e a valorização das comunidades locais, evidenciam que um futuro mais sustentável e próspero está ao alcance, uma vez que as políticas públicas são violadas com visão, inovação e compromisso coletivo.

5.1 Cenário atual do mercado brasileiro

As perspectivas para o mercado de carbono no Brasil envolvem desafios e oportunidades significativas, considerando o contexto nacional e internacional. O Brasil possui vantagens competitivas naturais, como sua biodiversidade, vastas áreas florestais e capacidade para implementar projetos de mitigação, mas enfrenta barreiras institucionais, econômicas e metodológicas que precisam ser superadas para que o país se consolide como líder global nesse mercado. Segundo Santana (2023, p. 29), o avanço do mercado de carbono brasileiro depende de um esforço coordenado entre governo, setor privado e sociedade civil, alinhado aos compromissos internacionais, como o Acordo de Paris.

Uma das principais oportunidades está na expansão dos mercados regulamentados e voluntários de carbono. O mercado voluntário, em particular, tem crescido globalmente como uma alternativa flexível para empresas que desejam compensar suas emissões sem estarem sujeitas a obrigações legais. Neiva (2023, p. 45) destaca que o Brasil já possui projetos reconhecidos internacionalmente nesses segmentos, mas ainda precisa avançar na criação de um marco regulatório específico que ofereça segurança jurídica e reconstitua para atrair

investidores.

A agricultura de baixo carbono também apresenta um enorme potencial para o Brasil no mercado de carbono. Segundo Anis, Carducci e Ruviano (2022, p.165), práticas agrícolas sustentáveis, como plantio direto, manejo integrado de pastagens e sistemas agroflorestais, podem gerar créditos de carbono ao mesmo tempo em que promovem a produtividade e a conservação do solo. Entretanto, a implementação dessas práticas em larga escala exige incentivos econômicos, políticas públicas e programas de capacitação técnica para os produtores rurais.

Outro aspecto importante é a securitização de investimentos ambientais, que pode facilitar o acesso a financiamentos e ampliar o alcance dos projetos de mitigação. Segundo Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 116), a securitização transforma ações ambientais, como créditos de carbono, em instrumentos financeiros negociáveis, promovendo a liquidez no mercado e atraindo investidores de diferentes perfis. Essa abordagem, entretanto, requer regulamentações claras para evitar fraudes e garantir a rastreabilidade dos ativos.

O papel das tecnologias emergentes na gestão do mercado de carbono é outro ponto central para o futuro do setor. Ferramentas como *blockchain*, inteligência artificial e análise de big data podem melhorar a transparência, rastreabilidade e eficiência das transações. Segundo Kruse (2023, p. 17), a adoção dessas tecnologias no Brasil depende de investimentos em infraestrutura digital e da capacitação técnica de profissionais que atuam na área, bem como de parcerias com instituições internacionais.

A integração com mercados internacionais é uma prioridade para o fortalecimento do mercado de carbono no Brasil. Os países europeus, em particular, demonstraram interesse em estabelecer parcerias comerciais e tecnológicas com o Brasil para projetos de mitigação e compensação. Athias e Sá (2022, p. 68) apontam que a harmonização das práticas brasileiras com os padrões globais, como as exigidas pelo Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (ETS), é essencial para ampliar as oportunidades de exportação de créditos de carbono.

No entanto, a tributação dos créditos de carbono continua a ser um tema sensível e complexo. Segundo Masson e Queiroz (2024, p. 122), a definição de regras claras sobre a tributação dos créditos é indispensável para evitar sobreposições fiscais e garantir que os recursos gerados pelo mercado de carbono sejam reinvestidos em projetos climáticos. Essa questão requer um equilíbrio entre os interesses econômicos e as metas ambientais do país.

Os compromissos reforçados pelo Brasil no âmbito do Acordo de Paris também influenciam diretamente nas perspectivas do mercado de carbono. Oliveira e Stakoviak. Júnior

(2024, p. 160) destacam que as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) representam uma oportunidade para consolidar o mercado como um instrumento essencial para alcançar as metas climáticas do país. No entanto, o cumprimento dessas metas exige maior engajamento do setor privado e maior integração das políticas públicas.

O fortalecimento do mercado de carbono no Brasil requer uma abordagem integrada que inclua investimentos em pesquisa e desenvolvimento, capacitação técnica e maior engajamento da sociedade civil. Bruna *et al.*, (2021, p.6) enfatizam que a inclusão de comunidades locais e de pequenos produtores em projetos de carbono é fundamental para garantir que os benefícios do mercado sejam distribuídos de forma equitativa e sustentável. Isso não apenas fortalece a governança climática, mas também aumenta a resiliência social e econômica do país frente às mudanças climáticas.

A integração entre políticas públicas e iniciativas privadas será um elemento essencial para o avanço do mercado de carbono no Brasil. A criação de parcerias público-privadas (PPPs) pode facilitar o desenvolvimento de projetos de grande escala e viabilizar soluções tecnológicas inovadoras para a redução de emissões. Segundo Santana (2023, p. 30), essas parcerias são particularmente importantes em setores como energia e transporte, onde as emissões são significativas e a transição para uma economia de baixo carbono exige investimentos elevados.

A expansão do mercado de carbono também depende do fortalecimento das capacidades institucionais no Brasil. Órgãos reguladores, como o IBAMA, precisam de mais recursos e capacitação técnica para gerenciar e fiscalizar o mercado de forma eficaz. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 159) destacam que o fortalecimento institucional é necessário para garantir a integridade do sistema e aumentar a confiança de investidores e parceiros internacionais.

No contexto da agricultura, o mercado de carbono pode se tornar um motor para a transformação sustentável do setor. Práticas agrícolas regenerativas e sistemas integrados de trabalho-pecuário-floresta (ILPF) oferecem oportunidades para gerar créditos de carbono enquanto promovem benefícios ambientais e sociais. Anis, Carducci e Ruviaro (2022, p. 171) apontam que o desafio está na capacitação de pequenos produtores e na criação de mecanismos financeiros que permitam sua participação no mercado.

A descentralização das ações climáticas também é uma oportunidade para ampliar o alcance do mercado de carbono no Brasil. Os Estados e municípios adotaram iniciativas próprias para regulamentos e promover mercados locais de carbono, mas essas ações ainda carecem de maior integração com as políticas nacionais. Segundo Masson e Queiroz (2024, p. 101), uma governança multiescalar, que alinha esforços em diferentes níveis de governo, pode aumentar a eficiência e a abrangência das políticas climáticas.

O papel do Brasil como fornecedor global de créditos de carbono é altamente reconhecido, mas a competitividade do país depende de maior alinhamento com as tendências internacionais. A adoção de padrões globais, conforme os estabelecidos pelo Artigo 6º do Acordo de Paris, é essencial para que o Brasil participe dos mercados regulamentados e voluntários. Athias e Sá (2022, p. 70) destacam que a participação brasileira em plataformas internacionais pode aumentar a demanda por créditos nacionais e fortalecer o mercado interno.

Os desafios relacionados à transparência e rastreabilidade das transações de carbono também precisam ser superados. Ferramentas tecnológicas, como *blockchain*, podem garantir maior confiabilidade e evitar problemas como a dupla contagem de créditos. Kruse (2023, p. 22) ressalta que o Brasil deve investir na modernização de sua infraestrutura digital para acompanhar as melhores práticas globais e atrair investidores estrangeiros.

A conscientização da sociedade sobre o mercado de carbono é outro aspecto crucial para o seu fortalecimento. Muitas empresas e indivíduos ainda desconhecem os benefícios econômicos e ambientais desse mercado, o que limita sua participação. Segundo Bruna *et al.*, (2021, p. 6), campanhas educativas e iniciativas de engajamento podem aumentar a adesão de novos atores e contribuir para o crescimento do mercado.

A inclusão de comunidades tradicionais e indígenas em projetos de carbono é fundamental para promover a justiça climática e ampliar os benefícios sociais do mercado. Essas comunidades possuem um papel estratégico na conservação de biomas e na mitigação de emissões, mas frequentemente enfrentam barreiras para acesso a recursos e participação em iniciativas de mercado. Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 115) sugerem que políticas específicas para esses grupos podem aumentar sua inclusão e maximizar os resultados positivos dos projetos.

A competitividade do Brasil no mercado global de carbono também depende de uma estratégia coordenada para atrair investimentos estrangeiros. Além de criar um ambiente regulatório favorável, o país precisa promover suas vantagens competitivas, como a biodiversidade e o potencial para energias renováveis. Santana (2023, p. 30) argumenta que a articulação internacional com organismos e a participação em eventos globais são essenciais para fortalecer a imagem do Brasil como líder climático.

Assim, as perspectivas para o mercado de carbono no Brasil restringiram um equilíbrio entre ambição e pragmatismo. Embora o país possua um enorme potencial para liderar esse setor, as barreiras institucionais, econômicas e sociais ainda representam desafios importantes. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 160) concluem que o sucesso do mercado de carbono no Brasil dependerá de uma abordagem integrada, que combine inovação tecnológica,

engajamento social e políticas públicas consistentes para transformar o mercado em uma ferramenta eficaz para enfrentar as mudanças climáticas.

5.2 Oportunidades de desenvolvimento e perspectivas para o futuro

O mercado de carbono no Brasil apresenta inúmeras oportunidades de desenvolvimento, que podem contribuir tanto para a economia nacional quanto para os esforços globais para mitigação das mudanças climáticas. Com suas vantagens naturais, como a vasta biodiversidade, extensas áreas florestais e uma matriz energética relativamente limpa, o Brasil está estrategicamente posicionado para se tornar um dos principais fornecedores de créditos de carbono no mercado global (Lyra *et al.*, 2023, p. 452). Segundo Santana (2023, p. 30), uma estruturação adequada do mercado de carbono brasileiro pode não apenas atrair investimentos estrangeiros, mas também fomentar o desenvolvimento sustentável no país.

Uma das principais oportunidades está no setor agrícola, onde práticas sustentáveis podem gerar créditos de carbono enquanto aumentam a produtividade e promovem a conservação ambiental. Sistemas como o planejamento direto e a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) têm grande potencial para redução de emissões e sequestro de carbono. Segundo Anis, Carducci e Ruviaro (2022, p. 180), a expansão dessas práticas depende de incentivos financeiros e programas de capacitação que auxiliam os produtores a adotar tecnologias sustentáveis.

O desenvolvimento de infraestrutura tecnológica voltado para o mercado de carbono é outra oportunidade estratégica. Ferramentas como *blockchain*, inteligência artificial e sistemas de monitoramento remoto podem garantir maior transparência, rastreabilidade e eficiência nas transações. Kruse (2023, p. 29) aponta que a implementação dessas tecnologias pode aumentar a confiança dos investidores e reduzir os custos operacionais, tornando o Brasil mais competitivo no cenário global.

O setor de energias renováveis também oferece grande potencial para o desenvolvimento do mercado de carbono. Projetos de energia solar, eólica e biomassa podem gerar créditos de carbono ao mesmo tempo em que promovem a diversificação da matriz energética nacional. Segundo Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 161), o Brasil já possui experiência consolidada em biocombustíveis, como o etanol, e pode expandir sua liderança em energias renováveis por meio de parcerias público-privadas e investimentos internacionais.

Outro campo promissor é o financiamento climático. A securitização de ativos ambientais, como os créditos de carbono, pode atrair investidores e criar novos mecanismos

financeiros para viabilizar projetos de mitigação. Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 116) sugerem que a criação de uma bolsa de carbono no Brasil poderia centralizar as transações, aumentar a liquidez do mercado e facilitar o acesso de pequenos e médios empreendedores.

O turismo sustentável também surge como uma oportunidade associada ao mercado de carbono. Regiões como a Amazônia e o Pantanal têm grande potencial para atrair turistas específicos em experiências ecológicas e de baixa pegada de carbono. Bruna *et al.*, (2021, p.6) destacam que projetos de turismo sustentável podem gerar créditos de carbono ao promover a conservação de áreas naturais e a inclusão de comunidades locais.

