



CENTRO UNIVERSITÁRIO ALVES FARIA
PROGRAMA DE MESTRADO ACADÊMICO EM DIREITO
CONSTITUCIONAL ECONÔMICO

THAIS EVANGELISTA ESTRELA MORAIS

**O MERCADO DE CARBONO COMO INSTRUMENTO DE
SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO RURAL: UMA
ABORDAGEM A PARTIR DOS PRINCÍPIOS CONSTITUCIONAIS DA
ORDEM ECONÔMICA**

ORIENTADOR: PROF. DR. ARNALDO BASTOS SANTOS NETO

GOIÂNIA – GO

2025

THAIS EVANGELISTA ESTRELA MORAIS

**O MERCADO DE CARBONO COMO INSTRUMENTO DE
SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO RURAL: UMA
ABORDAGEM A PARTIR DOS PRINCÍPIOS CONSTITUCIONAIS DA
ORDEM ECONÔMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Acadêmico em Direito Constitucional Econômico, do Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA), na linha de pesquisa “Desenvolvimento econômico e princípios constitucionais da ordem econômica”, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Bastos Santos Neto

GOIÂNIA – GO

2025

Catálogo na fonte: Biblioteca UNIALFA

M828m

Morais, Thais Evangelista Estrela.

O mercado de carbono como instrumento de sustentabilidade e desenvolvimento rural : uma abordagem a partir dos princípios constitucionais da ordem econômica. / Thais Evangelista Estrela Moraes. – 2025.

106 f.: il. 30cm.

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Bastos Santos Neto.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Direito Constitucional Econômico, Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA) – Goiânia, 2025.

1. Mercado de carbono. 2. Desenvolvimento rural. 3. Política climática. 4. Sustentabilidade. I. Santos Neto, Arnaldo Bastos. II. UNIALFA. III. Título.

CDU: 338.433+502.131.1

THAIS EVANGELISTA ESTRELA MORAIS

**O MERCADO DE CARBONO COMO INSTRUMENTO DE
SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO RURAL: UMA
ABORDAGEM A PARTIR DOS PRINCÍPIOS CONSTITUCIONAIS DA
ORDEM ECONÔMICA**

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Direito Constitucional Econômico, no Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA), defendida e aprovada em 15 de dezembro de 2025, perante a Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:

Professor Dr. Arnaldo Bastos Santos Neto
(Orientador – Unialfa)

Professor Dr^a. Caroline Müller Bitencourt

Professora Dr. Marcus Vinícius Pereira Júnior

Goiânia, 15 de dezembro de 2025.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fortalecer em cada etapa desta caminhada.

Ao meu marido, João Vicente, por todo amor, paciência e apoio incondicional. Você torna tudo mais leve e possível.

Ao meu filho, Felipe, razão maior da minha dedicação e força que me impulsiona a ser melhor. Que ele encontre neste trabalho a prova de que nós, mulheres, podemos ser tantas quanto sonharmos.

Aos meus pais e minha irmã, Ana Maria, Sérgio e Flávia, por serem minha base. Tudo o que conquistei tem raízes no amor e nos valores que me transmitiram.

E aos meus amigos e amigas, pela compreensão nos momentos de ausência, pelas conversas que me reenergizaram e por acreditarem em mim mesmo quando o cansaço parecia vencer.

A cada um de vocês, minha eterna gratidão e o mais sincero reconhecimento por fazerem parte desta conquista.

RESUMO

Esta dissertação analisa o mercado de carbono e as políticas públicas destinadas à promoção da agricultura e do desenvolvimento rural sustentável no Brasil, com ênfase nos elementos jurídicos, econômicos e ambientais que determinam sua implementação. Parte-se da compreensão de que a atual conjuntura global de mudanças climáticas exige a adoção de instrumentos regulatórios capazes de harmonizar crescimento econômico, proteção ambiental e justiça social, sobretudo no setor agropecuário, responsável pela maior parcela das emissões nacionais de gases de efeito estufa. A problemática central consiste em compreender como os instrumentos legais e regulatórios da política climática — especialmente o sistema de créditos de carbono — podem contribuir para compatibilizar desenvolvimento econômico e conservação ambiental, superando obstáculos estruturais, institucionais e produtivos ainda presentes no meio rural brasileiro. A relevância da pesquisa decorre da necessidade de refletir criticamente sobre as condições normativas e financeiras capazes de incentivar práticas sustentáveis e viabilizar a transição para uma economia de baixo carbono. O objetivo geral é analisar a adequação do mercado de carbono à ordem constitucional econômica, verificando se esse instrumento é apto a promover sustentabilidade, fortalecer a função social da propriedade rural e ampliar a justiça ambiental. Para isso, os objetivos específicos incluem: (i) examinar os princípios constitucionais da ordem econômica e sua relação com o meio ambiente; (ii) investigar a estrutura, o funcionamento e os fundamentos econômicos do mercado de carbono no contexto brasileiro, com destaque para a Lei nº 15.042/2024, que institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE); e (iii) avaliar como créditos de carbono podem ser utilizados no meio rural para gerar renda, incentivar boas práticas agrícolas e induzir conservação ambiental. Metodologicamente, a pesquisa baseia-se em abordagem bibliográfica e documental, abrangendo literatura acadêmica, legislação, relatórios institucionais e documentos técnicos. Essa metodologia interdisciplinar permitiu construir uma análise crítica e integrada entre economia, direito e meio ambiente, contribuindo para a compreensão do papel dos instrumentos econômicos na governança climática e no desenvolvimento rural sustentável.

Palavras – chaves: Mercado de carbono; Sustentabilidade; Desenvolvimento rural; Função social da propriedade; Constituição Econômica; Princípios da Ordem Econômica Brasileira.

ABSTRACT

This dissertation examines the carbon market and public policies aimed at promoting agriculture and sustainable rural development in Brazil, with emphasis on the legal, economic, and environmental elements that shape their implementation. It departs from the understanding that the current global context of climate change requires regulatory instruments capable of harmonizing economic growth, environmental protection, and social justice, particularly in the agricultural sector, which accounts for the largest share of national greenhouse gas emissions. The central research question investigates how legal and regulatory instruments of climate policy—especially carbon credit mechanisms—can reconcile economic development with environmental conservation, while overcoming persistent structural, institutional, and productive challenges in rural areas. The relevance of the study lies in the need to critically reflect on the normative and financial conditions capable of fostering sustainable practices and enabling the transition to a low-carbon economy. The general objective is to analyze the alignment of the carbon market with Brazil's constitutional economic order, assessing whether this instrument is capable of promoting sustainability, strengthening the social function of rural property, and enhancing environmental justice. The specific objectives include: (i) examining the constitutional principles of the economic order and their relationship with environmental protection; (ii) investigating the structure, functioning, and economic foundations of the carbon market in the Brazilian context, with emphasis on Federal Law No. 15.042/2024, which establishes the Brazilian Emissions Trading System (SBCE); and (iii) evaluating how carbon credits can be used in rural areas to generate income, encourage sustainable agricultural practices, and induce environmental conservation. Methodologically, the study is based on bibliographic and documentary research, encompassing academic literature, legislation, institutional reports, and technical documents. This interdisciplinary approach enables a critical and integrated analysis of the relationship among economics, law, and the environment, contributing to a deeper understanding of the role of economic instruments in climate governance and sustainable rural development.

Keywords: Carbon market; Sustainability; Rural development; Social function of property; Economic Constitution; *Principles of the Brazilian Economic Order*

LISTA DE SIGLAS

ABC – Agricultura de Baixo Carbono

ANP – Agência Nacional do Petróleo

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos

CAR – Cadastro Ambiental Rural

CARB – California Air Resources Board

CBE – Custo Brasil em Energia

CE – Comunidade Europeia

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CF – Constituição Federal

CIF – Custos, Seguros e Frete

CIM – Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

COP – Conference of the Parties (Conferência das Partes)

CQNUMC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

CRESOL – Sistema de Cooperativas de Crédito Rural com Interação Solidária

CRVE – Crédito de Redução Voluntária de Emissões

CVM – Comissão de Valores Mobiliários

DGM – Dedicated Grant Mechanism

DF – Distrito Federal

ECO – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92)

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

ESG – Environmental, Social and Governance (Ambiental, Social e Governança)

ETS – Emission Trading System (Sistema de Comércio de Emissões)

EUA – Estados Unidos da América

FAO – Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)

FIP – Fundo de Investimento em Participações

GEE – Gases de Efeito Estufa

GOIÁS – Estado de Goiás

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICAP – International Carbon Action Partnership

ICC – International Chamber of Commerce (Câmara de Comércio Internacional)

IFN – Inventário Florestal Nacional

IFSP – Instituto Federal de São Paulo

ILPF – Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ITL – International Transaction Log

ITO – International Timber Organization

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MF – Ministério da Fazenda

MMA – Ministério do Meio Ambiente

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Tripé de Elkington

Figura 02: Índice anual – quedas das emissões

Figura 03: Balanço do carbono do setor agropecuário entre 2005 e 2022

Figura 04: Quantitativo das emissões de gases do efeito estufa - agropecuária

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1 OS PRINCÍPIOS CONSTITUCIONAIS DA ORDEM ECONÔMICA E A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.....	16
1.1 A ordem econômica na Constituição Federal de 1988: princípios e fundamentos.....	17
1.2 O princípio da função social da propriedade rural.....	19
1.3 Princípio da proteção ambiental como elemento da ordem econômica.....	22
1.4 Princípio da sustentabilidade e sua aplicação no desenvolvimento econômico.....	24
1.5 A compatibilização entre desenvolvimento econômico, proteção ambiental e justiça social.....	28
1.6 A função do Estado na promoção do desenvolvimento sustentável no meio rural.....	31
1.6.1 No Brasil.....	31
1.6.2 No Estado de Goiás.....	34
2 O MERCADO DE CARBONO COMO INSTRUMENTO JURÍDICO ECONÔMICO DE REGULAÇÃO AMBIENTAL.....	37
2.1 O mercado de carbono: conceito, origens e fundamentos econômicos.....	37
2.2 Instrumentos de precificação do carbono: taxaço, mercado regulado e mercado voluntário.....	41
2.3 O mercado de carbono no Brasil.....	45
2.4 O mercado de carbono outros países.....	51
2.5 Aspectos regulatórios e legais do mercado de carbono brasileiro.....	53
2.6 Interações entre o mercado de carbono e as políticas públicas ambientais.....	59
2.7 O papel do mercado de carbono no cumprimento das metas climáticas brasileiras (Acordo de Paris e NDC).....	62
2.8 Aspectos críticos sobre o mercado de carbono.....	64
3 CAPÍTULO 3 – O MERCADO DE CARBONO COMO INSTRUMENTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO MEIO RURAL.....	69
3.1 O perfil das emissões de gases de efeito estufa no meio rural brasileiro.....	69
3.1.1 Cultivo de arroz irrigado.....	71
3.1.2 Pecuária e manejo de dejetos animais.....	71
3.1.3 Queima de resíduos agrícolas e setor industrial.....	72

3.2 Oportunidades e desafios da inserção do produtor rural no mercado de carbono.....	74
3.3. A monetização da sustentabilidade: crédito de carbono e benefícios para a produção rural.....	79
3.4. As implicações jurídicas da participação do meio rural no mercado de carbono: direitos, deveres e incentivos.....	83
3.5. Políticas públicas e instrumentos de fomento às práticas agrícolas e florestais de baixo carbono.....	85
3.6 Aspectos críticos.....	90
CONCLUSÃO.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

INTRODUÇÃO

A presente dissertação é apresentada ao Programa de Mestrado em Direito Constitucional Econômico do Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA), dentro da linha de pesquisa "Desenvolvimento econômico e princípios constitucionais da ordem econômica", que se caracteriza por investigar, ao lado dos temas consolidados do Direito Econômico, a influência direta da matriz principiológica constitucional na ordem econômica – relacionada prioritariamente nos incisos do art. 170 da Constituição Federal de 1988, com vistas ao desenvolvimento socioeconômico.

Neste contexto, a intensificação das mudanças climáticas nas últimas décadas consolidou-se como um dos maiores desafios globais contemporâneos, pressionando Estados, instituições e agentes econômicos a repensarem seus modelos de produção, consumo e organização social.

O aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), a elevação da temperatura média global, a perda de biodiversidade e a recorrência de eventos climáticos extremos evidenciam o esgotamento de um padrão de desenvolvimento historicamente ancorado na exploração ilimitada dos recursos naturais. Tal cenário exige a adoção de instrumentos jurídicos e econômicos capazes de harmonizar crescimento econômico, bem-estar social e preservação ambiental — um imperativo que se mostra ainda mais urgente em países com forte vocação agroambiental, como o Brasil.

O contexto brasileiro revela uma tensão entre desenvolvimento econômico e conservação ambiental, especialmente no meio rural, responsável tanto pela produção de alimentos quanto pela maior parcela das emissões de GEE. Ao mesmo tempo, é justamente no setor rural que se encontram as maiores oportunidades de mitigação climática, seja pela adoção de práticas sustentáveis, seja pelo potencial de sequestro biológico de carbono em solos e florestas. Considerando tais características, o Brasil assume papel estratégico na transição global para uma economia de baixo carbono, razão pela qual a busca por instrumentos que promovam sustentabilidade e desenvolvimento rural se torna tema central da agenda pública.

É nesse cenário que o mercado de carbono se destaca como mecanismo jurídico-econômico capaz de atribuir valor à redução e remoção de emissões, transformando práticas ambientais positivas em ativos negociáveis.

Ao operacionalizar a precificação de carbono, esse mercado cria incentivos à adoção de tecnologias limpas e à recuperação ambiental, permitindo que produtores rurais sejam remunerados por serviços ecossistêmicos historicamente ignorados pelas dinâmicas econômicas tradicionais. Trata-se de instrumento que, além de promover eficiência ambiental, tem potencial para gerar renda, fomentar inovação produtiva e fortalecer a função social da propriedade rural.

A análise do mercado de carbono no contexto brasileiro, contudo, não pode prescindir de seu enquadramento constitucional. A Constituição Federal de 1988 instituiu um modelo de ordem econômica comprometido com valores como justiça social, função social da propriedade, defesa do meio ambiente, redução das desigualdades e desenvolvimento sustentável (arts. 170, 186 e 225). Assim, mais do que inovação regulatória, o mercado de carbono pode ser compreendido como instrumento de concretização desses princípios constitucionais, na medida em que internaliza custos ambientais, orienta a atividade econômica e favorece práticas compatíveis com a preservação ecológica e o bem-estar coletivo. Desse modo, a investigação aqui proposta justifica-se pela necessidade de compreender em que medida esse mecanismo contribui para a realização do projeto constitucional de desenvolvimento, sobretudo no meio rural.

A relevância desta pesquisa também se evidencia sob perspectiva socioeconômica. Em um país marcado por profundas desigualdades regionais e vulnerabilidades socioambientais, a criação de novas fontes de renda para agricultores e comunidades rurais representa oportunidade concreta de inclusão produtiva e fortalecimento territorial.

Nesse sentido, o mercado de carbono pode favorecer a permanência das populações no campo, melhorar a qualidade de vida, estimular cadeias produtivas sustentáveis e fomentar práticas de manejo conservacionista. Ao mesmo tempo, desafia estruturas tradicionais ao exigir segurança jurídica, governança institucional sólida e políticas públicas que garantam assistência técnica, financiamento adequado e acesso equitativo às oportunidades ofertadas pela economia verde.

Diante desse cenário, emerge a questão central que orienta o presente trabalho: o mercado de carbono no Brasil está estruturado de modo a atender os princípios constitucionais na ordem econômica, sobretudo no meio rural? A partir dessa problemática, busca-se compreender quais elementos normativos, institucionais e produtivos são necessários para que o mercado de carbono efetivamente contribua para a função social da propriedade rural, para a proteção ambiental e para a redução das desigualdades no campo, evitando que se torne apenas mais um mecanismo de financeirização desconectado da realidade socioambiental brasileira.

A hipótese que orienta esta investigação parte do entendimento de que o mercado de carbono, quando estruturado de acordo com as diretrizes constitucionais — especialmente função social da propriedade, defesa do meio ambiente, sustentabilidade e justiça social —, possui potencial real para induzir práticas produtivas sustentáveis, gerar renda e promover desenvolvimento rural, contribuindo para o cumprimento das metas climáticas brasileiras e para a consolidação de uma economia de baixo carbono. Essa hipótese pressupõe que os instrumentos econômicos ambientais podem, quando bem regulados, atuar como ferramentas de densificação do conteúdo jurídico da função social da propriedade, ao remunerar atividades ambientalmente

responsáveis e estimular a conservação dos ecossistemas.

Nesse contexto, o objetivo geral da pesquisa é analisar a adequação dos contornos do mercado de carbono com a ordem constitucional econômica, a fim de se verificar se é um instrumento capaz de promover a sustentabilidade e contribuir para a efetividade da função social da propriedade e da justiça ambiental, sobretudo no meio rural. Os objetivos específicos concentram-se em: (i) examinar os princípios constitucionais da ordem econômica e sua relação com o meio ambiente; (ii) investigar a estrutura e o funcionamento do mercado de carbono, seus instrumentos e fundamentos econômicos no contexto brasileiro, com destaque para a Lei federal nº 15.042/2024, que institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE); e (iii) investigar como os créditos de carbono podem ser utilizados em áreas rurais para gerar renda e incentivar práticas sustentáveis.

A pesquisa adota o método dedutivo, partindo da análise normativa e teórica para a aplicação prática no mercado de carbono, com base em pesquisa bibliográfica, documental e comparada, analisando legislações nacionais e internacionais.

O estudo bibliográfico possibilitará a identificação e avaliação crítica de obras fundamentais nas áreas de direito ambiental, economia e políticas públicas, proporcionando uma base teórica interdisciplinar que auxilia no aprimoramento da análise.

A investigação documental, por sua vez, é respaldada pela exigência de analisar legislações, relatórios institucionais, resoluções de entidades reguladoras e documentos técnicos que demonstrem como os princípios constitucionais e os instrumentos normativos têm sido implementados na prática. Portanto, essa metodologia dupla possibilita não só entender os princípios teóricos da regulação ambiental, mas também analisar de maneira prática a experiência do Brasil na área de sustentabilidade agrícola e mercado de alimentos.

A estrutura desta dissertação divide-se em três capítulos, além desta introdução.

O Capítulo 1 realiza uma análise da Constituição Econômica de 1988, destacando como o constituinte estruturou um modelo de desenvolvimento que impõe limites jurídicos à atividade econômica e exige a compatibilização entre crescimento produtivo, justiça social e preservação ambiental. O capítulo examina os principais princípios constitucionais aplicáveis ao tema — livre iniciativa, função social da propriedade, defesa do meio ambiente, redução das desigualdades, desenvolvimento sustentável e papel regulador do Estado — evidenciando que todos eles conformam um marco normativo que orienta a atividade econômica rural.

Ao analisar a função social da propriedade rural, o capítulo demonstra que o uso da terra deve observar critérios de produtividade, preservação ambiental, respeito às relações de trabalho e promoção do bem-estar coletivo, elementos que se articulam diretamente com práticas de baixa

emissão de carbono e com instrumentos econômicos de proteção ambiental. Paralelamente, discute-se o princípio da proteção ambiental na ordem econômica, mostrando que a defesa do meio ambiente deixou de ser apenas um dever estatal e passou a ser elemento estruturante da própria racionalidade econômica constitucional.

O capítulo também explora o princípio da sustentabilidade como fundamento jurídico para políticas públicas e intervenções regulatórias voltadas à transição ecológica, demonstrando que a Constituição de 1988 antecipa a necessidade de modelos produtivos compatíveis com limites ecológicos e com o bem-estar das futuras gerações. Por fim, analisa-se o papel do Estado na promoção do desenvolvimento sustentável no meio rural, com destaque para políticas nacionais (Plano ABC, ProAmbiente, programas agroecológicos) e iniciativas estaduais (como as políticas de Goiás), evidenciando que o setor rural é espaço estratégico para integração entre produção, conservação e inovação.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação conceitual, econômica e jurídica do mercado de carbono, instrumento central desta dissertação. O capítulo inicia com a explicação das origens do mercado no contexto das negociações internacionais sobre clima — sobretudo a Convenção-Quadro da ONU, o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris — e detalha como se consolidou a lógica de atribuir valor econômico às emissões evitadas ou removidas de gases de efeito estufa.

Analisa-se em profundidade os dois grandes modelos de precificação de carbono: a tributação do carbono, que estabelece preços fixos sobre emissões e o mercado regulado de emissões (cap-and-trade), que define tetos de emissão e permite negociação de permissões; e também os mercados voluntários de carbono, cada vez mais relevantes no setor privado e no meio rural.

O capítulo discute experiências internacionais de regulação — como o ETS europeu, o sistema californiano (CARB) e programas asiáticos — identificando boas práticas de governança, monitoramento e integridade ambiental. Em seguida, examina a situação brasileira: o estágio atual da construção do mercado regulado nacional, iniciativas governamentais e privadas, desafios normativos, ausência de marco regulatório consolidado e a multiplicidade de metodologias e padrões de certificação.

Também são analisados os aspectos críticos que permeiam esse mercado: adicionalidade, riscos de greenwashing, baixa transparência em alguns padrões voluntários, dificuldades de medição e verificação, desigualdades de acesso e o papel central da governança pública. O capítulo demonstra que, embora o mercado de carbono seja promissor, sua eficácia depende de arcabouço normativo robusto, padrões de integridade e instrumentos de fiscalização, especialmente em países com grande extensão territorial e elevada diversidade socioambiental, como o Brasil.

O Capítulo 3 aprofunda a análise do potencial do mercado de carbono como instrumento de sustentabilidade e desenvolvimento rural, articulando os fundamentos constitucionais e regulatórios discutidos nos capítulos anteriores à realidade produtiva do campo brasileiro. O capítulo inicia pela apresentação do perfil das emissões do setor agropecuário, discutindo as principais fontes de GEE no meio rural (metano entérico, manejo de dejetos, queima de resíduos agrícolas, preparo do solo, uso de fertilizantes nitrogenados, entre outras) e apontando práticas de mitigação com alto potencial de redução.

Em seguida, examina as oportunidades de inserção do produtor rural nos mercados de carbono, incluindo projetos de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, sistemas integrados (ILPF), manejo sustentável de pastagens, conservação de florestas nativas, produção agroecológica e melhorias de eficiência produtiva. Analisa-se também a monetização da sustentabilidade, isto é, como atividades que antes não eram remuneradas — como conservar floresta, melhorar solo ou evitar emissões — podem gerar créditos de carbono e novas fontes de renda.

O capítulo dedica atenção especial às implicações jurídicas da participação rural, abordando direitos e deveres dos produtores, requisitos de certificação, contratos, riscos, responsabilidades ambientais e impactos sobre a função social da propriedade. Discute, ainda, os desafios que dificultam a participação plena do setor rural: assimetria de informação, custos de certificação, carência de assistência técnica, instabilidade normativa, insuficiência de políticas públicas e risco de captura do mercado por grandes agentes econômicos.

Por fim, o capítulo analisa as políticas públicas de fomento que podem ampliar o acesso dos produtores — especialmente os pequenos e médios — ao mercado de carbono, demonstrando que a efetividade desse instrumento depende de integração entre regulação ambiental, crédito rural verde, assistência técnica, governança territorial e inclusão social. O capítulo conclui que, se bem estruturado, o mercado de carbono pode fortalecer a sustentabilidade, gerar desenvolvimento territorial, melhorar a eficiência produtiva e ampliar o cumprimento da função social da propriedade rural.

Com essa abordagem, busca-se demonstrar que a transição para uma economia de baixo carbono no Brasil exige articulação entre regulação, incentivos econômicos, inovação tecnológica e políticas públicas robustas. O mercado de carbono, nesse contexto, representa não apenas uma resposta ao desafio climático global, mas também uma oportunidade concreta de transformar o meio rural brasileiro, promovendo sustentabilidade, justiça social e desenvolvimento econômico em convergência com os princípios constitucionais da ordem econômica.

1 OS PRINCÍPIOS CONSTITUCIONAIS DA ORDEM ECONÔMICA E A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A Constituição Federal de 1988 consagrou uma nova perspectiva sobre o desenvolvimento econômico brasileiro, ao vincular a atividade econômica aos fundamentos da justiça social, da dignidade humana e da preservação do meio ambiente.

A economia deixou de ser apenas um domínio regulado por normas infraconstitucionais para se tornar objeto de uma arquitetura normativa que espelha as escolhas político-jurídicas fundamentais do constituinte originário. Assim, a Constituição passa a exercer a função de moldura e limite para o exercício da atividade econômica, estabelecendo seus fundamentos e princípios orientadores.

Ao estabelecer princípios constitucionais para a ordem econômica, a Constituição Federal incorporou valores que vão além do mero crescimento produtivo, orientando-se pela função social da propriedade, pela livre iniciativa equilibrada e pela busca do pleno emprego, em harmonia com os direitos fundamentais e os interesses difusos da coletividade.

Tal movimento institucional é especialmente relevante no contexto das mudanças climáticas, uma vez que exige que o setor produtivo – inclusive o meio rural – internalize custos ambientais e adote práticas sustentáveis que reduzam emissões de gases de efeito estufa.

Entre os princípios estruturantes dessa ordem, destaca-se a necessidade de compatibilização entre o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental, no que se convencionou chamar de desenvolvimento sustentável.

A Carta Magna, ao tratar da ordem econômica em seu artigo 170, explicita que esta deve ser fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, mas sempre observando a preservação ambiental como um de seus pilares. Isso demonstra a importância crescente da sustentabilidade como elemento indissociável da atividade econômica, exigindo que políticas públicas, ações empresariais e decisões judiciais considerem os limites ecológicos e a equidade intergeracional.

A doutrina constitucional, especialmente a de J. J. Gomes Canotilho, identifica na Constituição de 1988 elementos típicos do chamado “Estado Constitucional Ecológico”. Para o autor, o meio ambiente deixa de ser tema setorial e passa a integrar o núcleo essencial do constitucionalismo democrático, condicionando o funcionamento da ordem econômica (Canotilho, 2007). Essa perspectiva reforça que a atividade econômica não pode ser compreendida separada de

seus impactos ecológicos, exigindo instrumentos estatais de correção de falhas de mercado.

José Rubens Morato Leite (2018), um dos principais autores do direito ambiental brasileiro, acrescenta que a Constituição de 1988 promoveu a “ecologização do direito”, incorporando a proteção ambiental como vetor de interpretação de todas as normas jurídicas. Assim, princípios como função social, livre iniciativa e desenvolvimento devem ser lidos à luz da integridade ecológica, premissa que fundamenta instrumentos como o mercado de carbono.

Dessa forma, este capítulo propõe-se a examinar os princípios constitucionais que regem a ordem econômica brasileira, à luz da imperativa necessidade de sustentabilidade ambiental. Para tanto, analisa-se o papel normativo e vinculante desses princípios, suas implicações na formulação de políticas públicas e seus reflexos na atuação dos agentes econômicos, destacando como estes princípios fundamentam instrumentos contemporâneos de regulação ambiental, entre eles o mercado de carbono.

A abordagem busca evidenciar como o ordenamento jurídico brasileiro tem evoluído no sentido de incorporar a sustentabilidade como diretriz essencial à ordem econômica, reafirmando o compromisso do Estado e da sociedade com a proteção do meio ambiente e com a construção de um futuro socialmente justo e ecologicamente equilibrado.

1.1 A ordem econômica na Constituição Federal de 1988: princípios e fundamentos

Ao se falar em Ordem Econômica e Financeira à luz da Constituição Federal, leia-se o capítulo I nominado “Dos Princípios Gerais da Atividade Econômica”, tendo como artigo base o 170, que dispõe sobre os princípios, objetivos e fundamentos da economia constitucional brasileira (Brasil, 1988).

O texto constitucional, nesse capítulo, está impregnado de algumas soluções contraditórias, pois ora reflete um capitalismo liberal, ora consagra valores fundamentais de um sistema que tende a avançar no sentido do intervencionismo e do dirigismo, a partir da concepção de alguns elementos socializadores (Horta, apud Moraes, 2008).

A atividade econômica no Brasil encontra-se submetida a princípios, regras e instituições jurídicas estruturantes, consagradas na Constituição Econômica, que ocupa o ápice da ordem normativa e tem por finalidade ordenar juridicamente a dimensão econômica da sociedade política, harmonizando liberdade de mercado, justiça social e interesse público.

Ainda na seara conceitual João Pacheco Amorim (2014, p. 158), explica que:

com a expressão Constituição Econômica (CE) pretende-se designar os princípios fundamentais que dão unidade à atividade econômica geral e dos quais decorrem todas as regras relativas à organização e funcionamento da atividade econômica de uma certa sociedade; constituem uns e outras, pois, um sistema jurídico-econômico dotado de elementos definidores e tendencialmente caracterizado por uma unidade e coerência internas, o mesmo é dizer, uma determinada ordem jurídico-econômica. A noção de CE é assim menos ampla de que a de ordem jurídica da economia: ela abrange apenas os princípios fundamentais ou básicos e não já os princípios ou regras deles decorrentes que constam da legislação ordinária.

A Constituição delineada como “Econômica” é um conjunto de preceitos e instituições jurídicas, a partir da qual é instituída uma determinada forma de organização e funcionamento da econômica no Brasil.

Importante verificar a respeito da intervenção do Estado na atividade econômica. A intervenção é gênero, e as espécies consistem na atuação propriamente dita em relação ao setor econômico do país. Quando se traduz a intervenção em sentido estrito, o Estado faz a sua atuação direta, através da participação ou absorção. Já quando se aborda a chamada regulação passa a existir uma atuação horizontal, indireta, através de direção, planejamento ou indução (Grau, 2008).

A classificação exposta no parágrafo anterior foi idealizada por Eros Grau, mas incide apenas sobre o sentido estrito, apesar que quando se fala dessa intervenção sobre os serviços públicos, essa existe, tanto na forma direta, indireta, através de permissão ou concessão, conforme explica artigo 175 da CF (Brasil, 1988).

Essa regulação deve ser entendida como uma implementação de normas jurídicas com o objetivo de manter o equilíbrio de mercado, corrigir falhas, e alcançar um determinado interesse público fora do setor econômico, o qual é regulado. É uma atividade estatal sobre a ordem econômica, tanto no sentido restrito, bem como nos serviços públicos, apesar dessa influência do Estado estar limitada à necessidade de relevante interesse coletivo ou para casos de segurança nacional (Marques Neto, 2006).

O Estado, portanto, cumpre uma função regulatória, fiscalizatória, interventiva e indutora do desenvolvimento, em harmonia com os princípios constitucionais. Como observa Paulo Bonavides (2004, p. 390), o papel do Estado no modelo constitucional brasileiro é o de “mediar os interesses conflitantes entre capital e trabalho, assegurar a justiça social e realizar os direitos fundamentais”.

