

CAMILA SANTA MARIA

**MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO NO BRASIL E NO MUNDO:
REGULAMENTAÇÃO, ATORES, DESAFIOS E OPORTUNIDADES**

**Monografia apresentada ao Programa de
Educação Continuada da Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Especialista,
pelo Programa de MBA USP Tecnologias
Digitais e Inovação Sustentável.**

SÃO PAULO

2024

CAMILA SANTA MARIA

**MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO NO BRASIL E NO MUNDO:
REGULAMENTAÇÃO, ATORES, DESAFIOS E OPORTUNIDADES**

**Monografia apresentada ao Programa de
Educação Continuada da Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Especialista,
pelo Programa de MBA USP Tecnologias
Digitais e Inovação Sustentável.**

**Orientador: Prof. Dr. Rony Rogério Martins
Sakuragui**

SÃO PAULO

2024

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

Santa Maria, Camila

MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO NO BRASIL E NO MUNDO:
REGULAMENTAÇÃO, ATORES, DESAFIOS E OPORTUNIDADES / C. Santa
Maria – São Paulo, 2024.

100 p.

Monografia (MBA em Tecnologias Digitais e Inovação Sustentável) -
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de
Educação Continuada em Engenharia.

1.mercado de crédito de carbono 2.descarbonização 3.economia de baixo
carbono 4.sustentabilidade 5.regulamentação I.Universidade de São Paulo.
Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia
II.t.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão às pessoas que tornaram possível a realização deste trabalho e cujo apoio e encorajamento foram fundamentais ao longo deste processo.

Primeiramente, agradeço aos meus pais e avós pelo seu constante amor, apoio e sacrifício e mais especificamente por nutrirem minha curiosidade, por viabilizarem meus estudos e por ouvir incansavelmente sobre os temas nos quais eu mergulho. Sem o apoio incondicional deles, esta jornada acadêmica teria sido muito mais desafiadora.

Muito obrigada também ao meu irmão Guilherme, por seu apoio incondicional, incluindo até mesmo sugestões de pesquisa em determinados momentos. Sua presença e incentivo foram fontes de força e motivação. Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado durante toda essa jornada, quero expressar minha profunda gratidão. Seus conselhos, conversas estimulantes e momentos de descontração foram fundamentais para manter o equilíbrio entre o trabalho acadêmico e a vida social. A vocês e ao Gui minha apreciação pelo apoio emocional, e pela força até o dia da entrega final e pela leveza com que lidaram com os planos que foram refeitos para que eu pudesse escrever.

Não poderia deixar de agradecer a todo o corpo docente do MBA de Tecnologias Digitais, Inovação e Sustentabilidade da Universidade de São Paulo. Suas aulas inspiradoras, trocas de experiências e orientações acadêmicas foram essenciais para o meu crescimento intelectual e profissional. Cada um de vocês contribuiu de maneira significativa para a minha formação e para o desenvolvimento deste trabalho. Especial e sincera gratidão à Professora Tereza pela compreensão e apoio individualizado. Por fim, expresso meus agradecimentos ao meu orientador, Professor Rony cuja orientação meticulosa e insights valiosos ajudaram a moldar este trabalho, e sou imensamente grata por sua dedicação, paciência e orientação ao longo deste processo.

RESUMO

Esta monografia contextualiza a importância da descarbonização da economia, destacando a relevância do mercado de créditos de carbono, e propõe uma análise comparativa dos âmbitos brasileiro e mundial desse mercado. O problema identificado reside na necessidade de compreender e superar as discrepâncias entre a atual situação brasileira no mercado de créditos de carbono e um cenário desejado de plena eficácia e participação internacional. O objetivo principal do trabalho é fornecer uma visão panorâmica do mercado global, comparar o posicionamento brasileiro, destacar lacunas e projetar cenários pós-regulação no país. A metodologia de pesquisa envolve revisão bibliográfica, seguida de análise comparativa, avaliação de oportunidades no contexto brasileiro e a análise do papel regulamentação. Os resultados esperados incluem insights sobre oportunidades específicas para o Brasil, o potencial de posicionamento internacional e tecnologias necessárias. Concluindo, este estudo visa contribuir para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis e promover uma transição efetiva para uma economia de baixo carbono no Brasil.

Palavras-chave: mercado de crédito de carbono, descarbonização, economia de baixo carbono, sustentabilidade, regulamentação.

ABSTRACT

This academic thesis contextualizes the importance of decarbonizing the economy, highlighting the relevance of the carbon credit market, and proposes a comparative analysis of the Brazilian and global scopes of this market. The identified problem lies in the need to understand and overcome the discrepancies between Brazil's current situation in the carbon credit market and a desired scenario of full effectiveness and international participation. The main objective of the work is to provide an overview of the global market, compare Brazil's position, highlight gaps, and project post-regulation scenarios in the country. The research methodology involves a literature review, followed by a comparative analysis, an assessment of opportunities in the Brazilian context, and regulatory role analysis. Expected results include insights into specific opportunities for Brazil, potential for international positioning, and necessary technologies. In conclusion, this study aims to contribute to the development of sustainable strategies and the promotion of an effective transition to a low-carbon economy in Brazil.

Keywords: carbon credit market, decarbonization, low-carbon economy, sustainability, regulation.

LISTA DE SIGLAS

4ERs - 4.6 Emission Reductions, ou Reduções de Emissões 4.6

ABCARBON - Associação Brasileira de Crédito de Carbono e Metano

ACR - American Carbon Registry, ou Registro Americano de Carbono

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ARR - Avoided Redundant Reductions, ou Reduções Evitadas Redundantes

ARR - Afforestation, Reforestation & Revegetation, ou Florestamento,

Reflorestamento e RevegetaçãoB3 - Brasil, Bolsa, Balcão, refere-se à principal bolsa de valores do Brasil, resultado da fusão entre a Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&FBOVESPA) e a Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos (CETIP)

BECCS - Bioenergy with Carbon Capture and Storage, ou Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BRICS - Brasil, Rússia, Índia, China e South Africa

CAR - Climate Action Reserve, ou Reserva de Ação Climática

CBAM - Carbon Border Adjustment Mechanism, ou Mecanismo de Ajuste na Fronteira para o Carbono

CBE - Cotas Brasileiras de Emissão

CBIO - Crédito de Descarbonização

CBS - Contribuição sobre Bens e Serviços

CCP - Core Carbon Principles, ou Princípios Centrais de Carbono

CCX - Chicago Climate Exchange, ou Bolsa de Clima de Chicago.

CNUMAD - Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

CO₂ - Gás carbônico

COP - Conference of the Parties, ou Conferência das Partes

CORSIA - Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, ou Acordo Internacional para Redução de Emissões da Aviação Internacional

CRAM - Certificados de Recebíveis de Créditos Ambientais

CRVE - Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões

CVM - Comissão de Valores Mobiliários

DACCS - Direct Air Carbon Capture and Storage, ou Captura e Armazenamento Direto de Carbono da Atmosfera

EC - Emenda Constitucional

EM - Ecosystem Marketplace, ou Marketplace do Ecossistema

ESG - Environmental Social Governance, ou Ambiental, Social e Governança

ETF - Exchange-Traded Fund, ou Fundo de Índice

ETS - Emissions Trading Schemes, ou Esquemas de Comercialização de Emissões

EUA - Estados Unidos da América

FGV - Fundação Getúlio Vargas

Fungetur - Fundo Geral do Turismo

GCF - Green Climate Fund, ou Fundo Verde para o Clima

GEE - Gases de Efeito Estufa

GDETS - Guangdong Emissions Trading Scheme ou, Bolsa de Emissões de Guangdong

GS - Gold Standard, ou Padrão Ouro

HFLD - High Forest Low Deforestation, ou Muita Floresta Baixo Desmatamento

IBS - Imposto sobre Bens e Serviços

ICE - Intercontinental Exchange, ou Bolsa Intercontinental

ICROA - International Carbon Reduction and Offset Alliance, ou Aliança Internacional para Redução e Compensação de Carbono

ICVCM - Integrity Council for the Voluntary Carbon Market, ou Conselho de Integridade para o Mercado Voluntário de Carbono

IEE - Instituto de Energia e Meio Ambiente

IETA - International Emission Trading Association, ou Associação Internacional de Negociação de Emissões

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, ou Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

ITMOs - Internationally Transferred Mitigation Outcomes, ou Resultados de Mitigação Transferidos Internacionalmente

K-ETS - Korean Emissions Trading Scheme, Plataforma de Comércio de Carbono da Coreia

MBA - Master of Business Administration

MBRE - Mercado Brasileiro de Redução de Emissões

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MOP - Meeting of the Parties, ou Reunião das Partes

MRV - Monitoring, Reporting, and Verification, ou Monitoramento, Relatório e Verificação

NCS - Natural Climate Solutions, ou Soluções Climáticas Naturais

NDRC - National Commission for the Development and Reform of China, ou Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma da China

NDCs - Nationally Determined Contributions, ou Contribuições Nacionalmente Determinadas

NET - Negative Emission Technology, ou Tecnologias de Emissões Negativas

NFT - Non-Fungible Tokens, ou Token Não Fungível

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONG - Organização Não Governamental

ONU - Organização das Nações Unidas

OTC - Over-the-counter, ou mercado de balcão

PL - Projeto de Lei

PNMC - Política Nacional sobre Mudança do Clima

PQ - Protocolo de Quioto

RCEs - Reduções Certificadas de Emissões

REDD+ - Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation, Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal

RGGI - Regional Greenhouse Gas Initiative, ou Iniciativa Regional de Gases Estufa

SBCE - Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa

SBTI - Science Based Targets Initiative, ou Iniciativa de Metas Baseadas na Ciência

SCE - Shanghai Carbon Exchange, ou Bolsa de Emissões de Xangai

TCX - Taiwan Carbon Exchange, ou Bolsa de Carbono de Taiwan

TSVCM - Taskforce on Scaling the Voluntary Carbon Markets, ou Grupo de Trabalho sobre a Ampliação dos Mercados Voluntários de Carbono

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change, ou Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas

USP - Universidade de São Paulo

VCM - Voluntary Carbon Market, ou Mercado Voluntário de Carbono,

VCMI - Voluntary Carbon Markets Integrity Initiative, ou Iniciativa de Integridade dos Mercados Voluntários de Carbono

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	MOTIVAÇÃO	13
1.2	OBJETIVOS.....	14
1.3	JUSTIFICATIVA	14
1.4	METODOLOGIA.....	16
1.4.1	SELEÇÃO DAS REFERÊNCIAS	16
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3	OS DESAFIOS DOS MERCADOS DE CARBONO	23
3.1	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA	23
3.2	CONCEITOS FUNDAMENTAIS	27
3.3	PRINCIPAIS ATORES.....	36
3.3.1	GOVERNANÇA: ONGs E REGISTRADORAS	36
3.3.2	COMERCIALIZAÇÃO: BOLSAS E MERCADOS.....	40
3.4	REGULAMENTAÇÃO INTERNACIONAL.....	44
3.5	REGULAMENTAÇÃO NACIONAL.....	50
3.6	MERCADO NACIONAL <i>VERSUS</i> GLOBAL	54
3.6.1	MERCADO REGULAMENTADO.....	57
3.6.1.1	Mercado Regulamentado Global Unificado.....	58
3.6.1.2	Posição do Brasil quanto ao mercado global unificado.....	60
3.6.1.3	<i>Cap-and-Trade</i> versus mecanismos fiscais	60
3.6.1.4	Mercado regulado brasileiro.....	65
3.6.2	MERCADO VOLUNTÁRIO	70

3.6.2.1 Visão geral do mercado voluntário global	71
3.6.2.1 Canais de venda, tecnologias e inovações do mercado voluntário global 73	
3.6.2.1 Desafios do mercado voluntário global	75
3.6.2.1 Visão geral do mercado voluntário brasileiro	78
3.6.2.2 Canais de venda, tecnologias e do mercado voluntário brasileiro	80
3.6.2.3 Desafios do mercado voluntário brasileiro	84
3.6.2.4 Oportunidades do mercado voluntário brasileiro.....	85
4 CONCLUSÃO.....	88
4.1 Contribuições do trabalho.....	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

1 INTRODUÇÃO

A presente monografia é a conclusão do MBA de Tecnologias Digitais, Inovação e Sustentabilidade da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e visa proporcionar uma análise do mercado de créditos de carbono no Brasil, situando-o no contexto global. O mercado de créditos de carbono emergiu como uma ferramenta crucial na busca por soluções eficazes no combate às mudanças climáticas, oferecendo um mecanismo para incentivar a redução de emissões de gases de efeito estufa e para transferir recursos para acelerar a descarbonização entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (CARBON MARKET WATCH, 2024).

Ele funciona como um mecanismo de precificação que auxilia os países na consecução de suas metas de redução de emissões de gases de efeito estufa das atividades humanas, fundamental para conter o aquecimento global (IPCC, 2023).

Uma abordagem para atingir esse objetivo é estabelecer um valor para essas emissões, seja por meio de um sistema de mercado ou de um imposto. Os países podem implementar mercados voluntários, nos quais as empresas participam de forma opcional, ou mercados regulados, nos quais empresas acima de determinado limite de emissões são obrigadas a reduzir gradualmente suas emissões, seguindo metas predefinidas (CARBON MARKET WATCH, 2024). São essas dinâmicas que serão exploradas nesta monografia.

Contextualização Internacional e Panorama Brasileiro

Ao observar o mercado internacional de créditos de carbono, percebe-se que diferentes países adotam abordagens semelhantes, embora variem em termos de maturidade. A comparação dessas práticas com o cenário brasileiro revela padrões, diferenças significativas e possíveis aprendizados para o desenvolvimento futuro do mercado de créditos de carbono no Brasil. Destaca-se a importância de compreender as estratégias adotadas por países líderes nesse campo, identificando boas práticas que possam ser adaptadas à realidade brasileira. Esta análise visa enriquecer a compreensão do funcionamento do mercado de créditos de carbono, proporcionando subsídios para a formulação de estratégias alinhadas com as demandas globais por sustentabilidade.

1.1 MOTIVAÇÃO

O aquecimento global, causado pelo efeito estufa antropogênico, está provocando mudanças significativas nos ecossistemas, resultando em sérias consequências tanto para os seres humanos quanto para a natureza. O aumento das temperaturas do ar e do mar está causando o derretimento gradual das geleiras e das calotas polares, o que, por sua vez, está elevando os níveis do mar e aumentando o risco de inundações. Além disso, o aquecimento global intensifica a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos, como tempestades e secas, afetando a segurança alimentar, a biodiversidade e a saúde humana. Adicionalmente, estão desencadeando eventos irreversíveis, como o derretimento do permafrost e a acidificação dos oceanos, resultando em consequências graves para o ambiente global (MY CLIMATE, 2022).

Essas mudanças e catástrofes climáticas impactam desproporcionalmente as populações mais vulneráveis. Isso é exemplificado por desastres que afetam a produção de alimento (como secas extremas) à segurança física das populações (como enchentes, a exemplo da que assolou o litoral norte paulista no carnaval de 2023, ou da atual enchente no Rio Grande do Sul em maio de 2024). Até o momento, não conseguimos reverter o aquecimento global, como prova o fato de 2023 ter sido o ano mais quente. “Todos os 365 dias de 2023 foram ao menos 1 grau Celsius (°C) mais quentes do que a temperatura média global calculada entre 1850 e 1900.” (PIVETTA, 2024).