A inclusão de comunidades tradicionais e indígenas em projetos de carbono representa uma oportunidade para aliar o desenvolvimento social à preservação ambiental. Essas comunidades desempenham um papel estratégico na conservação de biomas e podem ser beneficiadas por projetos que valorizem seus conhecimentos tradicionais. Segundo Santana (2023, p. 31), a criação de políticas específicas para incluir esses grupos no mercado de carbono pode promover a justiça climática e fortalecer a governança ambiental.

O Brasil também pode se beneficiar de seu papel estratégico no contexto internacional. A participação ativa em fóruns globais, como a Conferência das Partes (COP) da UNFCCC, pode ampliar as oportunidades de cooperação técnica e financeira. Athias e Sá (2022, p. 81) destacam que a articulação do Brasil com países desenvolvidos pode acelerar a transferência de tecnologias e a captação de recursos para projetos climáticos.

No setor industrial, a adoção de tecnologias avançadas para captura e armazenamento de carbono (CCS) pode transformar a produção em setores altamente emissores, como o siderúrgico e o químico. Segundo Masson e Queiroz (2024, p. 87), a implementação dessas tecnologias no Brasil depende de incentivos fiscais e de uma regulamentação que ofereça previsibilidade para os investidores.

As oportunidades de desenvolvimento no mercado de carbono brasileiro encerram uma abordagem integrada, que combina inovação tecnológica, políticas públicas robustas e engajamento do setor privado. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 162) afirmam que o alinhamento das práticas brasileiras com padrões internacionais, aliado à valorização dos ativos ambientais do país, pode consolidar o Brasil como um dos principais protagonistas na agenda climática global.

A ampliação do mercado de carbono no Brasil também oferece oportunidades de transferência de economia local por meio da valorização de serviços ambientais. Projetos específicos para a restauração florestal, conservação de áreas degradadas e manejo sustentável

de recursos naturais podem gerar créditos de carbono e, simultaneamente, promover a inclusão social. Segundo Bruna *et al.*, (2021, p. 6), essas iniciativas têm o potencial de criar empregos e fortalecer economias regionais, especialmente em áreas rurais e vulneráveis.

Outra oportunidade estratégica é o desenvolvimento de mercados subnacionais de carbono, em estados e municípios que enfrentam desafios climáticos específicos. Essa abordagem descentralizada pode complementar o mercado nacional, permitindo maior flexibilidade e adaptação às características locais. Masson e Queiroz (2024, p. 89) destacam que as políticas climáticas regionais, integradas ao mercado nacional, podem aumentar a eficácia das ações e atrair investidores interessados em projetos específicos de mitigação.

O mercado de carbono também pode alavancar parcerias público-privadas para viabilizar projetos em setores como infraestrutura e transporte. A modernização dos sistemas de transporte público e a implementação de veículos elétricos são áreas que oferecem grande potencial para a geração de créditos de carbono. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 163) sugere que a criação de incentivos econômicos, como subsídios para tecnologias limpas, pode acelerar a transição para uma mobilidade urbana sustentável.

O fortalecimento da bioeconomia é outra oportunidade associada ao mercado de carbono. Regiões como a Amazônia têm potencial para desenvolver cadeias produtivas baseadas em recursos naturais sustentáveis, como açaí, castanha e borracha. Segundo Anis, Carducci e Ruviaro (2022, p. 179), a integração dessas cadeias produtivas ao mercado de carbono pode gerar benefícios econômicos e ambientais, ao mesmo tempo em que promove a conservação da biodiversidade.

O setor de resíduos sólidos também apresenta oportunidades significativas para o mercado de carbono no Brasil. A implementação de tecnologias para captura de metano em aterros sanitários e a promoção da economia circular podem gerar créditos de carbono enquanto prejudicam os impactos ambientais. Fonseca (2022, p.25) destaca que uma regulamentação específica para projetos de resíduos sólidos é fundamental para ampliar a participação desse setor no mercado de carbono.

A diversificação das fontes de financiamento climático é outra área promissora para o desenvolvimento do mercado de carbono. Além de recursos públicos, o Brasil pode atrair investimentos privados por meio de instrumentos como fundos de impacto social e títulos verdes. Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p.118) sugerem que a criação de um ambiente regulatório favorável para esses instrumentos pode facilitar a captação de recursos e viabilizar projetos de grande escala.

A conexão entre o mercado de carbono e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

(ODS) das Nações Unidas também representa uma oportunidade para o Brasil. Muitos projetos de carbono geram benefícios que vão além da redução de emissões, como melhoria da saúde pública, acesso à energia limpa e igualdade de gênero. Segundo Kruse (2023, p. 32), alinhar os projetos de carbono aos ODS pode aumentar sua atratividade para investidores internacionais específicos em impactos sociais e ambientais mais amplos.

A educação e a capacitação técnica emergem como áreas estratégicas para o desenvolvimento do mercado de carbono. Programas de treinamento para gestores públicos, empresários e comunidades locais podem aumentar a eficácia dos projetos e melhorar a compreensão sobre os benefícios do mercado. Athias e Sá (2022, p. 77) destacam que parcerias com universidades e centros de pesquisa são essenciais para formar profissionais e promover a inovação no setor.

O setor florestal continua sendo um dos pilares do mercado de carbono no Brasil. A expansão de programas como o REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) oferece oportunidades para financiar a conservação de biomas e promover a recuperação de áreas degradadas. Santana (2023, p.31) ressalta que o fortalecimento do setor florestal no mercado de carbono depende de políticas claras e da ampliação de incentivos para projetos de preservação.

A construção de uma governança climática integrada é necessária para aproveitar as oportunidades de desenvolvimento associadas ao mercado de carbono. A articulação entre governo, setor privado e sociedade civil é fundamental para superar barreiras e criar um ambiente favorável para a expansão do mercado. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 164) afirma que, ao adotar uma abordagem colaborativa e alinhada aos padrões internacionais, o Brasil pode consolidar sua posição como líder global na luta contra as mudanças climáticas.

5.3 Potencial de atração de investimentos

O mercado de carbono no Brasil possui um elevado potencial para investimentos nacionais e internacionais, visto que o país é uma das maiores economias emergentes com vastos recursos naturais. Essa capacidade está diretamente associada à biodiversidade do Brasil, à sua matriz energética limpa e ao compromisso do país com as metas climáticas do Acordo de Paris. De acordo com Santana (2023, p. 32), o fortalecimento do mercado de carbono pode alavancar bilhões de dólares em investimentos, desde que sejam criadas condições regulatórias e institucionais adequadas para os investidores.

Um dos fatores que tornam o Brasil atraente é sua capacidade de gerar créditos de

carbono em larga escala por meio de projetos florestais e agrícolas. Programas como o REDD+ e iniciativas voltadas para a agricultura de baixo carbono destacam-se pelo seu potencial de gerar resultados econômicos e ambientais. Segundo Anis, Carducci e Ruviano (2022, p. 178), esses projetos são altamente valorizados nos mercados internacionais, especialmente nos países da União Europeia e nos Estados Unidos, que buscam compensar suas emissões adquirindo créditos de alta qualidade.

A integração de tecnologias avançadas ao mercado de carbono brasileiro também é um ponto central para atrair investimentos. Ferramentas como *blockchain* e plataformas digitais para rastreamento de emissões podem aumentar a transparência e a confiança dos investidores. Kruse (2023, p. 31) ressalta que a modernização tecnológica do setor não apenas facilita a entrada de novos investidores, mas também reduz os custos operacionais, aumentando a competitividade do mercado brasileiro.

O setor energético, especialmente nas áreas de energias renováveis, apresenta grande potencial para atrair investimentos. A expansão de projetos de energia solar, eólica e biomassa pode gerar créditos de carbono, ao mesmo tempo em que contribui para a diversificação da matriz energética nacional. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 155) apontam que as parcerias público-privadas e a criação de incentivos fiscais podem estimular ainda mais o interesse dos investidores nesse segmento estratégico.

A criação de uma bolsa de carbono nacional é uma oportunidade significativa para centralizar transações e transportar capital. Segundo Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 111), uma infraestrutura financeira dedicada ao mercado de carbono facilitaria a negociação de créditos e criaria um ambiente mais estável e atraente para investidores. Essa iniciativa poderia conectar o Brasil diretamente aos mercados regulamentados internacionais, aumentando a liquidez e a competitividade do mercado nacional.

Outro aspecto relevante é a capacidade do Brasil de atrair investimentos para setores específicos, como resíduos sólidos e manejo sustentável de recursos naturais. Projetos que promovem a economia circular e a captura de metano em aterros sanitários têm grande potencial para gerar créditos de carbono e transportar capital estrangeiro. Fonseca (2022, p. 24) destaca que a regulamentação desses setores é fundamental para criar oportunidades de negócios que beneficiem tanto os investidores quanto o meio ambiente.

O interesse crescente por fundos de impacto social e ambiental é outra fonte potencial de recursos. Esses fundos buscam investimentos que combinem retornos financeiros com benefícios ambientais e sociais, tornando o mercado de carbono brasileiro um destino atraente. Athias e Sá (2022, p. 82) sugerem que a promoção ativa do Brasil como líder em projetos

sustentáveis pode aumentar a captação de recursos desse tipo, especialmente em mercados desenvolvidos.

A atratividade do mercado de carbono brasileiro também está ligada à possibilidade de incorporar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU aos projetos de carbono. Muitos investidores internacionais priorizam iniciativas que gerem impactos sociais positivos, como redução da pobreza, igualdade de gênero e melhoria da saúde pública. Kruse (2023, p. 31) argumenta que alinhar os projetos brasileiros a essas demandas globais pode ampliar significativamente o fluxo de investimentos.

No contexto global, o Brasil possui uma vantagem comparativa em relação a outros países em desenvolvimento devido à sua rica biodiversidade e capacidade de mitigar emissões em setores como agricultura e florestas. Segundo Masson e Queiroz (2024, p. 117), o país pode consolidar sua posição como destino preferencial para investimentos climáticos, desde que fortaleça suas instituições reguladoras e alinhe suas práticas com os padrões internacionais.

O potencial de atração de investimentos no mercado de carbono brasileiro depende de um esforço coordenado para criar um ambiente de negócios confiável e competitivo. Isso inclui a melhoria dos marcos regulatórios claros, o fortalecimento das capacidades institucionais e a promoção ativa das vantagens do Brasil em fóruns internacionais. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 158) afirma que, com as políticas certas, o Brasil pode se tornar um dos principais destinos de investimentos climáticos, contribuindo significativamente para uma agenda global de combate às mudanças climáticas.

A expansão do mercado de carbono no Brasil também pode atrair investimentos para projetos de infraestrutura resiliente, especialmente em áreas urbanas. Com o aumento da vulnerabilidade das cidades às mudanças climáticas, projetos que promovem a eficiência energética, a gestão hídrica sustentável e a mobilidade limpa podem gerar créditos de carbono ao mesmo tempo que fortalecem a resiliência urbana. Segundo Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p.112), esses projetos são altamente valorizados por investidores internacionais, que buscam iniciativas com impactos climáticos e sociais significativos.

A articulação entre o mercado de carbono e o setor financeiro brasileiro é outra frente que pode contribuir para investimentos. A criação de produtos financeiros inovadores, como títulos verdes e derivativos climáticos, pode ampliar as opções de investimento e atrair capital estrangeiro. Kruse (2023, p. 32) aponta que essas inovações financeiras, quando aliadas a um ambiente regulatório sólido, têm o potencial de transformar o Brasil em um dos principais polos de investimentos climáticos no Hemisfério Sul.

Os biocombustíveis também desempenham cooperam no potencial de atração de investimentos no mercado de carbono. Com uma matriz energética historicamente baseada no etanol e na biomassa, o Brasil pode ainda mais a produção e exportação de biocombustíveis de segunda geração, gerando créditos de carbono e atraindo investidores específicos em alternativas aos combustíveis fósseis. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 113) sugerem que o fortalecimento desse setor requer políticas públicas que promovam a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias.