O Direito Econômico constitucional tem como objetivo a boa qualidade de vida e os meios de alcançá-la devem guardar uma correspondência entre si. Isso passa a ser exigido pela escassez dos recursos naturais, ou seja, a quantidade finita desses bens, relacionados com as necessidades infinitas do ser humano. Por isso, a importância de uma abordagem desenvolvimentista consciente

(Tavares, 2006).

A Constituição Federal da República Federativa normatiza em seu artigo 170 e incisos¹ os fundamentos e princípios regentes da ordem econômica.

Com a adoção do modelo capitalista, o texto constitucional brasileiro fundamenta-se e garante ao cidadão a livre iniciativa, e ao mesmo tempo valoriza o trabalho humano. Esse último não é apenas específico da economia, pois também se destaca no artigo 1º, inciso IV, da CF/88. O autor Nagib Slafib Filho (2006) explica que equivale a um fator social de produção, com o intuito de suprir as necessidades materiais, para sua autopreservação, além do progresso pessoal.

Já a livre iniciativa envolve a ideia de que ao particular foi assegurada a exploração das mais diversas atividades. Cabe ao Estado somente uma atividade supletiva, desde que haja a presença de relevante interesse público para que possa haver a restrição. André Ramos Tavares (2006), ensina que se trata de um postulado detentor de uma conotação positivada, para conceder a liberdade a qualquer pessoa, em conjunto com o viés negativo da não intervenção estatal.

A leitura contemporânea da Constituição Econômica demonstra que os princípios do art. 170 não apenas estruturam o funcionamento do mercado, mas também condicionam juridicamente a adoção de instrumentos de regulação ambiental baseados em incentivos econômicos. Assim, o mercado de carbono se insere como mecanismo constitucionalmente adequado para internalizar custos ambientais e orientar o comportamento dos agentes, cumprindo a função de limitar a livre iniciativa quando esta gerar impactos ambientais negativos.

Dessa forma, a Constituição não apenas autoriza, mas impõe ao Estado e ao setor privado o dever de incorporar parâmetros de sustentabilidade em suas práticas produtivas, o que sustenta a adoção de sistemas de precificação de emissões como ferramenta de concretização dos princípios constitucionais.

1.2 O princípio da função social da propriedade rural

É importante destacar em relação aos princípios constitucionais o que se refere a função

1 Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: I - soberania nacional; II - propriedade privada; III - função social da propriedade; IV - livre concorrência; V - defesa do consumidor; VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação; VII - redução das desigualdades regionais e sociais; VIII - busca do pleno emprego; IX - tratamento favorecido para as empresas de pequeno porte constituídas sob as leis brasileiras e que tenham sua sede e administração no País. Parágrafo único. É assegurado a todos o livre exercício de qualquer atividade econômica, independentemente de autorização de órgãos públicos, salvo nos casos previstos em lei.

social da propriedade rural. Para iniciar é preciso buscar no artigo 186², seu conceito e princípios.

Apesar de uma previsão constitucional a respeito da função social, o ordenamento jurídico nacional não especifica uma conceituação para esse princípio. Há apenas uma indicação dos princípios exigidos para que ele se cumpra.

Do ponto de vista do Direito Ambiental, Édis Milaré (2023) destaca que a função social possui dimensão essencialmente ecológica, especialmente no meio rural, onde a atividade agrária é fortemente dependente dos serviços ecossistêmicos. Para o autor, o cumprimento da função social somente se perfaz quando a propriedade mantém níveis adequados de conservação da biodiversidade, preservação do solo e uso racional da água.

Cristiane Derani (2008) contribui afirmando que a função social constitui expressão da “justiça distributiva ecológica”, impondo que o uso da terra respeite limites biogeofísicos e internalize custos ambientais que historicamente foram negligenciados pelos mercados.

Ressaltar a função social da propriedade rural tem como objetivo favorecer o bem-estar tanto dos proprietários quanto de seus empregados, para manter os níveis satisfatórios no resguardo dos recursos naturais e da produtividade. A lei não se refere apenas ao imóvel rural em seu sentido estrito, mas como o possuidor fará toda a utilização da terra, além dos negócios advindos de negociações em razão da atividade (Donzele, 2001).

Quando o artigo 170, inciso III, elenca esse princípio, José Afonso da Silva (2001) explica que seu caráter principal é ser uma ferramenta destinada a realização de uma existência digna e justiça social para todos. A partir dessa concepção é possível observar uma maior amplidão nesse conceito, o qual se destina a garantir os demais princípios da ordem econômica. Ele cria um preceito em que se delimita uma conduta positiva e coletiva a ser praticada pelo controlador da empresa rural.

Também é princípio do Direito Agrário e está disposto no paragrafo 1º do artigo 2º da Lei 4.504/64³, o Estatuto da Terra, o qual foi recepcionado pela Constituição Federal de 1988, no artigo 186.

A noção de função social é um poder-dever caracterizado por comportamentos positivos,

2 Art. 186. A função social é cumprida quando a propriedade rural atende, simultaneamente, segundo critérios e graus de exigência estabelecidos em lei, aos seguintes requisitos: I – aproveitamento racional e adequado; II – utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente; III – observância das disposições que regulam as relações de trabalho; IV – exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos seus trabalhadores.

3Art. 2º(...) §1º. A propriedade da terra desempenha integralmente a sua função social quando, simultaneamente: a) favorece o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores que nela labutam, assim como de suas famílias; b) mantém níveis satisfatórios de produtividade; c) assegura a conservação dos recursos naturais; d) observa as disposições legais que regulam as justas relações de trabalho entre os que a possuem e a cultivam.

como por exemplo, não desmatar acima de determinado percentual, preservar o meio ambiente, et; todos sintonizados no ordenamento jurídico. Não é uma limitação, mas sim, uma configuração estrutural do direito de propriedade, como elemento qualificante na predeterminação dos modos de utilização dos bens, gozo e aquisição (Lima, 1994).

Conforme artigos 524 a 648 do Código Civil brasileiro, percebe-se que esse princípio tem a função de melhorar a relação social do ser humano em suas organizações, bem como no desempenho de suas funções. A partir das inovações do próprio ordenamento jurídico, como ocorreu com o próprio Código Civil em 2002. O artigo 524 diz que o dono da terra pode usá-la, ou até reavê-la em caso de invasão, o que constata que não existe direito absoluto de utilidade (Brasil, 2002).

Dheyson Ribeiro da Silva, Gabriel Gentil Moraes Bertolin, Ihgor Jean Rego (2022, p.10), explicam que:

O proprietário tem o dever de cumprir a função social da terra, cumprindo esse quesito, o proprietário ganha pontos a seu favor. No artigo 186 da Carta Magna Brasileira existe a confirmação constitucional da importância da Função Social da Propriedade, também presente nos artigos 5º, XXIII e 170, III, apresentando normas positivas e claras. As terras da área rural, para exercerem as normas da função social, garantidas por lei, são orientadas a seguirem todos os ritos dos incisos do artigo 186 da Constituição de 88.

É importante destacar que esse princípio é considerado um direito fundamental, estando diretamente ligado à dignidade da pessoa humana, pilar e fundamento da Constituição da República Federativa do Brasil. A propriedade deve ser utilizada como um meio para garantia da qualidade de vida e bem-estar dos cidadãos. É um instrumento de realização social, pois a propriedade não pode ser vista apenas como um bem individual, mas sim atender as necessidades da população (Silva, 2022).

Em um país com forte vocação agrícola como o Brasil, o cumprimento da função social da propriedade rural não é apenas uma obrigação legal, mas também uma condição indispensável para a soberania alimentar, a preservação dos recursos naturais e a redução das desigualdades sociais. Como afirma Comparato, a propriedade só se legitima quando cumpre sua função social; do contrário, torna-se uma mera apropriação egoísta e injustificável dos bens da natureza (Comparato, 2017).

Portanto, a efetividade desse princípio depende da articulação entre políticas públicas, fiscalização estatal e conscientização dos proprietários rurais quanto a responsabilidade socioambiental.

A função social da propriedade rural, longe de limitar indevidamente o direito de

propriedade, confere-lhe uma dimensão ética e coletiva, essencial para o desenvolvimento econômico sustentável do país. Assim, práticas que reduzam emissões, aumentem o sequestro de carbono ou promovam a recuperação ambiental se convertem em elementos de densificação do conteúdo jurídico da função social.

Além disso, a possibilidade de geração de créditos de carbono a partir de atividades rurais confere materialidade econômica ao cumprimento da função social, permitindo que o produtor rural seja remunerado por serviços ambientais prestados à coletividade.

1.3 Princípio da proteção ambiental como elemento da ordem econômica

Com a função de atribuir valores aos bens estimados pela sociedade, a teoria econômica respeita o princípio fundamental da demanda, primando pela regulação dos custos, escassez e oferta. Com isso, a sociedade é estimulada a buscar um estado de bem-estar e assim tende a se inclinar em uma procura desenfreada pelo acúmulo monetário. Acontece que no decorrer das décadas, os economistas esqueceram-se da equação de equilíbrio de mercado, recursos naturais, o que sustenta o ciclo econômico-social (Smith, 1993).

Birnfeld, citando Marshall, diz que ao final dos anos 60 os conceitos de cidadania e bem-estar englobariam apenas três dimensões, mas com a modernidade é necessário incluir uma cidadania ecológica, para a consolidação social. Durante o processo Constituinte brasileiro, a partir de 1986, teve-se alguns ideais, como exemplo:

- 1) O desenvolvimento econômico deve atender à expectativa de justiça social e de proteção do equilíbrio ecológico; (...)
- 3) A Constituição deve explicitar:
 - a) o direito de todo cidadão a gozar de um ambiente sadio e equilibrado, desfrutando de qualidade de vida, e ao cidadão dever ser assegurada a tutela sobre o patrimônio ambiental;
 - b) a concessão de recursos, créditos e incentivos deve ser condicionada aos estudos prévios de impactos socioambientais dos projetos e às atitudes dos estabelecimentos em relação à defesa ambiental, levando-se em conta a sua função social;
 - c) a preservação e manejo dos recursos naturais deve ser de utilidade pública e de interesse social, contando para tal com a participação e o controle da sociedade, e feito sem que seja lesado o interesse geral da comunidade; (...) (Birnfeld, 2005, p.43).

Entre as funções públicas do Estado está a de desenvolver políticas públicas voltadas para a preservação ambiental, no sentido de que ela deve ser compatível com o crescimento econômico, adaptado a sustentabilidade e as necessidades humanas. Parte-se do entendimento o aumento do

potencial de produção não pode colocar em risco o meio ambiente e os sistemas naturais que sustentam a vida no planeta (Dias, 2007).

A economia não pode se dissociar do mundo relacionado a natureza, isso porque não existe atividade humana que esteja separada da utilização da água, da ação microbiana no solo, bem como a fotossíntese. Eros Roberto Grau (2008) explica que esse princípio é um instrumento necessário e indispensável para a realização de um fim, com a finalidade de assegurar existência digna e nutrir a justiça social.

A partir dessa perspectiva a defesa ambiental passa a ser observado pela ótica da ordem econômica. A preservação ambiental é algo necessário e notório, atualmente e em qualquer tempo, no sentido de dar ao ser humano o bem-estar, pensando na sobrevivência das gerações futuras. Unido a esse ideal, não se pode mais conceber o crescimento da economia sem utilizar o meio ambiente, conforme demonstra o princípio apresentado.

A inserção da proteção ambiental como um princípio econômico constitucional representa a superação de uma visão utilitarista e puramente exploratória da natureza, reconhecendo que a economia e o meio ambiente são dimensões indissociáveis no contexto do desenvolvimento sustentável. Como afirma Leite (2018, p. 79), “a proteção ambiental deixou de ser apenas uma função do Estado para tornar-se um imperativo normativo que condiciona a própria atuação econômica e empresarial no país”.

Nesse sentido, a sustentabilidade ambiental transcende a seara ecológica e passa a ocupar papel normativo central na construção de uma economia compatível com os direitos fundamentais e com a dignidade da pessoa humana.

No âmbito da atividade econômica rural, o princípio da proteção ambiental assume especial relevância, pois a utilização do solo, da água e da biodiversidade é diretamente afetada pelas práticas agroindustriais. Assim, mecanismos como o mercado de carbono, discutido em capítulos posteriores, se inserem nesse contexto como instrumentos regulatórios que operam em consonância com os princípios constitucionais, especialmente ao promoverem incentivos econômicos à redução de emissões e à conservação ambiental em áreas rurais.

É nesse ponto que o direito constitucional econômico encontra sua interface com o direito ambiental e com a economia ecológica. Como salienta Antunes (2022, p. 115), “a transição para uma economia de baixo carbono exige não apenas instrumentos técnicos e financeiros, mas sobretudo um marco jurídico que legitime, oriente e limite as formas de apropriação e uso dos recursos naturais”. Essa transição, por sua vez, só se concretiza quando os princípios constitucionais – especialmente o da proteção ambiental – deixam de ser meros enunciados programáticos e passam

a fundamentar políticas públicas e iniciativas privadas efetivas.

Vladimir Passos de Freitas (2018) complementa que a Constituição impõe responsabilidade solidária entre Estado e setor privado na preservação ecológica, de modo que a proteção ambiental não é mero limite à economia, mas diretriz estruturante de sua validade e continuidade.

O Tribunal Constitucional também tem reconhecido a centralidade da sustentabilidade ambiental no sistema constitucional brasileiro. Em emblemático julgamento da ADPF 708, o Supremo Tribunal Federal reafirmou o dever do Estado de implementar políticas climáticas, entendendo que o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado é cláusula pétrea da Constituição e componente essencial do direito à vida e à dignidade. Essa decisão reforça a densidade normativa do princípio ambiental no campo das políticas econômicas, impedindo a inércia estatal e validando medidas como o mercado de carbono.

O princípio da defesa do meio ambiente gera efeitos diretos sobre a atividade econômica, pois obriga empresas e produtores rurais a adotar técnicas que reduzam impactos ambientais negativos. Isso significa que a adoção de instrumentos como o mercado de carbono não é apenas política pública facultativa, mas desdobramento normativo de um mandamento constitucional de proteção.

Nesse sentido, o mercado de carbono opera como instrumento de concretização do princípio, pois converte em valor econômico a obrigação de evitar, mitigar ou compensar danos ambientais. A precificação das emissões, portanto, atua como mecanismo jurídico que integra a lógica constitucional de limitação da atividade econômica pelos objetivos ambientais.

1.4 Princípio da sustentabilidade e sua aplicação no desenvolvimento econômico

A finalidade desse princípio é atingir um equilíbrio, por isso é necessário um planejamento para que se possa realizar atividades, sempre relacionado ao desenvolvimento econômico. Essas atividades devem ser equilibradas para serem sustentáveis, pensando no bom uso dos recursos para as futuras gerações. Em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento apresentou um novo conceito em relação ao desenvolvimento sustentável, através de um relatório chamado “Nosso Futuro Comum”.

Esse princípio mundial se consagra na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a chamada Rio92, mas foi introduzido no Direito Internacional

Ambiental pelo “Relatório Brundtland, como parte integrante do desenvolvimento sustentável. A Constituição brasileira de 1988 o define como uma ideia de harmonização entre a utilização dos recursos e a garantia para as gerações futuras, com o objetivo de garantir desenvolvimento e preservar o meio ambiente.

Esse Relatório apresenta o seguinte conceito para o desenvolvimento sustentável: A humanidade é capaz de tornar o desenvolvimento sustentável - de garantir que ele atenda as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também as suas (CMMAD, 1988: 9-10).

John Elkington (1994) delimitou um tripé da sustentabilidade, que consiste em considerar que para atingir um desenvolvimento é necessário observar as pessoas, o planeta e o lucro. Essa ideia ganha extrema importância e foi um auxílio verdadeiro para as grandes empresas, que mesmo visando o lucro, utilizavam-se da proteção do meio ambiente.

Figura 01: Tripé de Elkington



Fonte: Dourado, 2023

Quando se considera a existência da dimensão econômica, Sachs (1993) destaca que para se ter eficiência nesse setor, não deve se pautar os ideais apenas na rentabilidade empresarial, mas também fazer uma avaliação das questões macrossociais. Não se pode pensar em crescimento em que se externaliza custos sociais e ambientais, e alarga a desigualdade social (1993, p.34).

Na mesma seara de pensamento, Jacobi (1999, p.34) explica que:

O desenvolvimento sustentável somente pode ser entendido como um processo em que, de um lado, as restrições mais relevantes estão relacionadas com a exploração dos recursos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e o marco institucional. De outro, o crescimento deve enfatizar os aspectos qualitativos, notadamente aqueles relacionados com a equidade, o uso de recursos – em particular da energia – e geração de resíduos e contaminantes. Além disso, a ênfase no desenvolvimento deve fixar-se na superação dos déficits sociais nas necessidades básicas e na alteração de padrões de consumo, principalmente nos países desenvolvidos, para poder manter e aumentar os recursos-base, sobretudo os agrícolas, energéticos, bióticos, minerais, ar e água.

Ignacy Sachs (1993), em relação ao desenvolvimento ambiental, divide seu pensamento no sentido de construção de um novo processo na relação que deve existir entre a economia e o meio ambiente. O autor declara que os dois são duas faces, mas de uma mesma moeda. Ainda acrescenta a importância da conscientização por parte da sociedade, defendendo a ideia de que a sociedade civil passa a ser um terceiro sistema a se unir com o Estado e o poder econômico.

Já a dimensão social diz que o debate em torno do Desenvolvimento Sustentável incorpora a crítica em torno dos impactos e consequências trazidos pelo capitalismo e seu modelo econômico, que pressionam o uso dos recursos naturais. É preciso dar importância ao ambiente e a necessidade do uso racional, em prol do interesse social. É um conceito que incorpora a justiça social, a natureza e a sustentabilidade econômica (Foladori, 2000).

Para enfrentar a explosão populacional urbana com o início do século XXI, em que se verifica que o maior quantitativo de pobres está localizado nos países do terceiro mundo é que se propõe uma série de políticas sociais. No sentido de estabelecer uma agenda mundial é necessário promover o crescimento econômico em correlação com a pobreza e a crise ambiental (Sachs, 2002).

É um ponto de equilíbrio que tem como finalidade principal harmonizar a preservação dos recursos, mas sem que isso possa afetar o desenvolvimento econômico que também é um direito fundamental. O principal desafio deste século – para os cientistas sociais, os cientistas da natureza e todas as pessoas – será a construção de comunidades ecologicamente sustentáveis, organizadas de tal modo que suas tecnologias e instituições sociais – suas estruturas materiais e sociais – não prejudiquem a capacidade intrínseca da natureza de sustentar a vida (Capra, 2005, p.17).

O mesmo autor explica também que é um requisito indispensável para o crescimento econômico, no sentido de envolver a redistribuição equitativa dos resultados produtivos, além da erradicação da pobreza, ou seja, tem o condão de reduzir as disparidades para o melhor atendimento da maioria da população e os padrões de vida. Canotilho (2007) explica que é um princípio Constitucional impositivo, que contém dupla função, defender o meio ambiente ao mesmo tempo em que se organiza a ordem econômica.

A teoria da sustentabilidade proposta por Juarez Freitas sugere uma compreensão abrangente e integrada do desenvolvimento sustentável, fundamentada em cinco dimensões interdependentes:

social, ética, ambiental, econômica e jurídico-política. Conforme mencionado pelo autor, todas essas evidências são essenciais para a elaboração de políticas públicas e de práticas institucionais que garantam a proteção dos direitos fundamentais e a manutenção das condições de vida das gerações atuais e futuras.

A vertente social da sustentabilidade, segundo Freitas (2012), requer um modelo inclusivo que seja capaz de universalizar direitos sociais essenciais de maneira eficiente e eficaz. Conforme o autor, qualquer modelo de gestão, seja no âmbito público ou privado, que não assegure pleno acesso a esses direitos compromete sua própria continuidade, tornando-se, assim, estruturalmente insustentável. Dessa forma, a justiça social não se configura apenas como um acréscimo ao desenvolvimento sustentável, mas sim como um dos seus pilares fundamentais.

A dimensão ética, por sua vez, constitui a base normativa que fundamenta a convivência social direcionada ao bem-estar coletivo. Freitas destaca que a sustentabilidade é plenamente alcançada apenas quando guiada por uma ética universalizável, fundamentada na solidariedade empática entre os indivíduos. Conforme o autor, a principal deficiência atual no que tange à sustentabilidade reside na ausência de uma “vontade ética”, que permita estabelecer um equilíbrio homeostático entre as necessidades materiais e imateriais da sociedade.

Em relação à questão ambiental, Freitas enfatiza que a integridade ecológica é fundamental para a própria sobrevivência da humanidade. Na sua concepção, o desenvolvimento sustentável é inconcebível sem uma responsabilidade ambiental eficaz, uma vez que a deterioração dos ecossistemas compromete a viabilidade da continuidade da vida. Dessa forma, é imprescindível que políticas ambientais sejam elaboradas e executadas como um componente indissociável das estratégias voltadas à proteção dos direitos fundamentais.

A vertente econômica da sustentabilidade demanda a harmonização entre custos, benefícios e efeitos das atividades produtivas. De acordo com Freitas, a sustentabilidade não descarta a lógica econômica, mas requer que esta esteja subordinada aos princípios do equilíbrio e da responsabilidade, restringindo modelos de crescimento que prejudiquem a justiça social ou extrapolem os limites ecológicos. Assim, a análise minuciosa da relação custo-benefício das políticas públicas torna-se uma necessidade intrínseca a esse paradigma.

Por último, a esfera jurídico-política resume os princípios normativos que garantem a salvaguarda e a perpetuação dos direitos fundamentais. Freitas menciona, entre outros, os direitos à longevidade digna, à alimentação saudável, a um ambiente limpo, à educação integral, à democracia, preferencialmente direta, e ao acesso irrestrito à informação. A concretização desses direitos configura o núcleo fundamental da sustentabilidade enquanto um valor jurídico de obrigatoriedade.

Segundo o autor, apesar de outras dimensões poderem emergir à medida que as discussões se intensificam, essas cinco são adequadas para evidenciar a complexidade e a transversalidade do conceito de sustentabilidade em sua definição contemporânea. Para Freitas, a sustentabilidade deve atuar como um princípio normativo fundamental, guiando as decisões nas esferas política, econômica, ambiental e ética rumo ao bem comum e à equidade entre gerações.

É uma ideia que está vinculada a proteção do ambiente, pois manter o equilíbrio ambiental exige o uso racional e harmônico dos recursos naturais. Não seria apenas uma situação a se alcançar, mas sim, um processo em que não há um ponto final. Seria a avaliação de um cumprimento das normas voltadas para o meio ambiente, o engajamento social, as avaliações dos impactos socioeconômicos, bem como a consulta pública (Werner Neto, 2012).

Sob essa ótica, pode-se entender a sustentabilidade não apenas como um tripé (econômico, social e ambiental), mas como um conceito multidimensional que abarca igualmente fatores institucionais, culturais, políticos e tecnológicos. Essa perspectiva reconhece que o desenvolvimento sustentável está atrelado à integração e inter-relação de diferentes dimensões sociais, demandando políticas públicas, envolvimento social, inovação e valorização da diversidade. Dessa forma, a sustentabilidade em suas diversas dimensões enfatiza a urgência de soluções integradas e adaptativas para lidar com os desafios atuais.

Dessa forma, a sustentabilidade fornece arcabouço jurídico robusto para políticas que busquem integrar o setor rural à economia de baixo carbono, permitindo o uso de instrumentos econômicos como créditos de carbono, compensações e pagamentos por serviços ambientais.

1.5 A compatibilização entre desenvolvimento econômico, proteção ambiental e justiça social

Um fator de importância para o desenvolvimento é o crescimento econômico. Quando se refere ao crescimento existe uma mudança quantitativa, ao contrário, no desenvolvimento ela é qualitativa. São conceitos ligados, mas não considerados sinônimos, por isso que não são apenas os aspectos dinâmicos da economia que podem contribuir para a estruturação de políticas desenvolvimentistas (Veiga, 2008).

Sachs (2008, p.52) ainda reforça que:

Para redundar em desenvolvimento, segundo a concepção de desenvolvimento sustentável, o crescimento econômico deve ser socialmente receptivo e implementado por métodos favoráveis à proteção do meio ambiente, em vez de favorecer a exploração predatória do capital humano e natural.

Para os defensores do desenvolvimento sustentável é preciso haver mudanças em relação a

participação social, o comportamento e inovações tecnológicas da sociedade, pois o grande desafio é suplantando barreiras políticas e tecnológicas e assim conseguir transformar a teoria em prática. A partir dessa perspectiva, quando se pensa em uma enormidade de desigualdades nesse mundo, destaca-se que:

Num mundo de enormes desigualdades, seria absurdo pretender que os ricos precisem acumular ainda mais riqueza, para que as populações pobres se tornem um pouco menos necessitadas. Sob essa ótica, os mercados são apenas mais uma entre as várias instituições que participam do processo de desenvolvimento (Veiga, 2008, p. 80).

Quando se refere a justiça ambiental está se refletindo sobre a equidade de benefícios e riscos ambientais, no sentido de que é necessário assegurar que nenhuma comunidade suporte uma carga desproporcional de danos ambientais. Como princípio fundamental essa justiça do meio ambiente deve incluir a participação inclusiva, em que o povo tem voz nas decisões, pois essas podem afetar suas vidas.

Conforme Joan Martinez-Alier (2002, p.130):

Um dos pilares da justiça ambiental é o conceito de “equidade intergeracional”, que sugere que as gerações atuais têm a responsabilidade de preservar os recursos naturais e o meio ambiente para as gerações futuras. Isso implica em políticas que considerem os impactos de longo prazo das decisões atuais, promovendo o uso sustentável dos recursos naturais e a proteção dos ecossistemas.

Esse termo “socioambientalismo” assume uma clareza maior de significado a partir dos conflitos gerados em comunidades, que visaram a exploração de recursos e territórios, para que se elaborem políticas ambientais que sejam coerentes com as políticas sociais. Compreende que ser humano e meio ambiente mantenham uma troca mútua, e que existem direitos difusos e coletivos, que vão além do individual, que precisam ser respeitados e atingir a toda a sociedade (Marques Júnior, 2019).

Há a percepção de um aumento da conscientização sobre a conexão entre o bem-estar social e a preservação ambiental, pois o mundo passou a ver a necessidade de formulação de políticas socioambientais eficientes e revisão de paradigmas. Esse ativismo é capaz de influenciar novas ações, promover a educação e influenciar inovações proteção e precaução ambiental. Para enfrentar as desigualdades geracionais, sociais, raciais, étnicas é importante que democratize as ações socioambientais (Lima, 2009).

Falar em sustentabilidade é estabelecer um mínimo que dê uma garantia adequada para satisfação das necessidades básicas da população. Cristiane Derani (2001, p.135) explica que:

com base na lógica do ótimo de Pareto, que a economia de mercado atinge seu ótimo quando realiza uma satisfatória realização entre o uso de um recurso natural e sua conservação, sendo esta relação do uso e não uso que ao atingir um estágio ótimo permite a continuação da prática econômica, alcançando, portanto, a sustentabilidade do desenvolvimento. Podem ser verificados os inúmeros reflexos do princípio do desenvolvimento sustentável, como o zoneamento ambiental e o estudo do impacto ambiental, cujo objetivo é reduzir o máximo possível do dano da prática econômica sobre a natureza, posto que a proteção ambiental não deve ser compreendida como simplesmente um gasto, mas como um investimento, posto que as consequências de sua deterioração não somente criam óbices à economia mas à própria qualidade de vida humana, por exemplo, através do aquecimento global.

Quando se reflete sobre o desenvolvimento econômico e sustentável pautado na justiça social é importante relacionar essa realidade com as oportunidades em que um Estado carrega a sua população para ter escolhas e exercer uma cidadania. Envolve uma democracia com liberdade, para garantia de direitos sociais, entre eles o direito ao meio ambiente equilibrado. É uma nova noção baseada na perspectiva do desenvolvimento humano, por isso a importância de se encontrar vias de harmonização (Bella, 1996).

Em um sistema que abraça a economia de mercado, caracterizada pela acumulação, essencialmente individualista e concentração de capital, há uma manifestação de diversidade de classe, de modo que a existência de distribuição de riquezas a qual recebe o nome de justiça social, não se verifica. Essa só se realizará se houver uma distribuição equitativa, em que se dispõe dos meios materiais necessários para se viver dignamente.

No Brasil, desde a promulgação da Carta Magna, a noção de desenvolvimento deixou de ser compreendida exclusivamente como crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) ou aumento da produção industrial e agrícola. A partir de 1988, o desenvolvimento constitucionalmente legítimo é aquele que respeita os limites ecológicos do planeta e assegura a distribuição equitativa dos seus benefícios. Nesse contexto, a compatibilização entre desenvolvimento econômico, proteção ambiental e justiça social se torna diretriz fundamental para a formulação de políticas públicas e para a regulação da atividade econômica privada.

Desse modo, o ordenamento jurídico brasileiro, a partir da Constituição de 1988, oferece um modelo normativo coerente para a compatibilização entre desenvolvimento econômico, proteção ambiental e justiça social. A efetivação desse modelo, contudo, depende de vontade política, mecanismos institucionais eficazes e uma cultura jurídica comprometida com os valores constitucionais.

Contudo, a concretização desse modelo não ocorre sem tensões. O sistema capitalista tende, por sua lógica de maximização de lucros, a ignorar externalidades negativas como a degradação ambiental e a concentração de renda. Por essa razão, o papel do Estado na

compatibilização é fundamental, por meio de mecanismos normativos, fiscais e institucionais que corrijam as falhas de mercado e promovam a internalização dos custos socioambientais das atividades econômicas.

No caso do desenvolvimento rural, o desafio consiste em superar a dicotomia entre produção e conservação, entre capital e comunidade, oferecendo alternativas concretas que promovam a geração de renda com base na valorização dos recursos naturais e na inclusão dos sujeitos historicamente marginalizados. Nesse contexto, a implementação de políticas públicas integradas e o uso de instrumentos econômicos inovadores – como o mercado de carbono – revelam-se caminhos promissores para alcançar simultaneamente os objetivos constitucionais de justiça social, proteção ambiental e desenvolvimento econômico.

1.6 A função do Estado na promoção do desenvolvimento sustentável no meio rural

1.6.1 No Brasil

Analisar o desenvolvimento sustentável envolve os aspectos políticos, econômicos e ambientais. No sentido político encaixa-se a função estatal que é a de regular e controlar a atividade da economia, no sentido de reduzir a degradação ambiental, pois mesmo estando em uma sociedade capitalista, não se pode deixar que o lucro ultrapasse os interesses sociais.