A escolha deste tema de pesquisa é motivada pela premissa de que a descarbonização da economia é um imperativo que transcende fronteiras éticas, econômicas e mercadológicas, dada a urgência de enfrentar as mudanças climáticas. A busca por um entendimento comparativo entre o Brasil e outros países nesse contexto permite a identificação de similaridades, diferenças e melhores práticas, bem como o desenho de aprendizados aplicáveis localmente. A temática ganha relevância ao explorar como a financeirização de uma questão ambiental tangível pode oferecer uma abordagem viável para angariar os recursos necessários para o atingimento das metas ambientais. Este objeto de pesquisa também está intrinsecamente ligado aos interesses pessoais e profissionais da autora, constituindo uma intersecção entre o MBA realizado e sua atuação profissional, consolidando assim um compromisso prático e acadêmico com a construção de soluções sustentáveis.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo central desta monografia é fornecer uma análise do mercado global de créditos de carbono, destacando o papel crucial desempenhado por essa ferramenta na mitigação das mudanças climáticas. O trabalho busca oferecer uma comparação do mercado brasileiro com o cenário internacional, identificando lacunas significativas e delineando uma visão de futuro pós-regulação no Brasil. Ao enfatizar as nuances específicas dos mercados regulado e voluntário de créditos de carbono, a pesquisa visa entender o posicionamento do Brasil em relação a práticas globais, fornecendo aprendizados para aprimorar estratégias nacionais e promover uma transição sustentável.

Para atingir o objetivo central, este trabalho se propõe a alcançar os seguintes objetivos específicos: conceitualizar os principais elementos que constituem o mercado de créditos de carbono; sumarizar o histórico; caracterizar os mercados global e brasileiro; identificar oportunidades específicas no mercado brasileiro de créditos de carbono, considerando suas características e desafios particulares; reconhecer o papel central que o Brasil pode desempenhar na economia de carbono, tanto regional quanto globalmente; e, por fim, identificar as oportunidades para o Brasil no mercado de créditos de carbono, contribuindo para a construção de estratégias que impulsionem a sustentabilidade ambiental no Brasil.

1.3 JUSTIFICATIVA

A necessidade de repensar a relação entre sociedade e o meio ambiente em um cenário global caracterizado por desafios socio-ambientais e econômicos complexos é crescente. Isto posto, é preciso transformar discurso em ações efetivas e de fato mudar as regras e as práticas da produção de riqueza e compensar, reduzir ou evitar seus efeitos danosos sobre o meio ambiente como um primeiro passo, para que idealmente depois sejam pensados modelos econômicos regenerativos.

“ [...] O capitalismo sofreu uma transformação tão grande que virou necrocapitalismo ; que esse capitalismo nem precisa mais da materialidade das coisas, pode transformar tudo numa fantasia financeira e fazer de conta

que o mundo está operante, ativo, mesmo quando tudo estiver entrando pelo cano. É uma distopia: em vez de imaginar mundos, a gente os consome. Depois que comermos a Terra, vamos comer a Lua, Marte e os outros planetas.” (KRENAK, 2020)

Segundo o mais recente relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as ações governamentais, em conjunto com a sociedade civil e o setor privado, desempenham um papel essencial na promoção e aceleração das mudanças em direção à sustentabilidade e ao desenvolvimento resiliente ao clima. Isso é alcançado por meio de escolhas de desenvolvimento inclusivas, que priorizam a redução de riscos, a equidade e a justiça, e pela integração de processos de decisão, financiamento e ações em todos os níveis de governança e setores. As condições facilitadoras para uma transformação sustentável incluem comprometimento político, políticas coordenadas, cooperação internacional, gestão de ecossistemas, governança inclusiva, diversidade de conhecimentos, inovação tecnológica e acesso a recursos financeiros adequados, especialmente para regiões e comunidades vulneráveis (IPCC, 2023). Assim, o presente estudo pode ser considerado parte das referidas condições pois se propõe a adicionar às vozes da academia e da mídia que há anos conclamam pela necessidade de mudanças, se encaixando como “diversidade de conhecimentos” ao trazer viés comparativo entre os mercados e regulamentações no Brasil e no mundo.

Assim, se a financeirização por um lado exacerba abismos sociais no mundo capitalista, seria sua redenção poder servir também como alternativa para manter florestas de pé, manter projetos de captura de carbono e gerar renda digna para quem faz isso acontecer? Tem-se aqui a relevância em se estudar os créditos de carbono enquanto instrumentos dessa lógica e como alternativas para a construção de futuros mais verdes.

1.4 METODOLOGIA

A metodologia empregada nesta monografia baseia-se em pesquisa e revisão bibliográfica. Foi realizada uma análise crítica da literatura existente sobre o mercado de créditos de carbono, entre trabalhos acadêmicos, legislação, canais de comunicação de organismos nacionais e internacionais competentes e reportagens da mídia especializada e mídia massificada. A seleção de fontes e referências relevantes e atuais permite a compreensão do histórico, das teorias subjacentes e da realidade atual dos mercados abordados.

1.4.1 SELEÇÃO DAS REFERÊNCIAS

Ao avaliar a bibliografia disponível, nota-se uma grande variedade de fontes: acadêmicas nacionais e internacionais, relatórios de organismos multilaterais e ONGs, além de notícias da mídia especializada e massificada. Essas fontes apresentam diferentes enfoques, como medições dos impactos históricos e atuais das atividades humanas, pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para adaptação climática, análises do mercado de carbono, oportunidades de negócios, questões éticas e de equidade, e regulamentações. A diversidade da bibliografia confirma a relevância do tema na atualidade.

Para validar essa percepção, foi consultada uma análise bibliométrica realizada por Poyer et al., que examinou 130 artigos sobre crédito de carbono entre 2009 e 2019 nas bases Elsevier Scopus e Web of Science. Houve um aumento significativo nas publicações em 2015, 2016 e 2019, com foco em revistas bem avaliadas pela CAPES, predominantemente nas áreas de ciências ambientais, agrárias, biológicas, negócios e economia. As palavras-chave incluíram carbono, crédito, desenvolvimento, energia, biogás, clima e resíduos, abordando temas como biogás, REDD, mecanismos de desenvolvimento limpo e mercado de carbono. Apesar das limitações, o estudo destaca a relevância científica do tema.

Uma das principais fontes é a dos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que estabelecem as bases para a compreensão global das mudanças climáticas e influencia políticas públicas e investimentos no

mercado de carbono. A leitura do relatório mais recente do IPCC é essencial para alinhar as iniciativas no mercado de carbono com as evidências científicas e objetivos de mitigação climática.

O relatório "Ecosystem Marketplace Insights Report: Paying for Quality - State of the Voluntary Carbon Markets 2023", da Forest Trends Association, é uma fonte valiosa que fornece informações sobre preços, volumes de transações, projetos e compradores corporativos no mercado de carbono voluntário. A edição de 2023 serviu como base para o relatório de Vargas et al., que também foi consultado diretamente.

Outras fontes importantes incluem o World Resources Institute Brasil, Banco Mundial, Statista, Bloomberg e International Carbon Action Partnership, que fornecem de maneira agregada dados de fontes públicas e universidades de renome, entregando qualidade e organização visual às informações sobre emissões e comparativos do Brasil com o mundo.

Para mapear a regulamentação nacional e internacional do mercado de carbono, foram utilizados textos de leis e artigos jornalísticos que explicam e analisam essas leis. As leis fornecem a base legal e regulatória, enquanto os artigos jornalísticos contextualizam e interpretam as leis, oferecendo análises críticas e discussões sobre suas implicações. Documentos de Folloni e Borghi, Capital Reset, Brasil Energia, Folha de São Paulo, INESC e USP foram essenciais para entender a criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE) e a política de carbono no Brasil, que ainda enfrenta resistência do lobby da indústria petroleira.

Para analisar o mercado foi utilizado um artigo da McKinsey intitulado "Posicionando o Brasil como Líder Global no Mercado de Créditos de Carbono por meio de Reflorestamento e Proteção de Florestas" e o relatório da Fundação Getúlio Vargas sobre o mercado de carbono voluntário no Brasil. A McKinsey destaca o papel crucial da preservação e restauração florestal e a importância das florestas como fonte de créditos de carbono, evidenciando o potencial do Brasil neste mercado.

Já os trabalhos de Vargas et al., como "Mercado de Carbono Voluntário no Brasil: na Realidade e na Prática" e "O Avanço do Mercado Voluntário de Carbono no Brasil: Desafios Estruturais, Técnicos e Científicos", são similares à presente monografia, que também inclui a contextualização histórica, conceituação de termos, e análise de acordos internacionais e legislação brasileira sobre mercados de

carbono. Trata-se dos trabalhos mais amplos encontrados, e ricos nas análises das particularidades do mercado nacional.

Em suma, as referências bibliográficas foram selecionadas para obter as fontes mais atualizadas e relevantes, incluindo trabalhos científicos e acadêmicos, relatórios de consultorias, notícias de mídias especializadas e de massa, e documentos de organizações nacionais e internacionais renomadas no campo da justiça climática e mercados de carbono. A referência cruzada de diversas fontes permitiu uma análise mais completa e fundamentada do tema.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em quatro capítulos que estruturam a exploração do tema mercado de créditos de carbono, comparando contexto brasileiro ao internacional. O desenvolvimento da monografia abordará aspectos históricos, conceituais e regulatórios, bem como apresentará uma visão global do mercado, destacando suas nuances no cenário brasileiro. A revisão bibliográfica será crucial para contextualizar o tema, enquanto as conclusões sintetizarão os insights obtidos, identificando lacunas, oportunidades e desafios.

- **Capítulo 1- Introdução :** Trata-se do presente capítulo, o qual visa contextualizar o trabalho quanto à sua estrutura mecânicas utilizadas na sua realização.
- **Capítulo 2- Revisão Bibliográfica:** A revisão bibliográfica deste trabalho fornece o embasamento para compreender o histórico e a evolução do mercado de créditos de carbono. Explora-se a literatura existente para mapear o desenvolvimento conceitual e regulatório do mercado, identificando tendências, desafios históricos e progressos significativos. Essa seção é fundamental para estabelecer o contexto necessário à compreensão dos capítulos subsequentes.
- **Capítulo 3- Os Desafios dos Mercados de Carbono:** O capítulo de desenvolvimento é dividido em seções que abrangem uma breve contextualização histórica do mercado global de créditos de carbono em geral; a explanação de conceitos fundamentais; a identificação dos principais atores da dinâmica de compra, venda, e certificação de créditos de carbono; uma análise da regulamentação internacional; um resumo do panorama mundial; destaques notáveis. Além disso, aborda a regulamentação específica do mercado brasileiro; o resumo do mercado nacional, seus principais destaques e as divergências significativas em relação ao cenário internacional.

- **Capítulo 4- Conclusão:** O capítulo de conclusões sintetiza os principais achados derivados da análise realizada. Identifica, também, lacunas no entendimento do mercado de créditos de carbono, discute as oportunidades e desafios específicos para o Brasil, e apresenta considerações finais sobre o contexto brasileiro. Esta seção encerra o trabalho proporcionando uma visão integrada do mercado de créditos de carbono, destacando a importância de estratégias sustentáveis e delineando possíveis direções para futuras pesquisas e ações práticas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente monografia apresenta uma análise abrangente do mercado de créditos de carbono passando pelas regulamentações, atores envolvidos, desafios e oportunidades tanto no Brasil dentro do contexto global. A seguir, compara-se este trabalho com relação a outros relevantes sobre o mesmo tema que foram revisados e utilizados como referência, destacando os aspectos únicos e os enfoques específicos de cada um.

Do IPCC obtem-se dados científicos sobre as mudanças climáticas causadas pela ação humana, e a este combina-se outras bases com informações científicas e outras jornalísticas, especialmente no capítulo 1 e início do capítulo 3 para justificar a importância do tema e para contextualizar a evolução da consciência global, regulamentação e mercados à medida que a ciência global foi avançando.

Em termos mercadológicos, o relatório "The Art of Integrity: State of the Voluntary Carbon Markets 2022 Q3" da Ecosystem Marketplace fornece uma visão detalhada do mercado voluntário de carbono, dos quais extraiu-se os valores recordes e a dinâmica do mercado em 2021 e 2022. Ele enfatiza a importância da integridade e da transparência no mercado, além de apresentar dados sobre preços, volumes e projetos específicos. Utiliza-se esses dados para contextualizar a situação do mercado de carbono no Brasil, mas avança-se ao discutir as implicações regulatórias e as estratégias necessárias para o Brasil se posicionar melhor no cenário internacional.

Já o relatório "Ecosystem Marketplace Insights Report: Paying for Quality - State of the Voluntary Carbon Markets 2023", também produzido pela Ecosystem Marketplace, destaca a evolução e as tendências do mercado voluntário de carbono, focando em co-benefícios e a importância da qualidade dos créditos de carbono. Referencia-se este relatório para enfatizar a importância dos projetos com benefícios ambientais e sociais adicionais, além de dados sobre tamanho do mercado e preço dos créditos.

Os trabalhos "Mercado de Carbono Voluntário no Brasil: Desafios e Oportunidades" e "O avanço do mercado voluntário de carbono no Brasil: desafios estruturais, técnicos e científicos" de Vargas *et al.* apresentam os fundamentos do panorama do mercado de carbono no Brasil, incluindo desafios estruturais e técnicos.

Com eles foca-se no entendimento do contexto nacional, em comparação ao global. Deles apreende-se também em nível mais granular informações e críticas sobre as certificações e projetos mais comuns no Brasil, bem como sua adequação ou não ao nosso ecossistema.

Finalmente, o relatório O Mercado de Carbono Explicado em Perguntas e Respostas de Henrique Leite é uma nota técnica feita em uma consultoria ao poder legislativo em razão da tramitação dos projetos de lei que criam o mercado de carbono regulado no país da qual extraiu-se informações como uma explicação detalhada e direta sobre o funcionamento do mercado de carbono, abordando questões como a diferença entre mercados regulados e voluntários e a possibilidade de implementar um imposto sobre carbono no Brasil.

A presente monografia difere-se dos trabalhos mencionados e referenciados por sua abordagem abrangente e comparativa. Apresenta-se aqui, por meio da combinação destas fontes e incorporação de outros dados, desde a evolução histórica conceitual e legal a informações dos mercados, oferecendo também uma análise das regulamentações, desafios e oportunidades no mercado de créditos de carbono. Outros pontos adicionais deste com relação à bibliografia base é uma análise crítica das políticas brasileiras e recomendações específicas para aprimorar a regulamentação e fomentar a inovação tecnológica no mercado nacional. Ao contextualizar o mercado brasileiro no cenário global e propor estratégias específicas para o Brasil, a monografia contribui para o entendimento e o desenvolvimento de políticas e práticas mais eficazes no combate às mudanças climáticas.