A biodiversidade brasileira, aliada ao mercado de carbono, representa uma oportunidade única para atrair investimentos em conservação e uso sustentável dos recursos naturais. Projetos que promovem o turismo sustentável, a exploração responsável de produtos da floresta e a valorização de serviços ecossistêmicos podem gerar receitas importantes enquanto importantes para a mitigação de emissões. Anis, Carducci e Ruviano (2022, p. 169) destacam que essas iniciativas são especialmente atrativas para fundos de impacto e investidores que priorizam a sustentabilidade.

Os investimentos no mercado de carbono também podem promover a inclusão de pequenas e médias empresas (PMEs), um segmento frequentemente excluído de iniciativas climáticas devido às limitações financeiras e técnicas. Segundo Fonseca (2022, p. 25), a criação de linhas de crédito específicas e programas de capacitação para PMEs pode ampliar sua participação no mercado, aumentando a geração de créditos de carbono e diversificando os atores econômicos envolvidos.

A participação do Brasil em acordos bilaterais e multilaterais sobre carbono também pode ser uma fonte estratégica de recursos. Muitos países desenvolvidos desejam financiar projetos de mitigação em nações emergentes para cumprir suas metas climáticas. Santana (2023, p. 29) ressalta que o Brasil pode se beneficiar ao estabelecer acordos de cooperação técnica e financeira, especialmente com países da União Europeia, que possuem mercados de carbono consolidados.

A utilização de créditos de carbono para financiar projetos sociais é uma abordagem que pode atrair investimentos com foco em impactos sociais positivos. Programas que combinam mitigação climática com promoção de saúde pública, educação e igualdade de gênero são altamente valorizados em mercados internacionais. Kruse (2023, p. 32) aponta que alinhar esses projetos aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) pode fortalecer ainda mais o apelo do Brasil como destino de investimentos sustentáveis.

A promoção internacional do Brasil como líder em mitigação climática é essencial para atrair investidores. A participação ativa em conferências como a COP (Conferência das Partes)

e a organização de eventos regionais sobre o mercado de carbono podem aumentar a visibilidade do país e destacar suas vantagens competitivas. Masson e Queiroz (2024, p. 99) argumentam que essa estratégia de marketing internacional é necessária para posicionar o Brasil como um dos principais atores globais no setor.

A adoção de políticas fiscais detalhadas ao mercado de carbono pode aumentar significativamente sua atratividade para investidores. Isenções fiscais para projetos de mitigação, redução de impostos sobre tecnologias limpas e subsídios para iniciativas climáticas são ferramentas que já trazem eficácia em outros países. Athias e Sá (2022, p. 75) sugerem que o Brasil poderia adotar medidas semelhantes para criar um ambiente de negócios mais competitivo e alinhado às práticas globais.

A capacitação de recursos humanos para atuar no mercado de carbono é fundamental para atrair investimentos. A formação de profissionais especializados em gestão ambiental, tecnologia climática e finanças verdes pode aumentar a eficiência dos projetos e fortalecer a renovação do mercado. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 114) destacam que parcerias entre universidades, empresas e governo são indispensáveis para criar uma base de conhecimento que apoie o crescimento sustentável do setor.

5.4 Tendências internacionais e impactos no Brasil

O mercado de carbono global evoluiu significativamente nas últimas décadas, impulsionado por políticas climáticas internacionais e avanços tecnológicos. Essas tendências internacionais moldam diretamente o desenvolvimento do mercado brasileiro, oferecendo tantas oportunidades quanto desafios. O Brasil, como uma das maiores economias emergentes e um dos principais detentores de ativos naturais, tem o potencial de se posicionar como um líder global no setor, a partir de que saiba alinhar suas práticas às demandas internacionais. Segundo Santana (2023, p.26), o fortalecimento do mercado brasileiro depende de sua capacidade de acompanhar essas tendências e adaptar-se aos critérios globais.

Uma das principais tendências internacionais é a expansão dos mercados regulamentados de carbono, como o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (ETS) e o California *Cap-and-Trade Program*. Esses sistemas são consolidados como ferramentas essenciais para atingir metas climáticas, utilizando o princípio de “*cap-and-trade*” para limitar emissões e permitir a comercialização de créditos. De acordo com Kruse (2023, p. 33), o Brasil pode se beneficiar dessas experiências ao estruturar seu próprio mercado regulado, utilizando as melhores práticas globais como referência.

Outra tendência significativa é o aumento da demanda por créditos de alta qualidade, que são aqueles associados a projetos com benefícios ambientais e sociais comprovados. Esse movimento é impulsionado por empresas e países que buscam não apenas compensar as emissões, mas também contribuir para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Anis, Carducci e Ruviaro (2022, p. 168) destacam que o Brasil, com sua rica biodiversidade e vasto potencial agrícola, está bem posicionado para fornecer créditos premium, especialmente em setores como florestas e agricultura sustentável.

A integração de tecnologias emergentes no mercado de carbono global também está evoluindo o setor. Ferramentas como *blockchain*, inteligência artificial e sensoriamento remoto são amplamente utilizadas para monitorar emissões, verificar reduções e rastrear transações de créditos. Segundo Kruse (2023, p. 30), a adoção dessas tecnologias no Brasil é crucial para aumentar a transparência e a confiabilidade do mercado nacional, além de facilitar sua integração com plataformas internacionais.

Os mercados voluntários de carbono também estão em expansão, com empresas de diversos setores assumindo compromissos climáticos ambiciosos. Esse movimento reflete uma mudança cultural, na qual a sustentabilidade se torna uma prioridade estratégica para empresas globais. Segundo Neiva (2023, p. 44), o Brasil pode aproveitar essa tendência ao criar um ambiente regulatório que incentive a participação de empresas locais e estrangeiras no mercado voluntário, ampliando as oportunidades de negócios.

A adoção de padrões internacionais para créditos de carbono, como os estabelecidos pelo Artigo 6º do Acordo de Paris, é uma tendência que impacta diretamente o Brasil. Esses padrões buscam harmonizar as regras para a contabilização de emissões e reduções, garantindo maior transparência e integridade ao mercado. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 111) ressaltam que o Brasil deve alinhar suas práticas a essas diretrizes para aumentar sua competitividade no mercado global e atrair mais investimentos.

No contexto das tendências internacionais, a precificação do carbono está se consolidando como uma estratégia essencial para mitigar as mudanças climáticas. Países e regiões estão implementando impostos sobre emissões ou sistemas de comércio de carbono, incentivando a transição para uma economia de baixo carbono. Masson e Queiroz (2024, p. 97) apontam que o Brasil pode explorar essa tendência ao criar um sistema de precificação de carbono adaptado às suas condições econômicas e sociais, promovendo a redução de emissões sem comprometer o crescimento econômico.

O interesse crescente de investidores internacionais em ações ambientais representa uma oportunidade significativa para o Brasil. Fundos de impacto e instituições financeiras

globais estão ampliando seus portfólios para incluir projetos de mitigação climática e conservação ambiental. Cupertino, Costa e Vasconcelos (2024, p. 113) sugerem que o Brasil deve intensificar sua promoção internacional como um destino atraente para investimentos climáticos, destacando seu potencial em setores como energia renovável e agricultura sustentável.

Entretanto, o Brasil também enfrenta desafios relacionados à pressão internacional por maior controle sobre o desmatamento e a conservação de biomas como a Amazônia. A confiança ambiental do país afeta diretamente sua capacidade de atrair investidores e participar de mercados globais de carbono. Santana (2023, p. 27) argumenta que políticas mais rigorosas de combate ao desmatamento e incentivos para projetos de conservação são essenciais para fortalecer a posição do Brasil no cenário internacional.

O fortalecimento do mercado de carbono brasileiro no contexto das tendências internacionais requer uma abordagem integrada, que combine inovação tecnológica, políticas públicas robustas e engajamento de múltiplos setores. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 112) enfatizam que, ao alinhar-se às melhores práticas globais e promover suas vantagens competitivas, o Brasil pode se consolidar como um líder no mercado de carbono, contribuindo significativamente para uma agenda climática global e promovendo o desenvolvimento sustentável.

A pressão internacional para maior controle sobre as emissões e conservação ambiental está se intensificando, com os principais mercados globais exigindo garantias mais robustas de rastreabilidade e integridade dos créditos de carbono. Nesse contexto, o Brasil enfrenta o desafio de estabelecer padrões de qualidade que atendam às expectativas de investidores e compradores estrangeiros. Segundo Kruse (2023, p. 33), a falta de infraestrutura tecnológica e regulamentação consistente no Brasil ainda limita a competitividade do país no cenário internacional.

A crescente demanda por créditos de carbono baseados na conservação florestal oferece uma oportunidade única para o Brasil, dada a vasta extensão de suas florestas tropicais. Projetos que promovem a Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+) são altamente valorizados no mercado internacional, especialmente por países que buscam cumprir suas metas de neutralidade de carbono. Santana (2023, p. 28) aponta que o fortalecimento do REDD+ no Brasil requer investimentos em monitoramento e políticas públicas que protejam áreas de floresta nativa.

No setor energético, o avanço das tecnologias de captura e armazenamento de carbono (CCS) tem impulsionado a redução de emissões em indústrias altamente poluentes, como a

siderúrgica e a petroquímica. Essa tendência global pode beneficiar o Brasil, que possui setores industriais robustos e com alto potencial para adoção de CCS. Masson e Queiroz (2024, p. 94) sugerem que políticas de incentivo fiscal e subsídios específicos podem acelerar a implementação dessa tecnologia, aumentando a competitividade das indústrias brasileiras.

A integração de mercados de carbono regionais, como o ETS europeu e a *Regional Greenhouse Gas Initiative* (RGGI) nos Estados Unidos, é outra tendência que impacta o Brasil. A harmonização de regras e padrões entre mercados regionais tem o potencial de aumentar a liquidez e a acessibilidade, mas também coloca pressão sobre o Brasil para alinhar-se a essas normas. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p. 116) argumentam que o país deve adotar medidas que facilitem sua participação nesses mercados, aproveitando a crescente conectividade entre diferentes sistemas de comércio de emissões.

A diversificação dos tipos de créditos de carbono disponíveis no mercado também representa uma tendência relevante. Além dos créditos tradicionais baseados em florestas e agricultura, novas categorias, como os créditos azuis (relacionados à conservação dos ecossistemas marinhos) e os créditos de energia renovável, estão ganhando espaço. Segundo Anis, Carducci e Ruviano (2022, p. 184), o Brasil possui potencial para explorar essas novas fronteiras, mas precisa de regulamentações claras e incentivos econômicos para atrair investimentos nesses setores emergentes.

A competitividade do Brasil no mercado global de carbono também depende de sua capacidade de demonstrar adicionalidade em seus projetos. Esse conceito, que garante que os créditos de carbono representem reduções reais e adicionais de emissões, é uma exigência crescente em mercados internacionais. Kruse (2023, p. 34) ressalta que o fortalecimento das metodologias de verificação e auditoria no Brasil é essencial para garantir a qualidade e a facilidade dos créditos gerados no país.

A entrada de novos fatores no mercado global, incluindo grandes empresas de tecnologia e plataformas digitais, também está mudando o setor. Esses atores trazem novas abordagens para o comércio de créditos, muitas vezes utilizando inteligência artificial e big data para otimizar processos. Segundo Neiva (2023, p. 45), o Brasil deve aproveitar essas inovações para modernizar sua infraestrutura de mercado e atrair parcerias estratégicas com empresas globais de tecnologia.

A conectividade entre os mercados de carbono e outros mercados financeiros, como o de commodities e energia, é uma tendência em ascensão que pode beneficiar o Brasil. A criação de produtos financeiros híbridos, como derivativos climáticos, permite que os investidores diversifiquem seus portfólios enquanto específicos para a mitigação de emissões. Cupertino,

Costa e Vasconcelos (2024, p. 112) destacam que o desenvolvimento desses produtos no Brasil depende de uma maior integração entre os setores financeiro e ambiental.