Por isso, é necessária uma maior proteção ambiental, que não deve se deixar levar por pressões de grupos econômicos de pressão. Roberto P. Guimarães (2001, p. 67/68) defende que:

[...] para quem o crescimento econômico ilimitado baseado na crença do desenvolvimento tecnológico, igualmente ilimitado, só é capaz de produzir a alienação dos seres humanos, transformando-os em robôs que buscam de forma incessante a satisfação de necessidades que cada vez mais estão menos relacionadas à sobrevivência.

Para a implementação de um desenvolvimento rural sustentável deve haver a participação do Estado, no contexto de proporcionar uma lógica econômica e social, que possibilite desenvolver formas de agricultura, sem utilização desenfreada dos recursos naturais. Estabelecer uma política ambiental que foque na agroecologia é um dos caminhos é uma ferramenta auxiliar, e que pode ser realizada por alguns instrumentos, entre eles as políticas públicas.

É importante destacar algumas ações governamentais nesse sentido, implementadas pelo Ministério do Meio Ambiente e mudanças climáticas, como abaixo se analisa:

ProAmbiente Adapta

Em resposta a diversas demandas da sociedade o Ministério do Meio Ambiente - MMA decidiu retomar o Programa ProAmbiente, que agora passa se chamar ProAmbiente Adapta para integrar a dimensão de adaptação das populações mais vulneráveis do campo à mudança do clima. Criado em 2000 pelos movimentos sociais, o ProAmbiente foi um programa implantado pelo governo federal na gestão da Ministra Marina Silva, e implementado no período de 2004 a 2006, e buscava conciliar o desenvolvimento rural com a conservação ambiental e a produção de alimentos, assegurando o protagonismo dos movimentos sociais e de seus representantes (MMA, 2025).

Outro programa é o Programa Nacional de Gestão Ambiental e Socioprodutiva de Paisagens Rurais que se trata de uma iniciativa coordenada pelo Departamento de Políticas de Gestão Ambiental Rural da Secretaria Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais e Desenvolvimento Sustentável – DGAR/SNPCT/MMA. Tem como objetivo fortalecer a gestão ambiente, com a proposição de uma abordagem integrada para o manejo sustentável de recursos naturais no meio rural. Prima-se pela adoção de práticas produtivas sustentáveis, melhoria da qualidade de vida das comunidades, bem como a conservação da biodiversidade (MMA, 2025).

O Programa Gestar já se estrutura em quatro eixos temáticos, quais sejam:

- (i) gestão integrada de paisagens rurais, (ii) sistemas produtivos sustentáveis, (iii) crédito rural, mercados diferenciados e agregação de valor, e (iv) arranjos institucionais e mecanismos financeiros. Cada eixo contempla objetivos específicos e linhas de ação que podem ser adaptadas às realidades e prioridades territoriais.

Essa ação tem como objetivo articular esforços interinstitucionais em todos os níveis da federação. Possui uma estrutura de governança em dois níveis, primeiro o Comitê Gestor Nacional, que tem a função de propor as diretrizes gerais e os Comitês locais, que já possui a função de implantação das políticas nos territórios. Ele representa uma resposta concreta em relação aos desafios sociais, ecológicos e econômicos que surgem e possam impedir um futuro mais sustentável e justo.

O Plantar Árvores e Produzir Alimentos Saudáveis foi concebido pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST e é executado pelo DGAR/MMA em parceria com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA e Instituto Federal do Espírito Santo. Tem como objetivo e eixos temáticos:

- O projeto visa à recuperação de áreas degradadas com o plantio de árvores associadas à produção de alimentos. O projeto alcança 10 (dez) assentamentos rurais na região do semi-árido e 01 (um) no Distrito Federal. Os principais eixos do projeto são:
- Recuperação de áreas de florestas com espécies nativas e frutíferas visando a recuperação de ecossistemas nos assentamentos ou acampamentos;
- Produção de mudas, coleta de sementes florestais nativas (madeireiras e não madeireiras) e instalação de viveiros; e

Beneficiamento e comercialização de produtos florestais.

A partir do Plano de Investimento do Brasil – PIB, relacionado ao Programa de Investimento Florestal – FIP, vê-se uma iniciativa global que nasce do Climate Investment Found – CIF, que dá apoio para a redução das emissões e degradação florestal. É composto por oito projetos, abaixo delimitados, quais sejam:

FIP Monitoramento Cerrado; FIP Paisagens Rurais; FIP ABC (Agricultura de baixa emissão de carbono); FIP CAR (Cadastro Ambiental Rural); FIP IFN (Inventário Florestal Nacional); FIP DGM (Mecanismo de Doação Dedicado a Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais); FIP Macaúba; e FIP Coordenação.

Esse programa tem o objetivo de fortalecer a capacidade do governo do estado brasileiro, para prestar, avaliar, supervisionar, planejar e monitorar a implementação do PIB. Os principais beneficiários do Projeto FIP Coordenação são as agências implementadoras, bem como as instituições governamentais e ela existe para potencializar a atuação das ações através da geração de sinergias entre eles.

Importante também dar ênfase a Plataforma Cipó que celebrou com o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima o Termo de Fomento nº 442003/2024. Essa foi firmada para promover a capacitação das comunidades tradicionais, movimentos sociais, agricultores familiares, líderes comunitários, trabalhadores e trabalhadores rurais do Estado do Espírito Santo, para ampliação de conhecimentos. Esses na área de mecanismos nacionais e internacionais de fomento para a ação climática e o desenvolvimento sustentável.

Baseia-se, conforme dados do MMA no seguinte aspecto:

Por meio da promoção do diálogo entre diferentes partes interessadas e de oficinas de capacitação que ocorrerão ao longo de 2025, o público-alvo será sensibilizado sobre seus direitos e obterá informações sobre mecanismos, iniciativas e oportunidades para a conciliação entre a preservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico em seus territórios e comunidades.

Por fim, é importante informar sobre o Programa de Formação em Agroecologia e Mudança do Clima, que tem parceria com o Instituto Federal de São Paulo – IFSP, para construção de uma política de formação em Agroecologia e Mudanças Climática. Tem como abordagem o seguinte:

Trata-se de uma iniciativa que visa promover a formação de diferentes atores com papéis estratégicos na transição produtiva para sistemas alimentares mais resilientes à mudança do clima. O enfoque é fortalecer uma abordagem de adaptação climática nos espaços rurais

que tenha como base os princípios da agroecologia, identificando e utilizando as melhores práticas, tecnologias sociais e a integração de saberes e conhecimentos científicos e tradicionais associados. O Programa tem como público-alvo:

- (1) agricultores, povos indígenas, povos e comunidades tradicionais;
- (2) agentes técnicos locais e estudantes do ensino médio; e
- (3) agentes de nível superior de assessoramento técnico e extensão rural, públicos e privados.

Ele procura, através da formação desses atores diferentes, apoiar ações extensionistas, de cunho inovador, para a transformação e adaptação dos sistemas alimentares, para que o se consiga passar por contextos de crises e contingências associadas as mudanças climáticas (MMA, 2025).

O “Projeto Rural Sustentável” valoriza o modelo consciente de produção, amplia a produtividade, proporciona a sustentabilidade, e contribuiu para a melhoria de um mundo melhor. O propósito dessa política pública é (Brasil, 1996):

[...]o propósito de melhorar as práticas de uso da terra e manejo florestal, pelos pequenos e médios produtores rurais, nos biomas Amazônia e Mata Atlântica, por meio da implementação de tecnologias de baixa emissão de carbono. O projeto incentiva o desenvolvimento rural sustentável e a conservação da biodiversidade, ao mesmo tempo que contribui no cumprimento dos objetivos do Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC).

É um projeto que oferece oportunidades de ganhos financeiros para os produtores e tem algumas ações: treinar agentes e capacitar produtores rurais na gestão de suas propriedades; divulgar práticas sustentáveis no uso da terra e apoiar a implantação de Unidades Multiplicadoras – UMs, nos municípios para incentivo e obtenção do crédito rural.

1.6.2 No Estado de Goiás

No Estado de Goiás existe a Política Estadual de Agroecologia e Produção Orgânica do Estado de Goiás - PEAPOG, criada pela Lei nº 21.115/2021. Destaca-se por ter como objetivo principal a promoção de algumas ações indutoras em relação a transição agroecológica com a produção orgânica, no sentido de orientar o desenvolvimento sustentável, qualidade de vida das populações, a partir da oferta de consumo de alimentos saudáveis com preços acessíveis e utilizando-se de forma sustentável os recursos naturais (Goiás, 2021).

A lei também implementa uma cooperação entre União e Municípios, entidades privadas e organizações da sociedade civil, e delimita ainda:

Possui 13 diretrizes, dentre elas: promoção da soberania e segurança alimentar e nutricional; valorização da sociobiodiversidade; construção de conhecimentos; juventudes; Gênero; povos e comunidades tradicionais. Como instrumentos da política estão: Plano

estadual; educação do campo, educação ambiental; ensino e extensão; comercialização; certificações; pagamento por serviços ambientais; plano de segurança alimentar e nutricional; política estadual de meio ambiente; saúde; plano para redução do uso de agrotóxicos e outros.

Pensando-se em fatores estratégicos de desenvolvimento rural sustentável, um dos fatores é a discussão em torno da agricultura familiar. Com o seu potencial, a influência estatal, a ação e o meio ambiente, esse tema se coloca em pauta no Estado de Goiás, pois esse acredita que essa realidade deve ocorrer em planos territoriais múltiplos e diversificados, além de toda a sociedade, no sentido de garantir uma ação de desenvolvimento rural, sem a priorização do meio ambiente.

Assim a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Seapa, desenvolve, projetos de sustentabilidade rural, com a adoção de tecnologias, visando a conservação dos solos e da água, e a recuperação de áreas degradadas. Destaca-se também o manejo sustentável de mata nativa e plantio florestais.

A Seapa (2022) destaca que:

Alguns dos resultados mais concretos dessas ações, que são alvo de todo este trabalho por parte da gestão estadual, incluindo o trabalho desenvolvido pela Seapa, são a produção de água por meio do cercamento das nascentes, somada ao sistema de terraceamento e barraginhas, proporcionando a maior infiltração de água no solo. A diferença será notada no período chuvoso, contudo no período da seca é que se tornará evidente, fazendo com que a pastagem fique verde por mais tempo.

A partir dessas intervenções pequenas o produtor é induzido não apenas a vantagem do manejo sustentável, mas também em relação ao conceito da função social. Assim, consolida-se a responsabilidade socioambiental, dando-se como exemplo o abastecimento de água na região metropolitana da capital. Há uma aplicação de boas práticas de sustentabilidade e conservação da biodiversidade (Seapa, 2022).

No contexto goiano, políticas estaduais voltadas à agroecologia, recuperação de áreas degradadas e incentivo à produção sustentável representam oportunidade para estruturar programas próprios de certificação de carbono rural. Estados que se antecipam na governança climática tendem a atrair projetos, investimentos verdes e assistência técnica especializada, beneficiando diretamente produtores locais.

Encerrando esse primeiro capítulo, percebe-se que a investigação dos princípios constitucionais que regem a ordem econômica, com ênfase na função social da propriedade, na proteção ambiental e na sustentabilidade, demonstra que o progresso econômico no Brasil está profundamente relacionado à justiça social e à conservação do meio ambiente. Esses princípios não apenas guiam a atuação do Estado e dos agentes econômicos, mas, igualmente, estabelecem o

contexto normativo indispensável para a implementação de mecanismos inovadores de regulação ambiental, como o mercado de carbono.

O mercado de carbono, que será discutido no próximo capítulo, aparece como uma solução concreta para os desafios apresentados por esses princípios constitucionais. Ao viabilizar a internalização dos custos ambientais e fomentar práticas produtivas sustentáveis, o mercado de carbono efetiva os princípios constitucionais de harmonia entre produção, equidade social e preservação ecológica. Dessa forma, a regulamentação do mercado de carbono no Brasil constitui a concretização dos princípios constitucionais, viabilizando uma transição para uma economia de baixa emissão de carbono, conforme os objetivos de desenvolvimento sustentável e a justiça intergeracional.

Assim, ao analisar a sustentabilidade por meio de uma perspectiva multidimensional, expande-se a compreensão das interconexões entre economia, sociedade, meio ambiente, cultura e instituições, viabilizando a elaboração de políticas públicas e mecanismos, como o mercado de carbono, que efetivamente incentivem o desenvolvimento sustentável em todas as suas vertentes.

CAPÍTULO 2 O MERCADO DE CARBONO COMO INSTRUMENTO JURÍDICO-ECONÔMICO DE REGULAÇÃO AMBIENTAL

A crescente preocupação com as mudanças climáticas tem levado a sociedade civil, organizações internacionais e os governos a buscarem mecanismos eficazes para minimizar os impactos da emissão de gases em relação ao efeito estufa – GEE. Nesse contexto, o mercado de carbono surge como uma estratégia jurídica e econômica que visa não apenas à redução das emissões, mas também à promoção do desenvolvimento sustentável por meio de incentivos financeiros e mecanismos regulatórios.

Trata-se de uma ferramenta de conexão entre a política ambiental em relação as lógicas de mercado e permite que emissores excedentes de carbono possam compensar suas emissões através da compra de créditos que sejam provenientes de ações que evitem ou removam CO₂ da atmosfera. O mercado de carbono se insere em uma tendência mais ampla de utilização de instrumentos econômicos para fins ambientais, promovendo a internalização de externalidades negativas decorrentes da degradação ambiental.

É uma ação ambiental baseada no Protocolo de Kyoto e no Acordo de Paris em que diversos países adotam sistemas de comércio de emissões e implementam normas específicas que regulam a compra e venda de créditos de carbono. No Brasil, embora ainda não haja um mercado regulado plenamente em funcionamento, diversas iniciativas voluntárias e projetos de lei demonstram um avanço na construção de um arcabouço normativo voltado à regulação desse mercado.

Assim, compreender o funcionamento do mercado de carbono enquanto instrumento jurídico-econômico é essencial para a análise das novas formas de governança ambiental. Este capítulo propõe-se a examinar as bases conceituais do mercado de carbono, seu embasamento legal, seus mecanismos operacionais e os desafios para sua efetivação no Brasil. Ao fazer isso, busca-se destacar sua relevância como ferramenta complementar à legislação ambiental tradicional, contribuindo para uma diversificação energética justa, eficiente e sustentável.

2.1 O mercado de carbono: conceito, origem e fundamentos econômicos

A emissão de Gases do Efeito Estufa - GEE, conforme Sanquetta (2023), aumentou consideravelmente a concentração de CO₂ em todo o planeta, por isso a vida encontra-se ameaçada com a realidade das alterações climáticas além de outros eventos extremos. O Laclima (2022) explica que para a redução do GEE, é necessário uma inovação industrial com a aderência ao ESG,

bem como o uso de uma energia limpa, com o objetivo de desacelerar o aquecimento global, a partir da adoção de novas práticas sociais, políticas e econômicas.

A partir desse ponto as capacidades estatais detêm um elemento potencial da Administração para coordenar as políticas sociais, bem como as que regulam outros elementos fundamentais. Reflete-se assim na aplicação da sustentabilidade e da economia verde. O Brasil a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio-Ambiente e Desenvolvimento – ECO-92, passa a ter uma interação maior entre as unidades estatais em conjunto com a sociedade civil e a opinião pública, organizada com outros marcos fundamentais como o Acordo de Paris, Tratado de Viena e Protocolo de Kyoto (Lago, 2013).

Em relação ao mercado de carbono o Brasil é um dos melhores territórios para a geração de créditos. Por isso, destaca-se a possibilidade do país atingir a liderança em relação ao atendimento da demanda internacional, através dos esforços a serem promovidos em prol da preservação do planeta, da biodiversidade e as condições climáticas (Feed e Food, 2023).

Nesse sentido, o mercado de carbono é visto como um mitigador das mudanças climáticas, além de ser um elemento fundamental para ocorrer uma transição de modelo na chamada economia verde descarbonizada. Assim, ele passa a ser um incentivo natural para reduzir os gases do efeito estufa – GEE (Gutierrez, 2009).

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (2007), defende que o mercado de carbono nasce a partir de esforços dos países que arquitetaram o Protocolo de Kyoto. Atribui-se um preço ao carbono como ativo na qualidade de uma mercadoria ambiental existente no mercado internacional. A partir dessa ideia original estabelecem-se metas, até o ano de 2020 para a implantação de alguns mecanismos, tais como:

[...]o mercado de carbono surgiu a partir dos esforços entre os países que arquitetaram o Protocolo de Kyoto, sobretudo, atribuindo um preço ao carbono como ativo na qualidade de uma “mercadoria ambiental única no mercado internacional” e, claro, um rol de compromissos vinculantes estabelecidos entre os entes estatais signatários com fins de reduzir suas emissões até o ano de 2020. Entre os mecanismos desenvolvidos pelo Protocolo estavam (i) as Emissões Comercializáveis na dinâmica do mercado de carbono (via ITL), (ii) o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (“MDL”) e, (iii) a Implementação Conjunta. Formava-se então uma tríade de instrumentos que visavam responder às alterações climáticas planetárias e incentivar as parcerias público-privadas para redução de GEE (Dias, 2023, p.22).

O conceito de mercado de carbono extrapola uma simples estratégia de precificação ambiental. Diferente disso, trata-se de uma construção normativa e ao mesmo tempo institucional cujo objetivo é transformar a emissão de gases de efeito estufa (GEE) em um objeto de mensuração econômica, atribuindo-lhe valor de troca e, em consequência, convertendo-a em um ativo

circulável. Embora a fundamentação sobre os GEE esteja fundamentada em uma retórica de neutralidade técnica, não se pode negar que esse movimento também possui um aspecto político, qual seja: determinar a quem é permitido emitir esses gases, em que volume e a que custo (Climate Focus, 2024).

Conforme Gutierrez (2009) existem dois tipos elementares para se negociar os ativos ambientais, sendo eles: os sistemas de comércio de emissões (*cap-and-trade*), em que a autoridade reguladora estabelece um teto global de emissões e distribui permissões negociáveis entre os agentes econômicos, e a tributação sobre carbono (*carbon tax*), que determina um valor para cada tonelada emitida, proporcionando um sinal de mercado mais imediato, não obstante também receba críticas no que concerne à sua eficácia distributiva (World Bank, 2023).

É importante destacar que a construção conceitual do mercado de carbono dialoga diretamente com os princípios constitucionais analisados no capítulo anterior. A precificação das emissões é expressão da obrigação constitucional de defender o meio ambiente (art. 170, VI), bem como da necessidade de internalização de externalidades negativas. Assim, embora o mecanismo seja econômico em sua forma, sua legitimidade decorre de fundamentos constitucionais claros, alinhando livre iniciativa e proteção ambiental.

Ao lado desses mecanismos centrais, emergem também os mercados voluntários de carbono e os programas de compensação (*offsets*), frequentemente associados a projetos de reflorestamento, energias renováveis ou práticas de manejo sustentável. Esses instrumentos não se articulam de modo homogêneo com os regimes regulatórios, mas justamente por isso revelam a complexidade e, em certa medida, a fragmentação da governança climática contemporânea.

Convém observar que a racionalidade subjacente a esse arranjo híbrido não é meramente ambiental. Busca-se, por um lado, reduzir emissões de forma a minimizar custos agregados; por outro, utilizar a precificação como ferramenta de indução tecnológica e de transformação estrutural nos setores produtivos. Em última análise, trata-se de um mecanismo de reorganização do próprio modelo de desenvolvimento econômico, ainda que sob a roupagem de instrumento de mercado (Hepburn; Stern; Stiglitz, 2020).

A importância das mudanças climáticas foi discutida na Cúpula da Terra (ECO-92), e passou a ser uma tema fundamental tanto para o desenvolvimento quanto para a biodiversidade planetária. O Protocolo de Kyoto empreendido na COP-3 passou a exigir que países desenvolvidos passassem a reduzir suas metas de descarbonização. O Acordo de Paris discutido já na COP-17 demanda que os países adotassem alguns compromissos para a redução das emissões em níveis que contribuam para a manutenção do aumento da temperatura em até 2º Celsius.

É um mercado que trabalha dentro da lógica econômica de permissões e comércio de

emissões, em que países que tenham emissões abaixo do seu limite ficam autorizados a vender para os Estados que estão com os níveis acima do estabelecido. Os certificados de redução de emissões – GEEs estão ancorados dentro de um limite estabelecido pelo estado, mas quem é responsável pela colocação do preço da externalidade positiva é o próprio crédito, que se baseia na racionalidade estatal (Godoy, 2015).

O Protocolo de Quioto, acima citado, tem três instrumentos de flexibilização com o objetivo de definir a participação de determinados países, que são obrigados a cumprir as metas de emissões. É uma implementação conjunta, unida ao comércio de emissões e o mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL. Cada um tem uma forma específica de operacionalização mas promovem uma eficiência econômica no sentido de incentivar a redução dos GEEs, bem como realizar investimentos nas tecnologias de menor emissão, com melhor padrão de consumo.

Para que os países pudessem reduzir suas emissões foi preciso que se comercializasse os excedentes para os que não conseguiam atingir suas metas. Surge assim, o objeto da transação que é o crédito de carbono, um certificado eletrônico, emitido a partir do momento em que há a diminuição das emissões dos gases do efeito estufa. E que equivale a uma tonelada de carbono.

É um mercado que é dividido em dois mercados distintos, o regulado e o voluntário. Este é constituído por países e empresas, não regulamentados pelo Protocolo de Kyoto, as quais não tem a obrigação de redução das emissões dos gases do efeito estufa. Aquele, o regulado já envolve os países signatários do acordo e se caracteriza pela obrigatoriedade da redução de emissões, tanto através das empresas, quanto das ações governamentais (Santos, 2012).

É um termo também comumente utilizado para expressar dois tipos de comercialização de ativos, que irão se diferenciar em relação a incidência de regulação, tipo de participantes e abrangência. O primeiro deles se relaciona com o Sistema de Comércio de Emissões – SCE e está relacionado a um marco regulatório. Os governos estabelecem normas obrigatórias para os agentes e buscam onerar as fontes emissoras (ICC, 2021):

De forma mais específica, a regulação estabelece um limite máximo de emissões de GEE. Os agentes que emitem abaixo desse limite podem negociar os seus direitos de emissão com os agentes que emitem acima desse limite em um arranjo conhecido como cap-and-trade (CEBDS, 2021; ICC, 2021).

Já o segundo tipo é um mecanismo de compensação de emissões, em que os agentes não estão submetidos a obrigatoriedade emanada de uma legislação. Nessa abordagem as empresas e indivíduos fazem, por si mesmos, metas de mitigação, o que caracteriza pela aquisição no chamado mercado voluntário, acima especificado. A lógica do processo é a intenção de remunerar os agentes

quando esses removerem ou reduzirem as emissões (Prolo et al., 2021).

A literatura converge em alguns eixos: mercados de carbono constituem uma ferramenta economicamente racional para internalizar externalidades e induzir mitigação a menor custo quando desenhados adequadamente; contudo, sua eficácia prática depende fortemente de escolhas institucionais e de governança. Problemas históricos - adicionalidade fraca, sobre-alocação, captura regulatória e desigualdades distributivas - permanecem lições fundamentais.

Esses desafios mostram que o mercado de carbono não é solução automática, mas depende de arcabouço institucional robusto. A ausência de padrões unificados de MRV, a falta de interoperabilidade entre mercados e riscos de governança fragilizada são aspectos que precisam ser enfrentados para garantir integridade ambiental. No caso brasileiro, tais fragilidades são ainda mais sensíveis diante da complexidade federativa e das pressões econômicas de setores de alta emissão.

A combinação de políticas (preço + instrumentos não-preço) e reformas contínuas de governança são apontadas como condição necessária para que os mercados contribuam de forma efetiva e legítima aos objetivos do Acordo de Paris.

Nesse sentido, mercados podem ser instrumentos poderosos, mas não constituem panaceia e exigem regras robustas, monitoramento independente e atenção a justiça socioambiental.

2.2 Instrumentos de precificação do carbono: taxação, mercado regulado e mercado voluntário

A precificação do carbono se apresenta como um dos instrumentos centrais na política climática atual, pois busca atribuir um custo às emissões de gases de efeito estufa, transformando externalidades ambientais em sinais econômicos mensuráveis.

No entanto, é importante perceber que cada mecanismo utilizado reflete escolhas políticas, institucionais e sociais, e não apenas decisões técnicas.

Tradicionalmente, distinguem-se três arranjos principais. O primeiro são os tributos sobre carbono, nos quais se define um preço por unidade de emissão, de modo a desencorajar práticas poluidoras e gerar receita pública que pode ser reinvestida em mitigação ou adaptação. O segundo, os sistemas de comércio de emissões, estabelece um teto agregado para emissões e permite que permissões sejam negociadas, combinando restrição quantitativa com flexibilidade de mercado. Por fim, os mercados voluntários de carbono envolvem iniciativas privadas de compra e venda de créditos, sem obrigatoriedade regulatória direta, mas com papel crescente na governança ambiental corporativa (World Bank, 2023).

A economia clássica justifica esses instrumentos pela teoria das externalidades: ao

internalizar os custos sociais da poluição, busca-se alinhar incentivos privados a objetivos coletivos, reduzindo emissões com menor custo agregado. No entanto, tal justificativa não é neutra. As escolhas de política - entre tributo ou mercado regulado, entre setores obrigatórios ou voluntários - têm efeitos distributivos claros, afetando de maneira diferenciada consumidores, empresas e comunidades vulneráveis. Além disso, essas decisões influenciam a inovação tecnológica e a percepção social sobre legitimidade ambiental.

Assim, a precificação do carbono não é apenas um mecanismo de eficiência econômica: é também um espaço de mediação entre interesses, valores e responsabilidades coletivas, exigindo que pesquisadores e formuladores de políticas considerem, simultaneamente, dimensões técnicas, éticas e sociais de suas escolhas.

William Nordhaus (2019), Nobel de Economia, demonstra que mercados de carbono e sistemas híbridos de precificação têm custo de mitigação menor que regulações prescritivas, pois estimulam inovação tecnológica e permitem flexibilidade empresarial. Esse entendimento dá suporte teórico-econômico para o uso da precificação dentro do Direito Constitucional Econômico brasileiro.

Em situações marcadas por incerteza sobre custos e por impactos não lineares do aquecimento, a escolha entre preço e quantidade depende das formas relativas das funções de custo marginal de abatimento e do dano marginal; quando os danos são muito sensíveis a variações de emissões (riscos de cauda), controles por quantidade podem ser preferíveis; quando os custos de abatimento são incertos e com alta inclinação, um preço fixo (imposto) pode ser mais eficiente para reduzir volatilidade econômica. Assim, a decisão de política requer ponderação de aversão a risco climático, incertezas tecnológicas e preferência por estabilidade de preço (Weitzman, 1974).

A taxa do carbono oferece vantagens de previsibilidade do preço e de relativa simplicidade de concepção administrativa; ao estabelecer um preço explícito por tonelada de CO₂ equivalente, fornece sinal direto para decisões de investimento e consumo. Entretanto, para atingir metas de redução específicas, o nível do tributo deve ser calibrado com base em estimativas do custo social do carbono e revisado periodicamente; sua aceitação política pode depender do uso das receitas (neutralidade fiscal, transferências compensatórias, fundos de transição justa) para mitigar efeitos regressivos (World Bank, 2023).

Os sistemas de comércio de emissões (ETS) combinam um objetivo quantitativo (*cap*) com flexibilidade de custo via negociação. Experiências robustas — notadamente o *European Union Emissions Trading System* (EU ETS) — forneceram evidência sobre como o design afeta desempenho. Problemas iniciais como sobre-alocação de permissões e preços historicamente baixos levaram a reformas institucionais (p. ex., criação de reservas de estabilidade de mercado - *Market*

Stability Reserve) que aumentaram a credibilidade do *cap* e, conseqüentemente, o preço das permissões.

Os mercados voluntários surgiram para canalizar financiamento a projetos que evitam ou removem emissões (florestais, energias renováveis, práticas agrícolas, remoções por tecnologias). Para empresas, os créditos voluntários servem como instrumento complementar às metas corporativas de neutralidade.

Não obstante o avanço do mercado voluntário de carbono, a literatura crítica tem evidenciado limitações relevantes quanto à sua efetividade. Entre os principais questionamentos, destacam-se: a adicionalidade duvidosa, isto é, a possibilidade de que determinados projetos seriam implementados independentemente do incentivo financeiro; a insegurança quanto à permanência, especialmente em projetos florestais sujeitos ao risco de reversão; a ocorrência de dupla contagem; e a utilização de metodologias heterogêneas e inconsistentes, fatores que comprometem a integridade ambiental dos créditos gerados e alimentam críticas de *greenwashing*.

Em resposta a tais fragilidades, surgiram iniciativas de governança e padronização, dentre as quais se destacam a Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets (TSVCM) e, em sua continuidade, o Integrity Council for the Voluntary Carbon Market (ICVCM). Essas entidades estabeleceram os Core Carbon Principles, acompanhados de critérios de alta integridade, com o objetivo de restaurar a confiança no setor (ICVCM, 2021–2024).

A efetividade futura dos mercados voluntários de carbono dependerá, em grande medida, da adoção ampla de padrões rigorosos, do fortalecimento da transparência e da priorização de projetos de remoção de carbono com elevada qualidade ambiental em detrimento de compensações baseadas em critérios pouco robustos (Climate Focus, 2024).

A dicotomia entre tributação e mercado regulado revela-se, em grande medida, uma simplificação excessiva no processo de formulação de políticas públicas. Estudos recentes indicam que regimes híbridos e arranjos complementares constituem alternativas mais adequadas, ao conjugar diferentes instrumentos de regulação econômica e ambiental.

Nesse sentido, a implementação de um preço sobre o carbono — seja mediante tributação direta ou por sistemas de comércio de emissões (*Emissions Trading Systems – ETS*) — quando associada a políticas de fomento à inovação tecnológica (como subsídios a pesquisa e desenvolvimento e normas de desempenho ambiental) e a mecanismos de correção distributiva (como a destinação de receitas para a promoção da justiça social), resulta em um arcabouço normativo mais consistente e eficaz do que a adoção isolada de qualquer desses instrumentos.

Ademais, para que os mercados voluntários de carbono desempenhem função complementar legítima em relação às políticas obrigatórias, é imprescindível que os créditos negociados

apresentem adicionalidade real, ou seja, representem reduções de emissões que não estariam contempladas pelos regimes regulados. Também se faz necessária a prevenção de dupla contagem, tanto em nível nacional quanto internacional, a fim de preservar a integridade dos compromissos climáticos e a confiabilidade dos mecanismos de mitigação.