3 OS DESAFIOS DOS MERCADOS DE CARBONO

O presente capítulo constitui uma análise dos aspectos fundamentais que permeiam os mercados de carbono. Inicia-se pelo embasamento histórico que delineou a evolução desses mercados ao longo do tempo. São explorados os principais conceitos que norteiam o funcionamento desses mercados, bem como os principais atores de governança e de comercialização que exercem influência sobre eles. Ademais, são discutidos os tratados internacionais relevantes que moldaram as bases legais e regulatórias desses mercados, seguido da legislação brasileira e sua relação com o panorama global. Realiza-se uma análise comparativa entre o mercado regulado, abrangendo tanto o cenário brasileiro quanto o internacional, e o mercado voluntário, com o intuito de identificar semelhanças, diferenças e desafios específicos enfrentados em cada contexto.

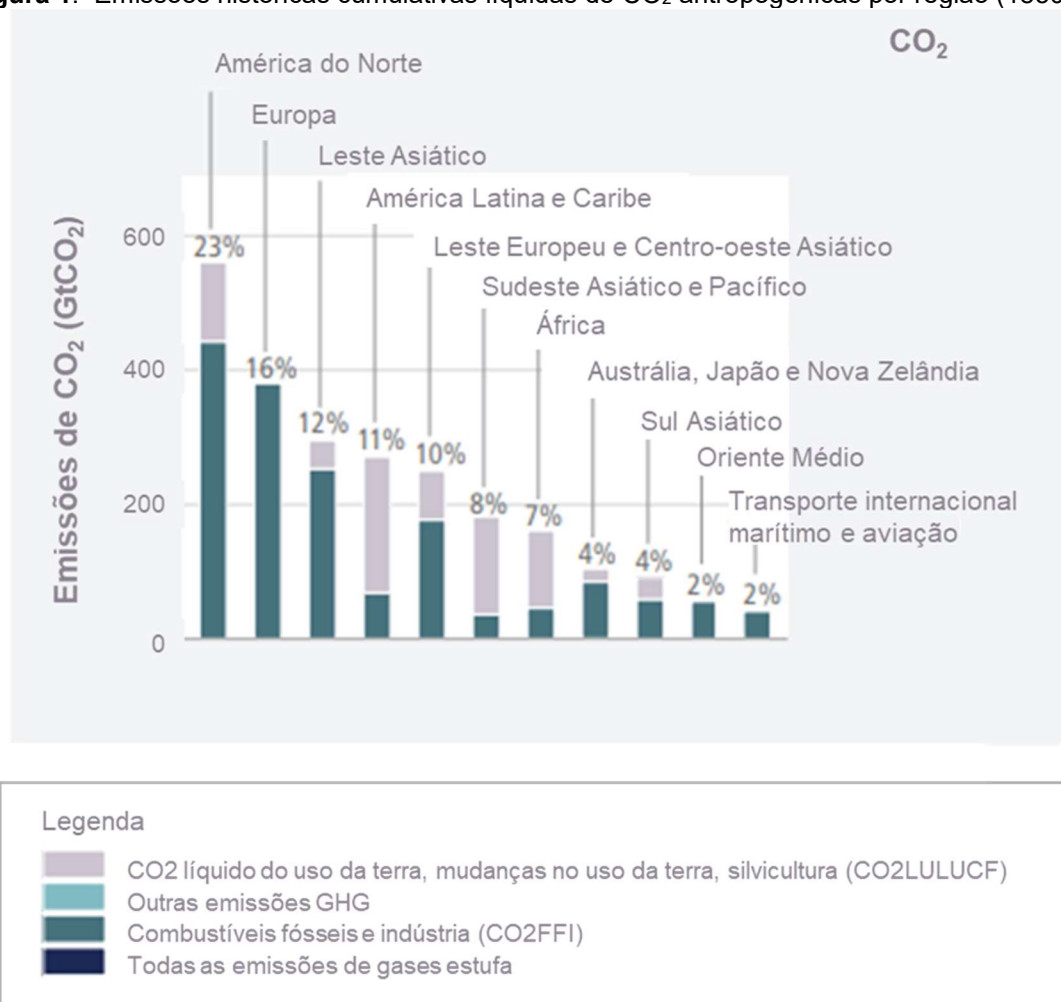
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

O conceito de mercado de carbono surgiu com o desenvolvimento do pensamento sustentável e o reconhecimento dos impactos das emissões de poluentes. Na década de 60, Thomas Crocker propôs limitar as emissões de poluentes das empresas e permitir a negociação de licenças. David Montgomery expandiu essa ideia, defendendo um mercado competitivo e equilibrado de poluentes como mais eficiente econômica e ambientalmente que com a simples limitação governamental (OLIVEIRA, 2022). Esses conceitos foram aplicados ao carbono à medida que a ciência e a consciência social avançaram sobre os impactos ambientais, incluindo o aquecimento global.

As mudanças climáticas são causadas principalmente pela queima de combustíveis fósseis, liberando gases de efeito estufa. 99% dos cientistas concordam que as atividades humanas são responsáveis por essas mudanças. Um aumento de 1,1°C nas temperaturas já teve impactos devastadores. Segundo o IPCC, bilhões vivem em áreas vulneráveis, e até 75% da população global pode enfrentar condições climáticas extremas até 2100 (ONG 350, 2024). As emissões cresceram na maioria das regiões, mas estão distribuídas de forma desigual desde 1850 (IPCC, 2023). Essa

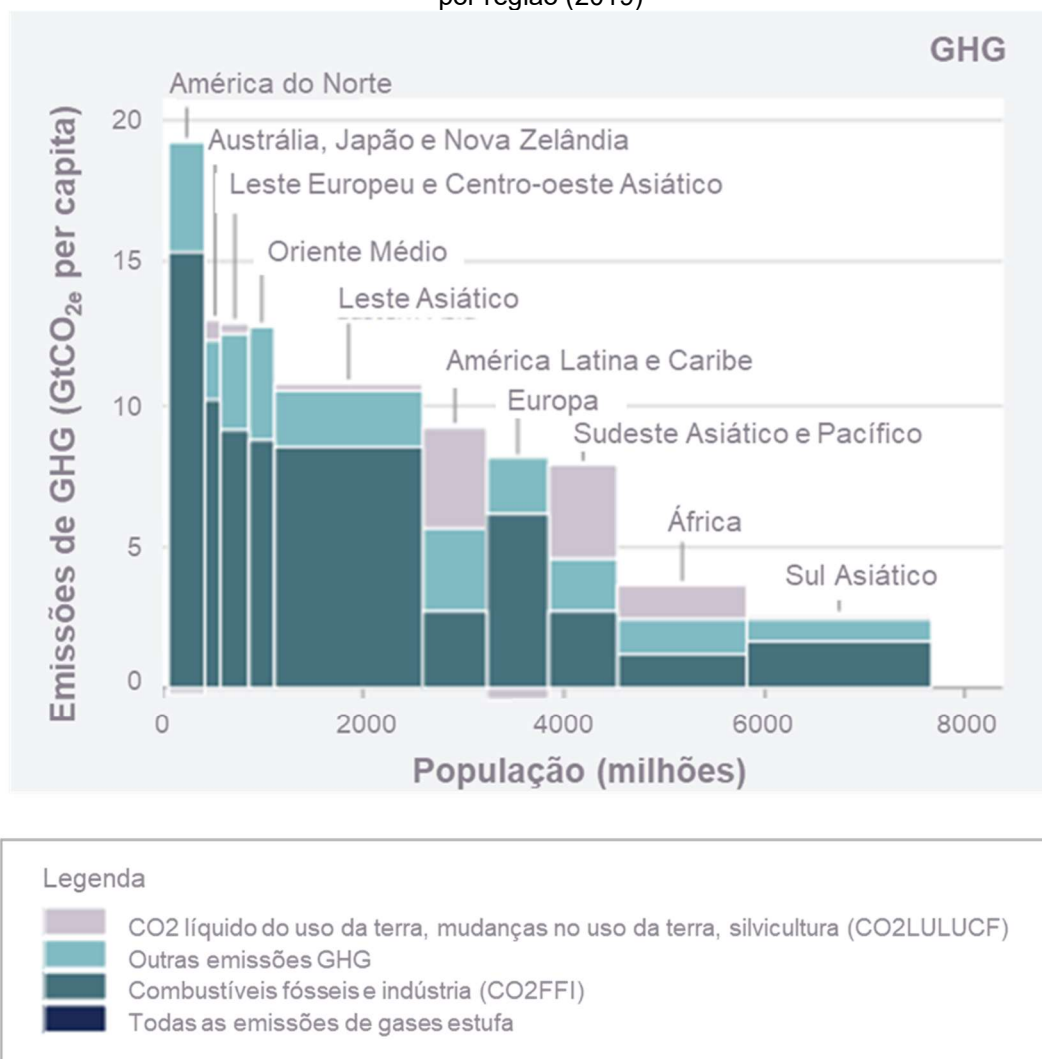
distribuição pode ser vista na figura 1, e a desigualdade por habitante é ilustrada na figura 2:

Figura 1: Emissões históricas cumulativas líquidas de CO₂ antropogênicas por região (1850–2019).



Fonte: Traduzida pela autora com base em IPCC, 2023.

Figura 2: Emissões antropogênicas líquidas de gases de efeito estufa per capita e a população total, por região (2019)



Fonte: Traduzida pela autora com base em IPCC, 2023.

“A ciência climática nos diz que temos que mudar nosso curso, mas não como fazê-lo. Para isso elencamos engenharia, física, ciências ambientais, economia e muito mais.” (GATES, 2021). A origem dos créditos de carbono está profundamente enraizada na conscientização global sobre as mudanças climáticas, que ganhou força nas últimas décadas do século XX. A ideia de quantificar e comercializar a redução de emissões de gases de efeito estufa foi proposta como uma maneira de incentivar a redução de emissões de forma econômica (CARTON, 2020).

A partir da década de 1980, houve um aumento significativo no conhecimento sobre os impactos das atividades humanas no meio ambiente, levando as nações a discutirem maneiras de lidar com os desafios ambientais iminentes. Em resposta a essa preocupação, o Protocolo de Quioto foi estabelecido em 1998 como um

complemento à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Ele definiu metas para 38 países industrializados reduzirem suas emissões de gases de efeito estufa em 5,2% até 2012, em relação aos níveis de 1990. Para facilitar o cumprimento dessas metas e garantir o desenvolvimento sustentável, o Protocolo introduziu mecanismos de flexibilização, incluindo o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), que é uma forma subsidiária de atender às metas de redução de emissões, permitindo que países em desenvolvimento negociem reduções de carbono com países com metas de redução, criando incentivos adicionais para a redução das emissões globais (FOLLONI; BORGHI, 2018).

A fim de limitar o aquecimento global a 1,5°C e atingir a neutralidade de carbono até 2050 – metas traçadas pelo IPCC para mitigar a probabilidade de desastres climáticos, é essencial que uma rápida e abrangente ação seja tomada por todos os setores da economia.

Muitos países já se comprometeram com essa meta, representando uma parcela significativa do PIB global. Além da redução de emissões, o sequestro de carbono da atmosfera desempenhará um papel crucial nessa jornada, com estratégias como a redução do desmatamento e a restauração ambiental. Para alcançar essas metas estima-se que entre 5 a 10 GtCO₂ precisarão ser sequestradas (ou seja, absorvidas da atmosfera e armazenadas) até 2050. Isso pode ser feito através de diversas formas de captura, incluindo tecnologias como DACCS (Direct Air Carbon Capture and Storage) e BECCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage), bem como soluções naturais como NCS, ou Soluções Climáticas Naturais na sigla em inglês. Exemplos de NCS incluem a restauração de florestas, a conservação de áreas naturais, a agricultura de conservação e a gestão sustentável de terras. Essas soluções podem desempenhar um papel significativo na mitigação das mudanças climáticas, ajudando a compensar as emissões de carbono produzidas por atividades humanas (MCKINSEY, 2021).

No entanto, um dos principais desafios é o financiamento necessário para implementar iniciativas de proteção florestal e reflorestamento. Apesar disso, o crescente comprometimento das empresas com a redução de emissões e possíveis regulamentações do Acordo de Paris estão impulsionando o desenvolvimento de mercados de carbono regulados e voluntários, o que oferece oportunidades promissoras nessa área (MCKINSEY, 2021).

Da conceituação das emissões, passando pela construção de instrumentos mercadológicos de carbono, a tendência no mercado passou pelo net-zero e então a comunidade científica passou a pesquisar sobre como retirar carbono da atmosfera. Acontece que agora há uma retomada deste assunto sob a nova epistemologia do NET (do inglês *negative emissions technology*, ou tecnologias de emissões negativas). Trata-se de uma retomada cíclica e há conexões entre as atuais discussões sobre emissões negativas e debates anteriores sobre remoção de carbono, e ressalta-se a importância de aprender com o passado para evitar erros repetidos. Enfatiza-se, também, o caráter político das emissões negativas e a necessidade de questionar suas promessas e interesses subjacentes. Um ponto de atenção contra a repetição de abordagens anteriores que priorizaram soluções de mercado em detrimento de abordagens inclusivas, é o risco de agravar desigualdades globais. É, portanto, crucial promover reformas institucionais para fomentar ações de remoção de carbono mais justas e inclusivas (CARTON, 2020).

3.2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Nesta seção é definida a terminologia mais comumente encontrada na pesquisa bibliográfica a fim de promover um entendimento mais profundo dos mercados de carbono. Alguns originaram de denominações científicas e outros constituem o vocabulário próprio aos projetos de descarbonização e bibliografia de mudanças climáticas. Ressalta-se que há muitas expressões em inglês, e no presente trabalho serão substituídas por equivalentes em português ou virão em seu idioma acompanhadas de tradução, caso os termos na língua inglesa sejam os mais utilizados mesmo em literatura nacional.

Gases de efeito estufa (GEE): O calor do Sol que nos ilumina é em partes absorvido pela superfície, em parte pela atmosfera por gases que absorvem a radiação e o restante é refletido para o espaço. Esses gases causavam a prisão do calor na atmosfera, garantindo um clima apropriado à vida no planeta e, em seu estado natural, a quantidade de energia que entrava era igual à quantidade que saía. Entretanto as atividades humanas aumentaram a emissão desses químicos na

atmosfera a níveis sem precedentes, fazendo com que a concentração dessas substâncias atmosféricas aumente em relação às demais e assim o efeito estufa passa a causar o aumento progressivo e preocupante das temperaturas, ocasionando mudanças climáticas (PNUMA, 2022).

Segundo uma definição do Programa da Organização das Nações Unidas para o meio ambiente, os principais GEE são dióxido de carbono (CO_2), metano e óxido nitroso, entre outros. Além de serem substâncias diferentes, emitidas por originalmente ocorrências naturais e mais recentemente por práticas humanas, seus efeitos também tem duração diversa: CO_2 pode permanecer na atmosfera por um milênio, enquanto o óxido nitroso por cerca de 1,2 século e o metano por cerca de uma década. Tendo como referência um período de 20 anos, o metano é entre 50 a 80 vezes e o óxido nitroso é 280 vezes mais nocivo do que o CO_2 no que tange o aquecimento global (PNUMA, 2022). Apesar do potencial de aquecimento global dos outros gases ser mais elevado, destaca-se que o gás dióxido carbônico é mais conhecido por ser o mais prevalente na atmosfera (CETESB, 2024).