O avanço das políticas climáticas globais, como as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) no âmbito do Acordo de Paris, coloca o Brasil em uma posição estratégica para iniciativas regionais. A adoção de metas climáticas mais ambiciosas e a promoção da cooperação sul-sul podem fortalecer a posição do país como um modelo de desenvolvimento sustentável. Santana (2023, p. 29) argumenta que o alinhamento do Brasil com essas políticas não apenas aumenta sua relevância internacional, mas também atrai recursos para projetos climáticos.

O futuro do mercado de carbono no Brasil dependerá de sua capacidade de se adaptar às mudanças globais e de estabelecer parcerias estratégicas. A construção de um marco regulatório robusto, o investimento em tecnologias avançadas e a promoção internacional das vantagens competitivas do Brasil são passos essenciais para aproveitar as oportunidades geradas pelas tendências internacionais. Oliveira e Stakoviak Júnior (2024, p.116) concluem que, ao alinhar-se às melhores práticas globais, o Brasil pode se tornar um dos principais protagonistas na agenda climática global.

6 ANÁLISE CRÍTICA E PROPOSIÇÕES

Refletir sobre a eficácia de uma legislação além de dicas; é um exercício que exige equilíbrio entre a análise crítica e a busca por soluções concretas. No Brasil, onde o arcabouço normativo é amplo e diversificado, muitas vezes as leis enfrentam dificuldades para cumprir seus objetivos devido à falta de regulamentação eficaz, divergências interpretativas ou obstáculos na aplicação prática. Uma análise crítica é essencial para identificar esses entraves, mas deve vir acompanhada de proposições que tragam caminhos viáveis para aperfeiçoar o sistema jurídico e garantir que ele atenda às demandas da sociedade de maneira justa e eficiente.

Mais do que listar problemas, este capítulo oferece contribuições construtivas para o debate. Propor soluções exige sensibilidade para reflexão a complexidade do cenário brasileiro e consciência para opiniões inovadoras. Seja aprimorando processos regulatórios, fortalecendo mecanismos de fiscalização ou promovendo a inclusão de atores sociais na tomada de decisão, conforme as proposições aqui apresentadas pretendem ser um convite à ação. Afinal, transformar a crítica em mudança é o que torna o direito um instrumento vivo, capaz de evoluir junto com as necessidades e expectativas da sociedade.

6.1 Diagnóstico dos principais impasses

O mercado de carbono brasileiro, apesar de seu enorme potencial, enfrenta uma série de obstáculos que limitam sua expansão e eficiência. Esses desafios abrangem questões institucionais, legais, econômicas e tecnológicas, impactando tanto a concorrência quanto a competitividade do país no cenário global. Segundo Reisch (2021, p. 10), a falta de uma regulamentação clara e abrangente é um dos principais entraves, comprometendo a integração do Brasil com os mercados internacionais e a atração de investimentos significativos.

Um dos entraves mais evidentes é a ausência de padronização na certificação e validação dos créditos de carbono. A inexistência de um marco regulatório consolidado e de metodologias uniformes para a medição e verificação das emissões dificulta a acessibilidade dos créditos brasileiros em mercados regulamentados, como o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (ETS). Gomes e Soerger (2017, p. 51) ressaltam que essa lacuna cria incertezas para investidores e limita o crescimento do mercado voluntário no Brasil.

A falta de infraestrutura tecnológica é outro desafio crítico. Sistemas robustos de monitoramento, relato e verificação (MRV) são essenciais para garantir a rastreabilidade e a transparência das transações, mas sua implementação no Brasil ainda é incipiente. Silva e

Uchoa (2024, p.80) destacam que a ausência de ferramentas tecnológicas avançadas impede o país de competir com mercados mais consolidados, aumentando sua atratividade para investidores globais.

No campo legal, a indefinição da natureza jurídica dos créditos de carbono representa um obstáculo significativo. Teixeira (2024, p.) aponta que a falta de clareza sobre se os créditos são bens ambientais, títulos financeiros ou commodities dificultam sua tributação e regulamentação. Essa incerteza legal não afeta apenas a confiabilidade do mercado, mas também reduz a segurança jurídica para investidores e desenvolvedores de projetos.

O desmatamento ilegal e a manipulação ambiental continuam sendo desafios estruturais para o mercado de carbono no Brasil. Apesar de iniciativas como o REDD+ e a Política Nacional sobre Mudança do Clima, a fiscalização ambiental permanece ineficaz em muitas regiões do país. Reisch (2021, p. 1038) argumenta que a falta de controle sobre essas atividades exige a substituição do Brasil como um fornecedor confiável de créditos de carbono baseados em conservação florestal.

Outra constrição é a baixa integração entre as políticas públicas nacionais e as demandas dos mercados internacionais. A ausência de alinhamento entre as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Brasil e os padrões globais dificulta a participação do país em plataformas internacionais de comércio de carbono. Santos (2021, p. 3) ressalta que o Brasil precisa de uma estratégia mais consistente para harmonizar suas metas climáticas com os requisitos do Acordo de Paris.

O mercado de carbono também enfrenta dificuldades para atrair a participação de pequenos produtores e comunidades locais. Muitas dessas iniciativas envolvem altos investimentos iniciais e conhecimento técnico especializado, o que exclui uma parcela significativa da população. Fonseca (2022, p. 25) sugere que programas de capacitação e incentivos econômicos podem aumentar a inclusão desses grupos, promovendo um desenvolvimento mais equitativo do mercado.

A complexidade e os custos associados à implementação de projetos de carbono também representam barreiras significativas. Desde a obtenção de licenças até a certificação de créditos, o processo é frequentemente oneroso e burocrático, estimulando a entrada de novos atores no mercado. Athias e Sá (2022, p. 68) afirmam que simplificar os processos regulatórios e reduzir os custos de transação são passos cruciais para ampliar a base de participantes.

A tributação dos créditos de carbono é outro ponto de preocupação. A falta de isenções fiscais e a sobreposição de impostos em diferentes níveis de governo tornam o mercado menos competitivo. Masson e Queiroz (2024, p. 77) destacam que uma política tributária mais

favorável poderia incentivar a geração e a comercialização de créditos, aumentando a atratividade do Brasil no mercado global.

A conscientização limitada sobre o mercado de carbono entre empresas e a sociedade em geral é um impedimento que precisa ser superado. Muitas organizações ainda veem os créditos de carbono como um custo adicional, em vez de uma oportunidade estratégica para reduzir emissões e agregar valor às suas operações. De acordo com Caetano, Melo e Braga (2016, p. 11), campanhas educativas e programas de sensibilização podem mudar essa percepção, incentivando uma maior adesão ao mercado e promovendo práticas mais sustentáveis.

A falta de integração entre os diferentes atores do mercado de carbono no Brasil é um dos desafios estruturais mais destacados. Governos, setor privado, academia e organizações não governamentais operam frequentemente de forma isolada, o que limita a colaboração e a criação de soluções conjuntas. Segundo Reisch (2021, p.9), uma governança mais coordenada, com fóruns regulares de diálogo entre as partes interessadas, poderia acelerar o desenvolvimento do mercado e fortalecer a implementação de políticas climáticas.

Outra entrada significativa é a falta de incentivos financeiros claros para empresas e investidores que desejam atuar no mercado de carbono. Apesar do potencial de geração de receita por meio da comercialização de créditos, os altos custos de entrada e a incerteza quanto ao retorno sobre o investimento estimularam a participação de novos agentes. Gomes e Soerger (2017, p. 55) apontam que a criação de fundos climáticos e subsídios específicos para projetos de carbono poderia mudar esse cenário e fomentar o crescimento do setor.

A burocracia excessiva também representa uma barreira para o mercado de carbono no Brasil. Desde a etapa de registro dos projetos até a certificação dos créditos, os procedimentos são frequentemente demorados e custosos, dificultando a escalada das iniciativas. Silva e Uchoa (2024, p. 75) sugerem que a digitalização dos processos administrativos e a criação de um portal exclusivo para a gestão do mercado poderiam simplificar as operações e atrair mais participantes.

A falta de dados confiáveis e acessíveis sobre emissões e sequestro de carbono é outro obstáculo crítico. Sem informações precisas, é difícil planejar, monitorar e avaliar projetos de mitigação. Fonseca (2022, p. 19) ressalta que o fortalecimento de sistemas de monitoramento, relato e verificação (MRV), com o apoio de tecnologias como satélites e inteligência artificial, é essencial para aumentar a confiabilidade do mercado e atrair investidores.

O mercado brasileiro também sofre com a fragmentação regulatória entre diferentes estados e municípios. Enquanto algumas regiões possuem iniciativas avançadas para comércio

e incentivo ao mercado de carbono, outras carecem de políticas básicas sobre o tema. Santos (2021, p. 2) destaca que a harmonização de políticas em todos os níveis de governo é fundamental para criar um ambiente mais estável e previsível para os participantes do mercado.

A ausência de uma estratégia clara para integrar o mercado de carbono com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) é uma oportunidade perdida. Projetos de carbono frequentemente geram benefícios sociais e ambientais, como geração de emprego e conservação da biodiversidade, mas esses impactos não são suficientemente valorizados. Caetano, Melo e Braga (2016, p. 9) sugerem que alinhar os projetos de carbono aos ODS pode aumentar sua atratividade para investidores e ampliar seus benefícios.

A resistência de setores tradicionais da economia, como agricultura e energia, à implementação de políticas de carbono é outra restrição significativa. Muitos desses setores veem as regulamentações como um custo adicional, em vez de uma oportunidade para modernização e inovação. Athias e Sá (2022, p. 68) argumentam que a criação de incentivos econômicos e a oferta de capacitação técnica podem ajudar a superar essa resistência e aumentar a adesão às políticas climáticas.

A falta de políticas externas para a inclusão de pequenos produtores e comunidades indígenas no mercado de carbono é um desafio que precisa ser enfrentado. Esses grupos desempenham um papel crucial na conservação de biomas e na implementação de práticas sustentáveis, mas frequentemente enfrentam barreiras de acesso ao mercado. Fonseca (2022, p. 18) sugere que programas específicos de financiamento e apoio técnico podem aumentar sua participação, promovendo um desenvolvimento mais equitativo.

Os desafios metodológicos relacionados à medição e certificação de emissões também limitam o potencial do mercado de carbono no Brasil. A ausência de metodologias padronizadas e de fácil aplicação impede que muitos projetos sejam certificados, especialmente em setores como agricultura e resíduos sólidos. Silva e Uchoa (2024, p. 78) recomendam o desenvolvimento de diretrizes específicas para cada setor, homologadas aos padrões internacionais, para aumentar a eficiência e a proteção do mercado.

A comunidade ambiental do Brasil no cenário internacional afeta diretamente sua competitividade no mercado de carbono. Problemas como o desmatamento e a falta de fiscalização comprometem a percepção do país como um fornecedor confiável de créditos de carbono. Reisch (2021, p. 9) argumenta que políticas mais rigorosas de combate ao desmatamento e a promoção de uma imagem positiva do Brasil em fóruns globais são essenciais para fortalecer o mercado nacional e atrair investidores estrangeiros.

6.2 Recomendações para aprimoramento regulatório

O aprimoramento regulatório do mercado de carbono no Brasil é essencial para superar os “gargalos” existentes e consolidar o país como um dos principais atores globais no setor. As recomendações para o fortalecimento desse mercado envolvem desde ajustes legais e institucionais até melhorias na infraestrutura tecnológica e integração internacional. Segundo Reisch (2021, p. 11), uma abordagem abrangente e integrada é necessária para integrar o mercado brasileiro às melhores práticas globais, garantindo sua competitividade e sustentabilidade.

Uma das principais recomendações é a criação de um marco regulatório claro e abrangente que defina os créditos de carbono como investimentos financeiros ou ambientais, estabelecendo regras consistentes para sua emissão, comercialização e tributação. Teixeira (2024, p. 1038) destaca que a ausência de clareza jurídica gera insegurança para investidores e limita a expansão do mercado. Um arcabouço bem estruturado deve incluir mecanismos para padronizar as certificações e garantir a qualidade dos créditos emitidos.