Evidências recentes provenientes de relatórios e estudos empíricos sugerem que os mecanismos de precificação de carbono vêm se expandindo de maneira expressiva. No ano de 2023, estima-se que estes instrumentos representaram aproximadamente 24% das emissões globais, gerando uma monta de receitas sem precedentes, situadas em torno de noventa e quatro bilhões de dólares. Não obstante esse avanço, é possível verificar que os preços médios permanecem muito abaixo do patamar que os especialistas apontam como desejável para limitar o aquecimento global em conformidade com os objetivos delineados pelo Acordo de Paris. Esse descompasso evidencia não apenas um desafio econômico, mas também político e social, ao sublinhar a complexidade de alinhar incentivos de mercado com metas climáticas globais (World Bank, 2023).

A experiência do EU ETS indica que reformas institucionais aumentam os preços e incentivam investimentos em energias renováveis. Simultaneamente, os mercados voluntários passaram por uma crise de credibilidade em 2023, o que levou a uma retração e a pedidos de reformas substanciais (Climate Focus, 2024). Essas evidências ressaltam a relevância de uma estrutura institucional adaptável, mecanismos de governança e procedimentos de verificação independentes.

Além da eficiência econômica, a imposição de preços sobre emissões pode impactar renda e preços ao consumidor, especialmente em países em desenvolvimento e entre estratos de menor renda, tornando imprescindível o desenho de mecanismos compensatórios (transferências, redução de tributos regressivos, fundos para transição justa). Em contextos nacionais, estudos brasileiros saudaram a possibilidade de um mercado regulado, mas destacaram riscos de captura regulatória, ausência de instrumentos compensatórios e necessidade de integração com políticas territoriais e de uso da terra (Silva, 2022; Carvalho, 2022). A governança transparente, a participação de atores locais e a proteção de direitos de populações tradicionais são elementos centrais para legitimar esquemas de precificação no espaço político e social.

A revisão aponta lacunas relevantes: (i) avaliação microeconômica dos efeitos distributivos em cadeias globais de valor; (ii) metodologias robustas para contabilizar adicionalidade e permanência em créditos voluntários; (iii) arranjos institucionais para interoperabilidade internacional de mercados sem perda de integridade contábil; (iv) interação entre precificação e políticas industriais em economias em desenvolvimento; e (v) estudos interdisciplinares que articulem economia, direito, ciência política e estudos ambientais para compreender barreiras

políticas e geopolíticas à escalação dos mercados (Silva, 2022; Carvalho, 2022). Novas pesquisas empíricas, inclusive com modelos de equilíbrio geral e avaliações de impacto por microdados, são necessárias para informar reformas e construir confiança social nos instrumentos de precificação.

Instrumentos de precificação do carbono constituem ferramentas essenciais para a mitigação de GEE, desde que acompanhados de desenho institucional rigoroso e políticas complementares. Tributos, mercados regulados e mercados voluntários desempenham papéis diferentes e, sob desenho apropriado, complementar. A eficácia prática depende de credibilidade do sinal de preço, integridade dos créditos, governança transparente e atenção às consequências distributivas. Para países como o Brasil, com vocação relativa à provisão de serviços ambientais e com desafios de governança territorial, é imperativo articular instrumentos de precificação com políticas de proteção socioambiental e mecanismos de transição justa. A agenda de pesquisa futura deverá aprofundar a avaliação empírica dos impactos setoriais e distributivos e apoiar a construção de arranjos internacionais de integridade e transparência.

Desse modo, os instrumentos de precificação não são apenas mecanismos econômicos, mas também instrumentos jurídicos capazes de concretizar direitos e deveres constitucionais. A adoção desses mecanismos pelo Estado brasileiro deve observar, portanto, os princípios da proporcionalidade, precaução, eficiência e justiça social, garantindo que os custos da descarbonização não recaiam de forma desproporcional sobre setores vulneráveis.

2.3 O mercado de carbono no Brasil

No contexto brasileiro, a construção de instrumentos de mercado para precificação de carbono não se limita a uma mera questão técnica ou econômica; ela representa, antes, um ponto de convergência entre decisões institucionais, políticas públicas setoriais e iniciativas privadas. A bioenergia, por exemplo, desponta como um setor central nesse arranjo, em que os mercados regulados coexistem e por vezes se tensionam com o mercado voluntário de carbono. O surgimento recente do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) acrescenta, ainda, uma dimensão legislativa que busca ordenar essas práticas, embora os desafios de integração entre diferentes mecanismos permaneçam evidentes. É nesse entrecruzamento que se encontra a complexidade real da precificação de carbono no país.

O programa RenovaBio, instituído pela Lei n.º 13.576/2017, exemplifica de forma particularmente elucidativa essa complexidade. Ao criar os Créditos de Descarbonização (CBio), o programa não apenas estabelece metas obrigatórias de redução de emissões para distribuidoras de combustíveis, mas também introduz critérios rigorosos de certificação da intensidade de carbono

dos biocombustíveis. É interessante notar que, embora o mercado de CBios se configure como regulado, seu sucesso depende tanto da integridade técnica dos créditos quanto da capacidade de governança e fiscalização, elementos cuja ausência poderia comprometer a efetividade ambiental e econômica da política (Tibúrcio *et al.*, 2023).

Em contrapartida, o mercado voluntário de carbono proporciona uma arena complementar, na qual é possível que agentes privados assumam compromissos extras de mitigação. Entretanto, a flexibilidade que caracteriza esse mercado também traz riscos: a credibilidade dos créditos, a rastreabilidade das reduções e a consistência metodológica continuam sendo questões fundamentais. Nesse contexto, a criação do SBCE representa uma tentativa de harmonizar os diversos mercados, apesar de sua consolidação ainda depender de escolhas estratégicas relacionadas a padrões de monitoramento, responsabilidades distributivas e transparência institucional (Grangeia, 2022).

O papel do mercado voluntário deve ser complementar a políticas públicas: créditos voluntários eficazes devem representar reduções adicionais às obrigações impostas por regimes regulados (não substituí-las) e requerem metodologias robustas de monitoramento, reporte e verificação (MRV) para evitar impactos indesejados, como o “greenwashing” corporativo (Vargas; Delazeri; Ferreira, 2023).

A criação do SBCE, formalizada pela Lei n.º 15.042/2024, que instituiu o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa, constitui marco decisivo para a institucionalização de um mercado regulado de *cap-and-trade* no país. O projeto, com raízes no Projeto de Lei n.º 2.148/2015 (e versões subsequentes), foi aprovado pelo Congresso e sancionado em dezembro de 2024, estabelecendo bases jurídicas para tetos, alocações, instrumentos financeiros associados e interconectividade com registros e mercado de capitais (Brasil, 2024).

Pretende-se que ele seja um marco para o país, que alinha as metas climáticas ao desenvolvimento econômico. O Ministério da Fazenda, em conjunto com o Banco Mundial e assistência do programa Partnership for Market Implementation, desenvolveu um Roteiro para essa implementação, que se reflete da seguinte maneira:

- Fase 1 (12 a 24 meses): regulamentação inicial, criação do órgão gestor e definição dos setores que serão regulados. Nesse momento, serão definidos os detalhes operacionais do sistema e as bases jurídicas para o funcionamento do mercado.
- Fase 2 (12 meses): operacionalização do sistema de monitoramento, relato e verificação (MRV) das emissões. As empresas terão de reportar suas emissões de forma padronizada, criando uma base de dados que permitirá a fiscalização do mercado.
- Fase 3 (24 meses): início da obrigação de apresentar relatórios de emissões e planos de monitoramento, o que fornecerá os dados necessários para o primeiro Plano Nacional de Alocação (PNA).
- Fase 4: início do primeiro ciclo de alocação de CBEs e operacionalização dos primeiros leilões. Será publicado o PNA, que definirá as regras de distribuição de cotas e o volume inicial disponível para o mercado. Nessa fase, as primeiras CBEs começam a ser

emitidas e negociadas, com a participação das empresas reguladas.

- Fase 5: implementação plena do mercado, com o primeiro leilão de CBEs e o início do mercado secundário, que permitirá negociações entre empresas (MF, 2024).

O objetivo dessas fases é garantir a segurança jurídica para as empresas reguladas, bem como atrair investimentos internacionais posicionando o país como protagonista no mercado global de carbono. Com a graduação do processo busca-se evitar impactos bruscos na economia e ao mesmo tempo oferece oportunidades as empresas para adequação as novas regras da legislação (MF, 2024).

Em relação a Lei 15.042/2024 é importante destacar seus principais aspectos dando ênfase em seu artigo 1º, que determina que:

Art. 1º Esta Lei 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).

Esta lei dirige-se as instalações, fontes e atividades localizadas no Brasil, que emitam ou possam emitir gases do efeito estufa. Normatiza-se também que a produção primária agropecuária, bem como a infraestrutura, benfeitorias e bens que estejam no interior dos imóveis rurais ou a ela estejam associados, não se submetem a obrigações impostas pelo SBCE. Acrescenta que não são consideradas emissões indiretas as que sejam decorrentes da produção de insumos ou de matérias-primas agropecuárias (Brasil, 2024).

Os parágrafos 4º e 5º especificam outras possibilidades:

§ 4º As emissões líquidas ocorridas em áreas rurais pertencentes ou controladas pelo operador da atividade, da fonte ou da instalação regulada e que estejam integradas aos seus processos de produção poderão ser contabilizadas em sua conciliação periódica, a critério do operador, para fins de cumprimento das obrigações impostas pelo SBCE, conforme regulamento editado pelo Poder Executivo.

§ 5º Eventuais remoções que excedam as emissões não serão automaticamente convertidas em Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVEs) e deverão submeter-se ao processo de registro no SBCE

Os princípios e características do SBCE estão no artigo 3º da legislação específica, em que se delimita ser um ambiente regulado pelo regime de limitação de emissões de GEE e da remoção de GEE no país, redução de representativos das emissões. Tem por finalidade dar cumprimento da Política Nacional de Mudanças Climáticas - PNMC, com a disciplina financeira em relação a negociação de ativos, bem como a definição de compromissos ambientais.

O artigo 4º delimita os seguintes princípios, sendo eles a harmonização e coordenação de

instrumentos necessários para o alcance dos objetivos e as metas da PNMC, entre eles os relacionados a precificação dos setores de carbono. Também se destaca a compatibilidade entre a Convenção-Quadro das Nações Unidas e a articulação com o SBCE, dando-se uma especial atenção aos compromissos assumidos pelo Brasil.

Outros princípios em destaque são:

- III - participação e cooperação entre a União, os Estados, os Municípios, o Distrito Federal, os setores regulados, outros setores da iniciativa privada e a sociedade civil;
- IV - transparência, previsibilidade e segurança jurídica;
- V - promoção da competitividade da economia brasileira;
- VI - redução de emissões e remoção de GEE nacionais de forma justa e custo-efetiva, com vistas a promover o desenvolvimento sustentável e a equidade climática;
- VII - promoção da conservação e da restauração da vegetação nativa e dos ecossistemas aquáticos como meio de fortalecimento dos sumidouros naturais de carbono;
- VIII - respeito e garantia dos direitos e da autonomia dos povos indígenas e dos povos e comunidades tradicionais;
- IX - respeito ao direito de propriedade privada e de usufruto dos povos indígenas e dos povos e comunidades tradicionais (Brasil, 2024, p.5).

As características da proposta normatizada nessa política encaixa-se na promoção da redução dos custos de mitigação de GEE à nível de sociedade; a conciliação periódica de obrigações entre as quantidades em relação as emissões líquidas; estabelecimento de critérios transparentes para definir quais as atividades emissoras. Conforme artigo 5º, destaca-se também:

- IV - implementação gradual do Sistema, com o estabelecimento de períodos de compromisso sequenciais e de limites máximos de emissões em conformidade com as metas definidas na PNMC;
- V - estrutura confiável, consistente e transparente para mensuração, relato e verificação de emissões e remoções de GEE das fontes ou das instalações reguladas, de forma a garantir a integridade e a comparabilidade das informações geradas (Brasil, 2024, p.5).

Há como característica determinante também a abrangência geográfica nacional, onde haverá a interoperabilidade com outros sistemas de comércio de emissões; a garantia da rastreabilidade eletrônica da emissão, detenção, cancelamento e transferência das CBEs e dos CRVEs. Por fim, o incentivo econômico para a remoção e redução das emissões de GEE no Brasil.

O Sistema Brasileiro de Comércio e Emissões de Gases de Efeito Estufa – SBCE, conforme a Lei 15.042/2024 tem em sua estrutura órgãos executivos, consultivos e deliberativos. Todos responsáveis pela garantia da implementação do sistema de forma eficaz. A norma que descreve essa estrutura é o artigo 6º que delimita os seguintes órgãos: Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima – CIM, o Comitê Técnico Consultivo Permanente e o órgão gestor, como assim se descreve:

Art. 6º A governança do SBCE será composta:

I - pelo Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), previsto no art. 7º da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009;

II - por seu órgão gestor;

III - pelo Comitê Técnico Consultivo Permanente. Parágrafo único. Ato do Poder Executivo federal estabelecerá as regras de funcionamento dos órgãos que compõem a governança do SBCE

O CIM é o órgão deliberativo que tem a competência governamental de estabelecer diretrizes gerais para o SBCE. Cabe a ele aprovar o Plano Nacional de Alocação, o qual definirá qual a quantidade de cotas brasileiras de Emissões e que estejam disponíveis para a distribuição. Além disso, nessa temática, pode instituir grupos técnicos para subsidiar suas decisões. Também articula as políticas públicas do clima, em conjunto com ministérios e setores no sentido de assegurar uma coordenação intergovernamental (Brasil, 2024).

Já o Comitê Técnico Consultivo Permanente, como o próprio nome já estipula, tem a função de órgão de consulta, no sentido de fornecer recomendações e subsídios técnicos para aprimorar as normas do SBCE. É um setor composto pela sociedade civil, academia, representantes do governo e setor privado. Preceito do artigo 9º como assim se destaca:

Art. 9º O Comitê Técnico Consultivo Permanente é o órgão consultivo do SBCE, ao qual compete apresentar subsídios e recomendações para aprimoramento do SBCE, tais como:

I - critérios para credenciamento e descredenciamento de metodologias para geração de CRVEs;

II - critérios a serem observados para elaboração da proposta do Plano Nacional de Alocação;

III - subsídios técnicos para o plano anual de aplicação de recursos de que trata o inciso IV do art. 7º desta Lei;

IV - outros temas a ele submetidos

O artigo 8º já normatiza as funções do órgão gestor, em que se destaca as funções normativas, sancionatórias, executivas e regulatórias. Dentre as responsabilidades destaca-se a regulação do mercado de ativos do SBCE, bem como a delimitação de metodologias específicas para o monitoramento das emissões. Também é encarregado de realizar a conciliação periódica de obrigações, além de:

IV - estabelecer, observadas as regras definidas no art. 30 desta Lei, os patamares anuais de emissão de GEE acima dos quais os operadores das respectivas instalações ou fontes passam a sujeitar-se ao dever de submeter plano de monitoramento e ao de apresentar relato de emissões e remoções de GEE; V - definir, observadas as regras constantes do art. 30 desta Lei, o patamar anual de emissão de GEE acima do qual os operadores das respectivas instalações ou fontes passam a submeter-se ao dever de conciliação periódica de obrigações; VI - definir os requisitos e os procedimentos de mensuração, relato e verificação das emissões das fontes e das instalações reguladas; VII - estabelecer os requisitos e os procedimentos para conciliação periódica de obrigações; VIII - elaborar e submeter ao CIM proposta de Plano Nacional de Alocação; IX - implementar o Plano Nacional de Alocação em cada período de compromisso; X - criar, manter e gerir o Registro

O trecho mencionado trata das competências atribuídas ao órgão regulador no âmbito do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), previsto na legislação climática nacional. Ele estabelece que cabe à autoridade definir os limites anuais de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) que determinam a obrigatoriedade de monitoramento, relato e conciliação por parte dos operadores de instalações ou fontes emissoras.

Além disso, o dispositivo normativo delimita os critérios e os procedimentos técnicos para mensurar e verificar as emissões, assegurando transparência e rastreabilidade. Também se atribui à autoridade a responsabilidade de propor e executar o Plano Nacional de Alocação, documento estratégico que define metas de emissões por setor. O trecho prevê ainda a criação e gestão de um Registro Central, que confere organização e segurança ao sistema.

Por fim, menciona-se a emissão de CBEs (Cotas Brasileiras de Emissão), instrumentos centrais para o funcionamento do mercado regulado de carbono. Trata-se, portanto, de um conjunto normativo que operacionaliza o controle e a redução progressiva das emissões no país. A partir dessa caracterização dessa normatização brasileira, é importante também verificar em outros países as medidas tomadas e normas regulamentadoras em estudo comparado.

Em relação aos recursos para o SBCE destaca-se as regras do artigo 27 e 28 da legislação em vigor, e que se pauta da seguinte forma. O artigo 27 faz uma enumeração sobre as fontes de financiamento e incluem recursos obtidos através dos leilões relacionados as Cotas Brasileiras de Emissões – CBEs, através de multas aplicadas, encargos setoriais, acordos realizados com entidades privadas e públicas, além de doações e subvenções. Essas receitas são fundamentais para garantir o funcionamento do SBCE e para viabilizar políticas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, em consonância com as metas nacionais de descarbonização (Brasil, 2024).

Já o art. 28 define a forma como esses recursos devem ser aplicados, estabelecendo uma ordem de prioridades. A lei determina que, no mínimo, 15% devem ser direcionados à manutenção e operacionalização do próprio sistema, enquanto ao menos 75% devem ser depositados no Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, para financiar investimentos voltados à descarbonização de setores regulados.

Além disso, destina-se no mínimo 5% à compensação dos povos indígenas e comunidades tradicionais pela conservação ambiental. A norma ainda detalha as áreas prioritárias para aplicação dos recursos, como inovação tecnológica, capacitação profissional e parcerias estratégicas. Essa destinação, entretanto, é limitada a um período de cinco anos a partir do primeiro ingresso de receitas, o que demonstra uma preocupação com a efetividade e o foco temporal das ações climáticas (Brasil, 2024).

Também deve ser estudado sobre quais são as obrigações dos operadores de instalações e quem são os que estão sujeitos a essas normas. O artigo 29 da SBCE destaca que:

Art. 29. Ficam os operadores das instalações e das fontes reguladas no âmbito do SBCE obrigados a:

- I - submeter plano de monitoramento à apreciação do órgão gestor do SBCE;
- II - enviar relato de emissões e remoções de GEE, conforme plano de monitoramento aprovado;
- III - enviar relato de conciliação periódica de obrigações;
- IV - atender outras obrigações previstas em decreto ou em ato específico do órgão gestor do SBCE.

O artigo 30 da lei que regula o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) estabelece quais operadores estarão sujeitos à regulação do sistema, com base na quantidade anual de emissões de gases de efeito estufa (GEE), medida em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e). De acordo com o texto, operadores que emitirem mais de 10.000 tCO₂e por ano estarão sujeitos a determinadas obrigações regulatórias, e aqueles que ultrapassarem 25.000 tCO₂e por ano estarão sujeitos a um conjunto mais amplo de exigências. Esses limites poderão ser aumentados por decisão do órgão gestor do SBCE, considerando fatores como custo-efetividade, os compromissos climáticos do Brasil e outros critérios específicos (Brasil, 2024).

Além disso, o artigo, da legislação acima citada também determina que as obrigações só se aplicarão às atividades para as quais existam metodologias consolidadas de mensuração, relato e verificação, considerando particularidades de cada setor. Também há uma exceção importante: unidades de tratamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos que adotem tecnologias comprovadamente eficazes para neutralizar suas emissões não estarão sujeitas aos limites definidos, sendo excluídas da regulação direta nesses termos. O objetivo do dispositivo é garantir que a regulação seja aplicada de forma técnica, justa e eficaz, alinhada à realidade operacional e ambiental dos setores envolvidos.

Assim, observa-se que o SBCE representa significativo avanço normativo, oferecendo ao país oportunidade de alinhar desenvolvimento econômico e proteção ambiental — elementos centrais da Constituição Econômica. Contudo, sua efetividade dependerá da capacidade estatal de implementar uma governança climática robusta, evitando retrocessos, garantindo previsibilidade regulatória e assegurando que o mercado de carbono cumpra seu papel como instrumento constitucionalmente adequado de sustentabilidade econômica.

2.4 O mercado de carbono em outros países

Os mercados de carbono internacionais têm evoluído de forma significativa nas últimas

décadas, oferecendo experiências variadas que auxiliam na compreensão dos desafios e oportunidades na implementação de sistemas de precificação de carbono

Dados do World Bank (2023) demonstram que há 32 ETS distribuídas em países como os Estados Unidos, Canadá, China, Japão, Coreia do Sul e México, bem como alguns integrantes da União Europeia. São iniciativas que representam 55% do PIB – Produto Interno Bruto, 17% das emissões globais e 30% da população. Desse total 27 já estão implementadas e cinco ainda em desenvolvimento.

Essas políticas vem para cumprir os objetivos de regulação e implementar medidas internas para a redução ou aquisição de créditos de carbono no mercado. Os dois principais ETS são o *cap-and-trade* e *base-and-credit*. Aquele tem como característica a aplicação de um limite máximo de emissões, sendo as licenças distribuídas via leilões ou gratuitamente. O segundo tipo já tem como requisitos que os níveis de emissão são definidos por entidades reguladas e os créditos de carbono emitidos por que tiverem a capacidade de reduzir as emissões abaixo do nível (World Bank, 2024).

Os ETS mais relevantes no contexto internacional são o Regime de Comércio de Emissões da EU – União Europeia; o da Califórnia – EUA, Coreia do Sul e México. O da União Europeia é o primeiro e maior mercado de carbono global multilateral, considerado como a pedra angular da política no continente europeu para combater as alterações climáticas (European Commission, 2023). Destina-se aos países membros, Irlanda do Norte, e países ligados a Associação Europeia de Comércio Livre. Caracteriza-se por emissões em 11 mil instalações na indústria e setor energético, além de operadores de aeronaves dentro da EU.

Conforme Trennepohl (2025):

Nos Estados Unidos, a Bolsa de Chicago (*Chicago Climate Change*) criou um mercado embrionário de CO₂ em 2004, que comercializou o primeiro milhão de toneladas, envolvendo 19 instituições que concordaram reduzir as emissões em 1% ao ano, durante quatro anos. Apesar dos Estados Unidos não terem ratificado o PK, a Califórnia e outros estados, que faziam parte da Iniciativa Regional de Gases de Efeitos Estufa, previram introduzir um programa de mercado com um limite obrigatório para reduzir as emissões no setor de energia. Os estados participantes têm orçamentos anuais de CO₂, licenças que podem ser negociadas entre seus participantes e leilões regionais de licenças de emissões (Trennepohl, 2025).

Outro exemplo é o CARB (California Air Resources Board) que se caracteriza por trabalhar com agências federais e estaduais para garantir uma supervisão eficiente de mercados voluntários e regulados de carbono. É uma ação em colaboração com o Procurador-Geral da Califórnia, no sentido de desenvolver o regulamento do programa e ajudar em futuras atividades de fiscalização. Essa equipe está envolvida com os seguintes órgãos: The Federal Energy Regulatory Commission; The Commodity Futures Trading Commission e California Independent System Operator (CARB,

2024).

Na Ásia Oriental o K-ETS é o primeiro obrigatório nesse continente. Na Coreia do Sul abrange 74% das emissões para ajudar a tornar o carbono neutro até 2050, meta essa que foi incorporada na lei intitulada “Carbon Neutral Framework Act”, promulgada em 2021 (ICAP, 2022). A origem desse programa é de 2010, pela norma “Framework Act on Low Carbon, Green Growth”.

Na América do Norte, no México, há o “cap and trade”, que criou o sistema de comércio de emissões. As instalações desses setores deverão apresentar um direito de emissão por tonelada de CO₂ emitida, em que podem negociar com empresas, receber ou comprar direitos. Foi o primeiro país em desenvolvimento a instituir um mercado regulador, pautando-se sua meta em uma redução de 50% até 2050 (Gobierno Del Mexico, 2021).

Na China, desde de Julho de 2021, as empresas que se destacam no setor de energia só podem emitir os gases do efeito estufa até em um determinado limite. Quem ultrapassar o valor estipulado deve pagar multa ou comprar as licenças de poluição das outras empresas que não ultrapassaram o limite. É assim que funciona o mercado de carbono chinês, que não tem um marco regulatório, mas implementou essas estratégias para zerar as emissões até 2060.

Embora essas experiências sejam valiosas, é importante compreender que nenhuma delas é plenamente replicável no Brasil, pois cada mercado reflete uma combinação própria de capacidades institucionais, nível de industrialização, matriz energética, cultura regulatória e estrutura federativa. O mercado brasileiro deve ser desenhado com atenção às desigualdades regionais, à concentração fundiária e à forte dependência do setor agropecuário, elementos ausentes em muitos mercados do Norte Global.

Muitos dos problemas enfrentados nos mercados internacionais — como sobre-alocação inicial, volatilidade de preços, captura regulatória e fragilidades de MRV — tendem a ser agravados no Brasil caso o desenho do SBCE não incorpore mecanismos de governança fortes desde o início.

Dessa forma, as experiências internacionais não servem apenas como modelos descritivos, mas como parâmetros críticos que demonstram a necessidade de combinar princípios constitucionais, capacidade institucional e coerência regulatória, a fim de que o mercado brasileiro seja efetivo, íntegro e alinhado aos objetivos nacionais de desenvolvimento sustentável.

2.5 Aspectos regulatórios e legais do mercado de carbono brasileiro

A discussão sobre o mercado de carbono no Brasil deixou de ser periférica e, hoje, já atravessa de modo incisivo tanto o discurso jurídico quanto o econômico. Talvez se possa dizer que essa centralidade não decorre apenas de imposições externas - ainda que estas sejam relevantes, sobretudo no contexto dos compromissos assumidos em foros multilaterais -, mas de um

movimento interno que pressiona por algum grau de racionalização normativa. Afinal, não basta ao país ostentar recursos naturais abundantes ou matriz energética relativamente limpa; é preciso estruturar mecanismos que, de fato, convertam tais condições em vantagens competitivas e, ao mesmo tempo, em instrumentos de justiça socioambiental.

Não se deve, contudo, imaginar que o caminho percorrido até aqui tenha sido linear. Ao contrário: a construção regulatória brasileira foi marcada por avanços tímidos, hesitações e, em muitos momentos, uma sensação de improviso institucional. Basta recordar a Lei nº 12.187/2009, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). À época, o texto foi saudado como pioneiro, pois projetava o país em consonância com debates globais. Porém, sua natureza programática impediu que dela decorressem instrumentos concretos de precificação de emissões. O resultado foi uma década em que o setor privado, ONGs e até entes subnacionais se lançaram em iniciativas voluntárias, muitas vezes referenciadas em padrões estrangeiros como o VCS ou o Gold Standard, mas sem qualquer garantia de integração sistêmica (Neiva, 2021).

Essa ausência de coordenação, como adverte Silva (2022), produziu efeitos paradoxais: de um lado, estimulou experimentações; de outro, gerou insegurança jurídica e dificultou a expansão de um mercado doméstico de créditos de carbono. Não é exagero dizer que o Brasil perdeu tempo precioso. Paradoxal porque, em tese, dispunha de vantagens comparativas inquestionáveis, mas não conseguiu transformá-las em instrumentos normativos sólidos.

Somente mais recentemente o Executivo buscou corrigir essa lacuna, com o Decreto nº 11.075/2022. Esse diploma, ainda incipiente em muitos aspectos, trouxe diretrizes para os Planos Setoriais de Mitigação e instituiu o Sistema Nacional de Redução de Emissões (SINARE). O sistema, ao menos no plano teórico, parece avançar em pontos antes negligenciados: transparência, rastreabilidade e uniformidade. Mas aqui é preciso certa cautela; decretos no Brasil, não raro, criam estruturas que permanecem inacabadas, seja por falta de articulação política, seja pela ausência de regulamentação complementar. Em outras palavras: o SINARE poderá ser uma base promissora ou apenas mais um repositório burocrático sem impacto real.

O fortalecimento institucional da agenda climática no Brasil ganhou novo impulso com o Decreto nº 11.550/2023, que reorganizou o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima. A intenção formal era clara: dotar o governo de maior capacidade de coordenação, aproximando diferentes órgãos setoriais de uma pauta que, por definição, atravessa esferas múltiplas e, às vezes, conflitantes. No entanto, convém ressaltar que decretos, por mais importantes que sejam, não passam de arranjos preparatórios. Funcionam como sinais políticos, indicações de disposição do Estado, mas não substituem a necessidade de um marco regulatório sólido, específico, capaz de dar sustentação a um mercado de carbono que não seja apenas simbólico.

Essa lacuna começou a ser preenchida, ainda que parcialmente, somente em dezembro de 2024, quando se sancionou a lei que estabelece as bases do mercado regulado de carbono brasileiro. O diploma legal criou mecanismos de emissão, registro e negociação de créditos, sinalizando, ao menos em tese, uma aproximação do país com mercados já mais maduros internacionalmente. Ainda assim, não se trata de um avanço completo, a lei abre um capítulo promissor, mas sua eficácia dependerá de desdobramentos posteriores — regulamentos técnicos, sistemas de monitoramento, arranjos administrativos capazes de evitar problemas recorrentes, como dupla contagem de reduções ou ausência de adicionalidade.

A governança regulatória, nesse contexto, emerge como questão central. Pesquisas do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS, 2023) destaca que sem uma arquitetura institucional clara e centralizada, coordenando órgãos e padronizando metodologias, o mercado corre sério risco de fragmentação. Fragmentação não apenas administrativa, mas normativa e até simbólica - diferentes critérios e padrões que podem minar a credibilidade do sistema perante investidores e parceiros internacionais.

Ainda assim, seria simplista restringir a análise à esfera federal. Silva (2022) lembra que estados e municípios desempenham papel estratégico, especialmente porque estão mais próximos da implementação concreta de políticas setoriais. É nesse nível que se decidem muitas das interações com comunidades tradicionais, localizadas justamente em territórios de elevado potencial de geração de créditos. Ignorar essa participação não enfraquece apenas a governança; compromete também a legitimidade social do sistema, tornando-o distante das realidades que deveria abarcar.