Quadro 1: Comparativo Gases de Efeito Estufa

Nome (Fórmula)	Principais fontes de emissão	Contribuição para o aquecimento global (%)	Tempo de vida (anos)	Potencial de aquecimento global (horizonte de tempo em anos)		
				20	100	500
Gás carbônico (CO_2)	Uso de combustíveis fósseis, deflorestação e alteração dos usos do solo	60%	variável	1	1	1
Metano (CH_4)	Produção e consumo de energia (incluindo biomassa), atividades agrícolas, aterros sanitários e águas residuais	20%	12±3	50 a 80	21	6,5
Óxido Nitroso (N_2O)	Uso de fertilizantes, produção de ácidos e queima de biomassa e combustíveis fósseis	6%	120	280	310	170

Fonte: Elaborado pela autora com base em PNUMA, 2022 e CETESB, 2024.

Gás Carbônico Equivalente (CO_{2e}): O Gás Carbônico Equivalente, expresso como CO_{2e}, é uma medida que agrega diferentes gases de efeito estufa, ponderando-os com base no potencial de aquecimento global em comparação com o dióxido de carbono (CO₂). Essa métrica é crucial para quantificar e comparar as emissões de gases diversos, como metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), em termos do impacto total no aquecimento global. “O dióxido de carbono equivalente é o resultado da multiplicação das toneladas emitidas de gases de efeito estufa pelo seu potencial de aquecimento global. Por exemplo, o potencial de aquecimento global do gás metano é 21 vezes maior do que o potencial do gás carbônico (CO₂). Então, dizemos que o CO₂ equivalente do metano é igual a 21.” (IPAM, 2024).

Crédito de carbono: “um crédito é equivalente à emissão de 1 tonelada de CO₂ sequestrada ou evitada. (...) O crédito de carbono não é um processo físico: trata-se de um certificado digital que comprova um ato por meio do qual uma empresa evitou a emissão de uma tonelada de CO₂.” (ENDEAVOR, 2022).

Dois ativos são negociados nesse mercado: as permissões de emissões dentro de um sistema com limites de emissão e regras de comercialização (cap and trade); e reduções de emissão devido a projetos (IPAM, 2024).

“Nesse mercado, empresas que possuem um nível de emissão muito alto e poucas opções para a redução podem comprar créditos de carbono para compensar suas emissões. Assim, quanto mais um país se empenhar para reduzir a emissão de poluentes, mais crédito conseguirá gerar, podendo, então, utilizá-los como moeda de negociação com outros países que não tenham alcançado as metas de redução.” (SEBRAE, 2023).

O preço de 1 crédito de carbono varia bastante em função de fatores como o tipo de projeto que o originou e sua idade, sendo que “Atualmente, mais de 50% do mercado voluntário está precificado abaixo de US\$ 10 por tonelada de carbono equivalente capturado com grandes variações (de US\$ 1 a US\$ 120/t).” (MCKINSEY, 2021). O ciclo de vida de um crédito de carbono pode ser resumido de acordo com a figura abaixo:

Figura 3: Ciclo de vida de um crédito de carbono

Fonte: Adaptada e traduzida pela autora com base em RMI, 2022.

Os participantes do *Voluntary Carbon Market* (VCM), ou mercado voluntário de carbono, são guiados por compromissos com metas ESG (metas de sustentabilidade ambiental), como aquelas estabelecidas pelo *Science Based Targets Initiative* (SBTI), propostas de contribuição aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, entre outros (OPEN FOREST PROTOCOL, 2023).

Há 170 tipos de projetos geradores de créditos de carbono que podem ser classificados em 8 categorias, a saber: energias renováveis, domiciliar e comunitário, químico-industrial, eficiência energética, descarte de resíduos, agricultura, transporte, florestas/silvicultura e uso da terra. Essa classificação vem evoluindo ao longo do tempo para incluir cada vez mais tipos de projetos, sejam eles considerados naturais (de conservação/ restauração) ou tecnológicos (FOREST TRENDS ASSOCIATION, 2023).

Os compradores no VCM têm uma ampla gama de tipos de crédito para escolher, desde projetos de emissões evitadas, como hidrelétricas, até projetos de reflorestamento, passando por máquinas de captura direta de ar que retiram CO₂ do ar ambiente e o injetam no subsolo. Essas várias metodologias são ainda mais complicadas por uma variedade de opções de certificação e padrões de Monitoramento, Relatório e Verificação (MRV) (OPEN FOREST PROTOCOL, 2023).

Mercado regulado e mercado voluntário: os mercados de créditos de carbono são categorizados principalmente em mercados regulados e voluntários. Nos mercados regulados, também conhecidos como compulsórios ou formais, as empresas recebem permissões de emissão, cuja quantidade diminui ao longo do tempo. Aquelas que conseguem reduzir suas emissões além do necessário podem vender as permissões excedentes para outras empresas que enfrentam maiores desafios na redução das emissões. Internacionalmente, esses mercados são conhecidos como *cap-and-trade*, por literalmente limitarem e trocarem as permissões.

Além da comercialização, alguns mercados formais também podem incluir taxações para as emissões, incentivos fiscais para tecnologias limpas e complementação das metas por meio da compra de créditos do mercado voluntário. Esse sistema, como um todo, resulta em uma redução global de emissões a um custo mais baixo para a sociedade. No Brasil, o setor de combustíveis conta com um mecanismo de precificação de emissões regulamentado por lei, conhecido como

RenovaBio. O mercado regulado brasileiro está em processo de criação, com a legislação correspondente aprovada pela Câmara dos Deputados em 2024, aguardando ainda a análise do Senado (LEITE, 2023).

Já o mercado voluntário de carbono, também chamado de compensatório, não depende de obrigações legais. Nele, empresas ou até mesmo indivíduos adquirem créditos de carbono, que representam reduções ou remoções verificadas de emissões. Essa prática pode ter motivações reputacionais, éticas, mercadológicas – como a competitividade de exportações – ou preparatórias para futuras adesões a mercados regulados. As reduções de carbono provenientes de atividades fora do mercado regulado são verificadas por organizações independentes, seguindo padrões amplamente reconhecidos pela sociedade civil. Como muitos desses padrões têm validade internacional, o mercado voluntário pode atrair recursos do exterior para atividades que, mesmo não estando sob regulação direta, contribuem para o combate às mudanças climáticas (LEITE, 2023).

O VCM, (do inglês Voluntary Carbon Market) ou mercado voluntário, oferece maior flexibilidade, permitindo que entidades não sujeitas a regulamentações específicas comprem créditos para alcançar suas metas de sustentabilidade ou neutralidade de carbono. Este mercado é particularmente atraente para empresas que desejam demonstrar responsabilidade ambiental, seja espontaneamente ou por pressão de seus acionistas, mesmo sem a obrigação legal de reduzir emissões. Pode-se considerar que o mercado voluntário surgiu como um paliativo enquanto o mercado regulado ainda não era economicamente viável:

“Os elevados custos de transação e de desenvolvimento de projetos no MDL inviabilizavam a participação de muitas empresas como proponentes de projetos. O mercado voluntário surgiu com a proposta de abrir espaço para o desenvolvimento de projetos com escala que não seriam economicamente viáveis no mercado regulado pelo Protocolo de Quioto. Nesse sentido, ao estabelecer as diretrizes que permitiram moldar a infraestrutura do comércio de créditos no campo regulado por meio do MDL, o PQ também contribuiu indiretamente para a determinação dos primeiros padrões para metodologias de compensação de carbono no campo voluntário.” (VARGAS *et al*, 2023).

Esse tipo de mercado tem crescido a uma média de 20% ao ano, com potencial de aumento de 15 vezes até 2030, alcançando mais de 1 GtCO₂ por ano. No mercado

compensatório os créditos ligados à preservação e restauração de florestas já constituem 40% das unidades comercializadas globalmente (MCKINSEY, 2021). A precificação desses créditos se dá por mecanismos de mercado pela lógica da oferta e demanda, bem como pela qualidade e rastreabilidade da origem dessas emissões evitadas ou reduzidas, certificações, se apresenta ou não benefícios adicionais (chamados de cobenefícios) e pelo tipo de projeto gerador.

Em contraste, os mercados regulados de carbono oferecem uma oportunidade significativa para a proteção das florestas, mas enfrentam desafios na padronização e certificação de créditos florestais. O valor monetário associado às emissões de gases de efeito estufa nesses mercados é determinado principalmente pelos preços fixados pelo governo e por impostos sobre carbono, através de sistemas regulados de comércio de emissões, ou ETS (Emissions Trading Schemes), que atualmente abrangem mais de 29 jurisdições por meio de 21 legislações (MCKINSEY, 2021).

Nos próximos anos, espera-se que essa dinâmica se torne ainda mais complexa, com o desenvolvimento de novos sistemas regulados em diversas jurisdições, cada um com suas próprias regras e regulamentações. O setor florestal enfrenta restrições significativas na maioria dos sistemas regulados, com limitações frequentemente impostas à compensação florestal. A regulamentação do Acordo de Paris pode eventualmente promover uma maior padronização entre os mercados e uma maior aceitação de mecanismos relacionados às florestas (MCKINSEY, 2021).

Cálculo e validação dos créditos de carbono: A base do mercado de créditos de carbono é a precisão e a veracidade na mensuração das emissões evitadas ou reduzidas. Isso requer métodos rigorosos de cálculo, monitoramento e verificação. Os créditos de carbono devem ser validados por terceiros certificados para garantir sua integridade. Este processo assegura que cada crédito de carbono reflita uma redução real, mensurável e permanente de emissões, evitando a dupla contagem e garantindo a confiança no mercado. Os projetos primeiro estimam uma linha de base para as emissões que ocorreriam caso eles não existissem, depois comparam a a quantidade de toneladas de carbono equivalente que foram evitadas ou até sequestradas da atmosfera por suas atividades. A diferença entre os efeitos do projeto e o baseline é a quantidade de toneladas de CO_{2e} que será convertida em créditos de carbono. Quando se entende que essa quantidade não teria sido possível sem a intervenção do projeto em questão, chama-se de **adicionalidade**. Um artigo de Thais Stoppe

publicado no site do Latin American Climate Lawyers Initiative for Mobilizing Action dá mais detalhes sobre este conceito:

“(...) podemos dizer que adicionalidade é o processo de determinar causalidade, ou seja, determinar se uma determinada atividade está ocorrendo por causa de uma determinada intervenção. Nesse sentido, uma definição geral que pode ser adotada é de que, no contexto de mecanismos de crédito, reduções ou remoções de GEE são adicionais se a atividade de mitigação não teria ocorrido na ausência do incentivo criado pelos créditos de carbono. Ou seja, as reduções de emissões ou captura de gases de efeito estufa devem somar a um cenário que aconteceria independentemente da transação.

O grande desafio de aplicação da adicionalidade é que ela trata de uma comparação com um cenário hipotético não observável (linha de base) em que não haveria determinada intervenção. Como houve de fato uma intervenção, a linha de base é sempre imaginada e nunca pode ser efetivamente verificada. Para tentar uma verificação, foram desenvolvidos diversos testes, que incluem a existência de barreiras legais, regulatórias, de investimento e de práticas difundidas.” (STOPPE, 2024).

A adicionalidade apresenta algumas questões éticas, a saber: a dificuldade em sua comprovação, como explicada acima, além do favorecimento de atores que não possuem histórico de preservação. Os agentes e iniciativas que já atuavam na proteção ambiental antes de serem inseridos na lógica do mercado de carbono teriam o efeito de suas ações de mitigação contabilizados no baseline segundo algumas metodologias e, portanto, não seriam consideradas emissões adicionais evitadas. Isso significa que a destinação de recursos financeiros não chegaria até prestadores de serviços ambientais como o IBAMA ou até mesmo as populações originárias que historicamente mantém as florestas em pé (STOPPE, 2024).

“No mesmo sentido, um país que garantiu historicamente a preservação de suas florestas (os países chamados high forest low deforestation – HFLD) tem muito mais dificuldade em argumentar a adicionalidade de projetos de conservação em seu território. Isso porque a adicionalidade exige que se prove alguma barreira específica para a preservação, mostrando que haveria desmatamento na ausência do projeto.” (STOPPE, 2024).

Emissões REDD (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação):

As emissões REDD referem-se aos gases liberados devido ao desmatamento e à

degradação florestal. Iniciativas REDD buscam reduzir essas emissões por meio de estratégias de conservação e manejo sustentável das florestas. O mercado de crédito de carbono desempenha um papel significativo ao premiar projetos que evitam a perda de carbono armazenado nas florestas e promovem a sustentabilidade.

ARR (Afforestation, Reforestation & Revegetation): descreve projetos que envolvem Florestamento, reflorestamento e revegetação, isto é, envolve plantio de vegetação em local anteriormente sem, replantio em áreas devastadas e restauração de cobertura florestal em áreas previamente degradadas. Ao expandir a cobertura vegetal, iniciativas de ARR contribuem para o sequestro de carbono, aprimoram a qualidade do solo e fortalecem a resistência dos ecossistemas. Tais empreendimentos muitas vezes envolvem a participação da comunidade, o planejamento do uso do solo e o acompanhamento para assegurar o estabelecimento bem-sucedido e a sustentabilidade a longo prazo das áreas florestadas (CLIMATE SEED, 2023).

NDCs (Nationally Determined Contributions): As NDCs, ou Contribuições Nacionalmente Determinadas, são compromissos voluntários apresentados pelos países como parte do Acordo de Paris. Cada país define suas metas individuais de redução de emissões e adaptação às mudanças climáticas com base em sua situação nacional. As NDCs são fundamentais para o esforço coletivo de limitar o aquecimento global a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, conforme estabelecido no Acordo de Paris, representando o compromisso global para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

ITMOs (Internationally Transferred Mitigation Outcomes): Os ITMOs, ou Resultados de Mitigação Transferidos Internacionalmente, referem-se a unidades representativas de reduções de emissões ou remoções que um país pode transferir para outro de acordo com as regras estabelecidas pelo Artigo 6 do Acordo de Paris, estabelecido na COP26. Essa transferência visa promover a cooperação global na mitigação das mudanças climáticas, permitindo que países que excedam suas metas de redução compartilhem seus benefícios com outras nações (ENDEAVOR, 2022).

Neutralidade de carbono *versus* net zero *versus* NET: Apesar de muito semelhantes, os termos possuem diferenças significativas entre si:

“Neutralizar carbono é diminuir emissões e compensá-las. Ser *net zero*, por sua vez, é compensar, também, as emissões indiretas, geradas por toda a cadeia produtiva envolvida nas atividades do emissor. Isso inclui emissões de fornecedores, terceirizados e até mesmo de clientes.” (NET ZERO, 2021).