A harmonização das políticas climáticas nos âmbitos nacional e subnacional é outro ponto crucial. Atualmente, as iniciativas estaduais e municipais operam frequentemente de forma isolada, criando sobreposições e ineficiências. Santos (2021, p. 5) sugere que o Brasil adote uma abordagem multiescalar, integrando as políticas públicas em todos os níveis de governo para criar um ambiente regulatório mais coeso e atraente.

No campo institucional, o fortalecimento das capacidades reguladoras e fiscalizadoras é indispensável. Órgãos como o IBAMA e o Ministério do Meio Ambiente precisam de recursos financeiros e técnicos adicionais para gerenciar e monitorar o mercado de carbono de forma eficaz. Silva e Uchoa (2024, p. 76) argumentam que a criação de uma agência reguladora específica para o mercado de carbono pode aumentar a eficiência e a transparência das operações.

O incentivo ao uso de tecnologias avançadas também é fundamental para o aprimoramento regulatório. Ferramentas como *blockchain*, inteligência artificial e monitoramento remoto podem melhorar a rastreabilidade e a confiabilidade das transações. Fonseca (2022, p. 20) sugere que o governo promova parcerias público-privadas para financiar e implementar essas tecnologias, reduzindo custos e aumentando a eficiência do mercado.

A criação de incentivos fiscais e financeiros para empresas que investem em projetos de carbono é outra medida recomendada. Isenções tributárias, subsídios e linhas de crédito específicas podem aumentar a atratividade econômica do mercado, estimulando a participação

de novos atores. Masson e Queiroz (2024, p.80) destacam que políticas fiscais detalhadas também podem aumentar a competitividade do Brasil no mercado internacional.

No âmbito internacional, o alinhamento com padrões globais, como os estabelecidos pelo Artigo 6º do Acordo de Paris, é essencial. A adoção de diretrizes internacionais para contabilização e comercialização de créditos de carbono aumentará a adição do mercado brasileiro e facilitará sua integração com mercados regulamentados em outras regiões. Oliveira e Delfino (2015, p. 11) apontam que a harmonização dessas práticas deve ser prioridade para o Brasil, especialmente em um contexto de crescente conectividade entre mercados globais.

A inclusão de pequenos produtores e comunidades tradicionais no mercado de carbono é uma recomendação chave para promover a justiça climática e ampliar os benefícios sociais do mercado. Fonseca (2022, p. 21) sugere a criação de programas específicos que ofereçam capacitação técnica e financiamento acessível para esses grupos, permitindo que eles contribuam para a mitigação das mudanças climáticas e se beneficiem economicamente das iniciativas.

O aprimoramento das metodologias de medição, relato e verificação (MRV) também é necessário. Essas metodologias devem ser adaptadas às condições brasileiras, especialmente para setores como agricultura, resíduos sólidos e florestas. Gomes e Soerger (2017, p.44) ressaltam que a padronização dessas práticas aumentou a eficiência e a confiabilidade dos projetos, promovendo maior liberdade internacional dos créditos gerados no Brasil.

Além disso, é fundamental investir em educação e conscientização sobre o mercado de carbono. Muitas empresas e organizações ainda desconhecem os benefícios econômicos e ambientais desse mercado. Caetano, Melo e Braga (2016, p. 9) recomendam que o governo implemente campanhas educativas e programas de capacitação para aumentar a adesão e a compreensão do mercado entre os diferentes setores da sociedade.

A criação de um fundo nacional de financiamento climático pode ser uma solução estratégica para viabilizar projetos de carbono em larga escala. Esse fundo poderia captar recursos de diversas fontes, incluindo organismos internacionais, fundos de impacto social e o setor privado. Reisch (2021, p. 11) afirma que uma gestão eficiente desse fundo aumentaria a capacidade do Brasil de implementação de projetos ambiciosos, consolidando sua posição como líder global no mercado de carbono.

A adoção de políticas externas para a desburocratização dos processos relacionados ao mercado de carbono é outra recomendação essencial. Atualmente, as etapas para registro e certificação de projetos são complexas e demoradas, desestimulando a participação de novos agentes. Santos (2021, p. 6) argumenta que simplificar os procedimentos administrativos e

digitalizar os sistemas pode reduzir significativamente os custos e o tempo necessário para a implementação de projetos, ampliando a acessibilidade ao mercado.

O fortalecimento da governança climática no Brasil deve incluir a criação de mecanismos de participação social que permitam o envolvimento ativo de comunidades locais, organizações não governamentais e o setor privado no processo de regulamentação. Segundo Caetano, Melo e Braga (2016, p. 10), a inclusão desses atores aumenta a legitimidade das políticas públicas e promove um entendimento mais amplo dos benefícios e responsabilidades associadas ao mercado de carbono.

Outro aspecto importante é o estímulo ao desenvolvimento de projetos inovadores que promovam a economia circular e a valorização de resíduos sólidos urbanos. Fonseca (2022, p. 20) destaca que as tecnologias para captura de metano em aterros sanitários e a reutilização de resíduos industriais têm grande potencial para gerar créditos de carbono enquanto reduzem os impactos ambientais. Incentivos econômicos e fiscais específicos podem fomentar a adoção dessas práticas.

A criação de parcerias internacionais para troca de conhecimento e tecnologia é outra recomendação estratégica para fortalecer o mercado de carbono no Brasil. Essas parcerias podem incluir a transferência de tecnologias avançadas, a formação de profissionais especializados e a participação em plataformas globais de comércio de carbono. Oliveira e Delfino (2015, p. 13) ressaltam que a colaboração com países que já possuem mercados consolidados pode acelerar o desenvolvimento do setor no Brasil.

A implementação de uma abordagem integrada, que alinha políticas econômicas, sociais e ambientais, é fundamental para o aprimoramento regulatório do mercado de carbono. Gomes e Soerger (2017, p. 25) apontam que o sucesso do mercado depende de uma visão holística, onde cada componente — desde a regulamentação legal até os incentivos financeiros e o engajamento social — contribui para criar um sistema robusto e eficiente. Esse alinhamento permitirá que o Brasil alcance seu pleno potencial no mercado global de carbono, consolidando-se como um protagonista na agenda climática internacional.

6.3 Propostas de mecanismos de incentivo

O fortalecimento do mercado de carbono no Brasil depende, em grande parte, da implementação de mecanismos de incentivo eficazes que promovam a adesão de empresas, comunidades e governos às iniciativas climáticas. Esses incentivos devem ser amplos, abrangendo desde subsídios financeiros até estímulos fiscais e institucionais, sempre alinhados

às melhores práticas internacionais e às especificidades do contexto brasileiro. Segundo Reisch (2021, p. 14), tais mecanismos podem viabilizar a participação de novos agentes no mercado, aumentar a atratividade para investidores e consolidar o Brasil como um líder global no setor.

Um dos principais mecanismos de incentivo propostos é a criação de um sistema tributário favorável para projetos de carbono. Isso pode incluir isenções fiscais para empresas que investem em tecnologias limpas ou desenvolvem projetos de mitigação, bem como a redução de impostos sobre a comercialização de créditos de carbono. Masson e Queiroz (2024, p. 94) destacam que essas medidas já foram rompidas com sucesso em outros países, como Alemanha e Suécia, e poderiam ser adaptadas para o contexto brasileiro.

Outra proposta é o estabelecimento de um fundo nacional de financiamento climático, direcionado exclusivamente para apoiar projetos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Esse fundo poderá ser alimentado por diversas fontes, incluindo taxas sobre emissões, doações internacionais e parcerias público-privadas. Fonseca (2022, p. 20) argumenta que uma gestão eficiente desse fundo permitiria financiar iniciativas de pequeno e médio porte, promovendo uma maior inclusão no mercado de carbono.

A implementação de programas de crédito acessíveis para pequenos produtores e comunidades tradicionais é essencial para democratizar o mercado de carbono. Muitas vezes, esses grupos enfrentam dificuldades financeiras e técnicas para desenvolver projetos de mitigação. Segundo Gomes e Soerger (2017, p. 27), linhas de crédito específicas, com taxas de juros reduzidas e prazos flexíveis, poderiam facilitar sua participação e garantir que os benefícios do mercado fossem distribuídos de forma equitativa.

Os incentivos para o desenvolvimento de tecnologias emergentes, como captura e armazenamento de carbono (CCS) e *blockchain*, também são fundamentais. Essas tecnologias aumentam a eficiência e a transparência do mercado, mas enfrentam altos custos iniciais de implementação. Silva e Uchoa (2024, p. 78) sugerem que subsídios governamentais e parcerias internacionais podem acelerar a adoção dessas inovações no Brasil, tornando o mercado mais competitivo.

No setor agrícola, a promoção de práticas de baixo carbono, como sistemas de integração trabalho-pecuária-floresta (ILPF) e plantio direto, devem ser incentivados por meio de subsídios diretos e programas de capacitação técnica. Anis, Carducci e Ruviaro (2022, p. 186) destacam que essas práticas não apenas reduzem emissões, mas também aumentam a produtividade agrícola, gerando benefícios econômicos e ambientais simultaneamente.

O incentivo à economia circular é outro mecanismo estratégico. Projetos que promovem a reciclagem, a reutilização de materiais e a redução de resíduos podem gerar créditos de

carbono e, ao mesmo tempo, reduzir a pressão sobre os recursos naturais. Segundo Fonseca (2022, p. 21), políticas públicas que incentivam a adoção dessas práticas, como a isenção de impostos sobre equipamentos e tecnologias relacionadas, podem ampliar significativamente o impacto do mercado de carbono.

A criação de certificações nacionais para projetos de carbono, homologadas aos padrões internacionais, também é uma proposta relevante. Essas certificações aumentariam a compensação dos créditos emitidos no Brasil, facilitando sua acessibilidade em mercados globais. Santos (2021, p. 7) argumenta que o governo poderia oferecer subsídios para empresas que desejam certificar seus projetos, reduzindo os custos associados a esse processo. No âmbito energético, incentivos para a expansão de energias renováveis, como solar,

eólica e biomassa, podem gerar um impacto significativo no mercado de carbono. Subsídios para instalação de usinas, redução de tarifas e financiamento para pesquisa e desenvolvimento são algumas das medidas que podem ser adotadas. Oliveira e Delfino (2015, p. 16) afirmam que essas políticas aumentariam a participação do setor energético no mercado, fortalecendo a transição para uma matriz mais limpa.

Os mecanismos de incentivo também devem incluir a promoção de capacitação e educação sobre o mercado de carbono. Campanhas de sensibilização e programas de treinamento para gestores públicos, empresários e comunidades locais são fundamentais para aumentar o conhecimento sobre os benefícios do mercado. Caetano, Melo e Braga (2016, p. 13) ressaltam que a conscientização é uma ferramenta poderosa para promover a adesão e a implementação de práticas sustentáveis.

A inclusão de pequenas e médias empresas (PMEs) no mercado de carbono deve ser incentivada por meio de programas de suporte técnico e financeiro. Muitas PMEs enfrentam barreiras para acessar informações e recursos necessários para desenvolver projetos de carbono. Fonseca (2022, p. 25) sugere a criação de centros regionais de apoio, que possam oferecer assistência técnica e orientações específicas para esses negócios.

A parceria de parcerias internacionais é outro mecanismo que pode fortalecer o mercado de carbono no Brasil. Essas parcerias podem incluir transferência de tecnologias, financiamento de projetos e intercâmbio de boas práticas. Segundo Oliveira e Delfino (2015, p. 16), o Brasil tem um papel estratégico no cenário global e pode se beneficiar enormemente de colaborações com países que possuem mercados de carbono consolidados.

O incentivo à digitalização dos processos administrativos é essencial para aumentar a eficiência do mercado. A criação de plataformas digitais que centralizam informações, permite o registro de projetos e facilitam transações pode reduzir custos e aumentar a transparência.

Silva e Uchoa (2024, p. 89) apontam que essas iniciativas, aliadas às tecnologias como inteligência artificial, podem transformar a gestão do mercado no Brasil.