Outro aspecto relevante é a interseção entre regulação climática e governança corporativa. Pesquisa de Moutinho (2024) mostra que a divulgação de informações sobre emissões e estratégias climáticas influencia a avaliação de risco no mercado de capitais brasileiro, o que implica que políticas de carbono têm efeitos diretos sobre valorizações e investimentos. A consolidação de um mercado regulado pode, portanto, alinhar práticas de *disclosure* com padrões internacionais, ampliando a integração do Brasil ao sistema financeiro global e influenciando a precificação de ativos. Essa constatação reforça a necessidade de coerência entre normas ambientais, societárias e financeiras.

A obra de Silva (2022), assim como a tese de Soares da Silva (2022), destaca que o mercado de carbono, para além de um instrumento econômico, deve ser compreendido como política pública sujeita a princípios constitucionais de equidade, proteção socioambiental e participação democrática. Isso implica a criação de salvaguardas jurídicas robustas, voltadas não apenas à integridade ambiental dos créditos, mas à proteção de direitos fundamentais das populações envolvidas. Nesse sentido, a regulação nacional deve articular objetivos de mitigação climática a

instrumentos de justiça distributiva, sob pena de aprofundar desigualdades históricas no acesso e controle dos recursos ambientais.

Diante desse panorama, observa-se que a recente sanção da lei que estrutura o mercado regulado brasileiro inaugura um momento decisivo. A partir dela, a questão central não é mais se haverá um mercado regulado de carbono no país, mas como este será operacionalizado, e com quais critérios jurídicos, técnicos e distributivos.

Neste contexto, a lei deixa claro que os ativos do SBCE, entre eles as Cotas Brasileiras de Emissões – CBE e os Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões – CRVE, e créditos de carbono, são considerados pela legislação como valores mobiliários a partir da negociação em mercados financeiros e de capitais. O Artigo 14 da Lei nº 15.042/2024, declara a regulamentação pela Comissão de Valores Mobiliários – CVM, o que garante padrões de transparência e segurança, conforme se delimita:

Art. 14. Os ativos integrantes do SBCE e os créditos de carbono, quando negociados no mercado financeiro e de capitais, são valores mobiliários sujeitos ao regime da Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976 (Lei da Comissão de Valores Mobiliários). Parágrafo único. Será admitida a colocação privada dos ativos mencionados no caput deste artigo fora do âmbito do mercado financeiro e de capitais, caso em que tais colocações não estarão sujeitas à regulamentação da Comissão de Valores Mobiliários.

Assim, esses ativos do SBCE quando negociados em mercados organizados ou através de colocações privadas, conforme o artigo acima citado, permite as colocações privadas ocorram no mercado financeiro seguindo as regras estabelecidas pela CVM, o que facilita as transações entre investidores e empresas. A regulação desses ativos é regulamentado pela CVM, que pode exigir que os mesmos sejam escriturados e custodiados pelas instituições financeiras autorizadas.

Artigo 15 da Lei nº 15.042/2024 assim especifica:

Art. 15. A Comissão de Valores Mobiliários poderá determinar que, para fins de negociação no mercado de valores mobiliários, os ativos integrantes do SBCE e os créditos de carbono sejam escriturados em instituições financeiras autorizadas a prestar esse serviço, nos termos do § 2º do art. 34 da Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976 (Lei das Sociedades Anônimas). § 1º Compete ao escriturador realizar o registro da titularidade dos ativos integrantes do SBCE e dos créditos de carbono, quando internalizados no sistema, bem como a averbação para transferência de titularidade, constituição de direitos reais ou quaisquer outros ônus sobre os ativos. § 2º Ato do órgão gestor do SBCE disciplinará a interoperabilidade dos registros do escriturador com o Registro Central do SBCE.

Em relação aos ativos a CVM, conforme artigo 16, está autorizada a estabelecer requisitos e registros para a negociação do mercado de capitais. Isso inclui a custódia como depositário de regras informacionais específicas e central, e assegura que os investidores tenham informações confiáveis sobre quais estão sendo negociados.

Esses ativos são integrados ao mercado de capitais, o que aumenta a liquidez e atratividade dos créditos de carbono, para uma maior participação de investidores e empresas. Assim, há um fortalecimento do mercado de emissões, para a promoção de oportunidades econômicas, para a redução das emissões de GEE.

Outro aspecto a ser estudado é a redução ou remoção das emissões, que podem ser deduzidos na apuração de lucro real, conforme artigo 21 da Lei nº 15.042/2024, desde que esses gastos relacionem-se com a obtenção de CBEs ou CRVEs e sejam comprovados de acordo com a legislação tributária.

Já o artigo 22 do mesmo ordenamento jurídico trata sobre a possibilidade de cancelamento desses ativos, nos seguintes termos:

Art. 22. Respeitadas as competências federativas previstas na Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, é competência exclusiva da União o estabelecimento de limites de emissão aos setores regulados, de acordo com o Plano Nacional de Alocação e com os parâmetros definidos nesta Lei, vedadas a dupla regulação institucional e qualquer tributação sobre emissões de GEE por atividades, por instalações ou por fontes reguladas pelo SBCE (Brasil, 2024).

O artigo 22 da legislação citada estabelece que a União detém competência exclusiva para definir os limites de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) nos setores que fazem parte do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE). Essa prerrogativa deve ser exercida em conformidade com o Plano Nacional de Alocação e os parâmetros previstos na própria lei. Ao reafirmar o respeito às competências dos entes federativos conforme a Lei Complementar nº 140/2011.

O dispositivo busca evitar conflitos de competência, mas, ao mesmo tempo, proíbe expressamente que Estados ou Municípios imponham dupla regulação ou tributação específica sobre as emissões das atividades já reguladas pelo SBCE. Com isso, o artigo visa garantir segurança jurídica, padronização e centralização das normas climáticas no âmbito federal, evitando sobreposições normativas que poderiam comprometer a eficiência e a credibilidade do mercado regulado de carbono no Brasil.

Os artigos 25 e 26 regulamentam os critérios e exigências para a geração de Créditos de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVEs) no âmbito do SBCE. O art. 25 determina que as metodologias para geração de CRVEs deverão ser previamente credenciadas pelo órgão gestor do sistema, assegurando a credibilidade dos ativos, a integridade ambiental, o cumprimento de salvaguardas socioambientais e a prevenção da dupla contagem de emissões.

Tais metodologias devem, sempre que possível, ser compatíveis com tratados internacionais

sobre clima e, quando envolverem territórios ocupados por povos indígenas e comunidades tradicionais, devem respeitar princípios legais específicos.

Já o art. 26 estabelece os requisitos para que desenvolvedores e certificadores estejam aptos a operar projetos e programas de carbono. Eles devem ser pessoas jurídicas constituídas segundo as leis brasileiras e, no caso dos certificadores, possuir um capital social mínimo equiparado ao exigido para companhias hipotecárias, conforme regulamentos do Banco Central. Esses dispositivos visam garantir a qualificação técnica e financeira dos agentes que operam no mercado regulado de carbono, assegurando confiabilidade e integridade ambiental nas transações de créditos (Brasil, 2024).

Acrescenta ainda nos parágrafos §1º e 2º, o seguinte:

§ 1º É vedada a análise dos projetos de que trata o *caput* deste artigo pelo órgão gestor do SBCE, bem como qualquer discriminação ou preferência, com relação ao credenciamento, entre metodologias de projetos privados e programas públicos.

§ 2º O descredenciamento de metodologias no âmbito dos mecanismos multilaterais ensejará a sua revisão no âmbito do SBCE.

Em relação ao Plano de Monitoramento e da Mensuração, Relato e Verificação de Emissões, o documento legal estipula que a cada período de compromisso os operadores deverão submeter junto ao órgão gestor do SBCE, para sua aprovação, de um plano de monitoramento. Esse deve ser elaborado de acordo com as regras emitidas pelo próprio órgão gestor. Há também uma obrigatoriedade para o operador que anualmente deve relatar as emissões e remoções de GEE, conforme o plano, acima especificado e que foi devidamente aprovado. Esses dados relatados serão submetidos a validação de um organismo de avaliação e inseridos no Registro Central do SBCE.

Por fim, é importante destacar as punições que podem ser aplicadas em caso de descumprimento. O artigo 35 assegura o princípio do duplo grau de jurisdição administrativa, conforme previsto no § 1º do artigo 56 da Lei nº 9.784/1999, que rege o processo administrativo federal. Isso significa que todas as decisões emitidas pelo órgão gestor do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) poderão ser objeto de recurso junto a uma instância superior dentro da própria estrutura do órgão, garantindo ao administrado a possibilidade de revisão das deliberações. Além disso, esse artigo determina que caberá à regulamentação específica a definição detalhada das condutas que constituem infrações administrativas, relacionadas ao descumprimento das obrigações impostas pelo SBCE.

Já o artigo 36 estabelece que as atividades de fiscalização e aplicação de sanções, no âmbito do SBCE, deverão respeitar os princípios e garantias previstos na Lei nº 13.874/2019, conhecida como a Lei da Liberdade Econômica. Essa legislação visa assegurar maior segurança jurídica e

racionalidade na atuação estatal, especialmente quanto à intervenção regulatória sobre atividades econômicas.

O artigo 37 da legislação, seus incisos e parágrafos especifica as penalidades que podem ser aplicados, nos seguintes termos:

Art. 37. No âmbito do SBCE, serão aplicáveis as seguintes penalidades, cumulativa ou isoladamente:

I - advertência;

II - multa;

III - publicação, a expensas do infrator, de extrato da decisão condenatória por 2 (dois) dias seguidos, de 1 (uma) a 3 (três) semanas consecutivas, em meio de comunicação indicado na decisão, nos casos de reincidência de infrações graves;

IV - embargo de atividade, de fonte ou de instalação;

V - suspensão parcial ou total de atividade, de instalação e de fonte;

VI - restritiva de direitos, que poderá consistir em:

a) suspensão de registro, de licença ou de autorização;

b) cancelamento de registro, de licença ou de autorização;

c) perda ou restrição de incentivos e de benefícios fiscais;

d) perda ou suspensão da participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito;

e) proibição de contratar com a administração pública, pelo período de até 3 (três) anos.

Com isso, reforça-se o compromisso de que as ações punitivas e fiscalizatórias serão pautadas por critérios objetivos, respeito ao devido processo legal e pela mínima interferência estatal na livre iniciativa, sempre em conformidade com os direitos e deveres já consagrados no ordenamento jurídico brasileiro.

Por fim, um mercado de carbono regulado exige ambiente de segurança jurídica capaz de atrair investimentos, garantir previsibilidade normativa e reduzir custos de transação. A estabilidade das regras é condição para que empresas possam planejar transições produtivas e para que a livre iniciativa atue dentro dos parâmetros constitucionais de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável.

2.6 Interações entre o mercado de carbono e as políticas públicas ambientais

As políticas públicas climáticas estruturam a atuação do Estado brasileiro no enfrentamento da crise climática, buscando articulação entre instrumentos regulatórios, incentivos econômicos e compromissos internacionais. A atuação estatal é fundamental para definir metas, integrar setores produtivos, reduzir emissões e promover medidas de adaptação. Nesse sentido, políticas como o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), o Plano ABC+ e o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) constituem pilares para a implementação de estratégias de mitigação e estímulo à sustentabilidade no território nacional.

Esse tópico trará uma abordagem sobre alguns trabalhos já existentes em que há uma interação entre as políticas públicas ambientais e o mercado de carbono.

O debate contemporâneo, mais do que abordar isoladamente instrumentos econômicos ou normas regulatórias, procura compreender a articulação entre esses elementos: como sistemas de comércio de emissões (ETS), créditos de carbono e mecanismos *voluntários* de compensação podem interagir com políticas regulatórias tradicionais, tais como padrões setoriais, normas de emissão e políticas de uso do solo.

Um deles é o Renovabio em que recomenda-se padrões de combustíveis com baixa emissão de carbono no setor de transporte.

A métrica utilizada são as emissões totais de carbono e outros GEEs, tendo como base o potencial em relação ao aquecimento global por unidade de energia do combustível. Considera-se também os GEE emitidos a partir do ciclo normal da vida, a partir do uso da terra, processamento, cultivo, transporte, uso do combustível e distribuição (Yeh e Sperling, 2010).

Conforme Carb (2009) essa política foi adotada no estado da Califórnia, Estados Unidos da América, através de procedimento, conceitos e normas. O processo de adoção inicia-se em 2008, tendo a maioria dos regulamentos finalizados em 2009, com entrada em vigor 2010. A meta era que os fornecedores de combustíveis deveriam reduzir suas emissões até 2020.

Diante desse cenário, passa-se a pensar os biocombustíveis para a segurança energética, além das vantagens ambientais e econômicas, através da disponibilidade de fontes de biomassa comuns. Esses biocombustíveis são fonte de energia renovável que se originam de plantas, sementes, frutos e também recebem o nome de agrocombustíveis. São, por exemplo, derivados da biomassa florestal, oleaginosas, cana-de-açúcar, bem como outras fontes.

No Brasil o biodiesel e o etanol, constituem um importante vetor de desenvolvimento para a economia. Geram também uma notória contribuição social e ambiental. Em 2004, o governo implanta o Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel – PNPB, com inclusão social, no desenvolvimento territorial para o fomento de sustentabilidade no contexto da utilização como fonte limpa e renovável de energia (Chaves e Gomes, 2012).

Conforme dados da Agência Nacional do Petróleo, dez anos após a implementação do programa acima mencionado, a produção de biocombustível bateu recordes. Dados de 2021 apontam que a capacidade mínima era de 12,4 milhões de metros cúbicos e a produção nacional foi de 6,8 milhões de metros cúbicos, o equivalente a 54,5% da capacidade total. Quando comparada com a produção de 2020, a produção de 2021 superou em 5% a de 2020 (ANP, 2022).

Reforçando os dados a ANP ainda delimita que:

De acordo com a mesma fonte, em 2021, a produção total de etanol registrou queda de 8,3%, totalizando 30 milhões de metros cúbicos. No entanto, a produção nacional de etanol anidro foi de 11,4 milhões de metros cúbicos, 11,6% maior em relação a 2020. A produção de etanol hidratado diminuiu 17,4%, totalizando 18,6 milhões de metros cúbicos, 62% da produção nacional de etanol. Além disso, cabe destacar que a taxa média de crescimento no período 2012-2021 foi de 3% e 1,4%, para etanol hidratado e anidro, respectivamente.

Esse programa instituído pela Lei 13.576/2017, veio para incentivar e fortalecer esses insumos energéticos. Também tem a intenção de contribuir para o atendimento do Brasil junto aos compromissos assumidos no Acordo de Paris, bem como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – CQNUMC. Busca aumentar uma participação brasileira de aproximadamente 18% na matriz energética, até o ano de 2030; tornar mais competitivos os biocombustíveis do mercado nacional e expandir a produção do uso de biocombustíveis (Brasil, 2017).

É uma política baseada nos seguintes princípios, informados no artigo 3º e incisos da legislação, acima especificada:

Essa política energética apresenta os seguintes princípios:

- analisar a participação dos biocombustíveis, com ênfase na sustentabilidade industrial e na segurança do abastecimento;
- proteger o consumidor quanto a preço, qualidade e oferta de produtos;
- eficácia dos biocombustíveis em contribuir para a mitigação efetiva de emissões de GEE e de poluentes locais;
- contribuir para a geração de emprego, renda e desenvolvimento regional, bem como para a promoção da bioeconomia sustentável;
- aprimoramento da eficiência energética, com o seu uso em veículos, máquinas e equipamentos; e
- impulso ao desenvolvimento tecnológico e à inovação

Os instrumentos do RenovaBio são os CBIOS, definidos como um ativo ou *commodity* emitidos por importadores ou produtores de biocombustíveis, certificados pela ANP. O objetivo é reduzir a emissão de carbono na atmosfera. Como contrapartida os distribuidores dos combustíveis fósseis possuirão algumas metas anuais de descarbonização, calculadas pela ANP, na proporção da quantidade comercializada.

Esses CBIOS não tem data de validade e podem ser retirados ou aposentados no mercado. A aposentadoria desse mecanismo deve ser requerida e deve ser equivalente a mesma quantidade das metas de descarbonização que foi estabelecida, quando da implantação. Incentivam a produção, participação de energia renovável e contribui para a redução dos gases poluentes quando se usa em menos quantidade os combustíveis fósseis (IPEA, 2023).

2.7 O papel do mercado de carbono no cumprimento das metas climáticas brasileiras (Acordo de Paris e NDC)

Em Paris, na 21ª Conferência das Partes – COP21, adotou-se como objetivo o fortalecimento da resposta do planeta em relação a ameaça em relação a mudança do clima, além de reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos que advêm dessas mudanças.

Nessa Conferência do Clima, 195 países aprovaram o UNFCCC para emissão de gases do efeito estufa, em prol do desenvolvimento sustentável. Foi um compromisso que pautou pela manutenção do aumento da temperatura global em menos de 2°C, acima dos níveis pré-industriais e buscar grandes esforços no sentido de limitar o aumento da temperatura a 1,5°C.

Para o alcance do objetivo desse Acordo, os governos, inclusive o Brasileiro, se envolveram na construção internamente de seus próprios compromissos, a partir das chamadas iNDCs – Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas. A partir disso, cada nação passa a apresentar a sua contribuição para a redução da emissão dos gases do efeito estufa, a partir de sua viabilidade em relação ao cenário econômico e social local (Brasil, 2018).

No Brasil o processo de aprovação pelo Congresso Nacional desse acordo se concluiu em 12 de setembro de 2016, tendo sido entregue as Nações Unidas no mesmo mês em 21 de setembro. A partir desse momento as metas deixam de ser pretendidas e tornam-se oficiais, passando a receber apenas a nomenclatura de NDC. A NDC comprometeu-se a reduzir em 37% abaixo nos níveis de 2005, até 2025, dando-se uma contribuição em 43% até 2030. Ainda busca o empenho no sentido de aumentar a participação da bioenergia na matriz energética do país, em um valor aproximado de 18%, e restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas e alcançar uma estimativa de 45% de energias renováveis, até 2030.

Para a apresentação do NDC em plano internacional o Brasil abrangeu todo o território nacional, ficando o governo com a incumbência de definir quais os setores priorizaria, e quais ações e políticas implementaria. As ações para o alcance dessa mitigação, pautou-se na meta de temperatura, para tentar alcançar uma temperatura abaixo de 2°C, aliando-se a:

- i) uso sustentável da bioenergia;
- ii) medidas em grande escala no setor de mudança do uso da terra e florestas;
- iii) triplicar a quase quadruplicar na matriz energética mundial, até 2050, a participação de fontes de energia sem emissão ou com baixo nível de emissões de carbono (MMA, 2016, p. 4).

A base para a construção desse componente de mitigação considerou-se três setores com maior participação no perfil brasileiro de emissões em 2012. Os destaques foram o aumento do consumo de biocombustíveis, acima já especificado, a partir da matriz energética brasileira em um

percentual aproximado de 18% até 2030. Aumenta-se a oferta de etanol, e aumenta a parcela de biodiesel.

No setor florestal, já se destaca o fortalecimento do Código Florestal nos três níveis da federação, com o fortalecimento das políticas no território da Amazônia brasileira, com perspectiva de se atingir o desmatamento ilegal zero até 2030, com a compensação das emissões de gases do efeito estufa. Previu também o reflorestamento e restauração de 12 milhões de hectares de florestas também até 2030. Outra meta é a ampliação da escala de manejo sustentável das florestas nativas, utilizando-se da rastreabilidade e georeferenciamento para desestimular as práticas insustentáveis e ilegais (MMA, 2016).

No setor da energia, o documento da NDC, destaca as seguintes metas a serem alcançadas:

- iii) no setor da energia, alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030, incluindo:
 - expandir o uso de fontes renováveis, além da energia hídrica, na matriz total de energia para uma participação de 28% a 33% até 2030;
 - expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de eólica, biomassa e solar;
 - alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030 (MMA, 2016, p. 6).

Em relação ao setor agrícola, o país pretende fortalecer o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, intitulado plano ABC, que é a principal estratégia para o desenvolvimento sustentável no agronegócio agrícola. Em especial se destaca a restauração de 15 milhões de hectares em pastagens degradadas até 2030, e o incremento de 5 milhões de hectares em que se haja a integração da lavoura-pecuária-florestas – ILPF. Já no setor industrial volta-se para a promoção de tecnologias limpas e ampliação de eficiências energética e baixo carbono. Nos transportes, melhorar a infraestrutura, transporte público e médias de eficiência.

No caso brasileiro, a combinação de grande estoque de vegetação nativa, elevada cobertura florestal e uma matriz energética com parcela significativa de fontes renováveis cria condições comparativas favoráveis para a geração de créditos relativos a remoções e a reduções no setor LULUCF (uso da terra, mudança no uso da terra e florestas) e para medidas de eficiência energética e bioenergia. Entretanto, a materialização desse potencial esbarra em problemas de segurança fundiária, capacidade técnica local e fragilidade de governança em nível subnacional, fatores que influenciam diretamente a capacidade de projetar reduções permanentes e distribuir benefícios de forma equitativa. Sem políticas públicas que fortaleçam titulação de terras, mecanismos de participação de comunidades e investimentos em capacidades locais de MRV, há risco de que a arrecadação e os benefícios econômicos decorrentes da venda de créditos sejam capturados desproporcionalmente por atores mais capitalizados, prejudicando o papel redistributivo que

políticas climáticas deveriam desempenhar (Silva, 2022).

É importante ressaltar que o mercado de carbono não é estático. Evolui em função de fatores políticos, técnicos e econômicos - novas regras internacionais, pressões regulatórias de parceiros comerciais ou flutuações na demanda por créditos podem alterar estratégias nacionais. Escândalos envolvendo fraudes, irregularidades fundiárias ou falhas de adicionalidade comprometem a reputação do mercado, afetando a disposição de compradores internacionais e, consequentemente, a capacidade de financiamento de ações previstas nas NDCs.

Assim, políticas públicas que incorporem mercados de carbono devem priorizar flexibilidade regulatória, mecanismos de aprendizagem institucional e capacidade de resposta rápida a falhas. É necessário combinar monitoramento contínuo com revisão periódica de normas técnicas e de governança, de modo que ajustes e correções possam ser feitos de maneira ágil e confiável.

Em síntese, a literatura e relatórios técnicos convergem: mercados de carbono podem desempenhar papel relevante no cumprimento das metas climáticas brasileiras, desde que integrados a um arcabouço regulatório e institucional robusto, que assegure integridade ambiental, contabilização transparente, repartição justa de benefícios e articulação com políticas setoriais e sociais. As NDCs brasileiras se fortalecem quando o mercado funciona como catalisador de investimentos para mitigação e restauração, com regras de participação claras e equitativas e mecanismos de registro e conformidade alinhados ao Artigo 6 do Acordo de Paris (ICCBRSIL, 2022).

O que se percebe, pois, é que o mercado de carbono oferece oportunidades estratégicas para a concretização das metas nacionais, mas sua eficácia dependerá decisivamente do equilíbrio entre inovação de mercado e rigor regulatório público.

2.8 Aspectos críticos sobre o mercado de carbono

A análise das limitações internas do mercado de carbono costuma ser apresentada como mera nota de prudência ou ressalva metodológica, mas, quando examinada com maior atenção, revela um conjunto de fragilidades que atravessam sua própria razão de existir: o que se desenha é um campo marcado por disputas epistemológicas, zonas de sombra institucional e tensões entre interesses privados e responsabilidades coletivas.

Diante desse cenário, impõe-se uma reflexão que vá além do entusiasmo normativo para examinar os fundamentos sobre os quais se apoiam as promessas de mitigação via créditos. Muitos

projetos operam sobre bases incertas, estimativas que oscilam e métricas suscetíveis a manipulações discretas.

Em primeiro lugar, a noção de “adicionalidade” constitui alicerce teórico-metodológico para a validade dos créditos de carbono, exigindo que os resultados de redução ou remoção de gases de efeito estufa só ocorram em virtude do projeto financiado, e não como consequência de cenários pré-existentes (Silva, 2025).

A literatura crítica, especialmente Barbara Haya (2021), mostra que grande parte dos créditos voluntários globais apresentam problemas graves de adicionalidade, risco de reversão e superestimativa de reduções e sem fiscalização robusta, mercados voluntários tendem ao greenwashing — risco que a regulamentação brasileira deve evitar ao máximo.

Nesse sentido, muitos dos projetos reconhecidos em mercados voluntários ou regulados falham em demonstrar de modo convincente que tais resultados não teriam ocorrido mesmo sem o aporte derivado da venda de créditos, de modo que a suposta mitigação passa a carecer de base causal concreta. Estudos recentes sinalizam que cerca de um terço dos créditos no mercado voluntário global não atingem os padrões mínimos de “alta integridade” justamente por não cumprirem o critério de adicionalidade (Recessary, 2024).

Essa “falsidade” transforma cada crédito em potencial instrumento de greenwashing: empresas continuam emitindo sem promover reduções efetivas e adquirem “licença para poluir” com base em um sistema de compensação que, na prática, não promove mudança de trajetória climática (Pérez-Marín, 2025).

Ademais, a proliferação de metodologias variadas, padrões concorrentes e sistemas de certificação distintos acentua a incerteza. A ausência de padronização robusta fragiliza o papel de auditoria e verificação, tornando mais fácil a legitimação de projetos de baixa qualidade. Algumas certificadoras dependem diretamente dos valores pagos pelos próprios desenvolvedores de projetos, o que introduz potencial conflito de interesse no processo de credenciamento e aprovação de créditos, um incentivo perverso à “corrida para o fundo do poço” (*race to the bottom*) (INSA, 2025).

Esse conjunto de fragilidades revela que o mercado de carbono, longe de ser um recurso seguro e inequívoco de mitigação, pode representar uma ilusão organizada: créditos vendidos e comprados, selos de sustentabilidade e relatórios de neutralidade, entre outros, mas com mínima (ou nenhuma) correspondência com reduções reais de emissões. A confiança num sistema regulado ou voluntário pode ocultar uma lógica essencialmente contábil e especulativa, em que o “valor” do carbono se sustenta menos em mitigação concreta do que em expectativa de benefício reputacional ou mercadológico.

Releva destacar que evidências recentes reafirmam que essa fragilidade não se restringe a casos isolados; trata-se de um problema sistêmico. Uma análise ampla, publicada em 2025, concluiu que os chamados “offsets” vêm falhando em entregar reduções reais de emissões ao longo de mais de duas décadas, não por causa de alguns maus atores, mas por causa de defeitos estruturais no próprio design do mercado (Pérez-Marín, 2025). Além disso, entre os maiores projetos de compensação do mercado voluntário global, cerca de 80% dos créditos “aposentados” (*retired*) foram julgados “problemáticos”, ou seja, muito improváveis de representar reduções efetivas de gases de efeito estufa, o que inclui mais de 47,7 milhões de créditos emitidos por apenas 43 projetos.

Outro aspecto a ser considerado, diz respeito aos problemas de mensuração, sobretudo a sua correspondência com a sustentabilidade.

A estimativa de estoques e fluxos de carbono - abrangendo o sequestro no solo, a biomassa arbórea, a preservação da cobertura vegetal e as alterações no uso da terra - figura entre os maiores desafios técnicos enfrentados pelo chamado mercado de carbono. A própria pretensão de calcular, com algum grau de exatidão, quantas toneladas de CO₂ teriam sido removidas ou deixado de ser emitidas em razão de uma intervenção florestal ou agrícola repousa sobre construções teóricas e modelos contrafactuais apoiados em premissas que, não raramente, desconsideram a variabilidade natural e a instabilidade inerente aos sistemas ambientais.

Uma outra questão emerge da própria experiência temporal desses projetos: enquanto os modelos que estimam o sequestro de carbono se apoiam em projeções de longo alcance — muitas vezes espalhadas por várias décadas —, o mercado de carbono se movimenta segundo um compasso acelerado, em que créditos são emitidos, negociados e “liquidados” em lapsos breves, por vezes antes mesmo de haver qualquer comprovação concreta da permanência do carbono alegadamente estocado.

Essa defasagem entre o tempo ecológico e o tempo financeiro produz um desalinhamento estrutural: a natureza requer ciclos lentos, com variações sazonais, eventos climáticos inesperados e processos biológicos que não obedecem à urgência dos fluxos comerciais.

Em tal cenário, não é improvável que créditos circulem no mercado como títulos lastreados em expectativas que jamais se materializarão. A volatilidade inerente a esses horizontes temporais conflitantes alimenta a possibilidade de que determinados ativos climáticos se transformem em peças de caráter essencialmente especulativo, sustentadas por promessas futuras cuja concretização permanece incerta ou, em alguns casos, inviável diante de eventos externos, incêndios, pragas, degradação progressiva, pressões fundiárias ou simples falhas de manejo.

Por fim, a proliferação de metodologias e a inexistência de uma padronização sólida entre

certificadoras, sistemas de registro (*registries*) e órgãos reguladores torna ainda mais frágil o processo de mensuração. A ausência de critérios minimamente uniformes impede a comparação consistente entre projetos, dificulta o trabalho de auditorias independentes e deixa abertas inúmeras frestas por onde se podem inflar estimativas de sequestro, apresentar séries de dados de confiabilidade duvidosa ou, em situações mais graves, acomodar interesses econômicos em detrimento da integridade ecológica que tais iniciativas afirmam proteger.

Diante desse quadro, torna-se evidente que a contabilidade de carbono não equivale a uma salvaguarda de permanência. A suposição de que um crédito representa, de forma duradoura, um benefício climático repousa sobre uma idealização de estabilidade que raramente se confirma na prática.

Ainda, em muitos projetos de compensação de carbono, sobretudo no âmbito voluntário, o que se convencionou chamar de “redução evitada” ou “remoção compensatória” baseia-se, frequentemente, em dados fornecidos pelos próprios proponentes, sem verificação externa suficientemente robusta. Tal prática de autodeclaração fragiliza a integridade dos créditos emitidos, uma vez que pressupõe boa-fé, consistência e exatidão nas estimativas de emissões evitadas ou de carbono sequestrado, suposições suscetíveis à subjetividade e a vieses de interesse. A recente revisão crítica do mercado de offsets alerta que a autodeclaração, sem garantias de auditoria independente e regular, favorece a proliferação de créditos cuja integridade não resiste a escrutínios mais rigorosos (Silva; Souza, 2025).

Tal fragilidade revela-se de modo particularmente agudo quando se considera a contabilidade de “reduções evitadas”: estimativas de baselines, cenários contrafactuais e projeções de desmatamento evitado nem sempre são sustentadas por dados empíricos consistentes. Ao delegar ao proponente a responsabilidade de indicar o que seria o “desfecho provável” sem o projeto, o sistema concede um poder de definição estratégica e potencialmente manipulável sobre a magnitude do suposto benefício climático. Esse mecanismo, portanto, abre campo para exageros ou sobrestimações, visto que não há imposição uniforme de validação externa.