Já NET é a sigla em inglês para *Negative Emission Technology*, ou Tecnologias de Emissões Negativas, conforme explica o professor José Moreira, do Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEE) da USP: “As emissões negativas são tecnologias que permitem você remover da atmosfera o gás carbônico e outros gases do efeito estufa que já foram lançados na atmosfera” (SMITH *apud* USP, 2015).

Climate positive: “clima-positivo”, é quando uma atividade vai além de alcançar emissões líquidas de carbono zero para criar um benefício ambiental removendo carbono adicional da atmosfera (PLAN A, 2023).

3.3 PRINCIPAIS ATORES

Os principais participantes no universo dos créditos de carbono e permissões de emissão são projetos, certificadoras ou registradoras, compradores individuais ou empresariais e intermediários no caso do mercado voluntário; e países, órgãos reguladores, plataformas/ esquemas/ bolsas no caso do mercado regulado ou compulsório. A seguir serão exploradas essas categorias com foco na governança e na comercialização dos créditos de carbono e com exemplos para cada tipo de participante.

3.3.1 GOVERNANÇA: ONGs E REGISTRADORAS

O mercado voluntário de carbono opera de acordo com as diretrizes e normas estabelecidas por entidades internacionais independentes. Esses padrões englobam metodologias aprovadas para o desenvolvimento e validação de projetos destinados à redução ou remoção de gases de efeito estufa, assim como para os créditos de

carbono gerados por esses projetos. Essas normas visam garantir a integridade climática e social dos projetos e dos créditos, com critérios que incluem a adicionalidade, unicidade, permanência e a prevenção de vazamentos das emissões armazenadas ou capturadas (VARGAS *et al*, 2023).

Registros / registradoras são organismos que acompanham projetos de compensação conforme são comprados e vendidos, e também "emitem" compensações de carbono - o que significa que confirmam que uma quantidade de toneladas de CO₂ foi reduzida, evitada ou removida por um projeto. Os maiores no mercado voluntário de carbono são geridos pela Verra (EUA), *Gold Standard* (Suíça), *American Carbon Registry* (ACR) (EUA) e *Climate Action Reserve* (EUA) Os registros tendem a operar seus próprios padrões – ou conjuntos de regras e orientações – sobre o monitoramento e relatório de reduções/ evitações e absorções de emissões que estão acompanhando - por exemplo, a Verra supervisiona o *Verified Carbon Standard* (VCS)(Padrão de Carbono Verificado). Também existem padrões da ONU, por exemplo, sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (VARGAS *et al*, 2023).

International Carbon Reduction and Offset Alliance (ICROA) (Aliança Internacional para Redução e Compensação de Carbono) A International Carbon Reduction and Offset Alliance (ICROA) é uma iniciativa sem fins lucrativos sediada na Associação Internacional de Negociação de Emissões (IETA). Ela promove e reconhece as melhores práticas no mercado voluntário de carbono. As organizações credenciadas pelo ICROA defendem as melhores práticas no financiamento de atividades que mitigam as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e geram compensações de alta qualidade. Os padrões internacionais de certificação endossados pelo ICROA incluem o Padrão de Carbono Verificado (VCS), o Padrão Ouro (GS), o Registro de Carbono Americano (ACR) e a Reserva de Ação Climática (CAR) (ICROA, 2022).

Entre os padrões internacionais credenciados pelo ICROA, três foram usados para certificar projetos e créditos no Brasil. O VCS é o principal padrão, responsável por 92,2% do total de créditos gerados, seguido pelo ACR com 6% e pelo GS com 1,9%. A escolha do padrão para certificar e registrar os projetos depende de critérios como tipos de metodologias aceitas, prazos para implementação e aceitação de

registros de créditos *vintage*. Por exemplo, o padrão GS não registra projetos de conservação florestal nem permite o registro de créditos *vintage*.

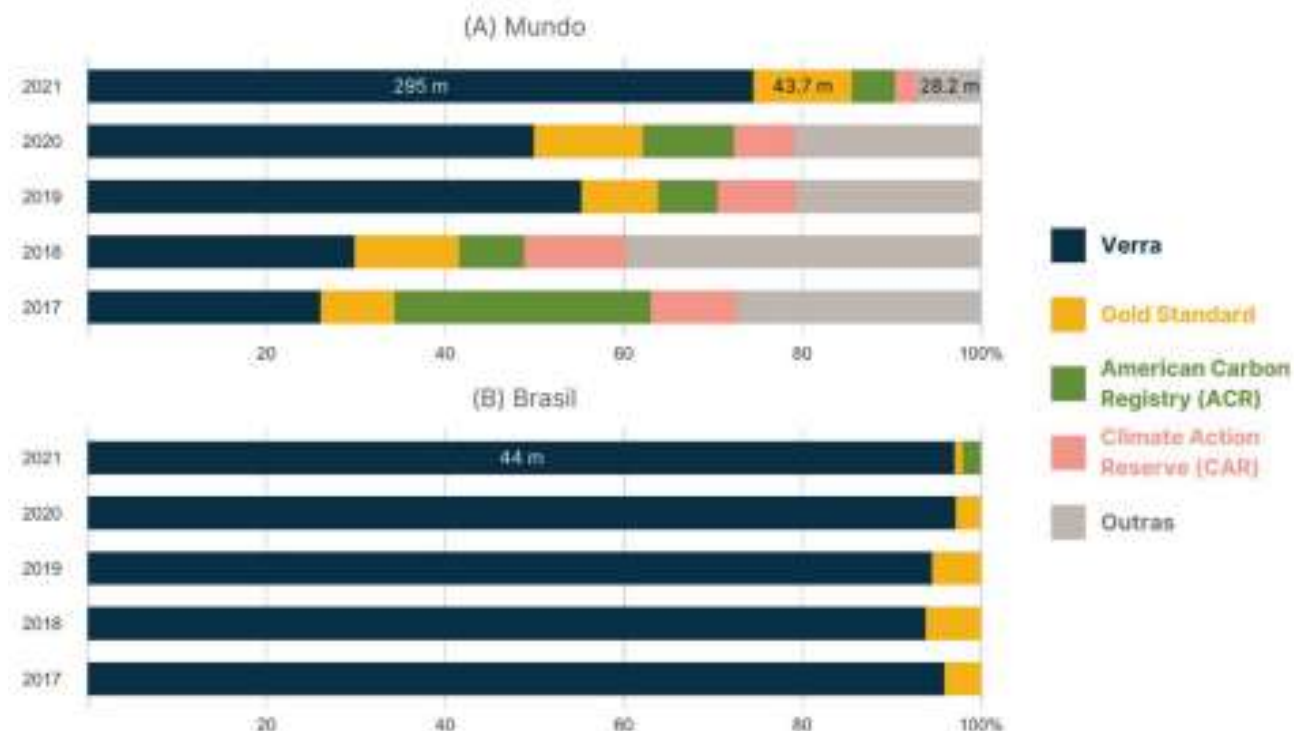
No Brasil, existem outros padrões que medem reduções ou remoções de GEE e geram certificados comercializáveis. No entanto, esses padrões não são reconhecidos pelo ICROA como implementadores das melhores práticas, e por isso não são considerados padrões reconhecidos internacionalmente no mercado voluntário. Consequentemente, eles podem ter menor credibilidade entre os compradores de compensações de emissões (VARGAS et al, 2023).

Caso um projeto tenha um caráter inovador, pode ser que seu desenvolvedor não encontre metodologias prontas para sua certificação e, assim, pode ser que o tempo para o processo de MRV de seus créditos seja muito demorado até um novo *standard*, ou padrão, ser desenvolvido. Algo semelhante ocorre a projetos com foco em natureza de países tropicais pois os principais padrões mundiais foram desenvolvidos com base nas características biológicas dos países desenvolvidos (VARGAS et al, 2023).

A **Voluntary Carbon Markets Integrity Initiative (VCMI)** (Iniciativa de Integridade dos Mercados Voluntários de Carbono) é uma ONG internacional que busca elevar a qualidade das compensações de carbono fornecendo orientações tanto para compradores quanto para vendedores do mercado voluntário.

Climate Transparency, ou Transparência Climática: é uma parceria global fundada em 2014 que visa promover ações climáticas nos países do G20 por meio de maior transparência. A avaliação conjunta reúne especialistas dos países do G20 para desenvolver uma imagem abrangente do desempenho climático. O Relatório da *Climate Transparency* é publicado anualmente antes da Cúpula do G20, cobrindo áreas como mitigação e financiamento climático. A iniciativa visa aumentar a conscientização e a pressão entre formuladores de políticas e influenciadores da sociedade civil e do setor financeiro (CLIMATE TRANSPARENCY, 2024).

Na Figura 4 pode-se observar a evolução do volume de créditos de carbono gerados entre 2017 e 2021 nos mercados internacional (a) e nacional (b) dentre as principais registradoras:

Figura 4: Geração de créditos de carbono por registradora

Fonte: VARGAS *et al*, 2023.

Integrity Council for the Voluntary Carbon Market (ICVCM): O Conselho de Integridade para o Mercado Voluntário de Carbono é um órgão de governança independente e sem fins lucrativos que tem como objetivo estabelecer e manter um padrão global de alta integridade no mercado voluntário de carbono, desbloqueando financiamento climático e de carbono privado que não seria de outra forma utilizado. Foi criado em 2021 em resposta às recomendações finais do Grupo de Trabalho sobre a Ampliação dos Mercados Voluntários de Carbono (TSVCM), uma iniciativa apoiada por mais de 250 organizações.

O Conselho lançou em 2023 os **Princípios Centrais de Carbono (PCCs)**, 10 princípios fundamentais baseados em ciência para identificar créditos de carbono de alta qualidade que criam impacto climático real e verificável. Desenvolvidos com contribuições de centenas de organizações, eles estabelecem um padrão global para integridade elevada no mercado voluntário de carbono, elevando-o a um nível consistente de qualidade e garantindo que ele acelere o progresso em direção à meta de 1,5°C. São eles:

GOVERNANÇA

- 1- Governança eficaz
- 2- Rastreamento
- 3- Transparência
- 4- Validação e verificação independentes por terceiros robustos

IMPACTO DE EMISSÕES

- 5- Adicionalidade
- 6- Permanência
- 7- Quantificação robusta de reduções e remoções de emissões
- 8- Sem dupla contagem

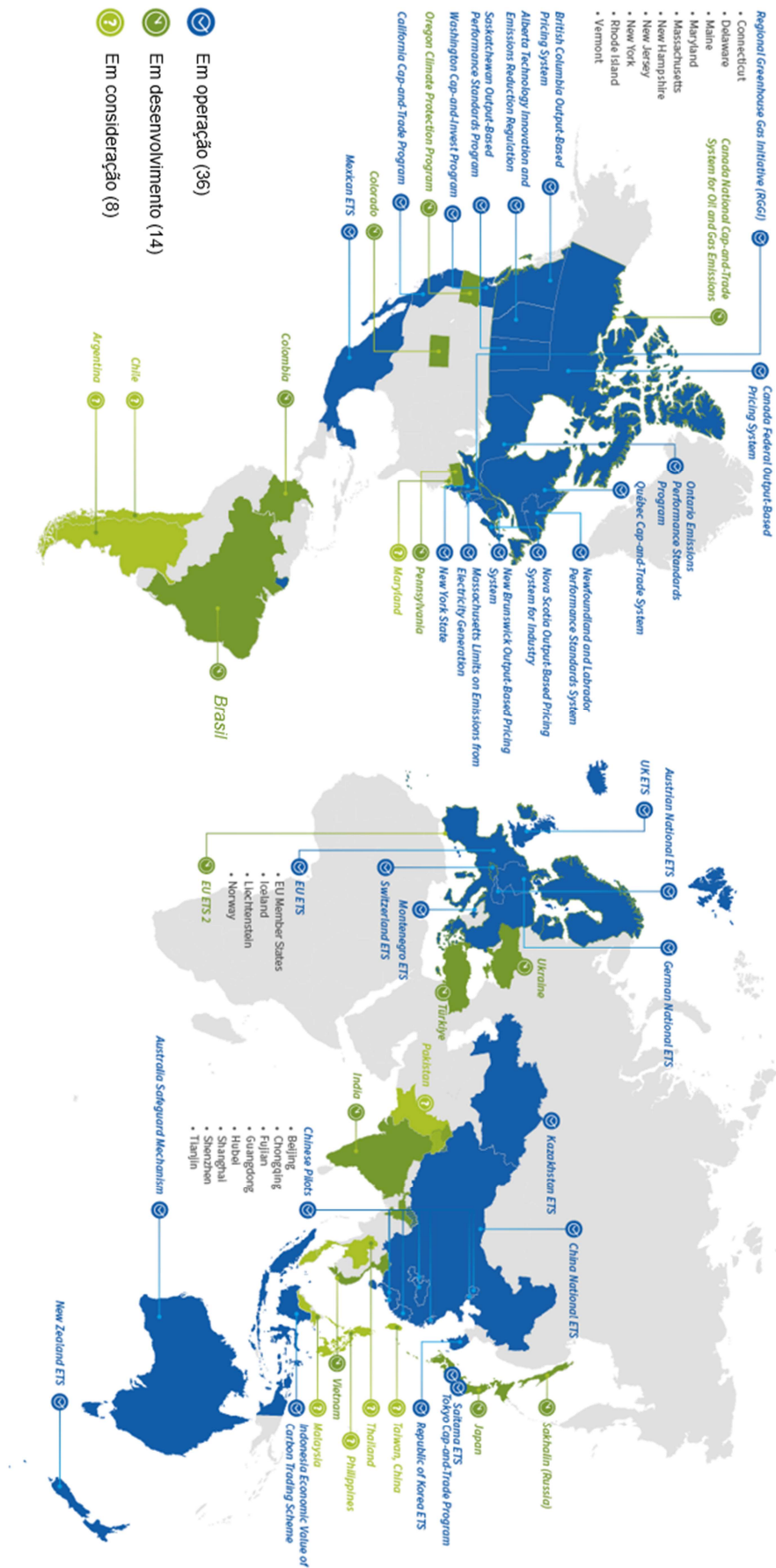
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

- 9- Benefícios e salvaguardas de desenvolvimento sustentável
- 10- Contribuição para a transição líquida zero

3.3.2 COMERCIALIZAÇÃO: BOLSAS E MERCADOS

O número de sistemas de negociação de emissões (ETS) está crescendo globalmente, incluindo operações no Brasil, Canadá, China, Japão, Nova Zelândia, Coreia do Sul, Suíça e Estados Unidos (EUROPEAN COMMISSION FOR CLIMATE ACTION, 2023). Esses esquemas operam em diversos níveis, incluindo supranacional, nacional, estadual e municipal. Atualmente, os ETS cobrem cerca de 23% das emissões globais de gases de efeito estufa, abrangendo 55% do PIB global e quase um terço da população mundial (WORLD BANK; NEW ZEALAND, 2023). O International Carbon Action Partnership estima que existam 58 bolsas de carbono no mundo, sendo 36 operacionais, 14 em desenvolvimento e 8 em consideração (ICAP, 2024). A figura 5 a seguir ilustra onde elas estão e em que estágio:

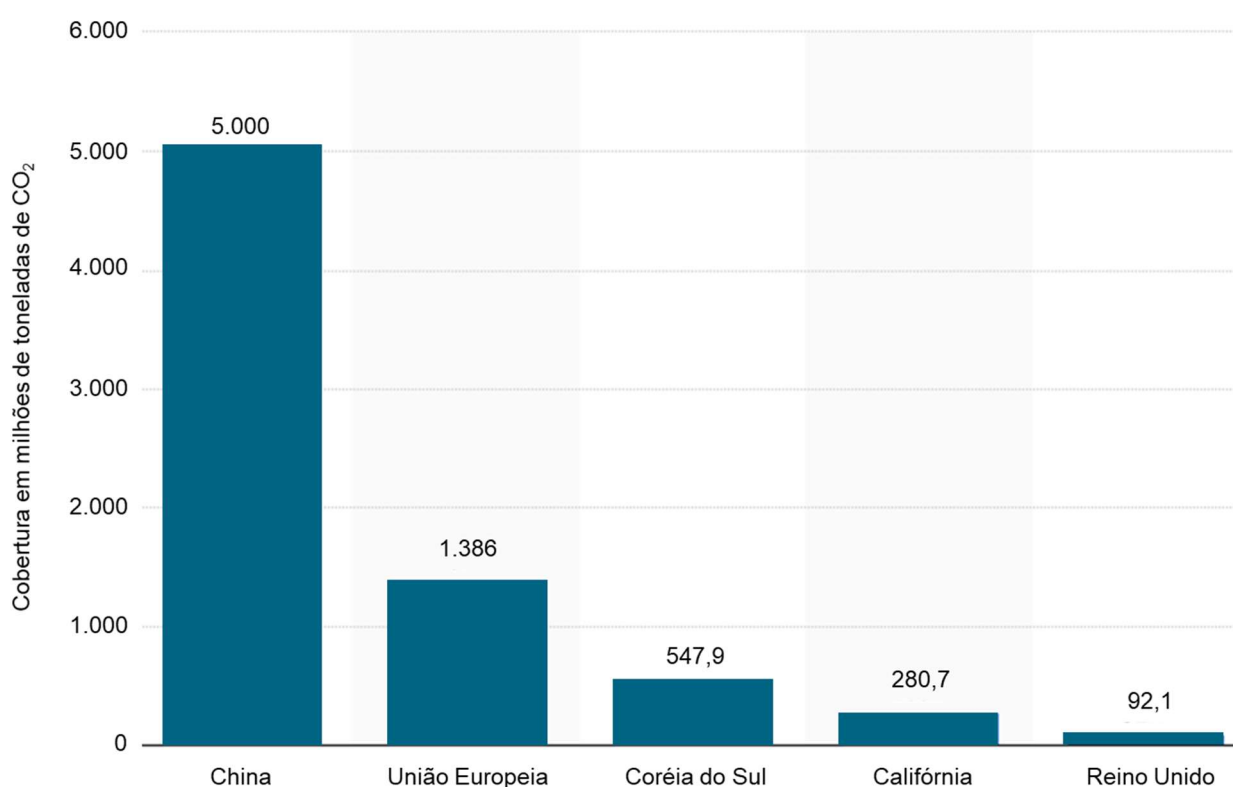
Figura 5: Bolsas de carbono no mundo



Fonte: Traduzida parcialmente pela autora com base em ICAP, 2024.

Se antes a China, nossos parceiros de BRICS, eram referência em poluição e crescimento econômico a despeito de questões ambientais, mais recentemente esse posicionamento vem mudando. Desde a COP15 em 2009, a China tem incentivado a pesquisa e experimentação em negociação de emissões de carbono. Em 2010, Pequim anunciou a ambição de estabelecer um sistema nacional de negociação de carbono até 2016. A Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma (NDRC) aprovou a negociação de carbono piloto em várias cidades e províncias em 2011 (LOH; LUNSFORD, 2012). A China agora possui a maior bolsa de carbono do mundo, como mostra a figura 6:

Figura 6: Emissões cobertas pelos sistemas de comércio de emissões (ETS) em todo o mundo até 2024 (em milhões de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente)



Fonte: Elaborada pela autora com base em STATISTA, 2024.

Bolsa de Emissões de Guangdong (GDETS) e Bolsa de Emissões de Xangai (SCE): Estabelecidas como pilotos na China, são fundamentais para desenvolver uma economia de baixo carbono e testar o comércio de emissões (LOH; LUNSFORD, 2012).

China National ETS: Em operação desde 2021, é o maior ETS do mundo, cobrindo cerca de 5 bilhões de toneladas de CO₂, inicialmente focado no setor de energia (ICAP, 2024).

Plataforma de Comércio de Carbono da Coreia (K-ETS): Lançada em 2015, abrange 66% das emissões totais da Coreia do Sul e é o primeiro ETS obrigatório entre países não-Anexo I sob a UNFCCC (EUROPEAN COMMISSION FOR CLIMATE ACTION, 2023).

Taiwan Carbon Exchange (TCX): Uma das mais novas da Ásia, lançada em 2023, visa alcançar a neutralidade de carbono até 2050, promovendo a redução de emissões e tecnologias de baixo carbono (TCX, 2024).

New Zealand Emissions Trading Scheme (ETS): Ferramenta crucial para as metas climáticas da Nova Zelândia, lançado em 2008, abrange todos os setores, exceto a agricultura (NEW ZEALAND, 2023).

EU Emissions Trading System (EU ETS): Criado em 2005 para reduzir emissões de usinas de energia, fábricas e companhias aéreas domésticas, é o primeiro e maior sistema internacional de negociação de emissões - além de ser o segundo maior ETS em geral, atrás do nacional chinês. Está atualmente na sua quarta fase de implementação (2021-2030) (EUROPEAN COMMISSION FOR CLIMATE ACTION, 2023).

Intercontinental Exchange (ICE): Oferece contratos futuros de carbono e opções de compra e venda, com preços baseados em quatro dos maiores mercados de carbono: EU ETS, Iniciativa de Clima Ocidental, RGGI e UK ETS (ICE, 2024). A ICE adquiriu a Chicago Climate Exchange (CCX) em 2010, que operou como um programa voluntário de redução de emissões até 2010, encerrando operações devido ao baixo preço do carbono e por inatividade no mercado americano na época (CCX, 2011).

California Cap-and-Trade Program: Estabelecido em 2006, começou a operar em 2012 e as obrigações de governança iniciaram em 2013, limitando as

emissões de setores industriais e de energia. Empresas podem comprar e vender créditos de carbono para cumprir metas de redução, promovendo práticas mais limpas e financiando indústria, pequenas empresas e residências. Estabelece limites anuais para emissões, promovendo a transição para fontes renováveis de energia e repassando custos de emissões às empresas de eletricidade e gás natural (CALIFORNIA, 2024).

Programas nacionais de comércio de emissões: Países da América Latina, como o Chile, estão desenvolvendo sistemas nacionais de comércio de carbono.

Iniciativas de políticas de incentivo ao mercado de carbono incluem a **African Carbon Markets Initiative**, que impulsiona mercados de carbono na África (UNFCCC, 2022), e a **Regional Greenhouse Gas Initiative** (RGGI), um sistema de comércio de emissões nos estados do nordeste dos EUA, com governança própria e leilões de permissões de emissão (RGGI, 2024).

3.4 REGULAMENTAÇÃO INTERNACIONAL

O mercado global de créditos de carbono é regulado por leis, diretrizes e organizações internacionais, como a Organização das Nações Unidas e várias agências ambientais, para garantir sua integridade, transparência e eficácia atuando na supervisão e na padronização dos processos relacionados aos créditos de carbono. Em 1972, a ONU sediou a primeira conferência ambiental em Estocolmo, ampliando o diálogo na COP-1 (Conferência das Partes na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima) em 1979. Em 1988, o IPCC(traduzido para português, o Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas) foi estabelecido para monitorar as mudanças climáticas globais (POYER; et al, 2020).

O primeiro acordo internacional sobre Gases de Efeito Estufa (GEE) foi a **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas** (UNFCCC), estabelecida na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) de 1992 no Rio de Janeiro. Esta convenção, baseada no princípio da 'Responsabilidade Comum, porém Diferenciada', reconheceu que o

aumento dos níveis de GEE na atmosfera era predominantemente atribuído aos países desenvolvidos e industrializados, resultando na definição de responsabilidades distintas: os do Anexo I (países industrializados), os do Anexo II (países desenvolvidos que financiam custos para países em desenvolvimento) e os Países em Desenvolvimento. O Documento permitiu a criação de protocolos para limitar as emissões de GEE. Surgiram então os Créditos de Carbono, com países do Anexo I comprometendo-se a reduzir suas emissões e, se necessário, adquirirem Créditos de Carbono. Os países em desenvolvimento, embora sem metas compulsórias, deveriam implementar programas de mitigação (CARBON OK, 2023).

O **Protocolo de Kyoto**, foi aberto para assinaturas em 1997, ratificado dois anos depois e entrou em vigor em 2005. No entanto, o Brasil, não sendo parte do grupo de países com metas compulsórias, não estava sujeito a tais obrigações (FOLLONI; BORGHI, 2018). Ele estabeleceu metas de redução de 5,2% nas emissões de GEE para países industrializados (Anexo 1) no período de 2008 a 2012. Ele introduziu mecanismos de mercado, permitindo a criação de mercados voluntários. Os três principais mecanismos foram: Comércio de Emissões, que permitia a negociação de emissões excedentes; Implementação Conjunta, para colaboração entre países; e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), permitindo que países desenvolvidos financiassem projetos de redução de emissões em países em desenvolvimento, gerando créditos de carbono (CARBON OK, 2023).

Participar do MDL trouxe vários benefícios para os empreendedores, incluindo melhorias na imagem corporativa, acesso a novas tecnologias, investimentos estrangeiros, novos mercados e oportunidades de negócios. A geração de créditos de carbono foi um benefício tangível, promovendo novas estruturas de financiamento e melhorando as taxas internas de retorno dos projetos (CARBON OK, 2023).

A conclusão de todos os projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) deve estar em conformidade com as especificações delineadas nos Acordos de Marraquexe e outras decisões tomadas no contexto da Conferência das Partes (COP) e da Reunião das Partes (MOP). Assim, as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) somente serão emitidas após o cumprimento das seguintes etapas: (1) Elaboração do Documento de Concepção do Projeto; (2) Validação; (3) Aprovação; (4) Registro; (5) Monitoramento; (6) Verificação/Certificação. A sétima fase consiste na emissão das RCEs. De maneira geral, os projetos de MDL podem ser projetos de sumidouros de gases de efeito estufa ou projetos de redução de emissões. No

entanto, o aspecto crucial é que sua implementação leve à diminuição dos níveis de emissão de GEEs no processo produtivo ou à imobilização (remoção) desses gases da atmosfera. Para avaliação, análises comparativas devem ser sempre realizadas em relação ao estado da arte de projetos similares no setor, ou seja, considerando como seria o processo se fosse conduzido conforme as práticas tradicionais de implantação (FOLLONI; BORGHI, 2018).

Já o **Acordo de Paris**, adotado em 2015, marcou uma nova fase na luta global contra as mudanças climáticas. Embora não estabeleça mecanismos de mercado tão explícitos quanto o Protocolo de Kyoto, incentiva os países a desenvolverem estratégias nacionais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. O Acordo de Paris reforçou a importância dos créditos de carbono, estimulando o desenvolvimento de mercados de carbono regulados nacionais e regionais e fomentando a cooperação internacional nesta área. O Acordo de Paris representou um marco significativo ao expandir as ferramentas disponíveis para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), não mais limitando-se aos 39 países do Anexo I, mas aberto a todos os países signatários. Entre essas novas ferramentas, destacam-se os Mercados Regulados de Carbono, que incluem os Internationally Transferred Mitigation Outcomes (ITMOs) e os 6.4 Emission Reductions (4ERs). Os ITMOs, herdeiros do comércio de emissões do Protocolo de Quioto, permitem a comercialização internacional de créditos de GEE entre países que excederam suas metas de redução (NDC) e aqueles que as superaram. Por sua vez, os 4ERs, sucessores do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), viabilizam a realização de projetos de compensação de carbono, concedendo créditos de carbono a iniciativas privadas que reduzem ou removem GEE, sujeitas à aprovação do país hospedeiro do projeto. Ainda não regulamentados, espera-se que esses mecanismos sejam formalizados em breve, tanto em nível internacional quanto nacional (CARBON OK, 2023). Com o principal objetivo de limitar o aumento da temperatura global a menos de 2°C e de preferência a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais até o ano de 2100 foram estabelecidas NDCs ambiciosas, como a da União Europeia, que propôs reduzir as emissões de gases de efeito estufa de toda a sua economia em 55% abaixo dos níveis de 1990, sem a utilização de créditos internacionais. Por outro lado, houve propostas mais conservadoras, como a dos EUA, que propôs reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 26-28% abaixo do nível de 2005 até o ano de

2025. O Brasil adotou uma postura moderada ao se comprometer a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005 até o ano de 2025 (OLIVEIRA, 2022), conforme ilustrado abaixo:

Figura 7: Os compromissos do Brasil no Acordo de Paris



Fonte: BRASIL, 2024.

Em 2019 Donald Trump anunciou o processo formal de retirada dos EUA do Acordo de Paris, durante a primeira campanha eleitoral presidencial Bolsonaro anunciou a mesma intenção. Durante COP de Glasgow em 2021 o então presidente brasileiro sequer compareceu e Brasil, China e Estados Unidos não assinaram o acordo para zerar energia à base de carvão, enquanto 77 outros países o fizeram (AMAZÔNIA REAL, 2021).

Na COP27, no Egito em 2022 o presidente eleito do Brasil, Luiz Inácio Lula da Silva, reivindicou os 100 bilhões de dólares anuais prometidos pelos países ricos desde 2020 para enfrentar as mudanças climáticas, criticando a inação nesse compromisso e destacando a importância da Amazônia. Lula também expressou

interesse em sediar a COP30 em 2025. Ele prometeu esforços para zerar o desmatamento e a degradação ambiental até 2030, associando a luta contra a pobreza e a fome à resolução dos problemas climáticos. Contrastando com o governo ainda em curso de seu antecessor, Lula prometeu combater os crimes ambientais e fortalecer a fiscalização e monitoramento ambiental. Além disso, propôs a realização da Cúpula dos Países Membros do Tratado de Cooperação Amazônica e ampliar acordos com Indonésia e Congo para proteger as florestas tropicais (AMAZÔNIA REAL, 2022).

Já a COP 28, realizada em Dubai no final do ano passado, terminou com um documento final considerado um avanço modesto na transição para o fim dos combustíveis fósseis, apesar das críticas pela falta de medidas concretas. Houve pressão da sociedade civil e de países insulares, mas o resultado ainda é visto como insuficiente para estabilizar o aquecimento global em 1,5°C. O Brasil, apesar de promessas do presidente Lula sobre a Amazônia e a participação na COP 30 em Belém, enfrenta críticas pela adesão à Opep+ e pelo leilão recorde de áreas de exploração de petróleo. O desafio para avanços efetivos nas mudanças climáticas continua dependendo da pressão popular e da liderança dos países desenvolvidos (AMAZÔNIA REAL, 2023). Isso demonstra a fragilidade da pauta climática nesses países e sua profunda interdependência com a vontade política dos líderes.