Outro mecanismo relevante é a criação de prêmios e reconhecimentos para empresas e projetos que se destaquem no mercado de carbono. Esses incentivos simbólicos podem aumentar a visibilidade das iniciativas e estimular a competição saudável entre os participantes do mercado. Santos (2021, p. 6) sugere que campanhas governamentais e privadas podem promover esses reconhecimentos, destacando a importância do setor.

A integração do mercado de carbono com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU também deve ser promovida como uma estratégia de incentivo. Projetos que geram benefícios sociais, como redução da pobreza e promoção da igualdade de gênero, podem atrair investidores internacionais interessados em impacto social e ambiental. Reisch (2021, p.13) destaca que alinhar os projetos aos ODS aumenta sua relevância global e sua capacidade de captação de recursos.

A criação de consórcios regionais para desenvolvimento de projetos de carbono pode ajudar a superar barreiras econômicas e técnicas, especialmente em áreas rurais. Esses consórcios permitem a união de recursos e competências, aumentando a escala e a previsão dos projetos. Gomes e Soerger (2017, p. 18) ressaltam que o governo pode atuar como facilitador na formação desses consórcios, promovendo maior integração regional.

No setor florestal, incentivos diretos para a conservação de biomas, reflorestamento e manejo sustentável são indispensáveis. O fortalecimento de programas como o REDD+ pode aumentar a geração de créditos de carbono com base nas florestas, ao mesmo tempo que promove a preservação ambiental. Reisch (2021, p. 13) sugere que o governo amplie os incentivos financeiros para as empresas rurais que se comprometam com práticas sustentáveis.

A expansão de projetos de infraestrutura verde, como transporte público sustentável e cidades inteligentes, também pode ser incentivada. Esses projetos geram créditos de carbono ao mesmo tempo em que promovem melhorias na qualidade de vida urbana. Segundo Fonseca (2022, p. 24), subsídios e parcerias público-privadas podem viabilizar a implementação de soluções inovadoras nesse setor.

A criação de mecanismos de governança climática que promovam a integração entre diferentes setores da sociedade é essencial para o sucesso do mercado de carbono. Os fóruns de diálogo entre governo, setor privado e organizações não governamentais podem aumentar a progressão e a efetividade das políticas. Santos (2021, p. 11) conclui que a colaboração multissetorial é necessária para superar os desafios e maximizar os benefícios do mercado de carbono no Brasil.

6.4 Estratégias de desenvolvimento do mercado

O desenvolvimento do mercado de carbono no Brasil exige uma abordagem estratégica que integre aspectos regulatórios, econômicos, tecnológicos e sociais. Um dos pilares dessa estratégia é a criação de um marco regulatório robusto e abrangente, incluindo definições claras sobre a natureza jurídica dos créditos de carbono e o estabelecimento de regras consistentes para sua certificação, comercialização e tributação. Teixeira (2024, p. 1038) argumenta que a ausência de claras prejuízos jurídicos à confiabilidade do mercado e desestimula a entrada de novos investidores.

Outro ponto essencial é a implementação de políticas fiscais que incentivam a participação no mercado de carbono. Isenções tributárias e subsídios para projetos de mitigação climática podem reduzir os custos iniciais de implementação e aumentar as previsões econômicas de iniciativas em setores estratégicos. Masson e Queiroz (2024, p. 120) destacam que esses incentivos já demonstraram eficácia em mercados internacionais e podem ser adaptados ao contexto brasileiro para estimular o crescimento do setor.

O investimento em tecnologias emergentes, como *blockchain* e captura e armazenamento de carbono (CCS), é indispensável para modernizar a gestão do mercado e aumentar sua competitividade. Essas tecnologias promovem maior transparência e eficiência nos processos de transação e seleção, elementos fundamentais para reflexões de investidores globais. Silva e Uchoa (2024, p. 74) sugerem que parcerias público-privadas podem viabilizar a adoção dessas inovações, reduzindo custos e fortalecendo o mercado brasileiro.

A inclusão de pequenos produtores rurais e comunidades tradicionais é um aspecto crucial para democratizar o mercado de carbono e promover a justiça climática. Programas de capacitação técnica e financiamento acessíveis podem ampliar a participação desses grupos, garantindo que os benefícios econômicos e sociais do mercado sejam distribuídos de forma equitativa. Fonseca (2022, p. 25) ressalta que essas ações também fortalecem a conservação de biomas e a adoção de práticas sustentáveis.

A criação de uma bolsa de carbono nacional é uma iniciativa estratégica que pode centralizar as transações, aumentar a liquidez e conectar o Brasil aos mercados internacionais. Reisch (2021, p. 7) afirma que essa infraestrutura facilitaria a negociação de créditos de carbono, tornando o mercado mais transparente e eficiente. Além disso, a integração do Brasil com plataformas globais, como o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (ETS), pode ampliar as oportunidades de exportação de créditos.

A governança climática desempenha um papel central no fortalecimento do mercado de carbono. A criação de mecanismos de cooperação entre governo, setor privado e sociedade civil é fundamental para garantir a eficácia das políticas públicas e aumentar a participação de diferentes atores. Santos (2021, p. 6) argumenta que uma abordagem integrada e multissetorial é necessária para superar os desafios institucionais e promover o alinhamento com as melhores práticas globais.

Os co-benefícios dos projetos de carbono, como a conservação da biodiversidade e a inclusão social, devem ser mais valorizados para atrair investidores e aumentar o impacto positivo do mercado. Gomes e Soerger (2017, p. 49) sugerem que estratégias de comunicação que destaquem esses benefícios podem aumentar a atratividade dos créditos emitidos no Brasil, fortalecendo sua posição no mercado global.

A diversificação dos tipos de projetos de carbono, incluindo iniciativas urbanas e créditos azuis, é uma estratégia que pode ampliar a resiliência e a abrangência do mercado. Projetos em áreas como transporte público sustentável e conservação de ecossistemas marinhos oferecem oportunidades específicas para atrair novos investidores. Fonseca (2022, p. 25) aponta que políticas específicas para apoiar esses setores podem ampliar o alcance do mercado de carbono no Brasil.

A integração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU com os projetos de carbono é outra estratégia importante. Essa conexão aumenta a relevância global dos créditos emitidos e atrai fundos internacionais que priorizam investimentos com impactos sociais e ambientais múltiplos. Reisch (2021, p. 9) destaca que alinhar os projetos aos ODS também contribui para consolidar o Brasil como líder em iniciativas sustentáveis.

A redução da burocracia é necessária para aumentar a eficiência do mercado. A criação de um portal exclusivo para registro e gestão de projetos, aliado à digitalização dos processos administrativos, pode reduzir significativamente os custos e o tempo necessário para a participação no mercado. Silva e Uchoa (2024, p. 78) afirmam que essas medidas simplificariam as operações e atrairiam novos agentes, especialmente pequenas e médias empresas.

O setor de energias renováveis tem um papel estratégico no desenvolvimento do mercado de carbono. A expansão de projetos de energia solar, eólica e biomassa pode gerar créditos de carbono e, simultaneamente, diversificar a matriz energética nacional. Oliveira e Delfino (2015, p. 166) sugerem que subsídios e incentivos fiscais específicos podem acelerar o crescimento desse setor, fortalecendo a transição para uma economia de baixo carbono.

As parcerias público-privadas (PPPs) são fundamentais para viabilizar projetos de grande escala e promover inovações tecnológicas no mercado de carbono. Estas parcerias

permitem a combinação de recursos públicos e privados, aumentando a eficiência e o impacto das iniciativas. Fonseca (2022, p. 23) destaca que o governo deve atuar como facilitador, criando um ambiente regulatório seguro e favorável para esses acordos.

A descentralização das iniciativas climáticas, com a criação de mercados regionais de carbono, é uma estratégia que pode aumentar a flexibilidade e a adaptabilidade das políticas públicas. Santos (2021, p. 12) aponta que mercados regionais, alinhados ao mercado nacional, podem atender melhor às especificidades locais e promover maior inclusão de diferentes setores e regiões.

O incentivo à pesquisa e desenvolvimento (P&D) é necessário para aumentar a eficiência e a competitividade do mercado de carbono. Subsídios para inovação tecnológica e parcerias com universidades e centros de pesquisa podem acelerar a adoção de novas soluções para mitigação climática. Masson e Queiroz (2024, p. 125) afirmam que o fortalecimento do P&D é um dos pilares para consolidar o Brasil como referência global no setor.

A promoção de programas voltados para conservação florestal e reflorestamento deve ser priorizada como estratégia para fortalecer o mercado de carbono no Brasil. O apoio a iniciativas como o REDD+ pode gerar créditos de carbono ao mesmo tempo que promove a preservação ambiental e a inclusão de comunidades locais. Reisch (2021, p. 19) sugere que incentivos financeiros e suporte técnico são essenciais para ampliar a escala desses programas. O fortalecimento das metodologias de monitoramento, relato e verificação (MRV) é fundamental para garantir a revisão dos créditos de carbono emitidos no Brasil. A adoção de padrões internacionais e o uso de tecnologias avançadas podem aumentar a confiabilidade e a acessibilidade dos créditos em mercados globais. Gomes e Soerger (2017, p. 55) destacam que sistemas robustos da MRV são indispensáveis para o sucesso do mercado.

A participação ativa em fóruns globais, como a COP (Conferência das Partes), é uma estratégia essencial para aumentar a visibilidade do Brasil no cenário internacional. Oliveira e Delfino (2015, p. 171) afirmam que a promoção dos ativos de carbono brasileiros nesses espaços pode atrair investidores e fortalecer a posição do país como líder climático. Por fim, o desenvolvimento de mecanismos de financiamento climático, que combinam recursos públicos e privados, pode viabilizar projetos de grande escala e aumentar o impacto do mercado. Santos (2021, p. 14) argumenta que essa abordagem colaborativa é necessária para superar os desafios financeiros e expandir o mercado de carbono no Brasil.

6.5 Exemplos de projetos de carbono em execução

Segundo a edição mais recente do Boletim Informativo: Projetos de Carbono Florestal no Mercado Voluntário Brasileiro, do Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (Idesam), atualmente 19 estados brasileiros têm projetos de carbono. São ao todo 151 com Padrão de Carbono Verificado (VCS, da sigla em inglês), da certificadora.

Outra fonte de originação de créditos de carbono que ganhou destaque com a Lei nº 15.042/2024 foi o crédito jurisdicional, por meio de políticas que incentivam a redução de emissões de GEE para promover a preservação florestal e a regeneração natural da vegetação.

Acre, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará e Piauí já estão desenvolvendo tais programas em diferentes estágios de evolução. Segundo o Consórcio Interestadual de Desenvolvimento Sustentável da Amazônia Legal — entidade pública que reúne os nove estados da Amazônia Legal. O Pará, em particular, fechou um acordo para a venda de até 12 milhões de créditos de carbono florestal de alta integridade, provenientes da redução no desmatamento entre 2023 e 2026, por R\$ 1 bilhão - cerca de US\$ 15 por tonelada de CO₂.