A autodeclaração também contribui para que o processo de certificação, validação e posterior venda ou comercialização do crédito torne-se permeável a conflitos de interesse. Em muitos casos, os auditores ou verificadores dependem economicamente dos projetos que avaliam, algo reconhecido por estudos recentes que advertem sobre “unconscious bias” (viés inconsciente) e incentivos que favorecem a emissão de créditos em volume, em detrimento da veracidade (Mulder, 2025). Assim, a fiscalização acaba por ser simbólica ou de baixa densidade técnica, sobretudo em regiões remotas ou projetos com menor visibilidade internacional.

A ausência de padrões universais de verificação - ou a falta de adoção rigorosa dos que

existem - favorece uma multiplicidade de metodologias, critérios e interpretações, muitas vezes convergindo para resultados incompatíveis com os objetivos de mitigação do clima. A carência de padronização legitima a dúvida sobre a correspondência dos créditos com reduções reais e permanentes de carbono (Bisinoto *et al.*, 2025).

CAPÍTULO 3 – O MERCADO DE CARBONO COMO INSTRUMENTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO MEIO RURAL

A discussão sobre as alterações climáticas tem destacado o mercado de carbono como uma das principais ferramentas para atenuar os efeitos ambientais e fomentar a sustentabilidade. Este mercado, ao estabelecer preços para as emissões de gases de efeito estufa (GEE), gera oportunidades econômicas para setores capazes de diminuir ou compensar suas emissões, convertendo o desafio climático em uma oportunidade para a criação de valor.

No contexto rural, essa dinâmica reveste-se de significativa importância, em virtude do potencial do campo para funcionar como um sumidouro de carbono, mediante a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, reflorestamento e preservação ambiental. O uso do mercado de carbono no meio rural não se restringe apenas a uma tática de compensação de emissões, mas também se estabelece como um recurso para o desenvolvimento sustentável.

Ao incentivar a implementação de métodos de baixo impacto, como o cultivo direto, a integração entre lavoura, pecuária e floresta (ILPF) e a restauração de áreas degradadas, o mercado colabora para o aumento da produtividade agrícola, a valorização dos recursos naturais e a diversificação das fontes de renda para os produtores rurais. Deixa de ser percebido apenas como um local de produção de alimentos e matérias-primas, para se tornar o centro de políticas ambientais e econômicas de grande magnitude.

Em tal contexto, faz-se imprescindível entender de que maneira o mercado de carbono pode ser assimilado nas atividades rurais, propiciando vantagens ambientais, sociais e financeiras. A investigação dessa relação demonstra não apenas os possíveis benefícios para os produtores, mas também os obstáculos institucionais, técnicos e regulatórios que devem ser superados para que esse mecanismo se estabeleça como um instrumento eficaz de desenvolvimento sustentável no contexto rural.

3.1 O perfil das emissões de gases de efeito estufa no meio rural brasileiro

Conforme um relatório publicado pelo Observatório do Clima, uma rede composta por 40 organizações da sociedade civil, o setor agrícola é responsável por 69% das emissões brasileiras de gases de efeito estufa. Fazem parte desse percentual os poluentes gerados pelo processo digestivo dos rebanhos, a utilização de fertilizantes e o desmatamento destinado à expansão de novas áreas para a exploração econômica.

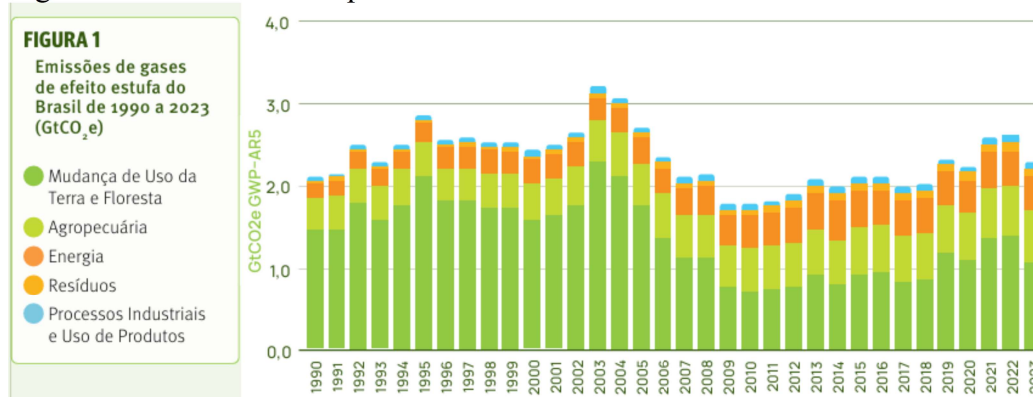
O setor de transportes é o segundo maior emissor de gases, com 11% do total. Na sequência,

destaca-se a indústria, especialmente a metalurgia, com 9%, e a produção de energia, que abrange a geração de eletricidade e a produção de combustíveis, com 7%. Em 2015, o Brasil emitiu 1,927 bilhão de toneladas de CO₂. Isso foi 3,5% a mais do que os 1,861 bilhões de toneladas que o país emitiu em 2014. Os números são do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (Seeg) do Observatório do Clima (Agência Brasil, 2025).

As emissões brutas de gases de efeito estufa no cenário brasileiro, em 2023, chegaram ao patamar de 2,3 bilhões de toneladas de dióxido de carbono, medidas apreciadas conforme o potencial em Panorama de Emissões em 2023, com parâmetros dos últimos cem anos. O 5º Relatório de Avaliação – AR5 do IPCC traduziu uma redução de 12% em relação a 2022, ano em que o país emitiu mais de 2,6 bilhões de toneladas. Essa é considerada a maior queda desde a série histórica iniciada em 1990 (SEEG, 2024).

A figura 02 abaixo demonstra essa queda:

Figura 02: Índice anual – queda das emissões



Quando se refere ao setor rural, verifica-se que, em 2023, o setor agropecuário, pelo quarto ano consecutivo, teve um total de emissões mais alto, com o total de 631,2 milhões de toneladas de CO₂. Foi um aumento em relação a 2022, de 2,2%, o que equivaleu a 617,8 milhões de toneladas. Esses dados demonstram que é um setor que, desde 1970, triplicou suas emissões.

Ainda conforme dados do Relatório do SEEG (2024, p. 14):

Do total de emissões do setor, a agricultura representou 20% (127,6 MtCO₂ e), e a pecuária, 80% (503,5 MtCO₂ e), com aumento de 5% e 1%, respectivamente, em relação a 2022. A maior emissão do setor vem da fermentação entérica, que respondeu por 64,2% do total (405,1 MtCO₂ e), com um aumento de 1,5% em relação a 2022. Considerando a emissão total da pecuária, o rebanho destinado para a produção de carne segue sendo a principal fonte emissora do setor, com o gado de corte tendo emitido em 2023 o total de 417,6 MtCO₂ e, contra 51,9 MtCO₂ e do gado de leite, com aumento de 1,7% e redução de 0,3% entre 2022 e 2023, respectivamente

Esse inventário nacional detectou algumas culturas e ativos que geram grandes emissões de gases do efeito estufa no setor agropecuário nacional.

3.1.1 Cultivo de arroz irrigado

O metano é gerado durante a decomposição anaeróbia de compostos orgânicos, através do trabalho de microrganismos do Domínio Archae (também conhecidos como metanogênicos). A condição mais crucial para a sua produção é a anaerobiose (ausência de oxigênio) presente em solos inundados.

O arroz é uma planta semiaquática que possui aerênquima, uma estrutura vascular que facilita a troca de gases entre as raízes e os tecidos acima da superfície aquática, possibilitando a transferência de O_2 da atmosfera para as raízes, além de outros gases, como o CH_4 gerado em solos anaeróbios (Neue, 1993). O metano gerado em campos de arroz é liberado na atmosfera por diversas vias, destacando-se, entre elas, o transporte difusivo através do aerênquima (Neue, 1993).

Ter plantas de arroz ajuda o metano a sair para o ar de 7 a 10 vezes mais do que em terrenos alagados que não têm arroz. A criação de bolhas de gás na superfície da água e sua propagação na água do solo representam caminhos alternativos para a fuga de metano desses sistemas de agricultura (Neue, 1993).

3.1.2 Pecuária e manejo de dejetos animais

Animais ruminantes, tais como bovinos, ovinos, bubalinos, muares e caprinos, geram metano através da fermentação entérica, um processo digestivo que acontece no rúmen desses animais. O processo anaeróbico de fermentação do alimento vegetal no rúmen é realizado pela comunidade microbiana ruminal, onde os carboidratos celulósicos são transformados em ácidos graxos de cadeia curta (especialmente ácido acético, propiônico e butírico), usados pelo animal como fonte de energia. Os microrganismos metanogênicos presentes no rúmen aproveitam o H_2 para diminuir o CO_2 e produzir metano, que é então expelido ou expirado na atmosfera.

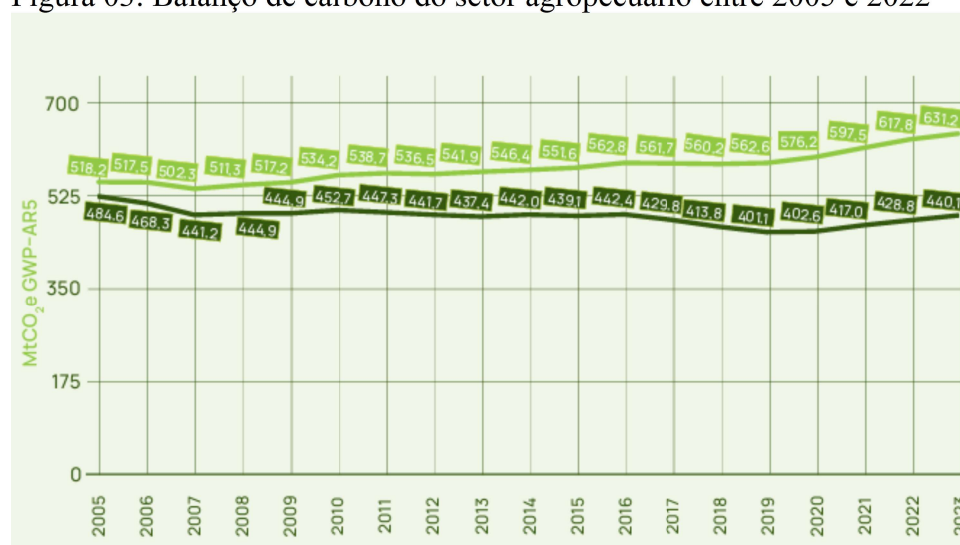
As emissões globais de metano provenientes desta fonte, juntamente com a gestão de resíduos animais, representam aproximadamente 30% do total de metano produzido por fontes antrópicas (Saunois et al., 2020). O Brasil detém o maior rebanho bovino comercial do mundo, sendo que uma significativa quantidade dos animais pertence à raça zebuína, os quais são criados em sistemas predominantemente extensivos e com investimento reduzido.

Ao analisar as emissões de gases de efeito estufa do setor agrícola, utilizando a metodologia

do 4º Inventário Nacional, juntamente com as emissões e remoções de carbono do solo, em 2023, teríamos uma emissão de 440,1 MtCO₂.

Isso representaria uma redução de 30% em relação à emissão total relatada para o ano de 2023 sem considerar as remoções de carbono pelos solos (631,2 MtCO₂ e). Isso evidencia de que maneira o setor consegue diminuir suas emissões sem comprometer sua produtividade e produção. A Figura 02 apresenta a previsão do saldo de gases de efeito estufa do setor agrícola e pecuário:

Figura 03: Balanço de carbono do setor agropecuário entre 2005 e 2022



Fonte: Seeg (2024)

3.1.3 Queima de resíduos agrícolas e setor industrial

A queima de resíduos, historicamente, sempre foi utilizada na agricultura, visando suprimir os resíduos agrícolas de lavouras e facilitar as colheitas. Essa queima produz emissões de gás carbônico, não líquidas, absorvida pelas culturas através da fotossíntese. No processo de combustão, outros gases também são liberados, tais como o óxido nitroso, monóxido de carbono, etc., todos com potencial de prejudicar o ambiente.

Outro grande emissor de gases do efeito estufa relacionado ao agronegócio é o levantamento do solo. Quando manejados, atualizou os dados de produção agrícola até o ano de 2020, abrangendo as principais culturas cultivadas em todos os estados brasileiros, como soja, cana-de-açúcar, feijão, arroz, mandioca e milho, além de outras culturas temporárias, entre elas abacaxi, algodão, batata, tomate, trigo e diversas leguminosas e cereais. Essas informações foram obtidas a partir da Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE (2021), constituindo a base oficial de monitoramento da atividade agrícola no país.

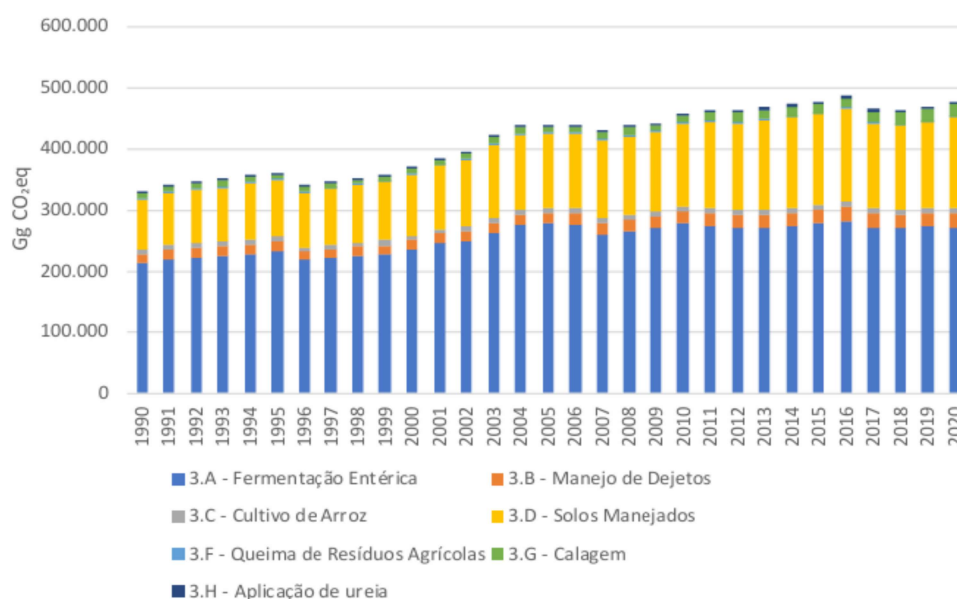
Em relação às áreas de solos orgânicos, foi adotada a mesma metodologia do Quarto

Inventário Nacional, que utilizou mapas de uso da terra referentes aos anos de 1994, 2002 e 2010, considerando, valores de áreas cultivadas, pastagens e reflorestamentos. Partiu-se da premissa de linearidade no incremento da área em uso entre 2002 e 2010, projetando-se essa tendência até 2020. Além disso, a estimativa de nitrogênio mineralizado pela decomposição da matéria orgânica do solo, decorrente do uso e da mudança de uso da terra, seguiu os parâmetros estabelecidos no Quarto Inventário Nacional, contemplando o período de 2017 a 2020 (Brasil, 2021).

Por fim, também foram atualizadas as informações referentes ao consumo de nitrogênio em forma de fertilizantes, com dados da Associação Nacional para a Difusão de Adubos (ANDA, 2021), detalhados por estado da Federação. A única exceção refere-se à região Norte, cujas informações são disponibilizadas de forma agregada, sem discriminação estadual. Esses dados permitem compreender a relação entre manejo do solo, uso de insumos e emissões ligadas à agricultura, compondo um panorama atualizado até 2020 (Anda, 2021).

Dados do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, mostram na figura 03 abaixo, que:

Figura 04: Quantitativo das emissões de gases do efeito estufa - agropecuária



Fonte: Brasil, 2021

Outro setor responsável é o relacionado à queima de resíduos agrícolas, que respondeu por 0,1% das emissões totais do setor agropecuário em 2020. Embora o CO₂ seja emitido durante a incineração, este gás é absorvido pela colheita, através da fotossíntese, ciclo biológico natural com a atmosfera, por isso, a sua não inserção no inventário nacional. Apenas as emissões de metano e óxido nítrico têm destaque, pois a elas está relacionada a quantidade de biomassa e condições da

combustão.

Nos últimos anos, os inventários nacionais de emissões vêm adquirindo maior sofisticação metodológica. Já se contemplam, de maneira sistemática, sete subsetores da agropecuária: fermentação entérica, manejo de dejetos animais, cultivo de arroz, solos manejados, aplicação de fertilizantes, calagem e queima de resíduos agrícolas. A cada ciclo de atualização, novos parâmetros específicos às condições brasileiras são incorporados, permitindo um olhar mais fino sobre as particularidades regionais. Essa desagregação - que agora alcança o nível de biomas e unidades federativas - aproxima o modelo teórico de mensuração da experiência concreta do território (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2025).

Tal avanço, contudo, não deve ser romantizado nem entendido de forma ingênua. Persistem lacunas significativas entre a precisão que os modelos estatísticos oferecem e a complexidade concreta do campo, cujas temporalidades, práticas culturais e tensões sociais frequentemente escapam à captura dos números. Medir as emissões agrícolas não é apenas uma questão técnica; é mergulhar em um universo onde modos de vida, estratégias econômicas e histórias de ocupação da terra se entrelaçam de maneira intrincada e, por vezes, contraditória.

Em síntese, o perfil das emissões de GEE no meio rural brasileiro revela uma conjuntura complexa: dominância de atividades pecuárias, forte peso de fermentação entérica e mudanças no uso da terra, crescimento sustentado das emissões anuais, e desafios metodológicos que repercutem sobre a formulação de políticas concretas de mitigação. Tal perfil mostra a urgência de se integrar instrumentos econômicos (como o mercado de carbono) com políticas territoriais, tecnológicas e de extensão rural de modo a harmonizar produtividade, segurança alimentar e preservação ambiental. A compreensão desse perfil, em seus múltiplos componentes, é condição *sine qua non* para que o meio rural possa efetivamente contribuir para o desenvolvimento sustentável no Brasil.

3.2 Oportunidades e desafios da inserção do produtor rural no mercado de carbono

A agricultura tem um papel essencial em relação ao mercado de carbono. Isso se deve ao fator campo, que é uma das áreas que mais sofrem com as mudanças climáticas, mas, em contrapartida, é a que mais pode contribuir para o combate.

Quando o produtor coloca em prática maneiras sustentáveis em sua propriedade, ele ajuda a reduzir a liberação de gases que fazem mal ao meio ambiente. Métodos como o plantio direto, a recuperação de áreas degradadas, o reflorestamento, a utilização responsável de insumos e a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) estimulam o armazenamento de carbono no solo e na vegetação, prevenindo a sua emissão na atmosfera (Cresol, 2025).

Quando tais iniciativas são monitoradas e verificadas de maneira apropriada, torna-se viável a geração de créditos de carbono, os quais podem ser comercializados, assegurando ao produtor uma fonte adicional de receita, sem a necessidade de expandir a área cultivada ou incrementar a produção.

Guia da CNABrasil (2024, p. 17) expõe que:

A entrada dos produtores rurais no mercado de carbono deve ser vista como uma oportunidade atrelada à produção sustentável, e não como uma nova atividade independente, como uma “nova safra”. É essencial frisar que desenvolver um projeto para gerar créditos de carbono exige investimentos e o cumprimento de diversos requisitos para assegurar integridade ambiental, além da capacidade de monitorar e reportar o alcance dos resultados.

Esse mesmo guia ainda defende que, embora existam vários obstáculos na implementação de práticas sustentáveis na agricultura, é crucial enfatizar que a participação dos agricultores em mercados focados na sustentabilidade pode proporcionar benefícios consideráveis. Primeiramente, esse movimento possibilita a conformidade ambiental, especialmente para aqueles que precisam se ajustar às leis, evitando sanções e intensificando a adesão a normas cada vez mais rigorosas.

Além disso, a implementação de práticas sustentáveis de gestão gera rendimento adicional, pois possibilita a participação em mercados específicos, como o de créditos de carbono e selos de produção sustentável. Um aspecto significativo é o crescimento da produtividade, resultado direto da melhoria na qualidade do solo e do equilíbrio ecológico alcançado mediante métodos conservacionistas. Ao mesmo tempo, os produtores rurais obtêm um crescimento na sua reputação, incorporando valor ao seu produto, conquistando a confiança de consumidores mais exigentes e ampliando suas oportunidades de participação em cadeias globais.

A participação em mercados sustentáveis também facilita o acesso a novas fontes de financiamento, uma vez que instituições financeiras têm dado preferência a projetos com comprovada responsabilidade socioambiental. Em última análise, a participação neste cenário possibilita a diversificação da renda, diminuindo a dependência de uma única atividade e aumentando a resiliência econômica dos produtores frente às flutuações do mercado.

Quando se trata de uma agricultura conservacionista, é preciso que se faça a aceitabilidade dos projetos conforme o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL. Para essa implantação, existem metodologias que garantem os projetos de conservação das reduções de emissões em Redução Certificada de Emissões, no sentido de evitar a chamada dupla contagem ou falhas. É preciso haver uma contagem, verificação por empresas de auditoria que atuem em conjunto com os órgãos governamentais.

A Lei n.º 15.042/2024, que institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões – SBCE, representa um avanço para o setor agrícola brasileiro e abre novas oportunidades para os produtores, mas há ainda uma série de desafios a serem superados, para haver um maior aproveitamento dos benefícios programados pela legislação. Um deles é a complexidade das regras a serem regulamentadas. Além da metodologia para os cálculos.

Também se destaca:

b) Custos de implementação que são os investimentos iniciais pois a adoção de novas práticas agrícolas e as certificações quando necessárias tem investimentos significativos podendo em muitos casos serem barreiras para os produtores rurais, especialmente os de pequeno porte. Outro fator dentro desta categoria é a questão da assessoria técnica que é fundamental para que os processos e práticas sejam adotados com o máximo de eficiência e eficácia. c) Falta de acesso ao crédito que especificamente quanto as condições de financiamento para que haja condições adequadas para investir em projetos de mitigação de emissões e as garantias que em muitos casos são insuficientes para a obtenção de financiamento para a implementação de projetos de longo prazo (Vieira, 2024, p.177).

A efetiva inclusão dos produtores rurais no mercado de carbono requer, como condição inicial, um processo contínuo de formação técnica. É fundamental que esses participantes obtenham um conhecimento robusto não só sobre as dinâmicas do mercado de crédito, mas também sobre as práticas sustentáveis de redução de emissões e os processos formais de certificação e comercialização (Brasil, 2022).

Este processo de formação é crucial para diminuir disparidades de informação e habilitar os agricultores a se posicionarem de maneira estratégica frente a novas demandas ambientais e econômicas. Além da qualificação, outro aspecto fundamental refere-se à infraestrutura social e tecnológica. A circulação de produtos e serviços oriundos da produção sustentável requer, tanto a implementação de uma logística de transporte eficaz quanto a ampliação do acesso digital nas áreas rurais.

Em meio à digitalização crescente do mercado de carbono, a falta de conectividade prejudica a inclusão eficaz de pequenos e médios produtores, intensificando as desigualdades e impedindo a participação de comunidades rurais em processos de comercialização ao nível nacional e internacional (Brasil, 2022).

Neste sentido, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) instituiu o Programa Nacional de Cadeias Agropecuárias Descarbonizantes como estratégia inovadora voltada à redução voluntária das emissões de gases de efeito estufa no setor agropecuário. A proposta está fundamentada na difusão de boas práticas produtivas sustentáveis, conhecidas como práticas descarbonizantes, capazes de promover a mitigação, o sequestro e a captura de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) (Brasil, 2022).

Para tanto, o programa estabelece um arcabouço normativo que orienta a organização de cadeias de custódia e de valor, definindo princípios e diretrizes mínimas aplicáveis aos sistemas de produção e aos produtos agropecuários inseridos nesse contexto. Trata-se de uma política pública que, além de alinhar-se às metas ambientais globais, busca fortalecer a inserção competitiva do agronegócio brasileiro em um mercado cada vez mais exigente em termos de sustentabilidade.

Sua concepção parte da premissa de que a neutralização ou a compensação das emissões de gases de efeito estufa é uma demanda crescente, não apenas para empresas e instituições, mas também para indivíduos e outras partes interessadas. Nesse sentido, o programa assume caráter voluntário e não regulado, funcionando como mecanismo de incentivo para que agentes econômicos possam adotar práticas sustentáveis e, ao mesmo tempo, gerar créditos de carbono válidos para o mercado.

Diferentemente dos instrumentos vinculados a mercados formais e regulados, essa iniciativa cria um espaço de adesão autônoma, ampliando a participação de produtores e instituições na agenda climática sem imposições legais imediatas. Entre os objetivos centrais do programa, destacam-se: o estímulo ao desenvolvimento de cadeias produtivas descarbonizantes, a definição de parâmetros mínimos para certificação de produtos sustentáveis e a criação de tipologias voltadas à mitigação, ao sequestro e à estocagem de carbono. Além disso, prioriza-se a promoção de tecnologias “no-regret”, isto é, aquelas que são economicamente viáveis, mas que encontram barreiras de natureza informacional, técnica ou cultural para sua disseminação.

O programa também incentiva a geração de créditos de carbono íntegros, transparentes e confiáveis, de modo a preparar o setor agropecuário brasileiro para atuar tanto no mercado voluntário quanto em futuros cenários de regulação formal. Nesse sentido, o MAPA busca posicionar a agropecuária nacional como protagonista em práticas climáticas responsáveis, aliando sustentabilidade, competitividade e inovação tecnológica (Brasil, 2022).

No Distrito Federal o Programa Emater-DF no clima tem como objetivo o fortalecimento do produtor rural, no sentido do reconhecimento desse ator como protetor do clima. Além de dar ao DF a referência nacional no contexto de adaptação dos produtores rurais em relação as mudanças climáticas e inserção dos mercados de carbono, para contribuição da segurança hídrica, conservação do Cerrado e promoção do desenvolvimento rural sustentável.

Conforme cartilha da Emater (2025, p. 5) são os sistemas operacionais desse projeto, o seguinte:

- Plantar Cerrado: adoção de práticas conservacionistas pelos produtores rurais do Distrito Federal;
- Fazendas de Carbono: inserção dos produtores rurais do Distrito Federal ao mercado de carbono;
- Saneamento Rural: serviço de instalação de sistemas individuais de esgotamento sanitário

domésticos em propriedades rurais do DF, promovendo a saúde e a segurança alimentar dos moradores e contribuindo para o desenvolvimento rural sustentável.

Os principais benefícios estão na conservação ou restauração da vegetação nativa, controle da erosão com práticas de conservação do solo; os produtores do DF como fornecedores de crédito de carbono; uso racional da água; instalação de saneamento rural para evitar a poluição da água e do solo, bem como a aplicação de boas práticas agrícolas, com o objetivo de minimizar os impactos das atividades agrícolas (Emater, 2025).

A articulação institucional e o apoio governamental configuram-se como fatores decisivos para que as oportunidades possam se materializar. Instrumentos públicos de fomento, assistência técnica, subsídios iniciais, linhas de crédito específicas ou incentivos fiscais podem amortizar os custos de início de projeto, aumentar adesão e promover economia de escala. Em Mato Grosso do Sul, por exemplo, há políticas estaduais de incentivo à agricultura de baixo carbono com suporte técnico, o que tem ajudado produtores locais a se adaptarem e captarem benefícios ambientais (Palma, 2025).

Mais ainda, a articulação por meio de alianças cooperativas, associações produtivas ou inserção estratégica em cadeias de produção consolidadas revela-se como uma ferramenta crucial para mitigar os entraves estruturais impostos pela escala reduzida. Tais arranjos coletivos não apenas permitem a organização compartilhada da mensuração de indicadores ambientais e socioeconômicos, mas também viabilizam a distribuição equitativa dos custos de certificação, a gestão compartilhada de riscos e a comercialização mais eficiente de créditos de sustentabilidade ou carbono. Recorrer às cooperativas ou consórcios transcende a mera lógica econômica: trata-se de uma estratégia de fortalecimento social e político, nas quais pequenos e médios produtores conseguem conquistar poder de negociação e usufruir de economias de escala que seriam inalcançáveis individualmente, especialmente no que tange as despesas fixas como auditorias, monitoramento e compliance regulatório (Sebrae RN, 2022).

Nesse sentido, essas formas de cooperação funcionam como um instrumento de resistência às vulnerabilidades do mercado, promovendo simultaneamente autonomia produtiva, resiliência econômica e a construção de redes de solidariedade que se consolidam em torno de práticas sustentáveis e da valorização da produção local. A perspectiva coletiva, portanto, não é apenas técnica ou financeira: ela encarna uma dimensão ética e política da produção rural, ao articular sustentabilidade ambiental, justiça econômica e capacidade de inserção estratégica em um contexto globalizado marcado por assimetrias de poder e informação.

Também é relevante considerar que o mercado de carbono pode impor exigências ambientais e sociais adicionais ao produtor rural, como manutenção da vegetação nativa, respeito às leis

florestais, cuidado com direitos de comunidades tradicionais, serviços ecossistêmicos, rastreabilidade e transparência. Essas exigências, embora onerosas, podem servir como vetor de aprendizagem institucional, melhoria de práticas e maior acesso a mercados que remuneram atributos de sustentabilidade (CGU, 2025).

Por fim, entre os desafios de ordem econômica e técnica, há também os riscos climáticos, de mercado e regulatórios. Eventos extremos (seca, inundações, pragas), oscilações de preço de insumos, instabilidade normativa ou incerteza sobre reconhecimento futuro de créditos (especialmente em mercados regulados), colocam o produtor rural em posição de vulnerabilidade. A capacidade de absorver esses riscos depende de recursos de seguros, diversificação produtiva e de apoio institucional eficiente.

Em síntese, a inserção do produtor rural no mercado de carbono configura-se como cenário de tensões entre promessas de valorização socioambiental, ganhos de renda e competitividade, e desafios que envolvem custos, metodologias, permanência, regulação e risco. A superação desses desafios requer esforços integrados entre fazendas, certificadoras, instituições públicas e privadas, ciência aplicada e políticas públicas bem desenhadas, de modo a transformar o mercado de carbono em instrumento efetivo de desenvolvimento sustentável no meio rural brasileiro.

3.3 A monetização da sustentabilidade: crédito de carbono e benefícios para a produção rural

Apesar de a precificação do carbono ser amplamente reconhecida como uma das principais ferramentas de intervenção governamental para a mitigação das alterações climáticas, nem todos os países já estabeleceram um modelo regulatório para sua implementação. O Ministério de Minas e Energia (2020, p. 13) classifica esse mecanismo em três categorias principais: preço negativo, precificação implícita e precificação explícita.