O CORSIA, **Acordo Internacional para Redução de Emissões da Aviação Internacional**, foi estabelecido pela Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) em 2016. Este acordo visa compensar as emissões de CO₂ da aviação civil internacional através de mecanismos de mercado. O Brasil começou a monitorar as emissões de CO₂ de suas operadoras aéreas em janeiro de 2019 como parte do CORSIA. A ANAC é responsável pela implementação e fiscalização do programa no país, conforme estabelecido pela Resolução nº 496, de novembro de 2018. Na fase inicial, apenas o monitoramento das emissões é obrigatório, e os dados podem ser acessados online. A partir de 2027, as emissões acima dos níveis de 2019-2020 devem ser compensadas com créditos de carbono ou o uso de combustíveis sustentáveis (BRASIL, 2019).

Não obstante, também existem outros acordos e iniciativas internacionais relacionados ao tema das mudanças climáticas, embora não todos exclusivamente

sobre a geração e comercialização de créditos de carbono. Algumas dessas iniciativas podem influenciar indiretamente o mercado de créditos de carbono ou a redução de emissões.

O **Fundo Verde para o Clima** (*Green Climate Fund - GCF*) é uma iniciativa global estabelecida por 194 países para enfrentar as mudanças climáticas, investindo em projetos de baixo carbono e resiliência climática. Operando sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) e o Acordo de Paris, o GCF busca equilibrar os recursos financeiros entre mitigação e adaptação, com uma governança que inclui países desenvolvidos e em desenvolvimento. Com mais de US\$10 bilhões em contribuições anunciadas, o Fundo financia projetos em setores como energia, transporte, florestas, saúde e infraestrutura, visando a promover uma mudança de paradigma em direção a um desenvolvimento sustentável e resiliente ao clima (BRASIL, 2024). Abaixo na figura 8 são resumidos os instrumentos destacados nesta sessão:

Figura 8: Principais Instrumentos Internacionais



Fonte: Elaborado pela autora.

Estas conferências e acordos refletem a evolução das negociações climáticas internacionais, buscando promover a cooperação global na redução de emissões. O Brasil, como parte integrante da comunidade internacional comprometida com a mitigação das mudanças climáticas, participa ativamente desses esforços (no governo

atual), refletindo seu repactuado compromisso com práticas sustentáveis e a redução de emissões de gases de efeito estufa.

3.5 REGULAMENTAÇÃO NACIONAL

O **artigo 225 da Constituição Federal** garante a todos os brasileiros o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, considerado um bem coletivo essencial para a qualidade de vida, e cabe ao Poder Público e à sociedade preservá-lo e protegê-lo. O artigo 170 também determina que a ordem econômica deve priorizar a defesa do meio ambiente, diferenciando tratamentos para agentes econômicos conforme seus impactos ambientais (BRASIL, 1988).

A crescente preocupação com a preservação ambiental levou vários países, especialmente na Europa, a adotar políticas de "tributação ecológica" para promover a sustentabilidade. No Brasil, a **Emenda Constitucional nº 42** de 2003 determinou que a ordem econômica deve priorizar a defesa do meio ambiente, adotando medidas conforme o impacto ambiental gerado (FOLLONI; BORGHI, 2018).

A Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), instituída pela Lei nº 13.576/2017, visa cumprir as obrigações do Brasil na COP 21. Ela estabelece metas anuais de descarbonização para o setor de combustíveis, buscando aumentar a participação da bioenergia na matriz energética brasileira para 18% até 2030. O principal instrumento da RenovaBio é o Crédito de Descarbonização (CBIO), emitido por produtores e importadores de biocombustíveis certificados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Os distribuidores de combustíveis fósseis devem adquirir CBIOs para cumprir suas metas anuais de descarbonização. Cada CBIO representa uma tonelada de CO₂ evitado e é retirado de circulação ao ser aposentado. A B3 intermedia a emissão, registro e negociação dos CBIOs, e interessados devem contatar uma instituição financeira para negociar (B3, 2023).

Já a primeira legislação no Brasil a abordar diretamente a questão dos créditos de carbono foi estabelecida pela **Política Nacional de Mudança do Clima (Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009)**. Este marco legal foi pioneiro ao reconhecer a

importância da mitigação das mudanças climáticas e estabelecer diretrizes para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no país. A referida lei não apenas criou o embasamento para a implementação de estratégias de redução e compensação de emissões, mas também delineou as bases para a regulamentação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), sinalizando para a necessidade de instrumentos financeiros e mecanismos de mercado na promoção de práticas sustentáveis. Desde então, essa norma tem sido um referencial crucial para a evolução das políticas relacionadas ao combate às mudanças climáticas e ao estímulo da economia de baixo carbono no Brasil (BRASIL, 2009).

Na década seguinte, temos o **Decreto nº 11.003**, de 21 de março de 2022, que regulamenta aspectos fundamentais da política ambiental brasileira, especialmente na mitigação das mudanças climáticas. Ele define diretrizes para a elaboração e implementação de Planos Setoriais de Mitigação, estabelecendo metas para a redução de emissões de GEE em setores específicos da economia. O decreto também estabelece mecanismos para mensuração e monitoramento das emissões, reforçando a transparência e responsabilidade nas estratégias de mitigação. Isso alinha o Brasil com compromissos internacionais e metas de sustentabilidade (BRASIL, 2022).

O **Decreto Federal nº 11.075**, datado de 19 de maio de 2022, delineia os procedimentos para a formulação dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, estabelece o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e promove modificações no Decreto nº 11.003, de 21 de março de 2022 (BRASIL, 2022).

A mais recente adição legislativa brasileira é de dezembro passado quando Câmara dos Deputados aprovou na última sessão do ano de 2023 o **Projeto de Lei 2.148/15**, que visa regulamentar o mercado de carbono no Brasil. A proposta resulta na criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), estabelecendo limites para as emissões e instaurando um mercado para a negociação de títulos relacionados. O relator do projeto, deputado Aliel Machado (PV-PR), elaborou um texto que integra propostas discutidas na Câmara àquelas já

aprovadas pelo Senado. O projeto agora está atualmente no Senado para a análise das alterações realizadas pelos deputados (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2023).

A **Lei nº 14.590/2023**, parte da Pauta Verde liderada pela Câmara dos Deputados, promove a transição energética e uma economia sustentável. Ela altera as regras de concessão de gestão de florestas públicas, permitindo atividades não madeireiras e a comercialização de créditos de carbono. A lei prevê que "as concessões em unidades de conservação podem incluir o direito de desenvolver e comercializar créditos de carbono e serviços ambientais" (art. 14-D), mas isso não se confunde com a própria concessão florestal (BRASIL, 2023).

Em meio a essa incerteza jurídica, surge a **Emenda Constitucional nº 132**, de 20 de dezembro de 2023, decorrente da Reforma Tributária, que estipula que tanto o imposto sobre bens e serviços (IBS) quanto a contribuição sobre bens e serviços (CBS) incidirão, conforme a futura lei complementar, sobre transações de bens materiais ou imateriais, inclusive direitos, ou serviços (BRASIL, 2023). Considerando que o crédito de carbono é um bem imaterial e sua cessão envolve o direito decorrente dele, é provável que tanto o IBS quanto a CBS incidam sobre várias operações relacionadas ao crédito de carbono, assim como sobre serviços ambientais. Apesar da resistência atual contra políticas extrafiscais, a EC nº 132/2023 exige que o Sistema Tributário Nacional leve em conta o princípio da proteção ambiental e, sempre que possível, que os incentivos fiscais regionais considerem critérios de sustentabilidade ambiental e redução de emissões de carbono (BRASIL, 2023).

O Município do Rio de Janeiro é pioneiro em políticas fiscais para incentivar o mercado de crédito de carbono com o Programa ISS Neutro (**Lei nº 7.907/2023**). A alíquota de ISS foi reduzida de 5% para 2% para serviços como desenvolvimento e auditoria de projetos de créditos de carbono, registro e certificação de créditos de carbono, plataformas de transação de créditos de carbono e inventário e auditoria de emissões de GEE (BRASIL ENERGIA, 2024). Espera-se que a futura lei complementar sobre o IBS e a CBS esteja alinhada com a Constituição, a agenda global e iniciativas locais, como o Programa ISS Neutro do Rio de Janeiro, estabelecendo uma política fiscal indispensável para as gerações presentes e futuras (BRASIL ENERGIA, 2024).

Sumarizando, temos na figura 9 abaixo os seguintes instrumentos legais no país:

Figura 9: Principais Instrumentos Nacionais

1988 Artigo 225 da Constituição	2003 Emenda nº 42	2009 Lei nº 12.187	2017 Lei nº 13.576 RenovaBio	2022 Decreto nº 11.003	2022 Decreto Federal nº 11.075	2023 Lei nº 14.590	2023 RJ Lei nº 7.907 ISS Neutro	2023 Emenda nº 132	2023 Projeto de Lei nº 2.148
“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”	A ordem econômica deve priorizar a defesa do meio ambiente, adotando medidas diferenciadas conforme o impacto ambiental gerado.	Política Nacional de Mudança do Clima - diretrizes para a redução das emissões; Embasamento para estratégias de redução e compensação de emissões; Regulamentação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE).	Política Nacional de Biocombustíveis - metas anuais de descarbonização para o setor de combustíveis para aumentar a participação de bioenergia na matriz energética para cerca de 18% até 2030; Criação do Crédito de Descarbonização (CBIO).	Diretrizes para Planos Setoriais de Mitigação, estabelecendo parâmetros e metas para a redução de emissões; Mecanismos para a mensuração e monitoramento das emissões.	Procedimentos para a formulação dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas; Estabelece o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa.	Faz parte da Pauta Verde; Mudanças nas regras de concessão de gestão de florestas públicas, permitindo a exploração de atividades não madeireiras e a comercialização de créditos de carbono.	Município do Rio de Janeiro é pioneiro na implementação de políticas fiscais para incentivar o mercado de crédito de carbono; Aliquota de 2% (desenvolvimento e auditoria de projetos, registro e certificação, disponibilização de plataformas de transação e inventário)	Reforma tributária. Incidência de IBS e CBS sobre várias operações relacionadas ao crédito de carbono, assim como sobre serviços ambientais; Manutenção isenções do setor petroleiro.	Criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa; Limites para as emissões e instauração de um mercado para a negociação de títulos relacionados; Não contempla o agro.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.6 MERCADO NACIONAL *VERSUS* GLOBAL

Os mercados de carbono são múltiplos em maturidade, volume, tipo de transação, participantes etc, e é preciso se atentar para as realidades de cada país ao tecer comparações. De acordo com um relatório de 2022 do Banco Mundial, investir uma média de 1,4% do PIB por ano permitiria reduzir as emissões nos países em desenvolvimento em cerca de 70% até 2050 e aumentar a resiliência climática. A análise abrange mais de 20 países que respondem por 34% das emissões mundiais de gases de efeito estufa (GEE) e demonstra que as necessidades de investimento são nitidamente maiores em países de baixa renda mais vulneráveis ao risco climático, e muitas vezes ultrapassam 5% do PIB. Esses países precisarão de volumes maiores de financiamento em condições preferenciais e doações para gerenciar os impactos das mudanças climáticas e se desenvolver em um caminho de baixo carbono (ONU, 2022).

O relatório destaca as lições da integração dos objetivos climáticos e de desenvolvimento para os países. Ele conclui que esta abordagem voltada para a ação climática pode ajudá-los a gerenciar os impactos negativos das mudanças climáticas, e ao mesmo tempo gerar impactos positivos sobre o PIB e o crescimento econômico, proporcionando resultados de desenvolvimento fundamentais, como a redução da pobreza, ou seja, com objetivos climáticos e de desenvolvimento andando conjuntamente. As principais condições para o sucesso e uma transição justa incluem reformas impactantes, melhor alocação de recursos públicos, maior mobilização de capital privado e apoio financeiro significativo da comunidade internacional. As reduções nas emissões podem gerar resultados imediatos de desenvolvimento, tais como menor vulnerabilidade à volatilidade dos preços dos combustíveis fósseis, balanças comerciais mais equilibradas e maior segurança energética, além de melhor qualidade do ar e os consequentes impactos positivos na saúde. A ação precoce também pode evitar que os países fiquem presos a infraestruturas e sistemas de alta emissão, que se tornarão caros ou até impossíveis de serem transformados no futuro (ONU, 2022).

O documento ainda aponta que, embora todos os países tenham que aumentar sua ação climática, os países de alta renda com maior responsabilidade pelas emissões precisam liderar o caminho com uma descarbonização mais profunda e mais rápida, além de um crescente apoio financeiro para os países de baixa renda.

Os principais emissores atuais e futuros do mundo em desenvolvimento também têm um papel fundamental a desempenhar para que o mundo alcance as metas do Acordo de Paris. O relatório examina também as tecnologias e inovações necessárias para a produção de eletricidade, aço, cimento e a manufatura com menor intensidade de carbono, e como o mundo construirá cadeias de suprimentos verdes e eficientes para um futuro sustentável (ONU, 2022).

Em uma análise de 2020 com dados de 2019, 10 países são responsáveis por 68% das emissões globais. Estes países, em sua maioria, possuem populações e economias consideráveis, abrangendo mais de 50% da população mundial e quase 60% do Produto Interno Bruto (PIB) global. Destaca-se a China como o maior emissor, responsável por 26% das emissões globais de gases de efeito estufa, seguida pelos Estados Unidos, com 13%, a União Europeia, com 7,8%, e a Índia, com 6,7%. O Brasil está na sétima colocação global nesse ranking, segundo dados de 2020 (WRI BRASIL, 2020).

No contexto brasileiro, segundo dados de 2019, os cinco principais setores emissores são agricultura, transporte, eletricidade, manufatura e construção, seguidos pela gestão de resíduos (WRI BRASIL, 2020). Dados mais recentes indicam que a maior parte das emissões brasileiras provém do uso da terra, especificamente desmatamento (49%), seguido pela agropecuária (25%). Isso destaca a importância do manejo sustentável da terra e da preservação dos biomas brasileiros na jornada rumo ao net zero (CNN, 2024).

O enfrentamento e preparação para as mudanças climáticas não prejudicam a atividade econômica; pelo contrário, são uma preocupação crescente no Brasil devido aos impactos significativos em diversas áreas, desde eventos climáticos extremos até desequilíbrios na produção agrícola. Estima-se que o país perca 0,1% do seu Produto Interno Bruto (PIB) anualmente devido a essas mudanças, como relatado pelo Secretário-executivo do Ministério do Meio Ambiente, João Paulo Capobianco, com base em dados do Banco Mundial. A agricultura, um dos principais motores econômicos, também é afetada, com previsões de safra revisadas para baixo devido a fenômenos como o "*Super El Niño*" (CNN, 2024).

Para enfrentar esse desafio, o Brasil precisa adotar medidas urgentes de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Isso envolve a redução das emissões de carbono e o desenvolvimento de infraestrutura e políticas para lidar com eventos climáticos extremos que já estão ocorrendo. Embora o país tenha feito progressos na

redução do desmatamento, especialmente na Amazônia, ainda enfrenta desafios significativos, como o aumento da degradação no Cerrado e as emissões da agropecuária (CNN, 2024).