Até 2050, o Brasil tem o potencial anual de remover/evitar 1 bilhão de toneladas de CO₂ a partir de atividades de restauração e conservação. Segue alguns exemplos de projetos em andamento:

O Projeto de Restauração Florestal ARR, uma iniciativa pioneira na área de conservação ambiental, está fazendo avanços significativos na recuperação de ecossistemas degradados. Este projeto tem como foco a restauração de áreas com solos anteriormente deteriorados devido a práticas agrícolas insustentáveis. Abrangendo uma vasta extensão que se estende por três estados brasileiros com intensa atividade agrícola, o projeto visa transformar essas terras em espaços ecologicamente ricos e produtivos. Iniciado em 2021, o projeto já alcançou marcos significativos. Atualmente, abrange 59 propriedades distribuídas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Pará, cobrindo uma área de 1.900 hectares. Com planos de expansão para incluir mais propriedades nos próximos anos, o objetivo é atingir uma cobertura total de 11.200 hectares. Este crescimento ambicioso reflete o compromisso do projeto com a restauração ambiental em larga escala. O projeto está listado no registro VERRA e está em fase de preparação para a auditoria de validação. Adotando a Metodologia AR-AMS0007 para Projetos de Florestamento e Reflorestamento em Terras Não Alagadas, o projeto tem uma visão de longo prazo, estendendo-se por um total de 30 anos. Durante esse período, espera-se que o projeto resulte na remoção de 6 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e),

contribuindo significativamente para a mitigação das mudanças climáticas e promovendo a saúde ambiental. Um dos aspectos mais notáveis do projeto é o plantio da palmeira macaúba (*Acromia aculeata*), uma espécie nativa valorizada por seu óleo vegetal, que tem aplicações diversas, incluindo cosméticos, alimentos e bioenergia. A escolha dessa planta não é apenas benéfica para a restauração do ecossistema, mas também oferece um produto sustentável e economicamente viável. O projeto adota uma abordagem inovadora no cultivo da macaúba, utilizando sistemas de cultivo intercalados, como silvicultura ou integração lavoura-pecuária-floresta e integração silvipastoril ou pecuária-floresta. Essas técnicas não apenas otimizam o uso do solo, mas também promovem a biodiversidade e a sustentabilidade ambiental. A implementação do projeto é uma colaboração entre a INOCAS e proprietários de terras locais, com a ecosecurities desempenhando um papel crucial no componente de carbono do projeto. Essa parceria estratégica é fundamental para o sucesso do projeto, pois garante que os interesses e o bem-estar das comunidades locais sejam considerados e atendidos. Além disso, os parceiros locais e os proprietários de terras se beneficiam diretamente da restauração do solo e de melhorias na segurança hídrica.

O segundo exemplo que trazemos é o Projeto “NaturAll Carbono – Agricultura → Conservacionista e Gestão Territorial no Brasil”. Este projeto busca atingir 23 estados e 4 biomas brasileiros, a Caatinga, o Cerrado, a Mata Atlântica e o Pampa, totalizando uma área de 414.794.817,70 ha. O projeto está em processo de validação e foi desenvolvido pela NaturAll Carbon Limited. O projeto tem como objetivo incentivar produtores rurais a melhorarem as suas práticas de gestão de suas terras. Assim, as atividades são baseadas na adoção de práticas conservacionistas, harmonizando a agricultura e a pecuária e, conseqüentemente, ajudando a reduzir e remover GEE da atmosfera, aumentar carbono orgânico no solo, evitar degradação, melhorar a fertilidade e produtividade e contribuir para uma maior segurança alimentar e as alterações climáticas. O projeto está inserido na classificação “Agricultura, Silvicultura e Outros Usos do Solo” na categoria “Gestão de Terras Agrícolas (ALM), baseado na metodologia VM0042- Metodologia para Melhor Gestão de Terras Agrícolas - v2.0, com atividades de plantio direto, melhorar a gestão de resíduos, melhorar a gestão dos recursos hídricos, melhorar o plantio e a colheita das culturas, além de melhorar as práticas de pastoreio. Essas práticas incluem: (i) Plantio nivelado (plantio em contorno); (ii) rotação de culturas; (iii) pouso ou repouso do solo; (iii) proteção e/ou conservação de encostas; (iv) restauração de mata ciliar; (v) estabilização de voçorocas; (vi) cultivo mínimo; (vii) plantio direto na Palha; e (viii) Integração Lavoura-Pecuária Florestal. As propriedades envolvidas serão apenas propriedades rurais privadas, independentes da área e do número de módulos fiscais, em que se destinam ou

poderão se destinar às práticas de exploração agrícola, pecuária, extrativista vegetal, florestal ou agroindustrial. Além disso, as propriedades deverão estar em conformidade com a legislação e apresentar a comprovação de titularidade dos imóveis rurais ou contrato de locação, e o Cadastro Ambiental Rural (CAR). O projeto tem um período de creditação de 20 anos com possibilidade de renovação de até 10 anos com estimativa média anual de remoção e redução de emissões de 78.085 tCO₂e. E além dessas atividades gerarem créditos a médio e longo prazo, aumentarão a produtividade do solo e, conseqüentemente, o lucro para o produtor além de outros benefícios gerados ao meio ambiente e os serviços ambientais que beneficiam as comunidades locais.

O terceiro projeto que foi chamado de “Brascarbon de Recuperação de Metano Bca-Bra-03” contou com a participação de 16 fazendas de criação de suínos na região sudoeste de Minas Gerais que se uniram a um desenvolvedor (Brascarbon) que os apoiou no desenvolvimento do projeto. O tratamento dos resíduos e dejetos gerados na lavagem dos galpões, de forma geral, antes da implementação do projeto, eram encaminhados para lagoas abertas onde acontece o processo natural de digestão e conseqüentemente a geração de gases como o metano (CH₄), gás altamente poluente. Esse efluente, gerado na lavagem nas áreas dos animais tem características como forte odor e elevada carga de matéria orgânica que impactam negativamente o meio ambiente quando descartados incorretamente, contaminando, por exemplo, os rios e o solo. No desenvolvimento do projeto foi construído um sistema de tratamento de dejetos, chamado de reator anaeróbico coberto (digestor), que armazena todo o efluente gerado nas fazendas e queima todo gás metano que seria lançado a atmosfera. O projeto seguiu a descrição da metodologia citada na seção 6, AMS-III.D - Recuperação de metano em sistemas de manejo de dejetos animais. A aplicação do projeto contou com a implementação de uma tecnologia mais sustentável e possibilitou a melhoria da gestão desses efluentes e conseqüentemente contribuiu para a eliminação de odores, melhor gerenciamento dos resíduos, além de diminuir as emissões de GEE. O projeto contribuiu para a sustentabilidade socioeconômica local, a melhoria da qualidade do ar, águas e solo, infraestrutura rural, segurança e qualidade nas condições dos trabalhadores e de todos aqueles que vivem próximos as áreas impactadas. Entre os anos de 2013 e 2017, o projeto gerou 34.685 créditos de carbono. Através desse exemplo prático, é possível observar que mesmo que ainda possam existir barreiras, os pequenos e médios produtores são fundamentais nesse processo e podem ser beneficiar desse mercado, contribuindo para a redução das emissões de GEE e aumentando sua renda através da implementação de novas tecnologias.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisa de forma abrangente os aspectos regulatórios, desafios e oportunidades relacionados ao mercado de carbono no Brasil, demonstrando que, apesar do vasto potencial do país, há obstáculos significativos a serem superados. Da ausência de um marco regulatório robusto até as limitações institucionais e a falta de incentivos financeiros, os limites e impasses identificados revelam a necessidade de ações estratégicas e coordenadas para consolidar o mercado nacional como protagonista no cenário global.

A síntese dos principais resultados aponta para a importância de regulamentações claras e harmonizadas, que estabelecem padrões para a certificação, comercialização e monitoramento de créditos de carbono. Essa base normativa é essencial para garantir a renovação do mercado, atrair investidores e integrar o Brasil aos mercados internacionais de carbono. Além disso, a necessidade de simplificação burocrática foi destacada como uma medida indispensável para ampliar a acessibilidade e estimular a participação de novos atores. As contribuições da pesquisa evidenciam como o mercado de carbono pode ser uma ferramenta poderosa para alcançar metas climáticas e promover o desenvolvimento sustentável. Ao abordar as dimensões econômicas, sociais e ambientais, o estudo oferece uma visão holística do potencial do Brasil, demonstrando como a conservação ambiental pode ser aliada às oportunidades econômicas e de inclusão social. O fortalecimento das capacidades institucionais e a ampliação da participação das comunidades locais emergem como aspectos centrais para garantir que os benefícios sejam distribuídos de forma equitativa.

Outro ponto relevante foi a identificação de oportunidades estratégicas em setores como energias renováveis, agricultura de baixo carbono e manejo sustentável de resíduos. Essas áreas apresentam um elevado potencial de geração de créditos de carbono e, simultaneamente, promovem inovação e desenvolvimento regional. No entanto, a implementação de políticas específicas para o comércio desses setores ainda é uma demanda urgente.

No contexto internacional, o Brasil possui vantagens competitivas, como sua rica biodiversidade e matriz energética limpa. Essas características posicionaram o país como um ator estratégico no mercado de carbono global. Contudo, para que essas vantagens sejam plenamente exploradas, é imprescindível selecionar as políticas nacionais aos padrões internacionais e fortalecer a governança climática.

As perspectivas indicam que o mercado de carbono brasileiro tem condições de se tornar um dos mais relevantes no mundo, desde que as medidas propostas neste estudo sejam inovadoras. A adoção de tecnologias emergentes, como *blockchain* e sistemas de monitoramento remoto, representa uma oportunidade para modernizar o mercado e aumentar sua transparência. Além disso, a integração com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável oferece uma plataforma para atrair investidores globais interessados em projetos de impacto social e ambiental.

O fortalecimento de parcerias público-privadas e a criação de fundos nacionais de financiamento climático são caminhos promissores para viabilizar projetos de grande escala. Essas iniciativas podem alavancar recursos financeiros e viabilizar a implementação de soluções inovadoras, ao mesmo tempo em que promovem a inclusão de pequenos produtores e comunidades indígenas.

A educação e a conscientização sobre o mercado de carbono também foram identificadas como elementos-chave para o sucesso futuro. A capacitação de gestores públicos, empresários e comunidades locais pode aumentar a eficácia dos projetos e ampliar o entendimento sobre os benefícios do mercado. Essas ações, aliadas a campanhas de sensibilização, são indispensáveis para fomentar uma cultura de sustentabilidade no país.

Por outro lado, os desafios relacionados à proteção ambiental do Brasil e à fiscalização de práticas ilegais, como o desmatamento, precisam ser enfrentados com rigor. A adoção de políticas mais específicas e a promoção de uma imagem positiva do país no cenário global são estratégias essenciais para consolidar a posição do Brasil como fornecedor confiável de créditos de carbono.

A pesquisa também destaca a necessidade de diversificação dos tipos de projetos de carbono, incluindo iniciativas urbanas, como transporte público sustentável, e projetos baseados em ecossistemas marinhos. Essa diversificação aumenta a resiliência do mercado e abre novas oportunidades para atrair investidores de diferentes perfis.

Outro aspecto promissor é o desenvolvimento de mercados regionais de carbono, que complementam o mercado nacional e atendem às especificidades locais. Essa abordagem descentralizada pode aumentar a flexibilidade e promover maior inclusão, especialmente em áreas rurais e vulneráveis.

A integração do mercado de carbono com outras políticas climáticas, como a precificação de carbono e os compromissos nacionais de redução de emissões, é fundamental para maximizar seus benefícios. A criação de sinergias entre diferentes instrumentos de política pública fortalece o impacto das ações e aumenta a eficiência das iniciativas.

Os créditos de carbono são instrumentos econômicos utilizados para mitigar as mudanças climáticas, permitindo que emissores de gases de efeito estufa (GEE) compensem suas emissões ao financiar projetos que reduzem ou removem CO₂ da atmosfera. Esses créditos têm forte conexão com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma agenda global proposta pela ONU com 17 objetivos interligados, visando promover a erradicação da pobreza, a proteção ambiental e o desenvolvimento econômico sustentável até 2030. Assim, os créditos de carbono vão além da compensação ambiental: eles operam como instrumentos multifacetados que conectam o combate às mudanças climáticas com o desenvolvimento social e econômico, sendo essenciais para o alcance de diversos ODS.

O alinhamento estratégico com mercados internacionais, por meio de acordos bilaterais e multilaterais, pode ampliar as oportunidades de exportação de créditos de carbono brasileiros. Além disso, a participação ativa em fóruns globais de discussão climática reforça a relevância do Brasil no cenário internacional e atrai mais investimentos.

A pesquisa também enfatizou a importância de metodologias robustas para medição, relato e verificação de emissões. A padronização desses processos garante a compensação dos créditos emitidos e facilita a sua acessibilidade nos mercados globais, aumentando a confiança dos investidores.

O futuro do mercado de carbono brasileiro depende de um esforço conjunto de governo, setor privado e sociedade civil. A colaboração entre esses atores é essencial para superar os desafios identificados e criar um ambiente propício para o crescimento sustentável do setor.