O preço negativo ocorre quando há concessão de subsídios ou incentivos à produção e ao consumo de combustíveis fósseis. Nesse caso, em vez de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), a medida acaba por estimular sua continuidade, funcionando em sentido contrário aos objetivos climáticos. A precificação implícita vem de regras que aumentam os custos das empresas que emitem produtos. Isso acontece porque essas empresas têm que seguir normas definidas pelos órgãos responsáveis.

Já a precificação explícita se caracteriza pela valoração direta do carbono emitido. Este modelo pode ser implementado de duas maneiras principais: através da aplicação de impostos sobre as emissões de carbono, ou através da implementação de um sistema de comércio de emissões (SCE), onde as autorizações de emissão são transacionadas em um mercado regulamentado. Esses

métodos demonstram a variedade de estratégias possíveis, mas também a exigência de decisões políticas claras e consistentes para garantir sua eficácia na diminuição das emissões (Brasil, 2020).

O relatório fundamental do Projeto PMR Brasil enfatiza que a abordagem mais apropriada para o país é priorizar o estabelecimento de um Sistema de Comércio de Emissões (SCE) como mecanismo de precificação do carbono, sem que isso implique o acréscimo da carga tributária nacional. É importante dizer que o documento não sugere usar imediatamente formas específicas. Ele oferece apoio técnico e institucional para criar propostas que sejam boas nesse aspecto (PMR, 2020).

A pesquisa dedicou-se a uma análise jurídico-institucional exaustiva, voltada para a determinação de opções viáveis para a implementação e operacionalização de um Sistema de Controle de Eficiência (SCE) no Brasil. A presente análise organizou-se em três eixos principais: a elaboração de um marco normativo; a definição da natureza jurídica dos direitos de emissão — denominadas permissões; e a formulação de uma estrutura institucional apta a viabilizar a regulamentação e a operação do sistema. Concluiu-se, a partir dessa avaliação, que o caminho mais adequado para o estabelecimento do marco regulatório seria por meio de um Projeto de Lei, garantindo-se, ao mesmo tempo, a criação de um órgão regulador ou implementador por meio de dispositivo legal específico (PMR, 2020).

Nesse contexto, Gonçalves, Vecchia e Godward (2022) destacam que, até o momento, o PMR é a iniciativa mais sólida e avançada na área de precificação de carbono no Brasil. No entanto, enfatizam que a agenda nacional não se restringe a esse projeto, uma vez que diversas discussões e iniciativas, tanto de natureza pública quanto privada, também almejam estabelecer caminhos adicionais para a solidificação de um mercado de carbono no Brasil.

É interessante também mostrar, o quanto vale o mercado de carbono. Uma tonelada de dióxido de carbono corresponde a um crédito, cota ou permissão, mas existem algumas atividades distintas que também podem ajudar na redução de GEE e que também devem respeitar os padrões e metodologias específicas. Para precificar esse mercado há vários fatores a serem verificados, tais como a demanda, o tipo, se é voluntário ou regulado, o tipo de atividade e o ano em que foi alcançada (Ipam Amazônia, 2022).

Em 2023, representantes do setor privado se reuniram com as autoridades governamentais do Brasil para discutir a implementação de um sistema regulado de precificação de carbono. A proposta avaliada propõe a implementação de um sistema de comércio de emissões baseado no modelo *cap and trade*, onde se estabelecem limites máximos para as emissões, possibilitando que os participantes do mercado negociem permissões. Este projeto visa estabelecer um mercado que não só restrinja as emissões de gases de efeito estufa (GEE), mas também oriente investimentos

para a transição para uma economia de carbono reduzido (PMR, 2020).

Criar um mercado regulado ajuda a aumentar a clareza sobre as emissões das empresas. Isso faz com que as organizações precisem acompanhar e informar sobre suas taxas de gases de efeito estufa. Simultaneamente, estabelece-se um estímulo econômico visando que as organizações implementem ações de mitigação, como iniciativas socioambientais e inovações tecnológicas, que consigam diminuir despesas e, ao mesmo tempo, criar possibilidades de negócios sustentáveis. Apesar de o progresso no Brasil ser lento, a declaração do governo reforça seu compromisso com a governança climática e dá prosseguimento a ações já realizadas (Acordo de Paris, 2015).

Dentre essas ações, o Projeto PMR Brasil (Parceria para Readiness do Mercado), que iniciou em 2014 visando analisar a viabilidade da implementação de mecanismos de precificação de carbono no país. O programa gerou estudos técnicos que serviram como fundamento para futuras decisões regulatórias e apontaram possíveis rotas de implementação.

Na sequência, em 2020, iniciou-se a segunda fase, conduzida pelo Banco Mundial, denominada PMI (*Partnership for Market Implementation*), cujo objetivo é apoiar o Brasil e outros 29 países no desenvolvimento de projetos-piloto ou de maior escala. Essas ações estão conforme os compromissos do Acordo de Paris. Esse acordo diz que é preciso diminuir bastante as emissões em todo o mundo para parar o aquecimento da Terra.

A monetização da sustentabilidade, através da criação e comercialização de créditos de carbono, projeta-se como um instrumento capaz de alterar, de maneira quase revolucionária, a percepção de externalidades ambientais. O que antes se configurava como passivo - o custo invisível e difuso de práticas agrícolas convencionais - pode agora converter-se em ativo tangível, mensurável e economicamente relevante para o produtor rural. Ao adotar estratégias que diminuam emissões ou promovam a captura de carbono - reflorestamentos, recuperação de pastagens degradadas ou a implantação de sistemas agroflorestais - o agricultor não apenas atua em consonância com objetivos ambientais, mas cria oportunidades concretas de geração de créditos proporcionais ao diferencial de carbono inerente às suas ações. Em consequência, emerge uma nova lógica produtiva, na qual sustentabilidade e rentabilidade deixam de ser domínios separados e se entrelaçam de forma estratégica, como indicam análises recentes (Souza *et al.*, 2025).

Entre os efeitos mais imediatos dessa dinâmica, destaca-se a diversificação das fontes de renda do produtor rural, elemento de singular relevância em um contexto marcado pela volatilidade dos preços agrícolas, pela imprevisibilidade climática e pelas limitações logísticas que frequentemente afetam a produção. Nesse cenário, a negociação de créditos de carbono assume papel de suplemento financeiro, conferindo estabilidade ou incremento de receitas quando adequadamente incorporada às estratégias produtivas. Casos práticos ilustram essa relação de forma

inequívoca: projetos de fomento florestal no sul da Bahia demonstram que a inclusão de créditos de carbono eleva significativamente indicadores de retorno financeiro, como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), evidenciando que sustentabilidade e lucratividade podem, sim, caminhar lado a lado, desde que acompanhadas de planejamento criterioso e visão estratégica (Souza *et al.*, 2025).

Ademais, a atribuição de valor econômico ao carbono inaugura a possibilidade de internalização dos custos ambientais das emissões pelo produtor, estimulando a adoção de tecnologias e práticas menos impactantes. A precificação do carbono, ainda que limitada ao mercado voluntário ou utilizada como referência para formulação de políticas públicas, exerce papel de sinalizador, induzindo à eficiência e à sustentabilidade operacional. Tal precificação estimula práticas como manejo mais criterioso de fertilizantes, rotação de culturas, conservação e enriquecimento do solo, recuperação da cobertura vegetal e outras técnicas que reduzem emissões de metano, óxido nitroso e dióxido de carbono, promovendo, assim, uma integração mais harmônica.

A monetização permite ainda ganhos indiretos relevantes: o produtor que participa do mercado de carbono pode obter melhores condições de financiamento, tanto público quanto privado. Linhas de crédito “verdes”, subsídios ou taxas mais favoráveis tendem a se apoiar em práticas certificadas ou em compromissos sustentáveis; assim, a certificação ambiental ou a adoção de práticas que geram créditos de carbono podem abrir portas para descontos em custo de capital ou prazos mais alongados (Bento; Vieira Filho, 2022).

Outro aspecto de benefício consiste no fortalecimento da reputação da propriedade rural e dos produtos dela oriundos. Em mercados cada vez mais sensíveis a critérios ambientais, consumidores, compradores internacionais ou cadeias de suprimento demandam atributos como rastreabilidade, baixos impactos ambientais e neutralidade ou compensação de carbono. A certificação e a participação em mercados de crédito de carbono podem se traduzir em prêmio de preço ou em melhor acesso a nichos valorizados, agregando valor agregado aos produtos agropecuários (CNA Brasil, 2025).

Da mesma forma, a monetização da sustentabilidade também favorece a difusão de inovações tecnológicas. Sistemas de produção que promovem a integração lavoura-pecuária-floresta – ILPF – recuperação de áreas degradadas, uso de bioinsumos, técnicas de plantio direto ou de uso eficiente de fertilizantes nitrogenados, irrigação e gestão de resíduos agrícolas são práticas que, quando adequadamente mensuradas e certificadas, geram créditos de carbono e, além disso, têm potenciais ganhos de produtividade ou redução de custo ao longo do tempo. Esses ganhos estão intimamente relacionados à mitigação climática, mas também à melhoria em desempenho

agronômico e de resiliência em relação a variações climáticas (Souza *et al.*, 2025).

Não obstante, existem desafios notáveis para que essa monetização se efetive em escala. Um problema crucial é o custo de transação: mensuração, verificação, certificação, monitoramento contínuo e manutenção de registros são processos caros, técnicos e, algumas vezes, além das capacidades do produtor rural, especialmente os de menor porte. Se esses custos não forem mitigados por apoio institucional, cooperativas ou mecanismos de mercado coletivo, poderão inviabilizar financeiramente muitos projetos (CNA Brasil, 2025).

Outra limitação reside na permanência (*durability*) e risco adicional. Créditos de carbono dependem de sequestros ou reduções que se mantenham ao longo do tempo e sob influência de variáveis climáticas, pragas, eventos extremos ou políticas públicas que possam reverter práticas sustentáveis. Riscos de reversão ou de “leakage” (quando uma ação de redução numa localidade é compensada por aumento em outra) comprometem a integridade dos créditos e a confiança dos mercados (Souza *et al.*, 2025).

Em síntese, a monetização da sustentabilidade, por meio dos créditos de carbono, constitui instrumento de transformação no meio rural: propicia novas fontes de receita, estimula práticas de conservação e melhoria de produtividade, promove inovação, fortalece imagem ambiental e pode abrir acesso a mercados de maior valor. Contudo, para que tais promessas se cumpram, exige-se superação dos custos transacionais, riscos de permanência, liquidez de mercados e condicionantes legais e institucionais robustos.

3.4 As implicações jurídicas da participação do meio rural no mercado de carbono: direitos, deveres e incentivos

A inclusão de agricultores em iniciativas de créditos de carbono requer o cumprimento de critérios estritos de elegibilidade, elaborados para garantir a transparência, a confiabilidade e a integridade ambiental dessas ações. Essas demandas vão além de aspectos técnicos, incluindo aspectos jurídicos, ambientais e temporais, para assegurar que os benefícios ligados à diminuição das emissões de gases de efeito estufa (GEE) sejam eficazes e duráveis (Waycarbono, 2014).

Um dos critérios centrais é o histórico de uso da terra. As áreas desmatadas recentemente não podem fazer parte de programas para plantar árvores de novo. Isso acontece porque muitas certificações internacionais dizem que deve passar um tempo mínimo. Normalmente, esse tempo é de dez anos entre o desmatamento e o começo do reflorestamento.

Esta exigência visa reprimir incentivos prejudiciais, evitando que os produtores realizem desmatamentos para, posteriormente, obter lucros por meio de créditos de carbono (Godoy; Lima,

2022). Além disso, propriedades que incluam áreas úmidas ou zonas alagadas também são consideradas inelegíveis, uma vez que sua conversão pode gerar emissões significativas de GEE, comprometendo a efetividade ambiental dos projetos.

Outro ponto fundamental refere-se ao status legal da terra. Aceitam-se apenas áreas com propriedade estabelecida ou contratos de uso de longo prazo, pois conflitos de propriedade podem afetar a continuidade e a segurança jurídica da iniciativa. A temporalidade também é muito importante. Padrões como o *Verified Carbon Standard* (VCS) definem prazos para registrar projetos.

Os projetos florestais têm cinco anos para serem registrados. Os projetos que não são florestais têm dois anos. No Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), é necessário apresentar uma carta de intenção em até seis meses depois que o projeto começa. Isso serve para garantir que o processo seja claro e controlado (Waycarbon, 2021). Por fim, destaca-se o compromisso de longo prazo, que pode variar entre 20 e 40 anos, dependendo do sistema de certificação. Os projetos relacionados ao carbono transcendem a administração isolada do agricultor, estendendo-se também a herdeiros ou futuros possuidores das terras, o que assegura a perpetuação das práticas sustentáveis por várias gerações.

Assim, verifica-se que os critérios de elegibilidade não apenas disciplinam a adesão dos produtores ao mercado de carbono, mas também estabelecem uma salvaguarda indispensável para a legitimidade e a sustentabilidade desse mecanismo (Gonçalves; Vecchia; Godward, 2022).

São projetos que devem seguir uma série de critérios para que possa ser concretizado e comercializado. Alguns desafios e comprovações por parte dos agricultores são exigidas, como assim destaca a FundoVale (2024, p. 27):

Ausência de atividades excluídas: o agricultor deve garantir que não esteja envolvido em práticas proibidas e ilícitas como trabalho infantil, forçado ou análogo ao escravo. Impacto social e ambiental: o projeto não deve prejudicar a comunidade local ou a biodiversidade. Em vez disso, deve-se buscar um impacto positivo, beneficiando tanto as pessoas quanto o meio ambiente. Viabilidade financeira: o projeto deve ser sustentável financeiramente a ponto de conseguir se manter por um período suficiente para esperar que o pagamento pelos créditos ocorra. Conformidade com leis locais: todas as atividades do projeto devem estar em conformidade com as leis e regulamentos municipais, estaduais e nacionais. Requisitos para participar do mercado de carbono (por exemplo, tamanho da propriedade, práticas de manejo etc.).

A execução de projetos de carbono na indústria agrícola requer a observância estrita de padrões técnicos e metodológicos, visando garantir tanto a integridade do meio ambiente quanto a confiabilidade do mercado de créditos de carbono. Um dos requisitos iniciais envolve a implementação de metodologias reconhecidas por entidades certificadoras, pois tais padrões

normativos definem os critérios técnicos e operacionais imprescindíveis para a validação do projeto. Escolher e usar a metodologia certa garante que o processo siga as regras internacionais de clareza e unidade. Isso traz confiança para o resultado que se alcança (Waycarbon, 2021).

Outro aspecto central refere-se ao conhecimento técnico exigido dos produtores rurais e desenvolvedores de projetos. O sucesso da iniciativa depende da habilidade de usar práticas que protegem o meio ambiente. Isso precisa da participação ativa e constante das pessoas responsáveis. Assim, é possível garantir que as atividades sejam bem administradas e que os resultados esperados sejam alcançados.

Neste cenário, a comprovação da adicionalidade se torna crucial, já que o projeto precisa demonstrar que suas ações levam a reduções nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) que não seriam possíveis sem suas ações. Isso é realizado através da comparação entre um cenário inicial - que prevê as emissões caso o projeto não seja realizado - e o cenário após a execução, destacando os benefícios ambientais reais (Gonçalves; Vecchia; Godward, 2022).

Além da adicionalidade, a definição da linha de base é imprescindível como ponto de referência para mensurar os impactos reais da iniciativa. Esta fase define critérios concretos que possibilitam avaliar as contribuições do projeto para a mitigação das alterações climáticas, garantindo que os créditos de carbono produzidos sejam fundamentados cientificamente e legalmente.

Para assegurar essa confiabilidade, os projetos são submetidos a procedimentos de verificação realizados por meio de programas de registro e auditorias independentes, os quais validam a documentação e certificam a conformidade com as normas internacionais (PMR, 2020). Outro requisito de relevância é a consulta às partes interessadas. Este processo de envolvimento social assegura que as comunidades locais, donos de terras e outros participantes impactados sejam ouvidos, fomentando a legitimidade democrática e a inclusão social na elaboração do projeto.

Por fim, a supervisão constante é crucial, pois garante a rastreabilidade dos resultados e a aderência aos objetivos acordados. Esse acompanhamento deve ser feito conforme a metodologia e o padrão de certificação escolhidos, mediante medições sistemáticas e relatórios técnicos, garantindo que as reduções ou sequestros de GEE se mantenham consistentes ao longo do tempo (Waycarbon, 2021; Gonçalves; Vecchia; Godward, 2022).

3.5 Políticas públicas e instrumentos de fomento às práticas agrícolas e florestais de baixo carbono

O Brasil consolidou, ao longo das últimas décadas, um amplo conjunto de políticas públicas

voltadas tanto para a conservação ambiental quanto para o estímulo à produção agrícola sustentável. Esse arcabouço normativo e institucional, quando devidamente articulado, pode assumir papel estratégico como catalisador de um modelo de desenvolvimento capaz de harmonizar o aproveitamento das riquezas naturais com a eficiência produtiva, promovendo ganhos sociais e ambientais de largo alcance (Mapa, 2020).

A modernização da agricultura nacional desencadeou profundas transformações sociais, sobretudo nos municípios do interior, consolidando-se como um motor essencial para a geração de renda, de postos de trabalho e para a mitigação da pobreza rural. Atualmente, o agronegócio responde por cerca de 24% dos empregos e contribui com aproximadamente 25% do Produto Interno Bruto brasileiro, evidenciando sua relevância não apenas para a economia, mas também para o tecido social do país (CEPEA, 2022).

No cenário internacional, o Brasil consolidou-se como ator estratégico na produção de alimentos, em grande medida por sua capacidade de ofertar produtos sanitariamente seguros e com preços competitivos (OECD/FAO, 2021). Contudo, os desafios contemporâneos não se restringem ao incremento quantitativo da produção; exigem, também, maior atenção aos aspectos qualitativos, incorporando atributos como sustentabilidade, rastreabilidade e responsabilidade socioambiental.

Assim, a agricultura brasileira se projeta como protagonista na segurança alimentar global, na medida em que alia produtividade a práticas ambientalmente responsáveis e socialmente inclusivas. A possibilidade de garantir alimentos saudáveis, a preços acessíveis, e com respeito ao meio ambiente posiciona o país como liderança emergente na conformação de padrões internacionais de produção e consumo, sobretudo diante de uma população mundial em crescimento e cada vez mais consciente quanto à origem e aos impactos socioambientais dos bens que consome.

A afirmação da sustentabilidade como um pilar fundamental das políticas agropecuárias no Brasil recebeu um novo alento com a reconfiguração institucional do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que passou a integrar atribuições anteriormente fragmentadas em diferentes ministérios. Essa centralização administrativa permitiu maior unidade e consistência na formulação e implementação de políticas públicas, incluindo a aplicação do Código Florestal, o aprimoramento da governança e regularização de terras, uma nova estratégia focada na agricultura familiar e nos serviços de assistência técnica e extensão rural, além da reincorporação das áreas de aquicultura e pesca (Brasil, 2020).

Esta alteração no desenho institucional não representa somente uma estratégia gerencial, mas também uma realocação do Brasil frente aos desafios de se estabelecer como líder no cenário agroalimentar mundial, equilibrando competitividade com responsabilidade socioambiental. No planejamento estratégico do MAPA para o quadriênio de 2020 a 2023, foram estabelecidos os eixos

principais de atuação para fomentar uma agropecuária sustentável, eficaz e competitiva.

Dentre os obstáculos identificados, destacam-se: o progresso na pesquisa e na disseminação de tecnologias agrícolas tropicais que unam produtividade e preservação ambiental; a aplicação eficaz da governança fundiária como meio de resolução de conflitos históricos, particularmente na Amazônia; e a intensificação dos procedimentos de regularização ambiental com a consolidação do Código Florestal (Brasil, 2020).

Adicionalmente, a estratégia ministerial destaca a importância de criar instrumentos econômicos inovadores, como o pagamento por serviços ambientais (PSA), que podem gerar renda através da preservação ambiental; ampliar mecanismos financeiros destinados ao financiamento sustentável da produção; e fomentar uma maior integração entre as políticas públicas já implementadas. Um aspecto fundamental diz respeito à inserção dos pequenos e médios produtores, especialmente os da agricultura familiar, nas cadeias de valor agregado, visando garantir sua integração econômica e social.

A estratégia contempla ainda o fortalecimento da bioeconomia, explorando o potencial da socio biodiversidade, dos bioinsumos e das energias renováveis como pilares de uma economia de base sustentável. Por fim, destaca-se a importância de abrir e manter mercados globais, garantindo a participação do Brasil em cadeias globais de produção que cada vez mais valorizam características de sustentabilidade e rastreabilidade (Brasil, 2020).

Dessa forma, a agenda do MAPA para o período recente explicita um esforço de harmonização entre a eficiência produtiva, a justiça social e a preservação ambiental, em consonância com os princípios constitucionais da função social da propriedade e da defesa do meio ambiente (Brasil, 1988).

O Brasil está intensificando os esforços para consolidar a agricultura orgânica, definida como um método de produção que dispensa o uso de produtos químicos sintéticos, dando prioridade a práticas de gestão que protegem a biodiversidade e os recursos naturais. O Programa Nacional de Agricultura Orgânica (PNAO), estabelecido no contexto das políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento sustentável, visa incentivar tanto a oferta quanto a procura por alimentos orgânicos, aumentando sua participação no mercado nacional e internacional (Brasil, 2003).

Este programa proporciona para os agricultores incentivos estratégicos, incluindo linhas de crédito específicas, serviços de assistência técnica e extensão rural, além de ampliar o acesso a segmentos de mercado que apreciam produtos diferenciados com base em critérios socioambientais.

O contexto fica mais forte com o aumento muito grande na procura por alimentos orgânicos. Isso não é só bom para o meio ambiente, mas também é uma chance boa para agricultores pequenos, médios e grandes. Entretanto, a agricultura orgânica ainda se depara com dificuldades

estruturais, tais como os custos iniciais mais significativos, a exigência de certificação especializada e a falta de conhecimento técnico entre os agricultores.

No entanto, aumentar a consciência dos consumidores, com o apoio do governo e políticas de empréstimo, pode ajudar a crescer esse setor. Isso vai fazer com que ele se torne uma ferramenta importante para a mudança para a agroecologia e para alcançar as metas de sustentabilidade.

Nesse cenário, destacam-se os incentivos econômicos direcionados à agricultura sustentável, especialmente por meio do crédito rural. Iniciativas como o PRONAF (Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar) alocam recursos financeiros a pequenos agricultores com o intuito de promover a adoção de práticas produtivas sustentáveis.

Por sua vez, o Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) foca na concessão de financiamento para sistemas produtivos com baixa emissão, incluindo técnicas como o plantio direto, a integração entre lavoura, pecuária e floresta, bem como a recuperação de áreas degradadas (Brasil, 2010).

O acesso a esses meios de financiamento possibilita que os produtores rurais apliquem recursos em tecnologias avançadas, tais como sistemas de irrigação de alta eficácia, agricultura de precisão e ações de conservação. Esses investimentos resultam em benefícios variados: incremento da produtividade, diminuição dos custos operacionais e atenuação dos impactos ambientais, evidenciando que a sustentabilidade pode constituir, simultaneamente, uma estratégia econômica e ambientalmente eficaz (Embrapa, 2021).

Buscar uma agricultura sustentável requer investimentos constantes em educação e formação técnica, vistos como pilares fundamentais para a disseminação e implementação de práticas inovadoras no ramo agrícola. No Brasil, tanto o poder público quanto instituições privadas e do terceiro setor têm exercido uma função essencial na criação de programas de capacitação direcionados a agricultores e profissionais rurais, visando o aprimoramento de habilidades voltadas ao uso responsável dos recursos naturais e à sustentabilidade na produção (Embrapa, 2020; Senar, 2021).

Entre as entidades que se sobressaem neste processo, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) são os principais provedores de programas que vão desde a gestão sustentável do solo até a agricultura orgânica, passando por práticas agroecológicas e pelo uso eficaz de água e energia. Esses cursos e treinamentos não apenas transmitem conhecimento técnico, mas também almejam consolidar uma cultura de responsabilidade socioambiental entre os agricultores (Altieri; Nicholls, 2020).

A formação técnica tem impactos diretos na atividade agrícola, pois agricultores bem treinados costumam adotar técnicas de produção que equilibram o aumento da produtividade com a

diminuição dos efeitos no meio ambiente. Portanto, estabelece-se um ciclo virtuoso no qual a educação e a prática garantem a longevidade dos sistemas de produção, aumentando sua resistência perante as alterações climáticas e as demandas do mercado (Darolt; Nascimento; Clemente, 2019).

Para além do treinamento técnico, as campanhas de sensibilização desempenham um papel crucial na construção de uma agricultura sustentável. Essas iniciativas pretendem conscientizar não só os agricultores, mas também os consumidores e a sociedade na totalidade sobre a importância da sustentabilidade na produção de alimentos. Assim, empregam-se diversas táticas de comunicação, tais como conferências, eventos, redes sociais e recursos pedagógicos, visando promover os benefícios sociais, econômicos e ambientais de práticas de agricultura sustentável (Pacheco; Almeida, 2018).

A campanha "Agro Sustentável", lançada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é um exemplo emblemático que visa disseminar informações sobre tecnologias de baixo impacto ambiental e incentivar a sua implementação pelos agricultores. Essas estratégias comunicativas têm se mostrado eficientes na transformação do comportamento dos agricultores, consolidando a posição do Brasil como um modelo global em agricultura sustentável (Brasil, 2020).

Importa observar que, apesar de existir uma extensa teia de políticas e instrumentos, persistem desafios expressivos. Entre eles: dificuldades de acesso ao crédito por pequenos produtores, carência de assistência técnica qualificada, lacunas nos mecanismos de monitoramento e verificação, assim como burocracia regulatória que retarda implementação de práticas no campo. Essas lacunas comprometem a efetividade dos instrumentos disponíveis (Pacheco; Santos, 2023).

Há, ainda, uma necessidade premente de regionalização e territorialização das políticas públicas voltadas ao setor agropecuário e à mitigação de emissões. Práticas produtivas que se mostram eficazes e incentivos financeiros bem-sucedidos em regiões do Cerrado não são automaticamente aplicáveis à Amazônia, à Mata Atlântica ou ao semiárido; cada território apresenta arranjos institucionais, culturas locais, condições climáticas e características de solo singulares, que determinam a viabilidade e o impacto das medidas adotadas. A imposição de políticas uniformes, sem consideração das especificidades regionais, tende não apenas a gerar ineficiências, mas também a aprofundar desigualdades, excluindo atores e comunidades que não conseguem se adequar aos padrões generalizados, e, assim, corroendo o potencial transformador das ações governamentais (Hellvig; Flores, 2023). Reconhecer a diversidade territorial é, portanto, compreender que a sustentabilidade agrícola é uma construção social, ecológica e econômica, profundamente enraizada nas condições locais e nas trajetórias históricas das comunidades rurais.

Paralelamente, a governança dessas políticas assume papel central na garantia de eficácia e

legitimidade. A consolidação de mecanismos robustos de monitoramento e avaliação de resultados, aliados à participação efetiva de atores locais - incluindo produtores, instituições de pesquisa, órgãos estaduais e municipais -, estabelece não apenas um controle técnico, mas também um espaço de co-responsabilidade e aprendizado compartilhado. A transparência nos critérios de financiamento, nos indicadores ambientais e nos processos de decisão fortalece a confiança nas políticas públicas e assegura que os recursos e incentivos cheguem de maneira justa e estratégica aos destinatários mais apropriados (Jorge; Souza, 2025). Nesse sentido, a governança não se limita à função administrativa: ela é uma dimensão ética e política, que articula eficiência, equidade e sustentabilidade, reconhecendo que a transformação rural requer diálogo contínuo, adaptação contextual e compromisso coletivo com resultados duradouros.

Por fim, a visão de longo prazo deve permear o desenho dos instrumentos: metas plurianuais, estabilidade regulatória, previsibilidade de financiamento, continuidade dos programas de crédito e incentivos fiscais são essenciais para que o produtor rural confie em investir em práticas de longo prazo, como manejo de carbono do solo, recuperação florestal ou sistemas agroflorestais. A política sem horizonte está fadada à inconstância.

3.6 Aspectos críticos

O mercado de carbono, tal como vem sendo estruturado, revela-se permeado por uma complexa rede de intermediários - de consultorias, certificadoras, negociadores de créditos e entidades financeiras - cuja presença intensa pode comprometer tanto a transparência quanto a efetividade dos supostos benefícios ambientais.

Essa estrutura intermediada implica que, para que um crédito de carbono seja gerado, validado e posto à venda, torna-se quase inevitável recorrer a atores especializados que detêm o *know-how* de certificação, verificação e conformidade regulatória. Esse requisito técnico burocrático cria uma barreira de acesso significativa, pois exige recursos, não apenas financeiros, mas também administrativos, muitas vezes além da capacidade de pequenos agricultores ou comunidades tradicionais. Isso configura um filtro desigual de participação, onde o controle e a captura de valor ficam concentrados nas mãos de poucos (Anis; Carduci; Ruviano, 2022).

Ademais, há um problema estrutural de incentivos: intermediários - consultorias ambientais, auditoras, certificadoras - são remunerados em função da quantidade de créditos emitidos ou transacionados, e não necessariamente em função da integridade ou do impacto real das reduções de emissões. Essa lógica comercial cria o risco de “corrida pelo volume”, priorizando a quantidade de créditos sobre a qualidade ambiental ou social de cada unidade vendida (Pérez-Marín, 2025).

Na prática, esse arranjo pode provocar uma diluição da responsabilidade dos atores principais - aqueles que, supostamente, realizam a mitigação ambiental - justamente porque os intermediários operam como filtros entre produtores e compradores finais, obscurecendo as relações originais e dificultando a rastreabilidade dos impactos. A opacidade derivada da multiplicidade de atores favorece também a externalização de riscos e responsabiliza pouco quem efetivamente lucra com os créditos, enquanto as comunidades ou produtores rurais permanecem à margem dos ganhos reais (Pereira, 2024).

Essa arquitetura excessivamente intermediada tende a produzir consequências que raramente são mencionadas nos discursos oficiais. Para muitos agricultores, sobretudo os pequenos, que operam à margem dos grandes fluxos de capital, o que se oferece não é a repartição equilibrada dos benefícios ambientais e econômicos, mas a permanência num lugar subordinado, dependente de consultores, certificadores e plataformas para qualquer acesso efetivo ao mercado. A promessa de inclusão se converte, assim, em um itinerário oneroso, marcado por exigências técnicas e burocráticas que, longe de democratizar oportunidades, terminam por afastar justamente aqueles cuja participação é constantemente invocada como elemento de justiça climática. Esse desajuste revela que o mercado de carbono, tal como estruturado, tende a replicar desigualdades históricas e enfraquecer o ideal de um desenvolvimento rural que se pretende sustentável e equilibrado.