O mercado de carbono no Brasil apresenta um potencial significativo para contribuir com a mitigação das mudanças climáticas, promover o desenvolvimento sustentável e fortalecer a economia nacional. Entretanto, para atingir esses objetivos, é necessário implementar as estratégias e recomendações apresentadas neste estudo, garantindo que o Brasil aproveite plenamente suas vantagens competitivas e se consolide como um líder global no mercado de carbono.

As perspectivas apontam para a necessidade de inovação constante e de alinhamento com as demandas globais. O mercado de carbono não é apenas uma ferramenta econômica, mas também um instrumento para transformar o modelo de desenvolvimento do país, tornando-o mais sustentável, inclusivo e resiliente às mudanças climáticas. O sucesso desse mercado dependerá da capacidade do Brasil de superar desafios e aproveitar oportunidades, consolidando sua posição como liderança na agenda climática mundial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. W. B. **Os caboclos e seus saberes**. São Paulo: Contexto, 2005.

ALVES, B.A. **Governança transnacional da sustentabilidade ambiental: a possibilidade de sua fiscalização e controle com base nas experiências das Entidades Fiscalizadoras Superiores**. 2018. 532 f. Tese (Doutorado em Ciências Políticas), Universidade do Vale do Itajaí-Univali, Santa Catarina, 2018.

ANIS, C.F.; CARDUCCI, C.E.; RUVIARO, C.F. Mercado de carbono agrícola: realidade ou desafio?. **Revista Multitemas**, v.12, n.22, p. 163-188, 2022.

ATHIAS, J.A.; SÁ, J.D.M. Políticas ambientais e instrumentos econômicos: uma análise do mercado de créditos de carbono. **Atuação: Revista Jurídica do Ministério Público Catarinense**, v. 17, n. 36, p. 65-80, 2022.

BARROS, L. **Relatora do projeto que regulamenta o mercado de crédito de carbono no Brasil (PL 182/2024)**. Agência Senado, 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/11/13/apos-muito-debate-senado-aprova-projeto-que-regula-mercado-de-carbono>. Acesso em: 02 abr.2025.

BASSO, A.P.; DELFINO, L.O. Mercado de carbono e a (in) definição da natureza jurídica dos créditos de carbono na legislação brasileira. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, v. 1, n. 1, p. 126-180, 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília – DF, 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso em: 02 abr.2025.

BRASIL. **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 (Código Florestal), 6.385, de 7 de dezembro de 1976 (Lei da Comissão de Valores Mobiliários), e 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (Lei de Registros Públicos). Brasília – DF, 2024. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/>. Acesso em: 02 abr.2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Biomassas e Mercados de Carbono**. Brasília: MAPA, [2024]. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/agrocarbono-sustentavel/biomassas_mercados-de-carbono.pdf. Acesso em: 27 abril 2025.

BRUNA, N.; *et al.* Para Além do Gás e Carvão: Créditos de Carbono na Corrida Extractivista aos Recursos Naturais em Moçambique. **Destaque Rural**, n.22, v. 135, 2021.

CAETANO, P.P.; MELO, M.G.; BRAGA, C.F.C. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) –análise de conceitos e marco regulatório. **Revista Principia, Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, v.27, n. 31, 2016.

CUPERTINO, S.A; COSTA, H.K.; VASCONCELOS, P.E.A. Securitização de ativos ambientais e seu papel nas mudanças climáticas. **Revista Multidisciplinar Pey Kêyo Científico**, v. 10, n. 3, 2024.

D. MCCOLLUM, M; *et al.* **Cambridge University Press**, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA, 2022.

DINO. **Mercado de crédito de carbono acelera no Brasil**. Valor Econômico, 14 abr. 2025. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/dino/noticia/2025/04/14/mercado-de-credito-de-carbono-acelera-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 27 abril 2025.

FERRAZ, B.B.; COOKE, L.B.S. Tributação dos créditos de carbono. **Revista de Ciências Jurídicas e Sociais da UNIPAR**, v. 27, n. 1, p. 217-232, 2024.

FOLLONI, A.P.; BORGHI, J.V. O mercado de créditos de carbono e a possibilidade de fomento mediante incentivos fiscais. **Revista da Faculdade de Direito da UFG**, v. 42, n. 1, p. 110-128, 2018.

FONSECA, A.Y.S. **Crédito de carbono na esfera dos resíduos sólidos urbanos no Brasil**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

FUNDO VALE. **Waycarbon. Do campo ao carbono: uma cartilha para pequenos e médios produtores**. [S.l.]: Fundo Vale, 2024. Disponível em: <https://www.fundovale.org/download/cartilha-do-campo-ao-carbono/>. Acesso em: 27 abril 2025.

GOMES, C.; SOERGER, C. Fatores determinantes da gestão de créditos de carbono. **Anais do ENIC**, Anais do 15º ENIC, n.9, v. 11, 2017.

GUEDES, A.C.; et al. (2021). Carbon emissions in hydromorphic soils from an estuarine floodplain forest in the Amazon River. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, 2021, n.56, v.3, p. 413–423.

IDESAM. Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia. **Boletim Informativo: Mapeamento de Projetos de Carbono Florestal no Mercado Voluntário Brasileiro**. Edição 2. Manaus: Idesam, 2024. Disponível em: <https://idesam.org/wp-content/uploads/2024/11/2-EDICAO-Boletim-Informativo-Mapeamento-de-Projetos-de-Carbono-Florestal-no-Mercado-Voluntario-Brasileiro.pdf>. Acesso em: 27 abril 2025.

IPCC. **Mudanças Climáticas 2022: Mitigação das Mudanças Climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [PRShukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen,

JUAREZ, E.J.; *et al.* Crédito de carbono e suas implicações para a área contábil das empresas. **Peer Review**, v. 5, n. 15, p. 286-309, 2023.

KRUSE, B.C. Considerações Pungentes ao Mercado de Crédito de Carbono. **Revista Perspectivas Sociais**, v. 9, n. 01, p. 14-39, 2023.

LAMENZA, A.; *et al.* Comercialização e gestão de projetos de créditos de carbono no Brasil. **Revista de Administração da Unimep**, v. 15, n. 1, p. 100-127, 2017.

LARA, B.C. **Nova regulação do mercado de carbono: perspectivas e impactos da Lei 15.042/24**. Conjur, 2025. Disponível em: <https://cnbsp.org.br/2025/01/29/artigo-nova-regulacao-do-mercado-de-carbono-perspectivas-e-impactos-da-lei-15-042-24-por-beatriz-cobbo-de-lara/>. Acesso em: 20 mar.2025.

LIMA, M.T.D; *et al.* Valoração das emissões de GEE oriundas de desmatamento na Bacia do Rio São Lourenço, Mato Grosso, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 4, p. 1-21, 2023.

LYRA, N.M.; *et al.* Créditos de carbono e tributos ambientais: uma análise bibliométrica, no contexto da problemática dos gases causadores do efeito estufa. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 10, n. 24, p. 449-467, 2023.

MARTINS, I.L. **A interconexão entre mudanças climáticas e direitos fundamentais: uma abordagem interdisciplinar para mitigação e adaptação aos eventos extremos**. Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Curso de Direito. Natal, RN, 2024.

MARTINS, M. **Entenda por que regular o mercado de carbono é melhor para o Brasil**. Agência de Notícias da Indústria, 2023.

MASSON, A; QUEIROZ, J.C.E. Comercialização do crédito de carbono e o sistema tributário brasileiro. **Perspectivas atuais da sustentabilidade cenários internacional e brasileiro**, p. 122, 2024.

MOSCARELLI, F.; KLEIMAN, M. Os desafios do planejamento e gestão urbana integrada no Brasil: análise da experiência do Ministério das Cidades. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 9, n. 02, p. 157-171, 2017.

NAIS, L.R.A. **Quais os desafios e oportunidades para as grandes empresas da indústria química que atuam no Brasil a partir da regulação do mercado de emissões de gases de efeito estufa**. 2023. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Políticas) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 2023.

NEIVA, H.S. **Mercado Voluntário de Carbono no Brasil**. 2023. Tese de Doutorado. PUC-Rio.

NUNES, C.R.P; GONÇALVES, R.R. Desafios da Regulação do Hidrogênio Verde no Brasil e na Índia: Uma transição energética sustentável no BRICS?. **Cadernos de Direito Actual**, n. 24, p. 165-184, 2024.

OLIVEIRA, A.P.B.; DELFINO, L.D. Mercado de Carbono e a (In)definição da natureza Jurídica dos Créditos De Carbono na Legislação Brasileira. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, Minas Gerais, v. 1, n. 2, p. 162-180, Jul/Dez. 2015.

OLIVEIRA, T.B; STAKOVIK JÚNIOR, P.B.M. O mercado de carbono no contexto do acordo de paris. **Singular. Sociais e Humanidades**, v. 1, n. 6, p. 154-168, 2024.

PINTO, M; SOBRINHO, M.V.; ROCHA, G.M. Gestão direta de Florestas Públicas: uma alternativa de gestão territorial em áreas protegidas. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 35, n. 22, 2015.

PONZILACQUA, H.; PEREIRA, F.F. Legislação fiscal-ambiental e a sustentabilidade como princípio o na aplicação e interpretação das normas tributárias: análise da ADI n.º 5.553. **Revista Jurídica**, v. 77, n. 2, 2024.

POYER, F.R.; *et al.* Crédito de Carbono: panorama das publicações no Brasil para os últimos dez anos (2009 a 2019). **Anais: VIII Simpósio da Ciência do Agronegócio**, 2020.

REISCH, R.D.N. O potencial brasileiro para gerar créditos de carbono através da conservação florestal, reflorestamento e produção agrícola sustentável. **Humboldt-Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, v. 1, n. 3, 2021.

ROCHA JÚNIOR, P.R.S.; *et al.* Reconstruindo a abordagem do mercado de crédito de carbono sob a perspectiva construtivista. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 15, n. 5, p. e3760-e3760, 2024.

SANTANA, I.S.M. **O mercado de carbono: do protocolo de kyoto ao plano de implementação de Sharm El-Sheikh diagnósticos e perspectivas**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SANTOS, A.C. Política Nacional sobre mudança do clima no Brasil: uma avaliação de instrumentos e de efetividade. **Espaço Público, Revista de Políticas Públicas**, v.22, n. 17, 2021.

SILVA, E.L.; UCHÔA, A.W.G. Regulamentação para emissão de créditos de carbono e reflexo na indústria petrolífera no Brasil. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 12, p. e6839- e6839, 2024.

SILVA, I.M.M. **Definições jurídicas estratégicas para estruturação do marco regulatório da cadeia de captura e armazenamento de carbono**. 2022. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

SILVA, P.J.M.V. **A pegada de carbono do Tribunal Regional Eleitoral do Rio Grande Do Norte**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

SILVA, Y. F.; *et al.* Intense pasture management in Brazil in an integrated crop-livestock system simulated by the DayCent model. **Sustainability**, v.14, n.6, p.3517, 2022.

SILVEIRA, C.S.; OLIVEIRA, L. Análise do mercado de carbono no Brasil: histórico e desenvolvimento. **Novos cadernos NAEA**, Belém/PA, v. 24, n. 3, set/dez., 2021.

TEIXEIRA, D.S. A natureza jurídica do crédito de carbono no brasil e seus impactos no mercado voluntário. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 13, n. 2, p. e1037-e1037, 2024.

TORRES, C.; *et al.* Projetos de MDL no Brasil: oportunidade de mercado para empresas e para novas entidades operacionais designadas. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, p. 199-212, 2016.

VERCILLO, U.E. Mercado de carbono e sustentabilidade, por natasha trennepohl. **ReDiS-Revista de Direito Socioambiental (UEG)**, v. 1, n. 2, p. I-V, 2023.

VITÓRIA, G.P. Efeitos da redução de carbono no comércio internacional: análise comparativa entre coreia do sul e Brasil. **Comércio Internacional e Concorrência Desafios e Perspectivas Atuais Volume III**, 2024.