Observa-se ainda, em diversas pesquisas, que a combinação de requisitos técnicos cada vez mais rigorosos - monitoramento contínuo, verificação reiterada, metodologias intrincadas de estimativa de sequestro - e a proliferação de padrões de certificação tem empurrado pequenos produtores para um limiar quase inalcançável. Em regiões rurais afastadas, onde a precariedade das estradas convive com conexões digitais intermitentes e serviços públicos rarefeitos, torna-se praticamente impossível atender às demandas de geração constante de dados, rastreabilidade minuciosa e manutenção prolongada dos sistemas exigidos pelos certificadores. O resultado, como apontam estudos recentes, é a criação de uma barreira quase silenciosa, porém devastadora, que exclui aqueles que não dispõem dos recursos materiais, técnicos e institucionais necessários para cumprir requisitos pensados em ambientes urbanos ou corporativos (Awazi; Alemagi; Ambebe, 2025).

Ademais, a lógica de mercado que prevalece atualmente privilegia projetos de grande porte e com capacidade de absorver os custos iniciais, fazendo com que os benefícios potenciais oferecidos pelo mercado de carbono - como renda adicional ou incentivo à restauração - fiquem restritos àqueles que já detêm maior poder de investimento. Essa assimetria acentua as desigualdades no meio rural e mina a possibilidade de que a transição para uma economia de baixo carbono contribua, de fato, para justiça socioambiental.

Neste contexto, a noção de “colonialismo de carbono” tem ganhado força como crítica vigorosa aos mercados de compensação e aos créditos ambientais, sobretudo ao revelar a assimetria profunda que marca a distribuição de encargos e benefícios. Povos indígenas, comunidades tradicionais e pequenos agricultores são frequentemente deslocados para a posição de meros fornecedores daquilo que alguns autores denominam “natureza negociável”: terras, florestas, modos de vida e práticas territoriais transformados em insumos para um sistema de valoração climática que lhes é imposto de fora para dentro (Redvers *et al.*, 2025). Enquanto isso, grandes corporações e investidores, munidos de capital, assessorias especializadas e poder de barganha, tendem a concentrar os dividendos econômicos obtidos com a venda ou a negociação desses créditos, reforçando um arranjo no qual a contribuição material e simbólica das comunidades locais é apropriada sem que haja, em contrapartida, redistribuição justa.

Redvers *et al.* (2025) observam que, ainda que diversos projetos sejam apresentados sob o verniz da inclusão e da justiça socioambiental, o desenho institucional vigente acaba, muitas vezes, por perpetuar estruturas antigas de desigualdade, exploração e dominação territorial. Em muitos casos, acordos são celebrados sem transparência suficiente, e a linguagem técnica utilizada por consultores e certificadoras cria barreiras quase intransponíveis para a participação efetiva das populações afetadas. A promessa de protagonismo local se dilui diante da assimetria de informação, da pressão econômica e do desequilíbrio de poder contratual, convertendo a retórica da sustentabilidade em um mecanismo de controle que restringe a autonomia das comunidades sobre seus próprios territórios. Dessa forma, o chamado colonialismo de carbono não se limita a uma metáfora crítica, mas descreve a reprodução, por vias ambientais e financeiras, de práticas que reiteram hierarquias históricas e fragilizam a autodeterminação dos grupos que, paradoxalmente, têm sido os principais guardiões das florestas e da biodiversidade.

Em muitos casos, a participação desses atores vulnerabilizados envolve a assinatura de contratos complexos, cujos termos podem ser pouco compreensíveis, especialmente quando elaborados em línguas técnicas ou fora do contexto cultural e linguístico local, o que coloca as comunidades num quadro de desvantagem estrutural no momento da negociação. Essa assimetria informacional e de poder revela a persistência de práticas que lembram antigas formas de colonização, agora travestidas sob a retórica da sustentabilidade e do mercado verde (Redvers *et al.*, 2025).

Além disso, a governança desses mercados não costuma assegurar mecanismos adequados de participação e consulta às comunidades diretamente afetadas. A revisão apresentada por estudos críticos aponta que povos indígenas e comunidades tradicionais têm sido historicamente marginalizados nas mesas de decisão climática - nas conferências internacionais e nas negociações

locais - o que agrava a injustiça estrutural de origem: quem arca com os custos socioambientais raramente participa dos lucros gerados pelo mercado de carbono (Durmaz; Schroeder, 2025).

Nesse arranjo, o que se pretende divulgar como inovação climática pode, inadvertidamente, perpetuar formas sutis de tutela e subordinação, esvaziando a autonomia daqueles que, há gerações, mantêm práticas de manejo e conservação que jamais foram adequadamente reconhecidas ou valorizadas.

CONCLUSÃO

A presente dissertação buscou analisar de que maneira o mercado de carbono pode atuar como instrumento jurídico-econômico apto a promover a sustentabilidade e o desenvolvimento rural no Brasil, à luz dos princípios constitucionais que estruturam a ordem econômica.

Ao longo dos capítulos, procurou-se investigar o arcabouço normativo nacional, os fundamentos teóricos e institucionais da precificação do carbono, bem como as potencialidades e limitações concretas do setor rural brasileiro nesse processo. Os resultados da pesquisa permitem afirmar que o mercado de carbono, quando adequadamente regulado, alinhado à Constituição Federal de 1988 e acompanhado de políticas públicas robustas, possui condições efetivas de contribuir para uma transição ecológica justa, inclusiva e socialmente orientada.

Inicialmente, verificou-se que a Constituição de 1988 estabeleceu um modelo de desenvolvimento que não admite a dissociação entre atividade econômica, proteção ambiental e justiça social. Os princípios da ordem econômica (art. 170), da função social da propriedade (arts. 5º, XXIII, e 186) e do meio ambiente ecologicamente equilibrado (art. 225) conformam um sistema normativo que impõe limites e orientações à livre iniciativa, condicionando-a ao respeito aos direitos fundamentais, à equidade social e à preservação dos recursos naturais. Assim, qualquer instrumento regulatório contemporâneo — inclusive o mercado de carbono — deve ser interpretado como mecanismo de concretização desses valores constitucionais, e não como inovação isolada ou puramente econômica.

A análise demonstrou que o mercado de carbono, em suas modalidades regulada e voluntária, representa uma estratégia eficiente de internalização de externalidades ambientais, conferindo valor econômico a práticas que evitam, reduzem ou removem emissões de gases de efeito estufa. Embora tenha origem nos acordos internacionais — Protocolo de Kyoto, Acordo de Paris e Convenção-Quadro da ONU —, esse instrumento só se viabiliza no contexto interno quando amparado por governança sólida, padrões transparentes de monitoramento, reporte e verificação (MRV) e estruturas institucionais capacitadas para garantir integridade ambiental. No Brasil, o avanço recente da Lei nº 15.042/2024, que institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), quase quatro décadas após a promulgação da Constituição, representa passo decisivo para a consolidação de um mercado regulado capaz de dialogar com as necessidades nacionais de desenvolvimento e com as exigências globais de mitigação climática.

A pesquisa demonstrou que o setor rural ocupa posição singular nesse debate. Por um lado, responde por grande parte das emissões brasileiras, especialmente pela agropecuária e pelas

mudanças no uso da terra; por outro, apresenta potencial de mitigação incomparável, seja pelo sequestro de carbono em solos e vegetação nativa, seja pela adoção de técnicas de produção sustentáveis e de baixo carbono. A agricultura brasileira — empresarial e familiar — reúne condições para liderar modelos inovadores de produção, conservação e adaptação, desde que receba suporte técnico, financeiro e institucional adequados.

Sob essa perspectiva, verificou-se que o mercado de carbono pode contribuir diretamente para a efetividade da função social da propriedade rural, ao estimular práticas que favoreçam a conservação, a recuperação ambiental e o manejo adequado dos recursos naturais. A possibilidade de geração de créditos de carbono dá valor econômico a práticas que, embora impostas pela Constituição e por legislações ambientais, historicamente recaíam apenas como ônus aos produtores. Assim, a remuneração por serviços ecossistêmicos transforma o cumprimento da função social em oportunidade econômica, especialmente para pequenos e médios agricultores que dependem de fontes adicionais de renda para manter-se no campo.

Entretanto, a pesquisa também identificou desafios importantes para que o mercado de carbono cumpra plenamente esse papel. O primeiro deles diz respeito à necessidade de segurança jurídica, ainda fragilizada pela ausência de regulamentações específicas em alguns setores, pela coexistência de diferentes padrões voluntários e pelo histórico de instabilidade legislativa no Brasil. A efetividade do SBCE dependerá de regulamentações infralegais consistentes, da criação de metodologias padronizadas e da atuação articulada de diferentes órgãos federais.

Outro desafio refere-se à assimetria de informações e capacidades técnicas. A complexidade dos procedimentos de certificação, a necessidade de medições precisas, o custo elevado de auditorias e a dificuldade de acesso a tecnologias de rastreamento e monitoramento tornam a entrada no mercado mais acessível a grandes players, podendo reproduzir desigualdades já existentes. Para evitar que o mercado de carbono se transforme em mecanismo concentrador, é indispensável a adoção de políticas públicas específicas para inclusão dos pequenos e médios produtores, como assistência técnica continuada, linhas de financiamento verde, programas de capacitação e incentivos fiscais direcionados.

Também se constatou que a transição para uma economia de baixo carbono exige políticas públicas integradas, que articulem planejamento territorial, pesquisa científica, extensão rural, governança climática e investimento público. Os programas analisados — como o Plano ABC, o ProAmbiente, o FIP, o Programa Gestar, as políticas estaduais de agroecologia e os projetos de recuperação ambiental — demonstram que o Estado possui capacidade de indução determinante. No entanto, a continuidade dessas iniciativas depende de estabilidade orçamentária, cooperação federativa e fortalecimento institucional.

Outro ponto crítico destacado refere-se à necessidade de integridade ambiental. A eficácia do mercado de carbono depende da garantia de que cada crédito represente reduções reais, mensuráveis, adicionais e verificáveis de emissões. Riscos de greenwashing, superestimação de resultados, adicionalidade frágil e abuso de mecanismos compensatórios podem comprometer a credibilidade do sistema. Portanto, integridade não é apenas requisito técnico, mas imperativo jurídico vinculado à função reguladora do Estado e à própria legitimidade do mercado.

A análise desenvolvida permitiu concluir que a inserção do setor rural no mercado de carbono pode representar importante vetor de desenvolvimento sustentável. Entretanto, para que desempenhe esse papel de forma justa e eficaz, é necessário avançar em quatro frentes estruturantes: (a) aperfeiçoamento normativo e regulatório, com regulamentações claras, padronizadas e coerentes com a Constituição; (b) fortalecimento institucional, garantindo governança técnica, transparente e acessível; (c) políticas públicas de fomento, que reduzam barreiras de entrada e ampliem a inclusão produtiva; e (d) mecanismos de justiça socioambiental, que assegurem que os benefícios do mercado alcancem pequenos produtores, comunidades tradicionais e povos indígenas, evitando desigualdades territoriais.

Por fim, conclui-se que o mercado de carbono não é solução isolada nem substitui políticas ambientais tradicionais baseadas em comando e controle. Contudo, quando integrado a uma estratégia nacional de transição ecológica, pode se tornar ferramenta poderosa para impulsionar inovação, restaurar ecossistemas, aumentar a resiliência produtiva, fortalecer a função social da propriedade rural e promover um modelo de desenvolvimento constitucionalmente comprometido com a dignidade humana, a justiça social e a proteção ambiental.

A transição para uma economia de baixo carbono no Brasil dependerá da capacidade de articular instrumentos econômicos, políticas públicas, conhecimento científico e participação social. A Constituição de 1988 oferece as bases jurídicas necessárias; o mercado de carbono oferece os incentivos econômicos; e o setor rural oferece o potencial técnico e territorial. A convergência desses elementos representa oportunidade rara para o desenvolvimento sustentável. A consolidação desse processo, entretanto, exigirá vontade política, segurança jurídica e um compromisso contínuo com a justiça socioambiental — valores indispensáveis para a construção de um futuro mais equilibrado e sustentável para o país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACORDO DE PARIS. Conferência das Partes – COP 21. Paris: UNFCCC, 2015.

AGÊNCIA BRASIL. Agropecuária é responsável por 69% das emissões de gases do efeito estufa. Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/>. Acesso em: 19 out. 2025.

ALTIERI, Miguel A.; NICHOLLS, Clara Inés. Agroecologia: princípios e estratégias para a agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2020.

AMORIM, João Pacheco de. A Constituição económica portuguesa: enquadramento dogmático e princípios fundamentais. Revista da Faculdade de Direito da Universidade do Porto, n. 8, p. 31-106, 2014.

ANIS, Cíntia Ferreira; CARDUCCI, Carla Eloize; RUVIARO, Clandio Favarini. Mercado de carbono agrícola: realidade ou desafio? Multitemas, v. 27, n. 65, p. 163–188, jan./abr. 2022. Disponível em: <https://interacoes.ucdb.br/multitemas/article/view/3396>. Acesso em: 26 nov. 2025.

ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental. 23. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022.

AWAZI, Nyong Princely; ALEMAGI, Dieudonné; AMBEBE, Titus Fondo. Promoting the carbon market in agroforestry systems. Discover Forests, v. 1, art. 9, 2025.

BANCO MUNDIAL. Partnership for Market Implementation: overview. Washington, DC: World Bank, 2020. Disponível em: <https://www.worldbank.org>. Acesso em: 11 set. 2025.

BALLARD, Tristan et al. Widespread increases in wildfire risk to forest carbon offset projects. arXiv, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2305.02397>. Acesso em: 26 nov. 2025.

BARAL, Srijana; LAMICHHANE, Sabhyata; KOIRALA, Anil. Current status of forest carbon offset projects in the US. Forest Policy and Economics, v. 178, p. 103567, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389934125001467>. Acesso em: 28 nov. 2025.

BELLA, V. Introdução à economia do meio ambiente. Brasília: Ibama, 1996.

BENTO, José Alex N.; VIEIRA FILHO, José Eustáquio R. O impacto do crédito rural sustentável na emissão de GEE. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, v. 27, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11620>. Acesso em: 10 out. 2025.

BIRNFELD, C. A. Cidadania ecológica. Pelotas: Delfos, 2005.

BISINOTO, Gustavo D. et al. Desafios regulatórios do mercado brasileiro de carbono. Aracê, v. 7, n. 10, p. e8595, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/8595>. Acesso em: 27 nov. 2025.

BISPO, Fábio. Mais da metade dos créditos de carbono da Amazônia está contaminada pela mineração. InfoAmazonia, 26 jun. 2025. Disponível em: <https://infoamazonia.org>. Acesso em: 27 nov. 2025.

BONAVIDES, Paulo. A Constituição aberta: temas políticos e constitucionais da atualidade. 3. ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

BRASIL. EMATER. O produtor rural do Distrito Federal e o mercado de carbono. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://biblioteca.emater.df.gov.br/jspui/bitstream/123456789/249/1/Gest%C3%A3o%20Ambiental%20final.pdf>. Acesso em: 15 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa ABC. Brasília, DF: MAPA, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Planejamento estratégico do MAPA 2020–2023. Brasília, DF: MAPA, 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Estimativas de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Brasília, DF: MCTI. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti>. Acesso em: 2 set. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Protocolo de Quioto: o Brasil e a Convenção-Quadro da ONU. Brasília, DF: MME, 2020.

BRUNDTLAND, G. H. et al. Our common future; by World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press, 1987.

CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD. Cap-and-Trade Program. Sacramento, CA, 2024.

CANOTILHO, J. J. Gomes. Direito constitucional e teoria da Constituição. 7. ed. Coimbra: Almedina, 2007.

CAPRA, Fritjof. As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável. São Paulo: Cultrix, 2005.

CARB. Staff report: proposed regulation to implement the low carbon fuel standard. Sacramento, CA: California Air Resources Board, 2024.

CARVALHO, M. M. Efetividade econômica da precificação do carbono. 2022. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

CEBDS. Mercado de carbono brasileiro: marco regulatório. Rio de Janeiro: CEBDS, 2023. Disponível em: <https://cebds.org>. Acesso em: 13 set. 2025.

CGU. CGU avalia mercado de carbono no Brasil. Brasília, DF: Controladoria-Geral da União, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cgu/>. Acesso em: 10 out. 2025.

CHAVES, M. C. C.; GOMES, C. F. S. Avaliação de biocombustíveis por multicritério. Production Journal, v. 14, n. 3, p. 495-507, 2012.

CLIMATE FOCUS. Voluntary Carbon Market 2023 Review, 2024. Disponível em: <https://climatefocus.com>. Acesso em: 10 set. 2025.

CLIMATE TRANSPARENCY. Implementation check: Brazil, maio 2025. Disponível em: <https://climate-transparency.org>. Acesso em: 12 set. 2025.

CNA BRASIL – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Mercado de carbono pode ser oportunidade de renda para produtores rurais. Brasília, DF, 30 abr. 2025. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/noticias/mercado-de-carbono-pode-ser-oportunidade-de-renda-para-produtores-rurais>. Acesso em: 10 out. 2025.

CNA. Guia de mercado de carbono para o produtor rural. Brasília, DF: CNA, 2025. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/storage/arquivos/Guia_Mercado-de-Carbono-A4-1.pdf. Acesso em: 30 jul. 2025.

CRESOL. Mercado de carbono na agricultura, 2025. Disponível em: <https://www.cresol.com.br>. Acesso em: 7 set. 2025.

DAROLT, M. R.; NASCIMENTO, L. F.; CLEMENTE, C. M. Agricultura orgânica no Brasil. Curitiba: IAPAR, 2019.

DERANI, Cristiane. Direito ambiental econômico. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

DIAS, E. J. Mercado de carbono no Brasil. 2023. Dissertação (Mestrado) – FGV, São Paulo, 2023.

DIAS, J. E. O. F.; ALVES, F. Direito constitucional e administrativo do ambiente. Coimbra: Almedina, 2007.

DONZELE, P. F. L. Imóvel rural: função social. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE DIREITO AGRÁRIO – SEDAG, 1., 2001, Goiânia. Anais [...]. Goiânia: [s. n.], 2001.

DURMAZ, Zeynep; SCHROEDER, Heike. Indigenous contestations of carbon markets, carbon colonialism, and power dynamics in international climate negotiations. *Climate*, v. 13, n. 8, art. 158, 2025.

DYE, A. W. et al. Carbon, climate and disturbance. *Carbon Balance and Management*, v. 19, 2024. Disponível em: <https://link.springer.com>. Acesso em: 27 nov. 2025.

FEED & FOOD. O papel dos créditos de carbono contra mudanças no clima. Feed & Food – Mercado e Agroindústria, Sorocaba, SP, 9 ago. 2023.

FOLADORI, G.; TOMMASINO, H. O conceito de desenvolvimento sustentável. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 1, 2000.

FREDMAN, Alex; PHILLIPS, Todd. Fraud in carbon offset markets. Center for American Progress, 7 out. 2022. Disponível em: <https://www.americanprogress.org>. Acesso em: 27 nov. 2025.

FREIRIA, R. C.; DOSSO, T. C. Manual de Direito Agrário. São Paulo: Juspodivm, 2024.

FREITAS, Juarez. Sustentabilidade: direito ao futuro. 2. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2012.

FREITAS, Vladimir Passos de. Direito ambiental brasileiro. 20. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2018.

GODOY, A. S.; LIMA, J. R. Créditos de carbono e sustentabilidade no agronegócio. São Paulo:

Atlas, 2015.

GOIÁS. Política Estadual de Agroecologia e Produção Orgânica do Estado de Goiás (PEAPO). Disponível em: Agroecologia em Rede. Acesso em: 5 jun. 2025.

GOIÁS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Artigo – Conservação de água e solo: centelha da produção sustentável. Disponível em: SEAPA – Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acesso em: 10 jun. 2025.

GONÇALVES, J.; VECCHIA, R.; GODWARD, A. Carbon pricing in Brazil. *Climate Policy*, v. 22, n. 8, p. 1015-1030, 2022.

GOULART, R. C. Mercado voluntário de carbono no Brasil. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

GRAU, Eros R. A ordem econômica na Constituição de 1988. 21. ed. São Paulo: Malheiros, 2008.

GRANGEIA, C.; SANTOS, L.; LÁZARO, L. L. B. The Brazilian biofuel policy (RenovaBio) and its uncertainties: an assessment of technical, socioeconomic and institutional aspects. *Energy Conversion and Management*: X, v. 13, jan. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590174521000817>. Acesso em: 12 set. 2025.

GUIMARÃES, Roberto P. A ética da sustentabilidade. In: VIANA, G.; SILVA, M.; DINIZ, N. O desafio da sustentabilidade. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2001.

GUITARRARI, L.; AGUIAR, A.; MARQUES, J. Mercado de carbono no Brasil. Rio de Janeiro: FGV Energia, 2025. Disponível em: <https://fgvenergia.fgv.br>. Acesso em: 12 set. 2019.

GUTIERREZ, Maria Bernadete G. P. S. O Brasil e o mercado de carbono. *Revista Ipea – Urbano, Regional e Ambiental*, n. 3, dez. 2009. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/entities/publication/b9bc44a3-9cb5-483e-80e0-7ba26b3a2f1b>. Acesso em: 26 set. 2025.

HAYA, Barbara et al. The carbon offset market: integrity challenges and reform needs. Berkeley: University of California, 2021.

HELVIG, E. L. F.; FLORES-SAHAGUN, T. H. S. Políticas públicas e baixa emissão de carbono. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 54, n. 3, 2023.

HEPBURN, C.; STERN, N.; STIGLITZ, J. Carbon pricing. *European Economic Review*, v. 127, 2020. Disponível em: https://business.columbia.edu/sites/default/files-efs/imce-uploads/Joseph_Stiglitz/Hepburn%2C%20Stern%20Stiglitz%20%282020%2C%20EER%29%20Carbon%20Pricing.pdf. Acesso em: 10 set. 2025.

ICAP – INTERNATIONAL CARBON ACTION PARTNERSHIP. Korea ETS: general information., 2022.

ICCBRASIL. Relatório ICCBrasil 2022. São Paulo: Instituto Clima e Sociedade, 2022. Disponível em: https://www.iccbrasil.org/wp-content/uploads/2022/10/RELATORIO_ICCBR_2022_final.pdf. Acesso em: 13 set. 2025.

INTEGRITY COUNCIL FOR THE VOLUNTARY CARBON MARKET (ICVCM). About us/Core Carbon Principles, 2024. Disponível em: <https://icvcm.org/>. Acesso em: 10 set. 2025.

IPAM AMAZÔNIA. O que é e como funciona o mercado de carbono? [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/o-que-e-e-como-funciona-o-mercado-de-carbono/>. Acesso em: 20 set. 2025.

JACOBI, Pedro. Poder local, políticas sociais e sustentabilidade. *Saúde e Sociedade*, v. 8, n. 1, p. 31-48, 1999.

JORGE, Ana M.; SOUSA, Pedro. Mercado de créditos de carbono e incentivos fiscais. *Revista da Faculdade de Direito da UFG*, v. 42, n. 1, 2025.

KREIBICH, Tobias et al. Assessing data integrity in voluntary offsets, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 26 nov. 2025.

LACLIMA. Propostas para superar desafios da descarbonização no Brasil. São Paulo: LACLIMA, 2022.

LAGO, A. A. C. Conferências de desenvolvimento sustentável. Brasília, DF: Fundação Alexandre de Gusmão, 2013.

LEITE, José Rubens Morato. *Direito ambiental brasileiro*. 20. ed. São Paulo: Forense, 2018.

LIMA, G. F. C. Educação ambiental crítica. *Educação e Pesquisa*, v. 35, n. 1, p. 145-163, 2009.

LIMA, L. M.; REGINATO, G. A.; BARTHOLOMEU, D. B. Estimativas de absorção de carbono. Piracicaba: CEPEA/ESALQ-USP, 2007.

LIMA, R. A. M. Direito agrário. Rio de Janeiro: Renovar, 1994.

LOMBARDI, Antônio. Créditos de carbono e sustentabilidade. São Paulo: Lazuli; CEN, 2008.

MARQUES JÚNIOR, W. P. Sustentabilidade e direitos da natureza. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE GOVERNANÇA, 2019,. Anais, 2019.

MARQUES NETO, F. A. Limites da regulação estatal. Revista Eletrônica de Direito Administrativo Econômico, n. 4, 2006.

MARTINEZ-ALIER, Joan. The environmentalism of the poor. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.

MILARÉ, Édís. Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco. 14. ed. São Paulo: RT, 2023.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Programas e projetos. Brasília, DF, 2025.

MORAES, Alexandre de. Direito constitucional. 23. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MOUTINHO, R. A. O risco do carbono no Brasil. Revista Contemporânea de Organização, v. 18, n. 2, 2024.

MULDER, Isa. Carbon market auditing flaws. Carbon Market Watch, 17 jul. 2025. Disponível em: <https://carbonmarketwatch.org/>. Acesso em: 27 nov. 2025.

NEIVA, Henrique S. Mercado voluntário de carbono no Brasil. 2021. Dissertação (Mestrado) – PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2021.

NEUE, H. U. Methane emission from rice fields. BioScience, v. 43, n. 7, p. 466-474, 1993.

NORDHAUS, William. The climate casino. New Haven: Yale University Press, 2019.

PACHECO, José C.; ALMEIDA, André L. Comunicação e sustentabilidade. Revista Desenvolvimento Rural, v. 12, n. 1, p. 55–73, 2018.

PACHECO, C. S. G. R.; SANTOS, R. P. dos (org.). Estudos agroecológicos: o avanço da ciência no Brasil. Guarujá: Científica Digital, 2023. p. 126-138.

PALMA, Ana. MS avança na redução de carbono com ações e incentivos aos produtores rurais. CNA Brasil, 6 ago. 2025. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/ms-avanca-na-reducao-de-carbono-com-acoes-e-incentivos-aos-produtores-rurais?>. Acesso em: 10 out. 2025.

PEREIRA, Jullie. Erros no mercado de carbono brasileiro. InfoAmazonia, 28 nov. 2024.

PÉREZ-MARÍN, Aldrin. A verdade do carbono. Campina Grande: INSA, 2025.

PMR – PARTNERSHIP FOR MARKET READINESS. Projeto PMR Brasil: relatório de atividades. Brasília, DF: ME; Banco Mundial, 2020.

PROLO, C. D. et al. Explicando os mercados de carbono na era do Acordo de Paris. Rio de Janeiro: iCS, 2021.

RECESSARY. One-third of voluntary carbon credits fail additionality, 2024.

REDVERS, Nicole et al. Carbon markets and Indigenous Peoples. The Lancet Planetary Health, v. 9, n. 5, 2025.

REGO, Ihgor Jean; SILVA, Dheyson Ribeiro; BERTOLIN, Gabriel Gentil Mores. Função social da propriedade. Revista Científica Semana Acadêmica, v. 10, n. 221, Fortaleza, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/360729733_FUNCAO_SOCIAL_DA_PROPRIEDADE. Acesso em: 20 jul. 2025.

SACHS, Ignacy. Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SANQUETTA, C. R. Mercados de créditos de carbono. Revista Campo & Negócios, 19 set. 2023.

SANTILLI, Márcio. Riscos de mercado de carbono fake. ISA – Instituto Socioambiental, 2025.

SAUNOIS, M.; STAVERT, A. R. et al. The global methane budget 2000–2017. Earth System Science Data, v. 12, p. 1561–1623, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020>. Acesso em: 26 out. 2025.

SEBRAE RN. Pequenos produtores e mercado de carbono. Natal: SEBRAE, 2022.

SEEG. Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970-2023). Rio de Janeiro: SEEG, 2024. Disponível em: <https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2024/11/SEEG-RELATORIO-ANALITICO-12.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2025.

SENAR. Educação e capacitação para o campo sustentável. Brasília, DF, 2021.

SILVA, Adriana F. Adicionalidade no mercado de carbono. São Paulo: CNB/SP, 2025.

SILVA, Beatriz S. Mercado de carbono no Brasil. 2022. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2022.

SILVA, J. A. Curso de direito constitucional positivo. 45. ed. São Paulo: Malheiros; Juspodivm, 2001.

SILVA, M. S. C. A Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). 2022. Dissertação (Mestrado) – IDP, Brasília, DF, 2022.

SLAIB FILHO, N. Direito constitucional. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2006.

SMITH, Adam. A riqueza das nações. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

SOARES DA SILVA, Beatriz. Justiça climática no mercado de carbono. 2022. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2022.

SOUZA, D. T. et al. Precificação do carbono na agricultura. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 63, 2025.

STERN, Nicholas. The economics of climate change – The Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

STOCKHOLM RESILIENCE CENTRE. Carbon offsets should embrace uncertainty, 2023.

TAVARES, André R. Direito constitucional econômico. 2. ed. São Paulo: Método, 2006.

TIBÚRCIO, R. S.; MACÊDO, T. R.; PEREIRA NETO, A. M. Brazilian Biofuels Policy (RenovaBio): overview and generation of decarbonization credits by biodiesel production facilities. *Energy for Sustainable Development*, v. 77, dez. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0973082623001916>. Acesso em: 12 set. 2025.

TRENNEPOHL, Natascha. Mercado de carbono e sustentabilidade. 2. ed. São Paulo: SaraivaJur, 2025.

VARGAS, D. B.; DELAZERI, L. M. M.; FERREIRA, V. H. P. (org.). Mercado de carbono voluntário no Brasil na realidade e na prática. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 2023. Disponível em: https://agro.fgv.br/sites/default/files/2023-05/ocbio_mercado_de_carbono_1.pdf. Acesso em: 12 set. 2025.

VEIGA, J. E. da. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

WAYCARBON. Mercado de carbono no Brasil: panorama e perspectivas. São Paulo: WayCarbon, 2021.

WEITZMAN, M. L. Prices vs. quantities. *Review of Economic Studies*, v. 41, n. 4, p. 477–491, 1974.

WERNER NETO, G. A política nacional sobre mudança do clima e sua implementação para os setores de energia e florestas: mecanismos tributários. 2012. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

WORLD BANK. State and trends of carbon pricing 2023. Washington, DC: World Bank, 2023. Disponível em: <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sites/default/files/2023-10/State%20and%20Trends%20of%20Carbon%20Pricing%202023.pdf?>. Acesso em: 10 set. 2025.

YEH, S.; SPERLING, D. Low carbon fuel standards: implementation scenarios and challenges. *Energy Policy*, v. 38, p. 6955-6965, 2010