O governo brasileiro está atuando em duas frentes principais para lidar com as mudanças climáticas: mitigação e adaptação. Na mitigação, o foco está na redução das emissões de carbono, especialmente do desmatamento e da agropecuária, por meio de políticas de conservação ambiental e incentivos para o uso de tecnologias limpas. Na adaptação, o objetivo é preparar o país para lidar com os impactos das mudanças climáticas, como eventos climáticos extremos e alterações na produção agrícola, por meio do desenvolvimento de infraestrutura resiliente e políticas de gestão de riscos (CNN, 2024).

O governo também lançou o Novo Programa de Aceleração do Crescimento, um programa de investimentos que prevê obras para enfrentar as mudanças climáticas, com destaque para infraestruturas resilientes a choques climáticos, limpeza da matriz energética e sustentabilidade na indústria e nos transportes. Foram emitidos os primeiros títulos soberanos verdes no mercado internacional, cujos recursos serão destinados ao Fundo Clima, voltado a financiar infraestrutura verde a juros mais baixos (CNN, 2024).

Além disso, o governo implementou medidas financeiras para promover investimentos sustentáveis, como os *green bonds* ou títulos verdes, instrumentos financeiros para captar recursos destinados a projetos ambientais e sustentáveis. Esses títulos financiam projetos que contribuem para a mitigação das mudanças climáticas, conservação da biodiversidade, eficiência energética e outras iniciativas sustentáveis. Outra medida adotada foi a implementação de um *hedge* cambial para proteger investimentos verdes de variações cambiais. Esse mecanismo funciona como um seguro, cobrindo prejuízos decorrentes de variações cambiais, facilitando operações no mercado de capitais para empresas e investidores captarem recursos no exterior para investimentos sustentáveis. Essas iniciativas refletem o compromisso do governo brasileiro em promover o desenvolvimento sustentável e enfrentar os desafios das mudanças climáticas (CNN, 2024).

3.6.1 MERCADO REGULAMENTADO

Como conceituado no capítulo anterior, o de mercado de carbono abrange duas formas distintas de transação de ativos relacionados às emissões de gases de efeito estufa (GEE), diferenciadas em termos de alcance, participantes e regulamentação. A primeira forma refere-se ao Sistema de Comércio de Emissões (SCE), que opera sob um quadro regulatório estabelecido pelo governo. Nesse sistema, são definidas metas de redução de emissões, e as empresas podem negociar permissões de emissão seguindo o modelo *cap-and-trade*. A segunda forma envolve um mecanismo de compensação de emissões, onde empresas e indivíduos estabelecem suas próprias metas de mitigação devido a preocupações socioambientais. Eles buscam neutralizar suas emissões adquirindo créditos de carbono no mercado voluntário de carbono. Nesse caso, a demanda por créditos nos mercados voluntários é motivada pela intenção de compensar as emissões de agentes não regulados, incentivando a redução ou remoção das emissões (VARGAS et al, 2023). O Brasil está atualmente estabelecendo seu mercado formal e tem participação crescente no mercado compensatório.

Segundo Rita Ferrão, presidente da Associação Brasileira de Crédito de Carbono e Metano (ABCARBON), há diversas razões pelas quais alguns países podem enfrentar desafios para cumprir suas metas ambientais, incluindo dificuldades econômicas, dependência de combustíveis fósseis, políticas e governança deficientes, problemas tecnológicos e de infraestrutura, além de pressões socioeconômicas e demográficas.

A regulamentação é crucial para garantir a segurança dos comerciantes e consumidores no mercado de crédito de carbono. Se um país ou empresa precisar adquirir créditos de carbono, é mais sensato optar por comprar de um país com um mercado regulamentado, pois isso assegura que os créditos passaram por avaliações rigorosas antes de serem comercializados (TERRA, 2023).

3.6.1.1 Mercado Regulamentado Global Unificado

O Artigo 6 do Acordo de Paris prevê a criação de um mercado regulado global unificado, entretanto até o momento os países signatários ainda não entraram em consenso quanto ao seu texto, adiando o estabelecimento de tal mercado. A COP28, realizada em Dubai no final de 2023, constituiu um marco histórico ao reunir quase 200 países que concordaram em abandonar os combustíveis fósseis. No entanto, após oito anos da aprovação do acordo, os negociadores ainda não conseguiram definir as regras para este Artigo. As divergências sobre integridade, metodologias e transferências de toneladas de carbono adiaram as decisões para a próxima COP29, em Baku, Azerbaijão. O Artigo 6 visa promover a cooperação internacional por meio de mecanismos de mercado, como o 6.2, que permite a venda de excedentes de redução de emissões entre países, e o 6.4, que facilita a compra de créditos de carbono de projetos privados. O impasse reflete a falta de clareza sobre questões como emissões evitadas e transparência nas transações bilaterais. O adiamento das definições pode afetar o mercado voluntário de compensação de carbono e a confiança dos compradores. Apesar dos esforços para fortalecer o mercado de carbono, o setor reconhece que o progresso pode ser limitado sem ação coletiva adicional (CAPITAL RESET, 2023).

Destaca-se que os mercados regulados normalmente exigem esforços comprovados rumo à descarbonização, e que os créditos de carbono, embora sejam usados para compensação de emissões – seja do total de emissões, seja do excedente em relação aos limites legais – não constituem uma “licença para poluir”. Gilles Dufrasne, o especialista líder em mercados globais de carbono da Carbon Market Watch recomenda:

"Os mercados globais de carbono precisam ser projetados e implementados de forma a alcançar metas climáticas reais e tangíveis, ao mesmo tempo em que servem à sociedade e beneficiam as comunidades locais. Eles também devem ser subsidiários e complementares aos esforços para reduzir as emissões." (CARBON MARKET WATCH, 2024).

Embora um mercado regulado único ainda não exista globalmente, segundo o Banco Mundial há dezenas de ETS em operação, além de 36 acordos bilaterais de cooperação alinhados ao artigo 6.2 do Acordo de Paris. Fica evidente que o Brasil, ao

não ter ainda um mercado regulado, está isolado em termos desse tipo de cooperação internacional (BANCO MUNDIAL, 2023).

Há, municípios, estados e províncias, países e regiões que possuem mercados regulados próprios nos quais delimitam o impacto que cada setor de sua economia pode gerar, detalham como contabilizar e divulgar os inventários de emissões e como empresas e instituições podem transacionar créditos de carbono, alguns dos quais foram apresentados em sessões anteriores. Abaixo retoma-se com um resumo dos principais ETS. Tais programas regulatórios como um todo (não apenas os do quadro) - movimentam cerca de um trilhão de dólares por ano agora e abrangem quase um quarto das emissões globais (THE ECONOMIC TIMES, 2024).

Quadro 2: Resumo dos principais/ bolsas mercados de carbono do mundo

Bolsas de Carbono	Localização	Tipo de Mercado	Geografia	Abertura / Encerramento
China National ETS	China	Regulado	Nacional	2021 – Ativo
Bolsa de Emissões de Guangdong (GDETS)	China	Regulado	Provincial	2013 – Ativo
Bolsa de Emissões de Xangai (SCE)	China	Regulado	Provincial	-
Plataforma de Comércio de Carbono da Coreia (K-ETS)	Coreia do Sul	Regulado	Nacional	2015 – Ativo
Mercado de Carbono da Nova Zelândia	Nova Zelândia	Regulado	Nacional	2008 – Ativo
EU Emissions Trading System (EU ETS):	Europa	Regulado	Continental/ Regional	2005 – Ativo
Chicago Climate Exchange (CCX)	EUA	Voluntário	Nacional	2003 – 2010
California Carbon Market (Mercado de Carbono da Califórnia)	EUA	Regulado	Estadual	2013 – Ativo

Fonte: Elaborado pela autora.

3.6.1.2 Posição do Brasil quanto ao mercado global unificado

O atual governo brasileiro sustenta a posição de que apenas atividades florestais que resultem na remoção de carbono da atmosfera, como o reflorestamento, devem ser consideradas elegíveis no mercado regulamentado. Representantes da registradora Verra destacam que a inclusão ou exclusão do REDD+ no Acordo de Paris não reflete necessariamente a integridade ou a qualidade dos créditos, mas sim as diferentes agendas e interesses dos países envolvidos. Ele observa que o processo em curso está demandando um tempo considerável. Além disso, enfatiza que as entidades certificadoras do mercado voluntário não apenas contribuem para mitigar as mudanças climáticas, mas também direcionam recursos reais para os países em desenvolvimento (CAPITAL RESET, 2023).

Pode-se considerar que o posicionamento brasileiro mais rígido vem em resposta às críticas e tentativas de desacreditar os projetos geradores de créditos de carbono a fim de posicionar o país de maneira competitiva não apenas em termos do seu biopotencial, mas também em termos de sua governança e confiabilidade. Pode-se também considerar uma estratégia de diversificação da atração de recursos pois há outros instrumentos financeiros de que o Estado pode dispor para custear iniciativas de prevenção ao desmatamento, incluindo o próprio mercado voluntário.

3.6.1.3 *Cap-and-Trade* versus mecanismos fiscais

Um relatório anual do Banco Mundial sobre precificação de carbono revelou um recorde de US\$ 95 bilhões em receitas de impostos e sistemas de comércio de emissões (ETS, na sigla em inglês). Por cerca de duas décadas, o Banco Mundial tem acompanhado os mercados de carbono, e seu relatório anual sobre o Estado e Tendências da Precificação de Carbono está agora em sua décima edição. Há dez anos, quando o primeiro relatório foi publicado, apenas 7% das emissões globais estavam cobertas por um imposto sobre carbono ou um Sistema de Comércio de Emissões (ETS). Hoje, como destacado no relatório de 2023, quase um quarto das emissões globais de gases de efeito estufa (23%) estão agora cobertas por 73 instrumentos (BANCO MUNDIAL, 2023).

Um ETS estabelece um limite para a quantidade de emissões de gases de efeito estufa - permite que emissores com menores emissões vendam suas unidades de emissão extras (ou "permissões") para emissores maiores, estabelecendo assim um preço de mercado para as emissões. Enquanto a adoção de ETS e impostos sobre carbono está aumentando em economias emergentes, os países de alta renda ainda dominam. Novos instrumentos foram implementados na Áustria e Indonésia, bem como em jurisdições subnacionais nos Estados Unidos e no México. A Austrália está programada para retomar a precificação do carbono com um ETS baseado em taxas, e países como Chile, Malásia, Vietnã, Tailândia e Turquia continuam trabalhando para implementar a precificação direta do carbono (BANCO MUNDIAL, 2023).

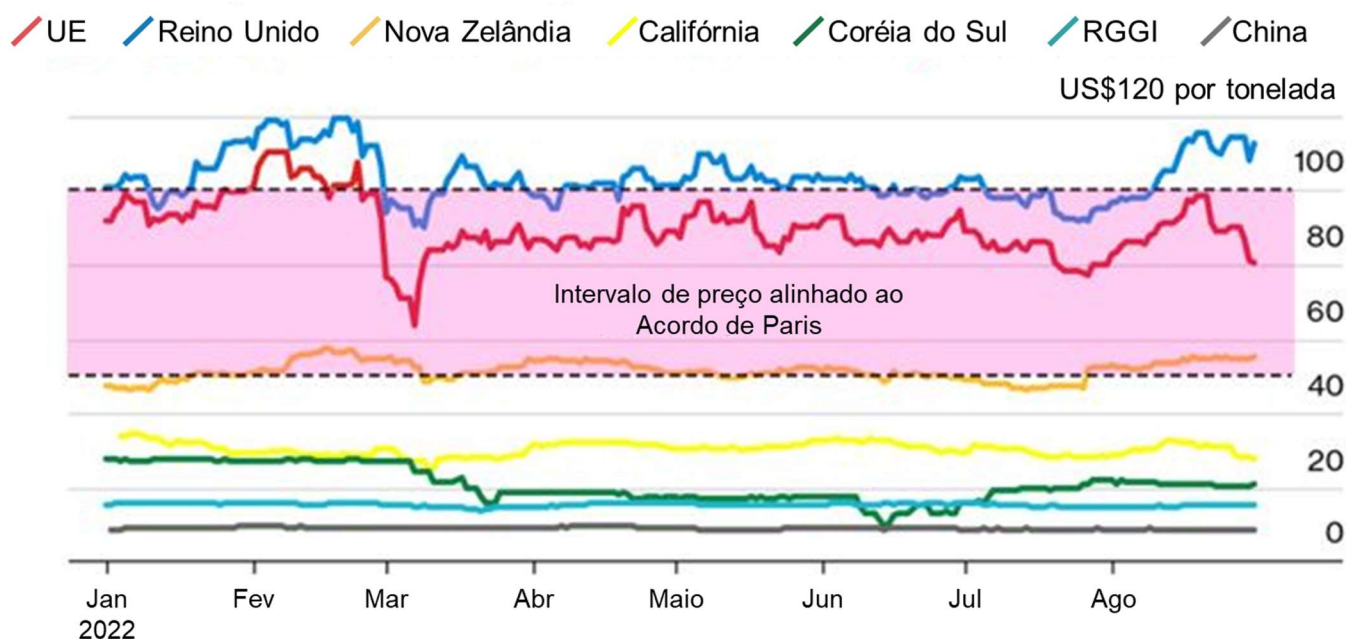
Houve uma ligeira queda nas emissões e aposentadorias de créditos de carbono, atribuída a condições macroeconômicas e críticas aos créditos. No entanto, a precificação do carbono, incluindo via impostos e taxações dos emissores, permanece crucial para arrecadar receitas, direcionar fluxos financeiros e promover inovação, contribuindo para objetivos de sustentabilidade e desenvolvimento. O Banco Mundial estima que há 37 impostos de carbono implementados (BANCO MUNDIAL, 2023).

Embora a proliferação dos mercados de carbono seja, sem dúvida, uma boa notícia, os preços, em sua maioria, ainda são muito baixos para ter um impacto climático significativo, lembrando que nos mercados compulsórios os preços são estabelecidos pelos órgãos reguladores e governos. Isso é especialmente verdadeiro para setores fora da geração de energia, onde a transição para alternativas com baixas emissões de carbono ainda é uma proposição cara no restante do mundo.

O Banco Mundial estima que um preço de carbono de US\$50-100 por tonelada métrica de dióxido de carbono seja necessário até 2030 para cumprir as metas de temperatura do Acordo de Paris - para limitar o aquecimento global a bem abaixo de 2 graus Celsius acima dos níveis pré-industriais. No entanto, apenas a UE, Reino Unido e Nova Zelândia atualmente têm preços dentro ou acima dessa faixa, com outros mercados importantes ficando bem abaixo. Os preços na China, o maior mercado do mundo em termos de emissões cobertas, estão estagnados abaixo de \$10 por tonelada de CO₂, vide figura 10 adiante. Muitas vezes, enfrentar o excesso de licenças, tanto em termos de excedentes de permissões bancadas no passado quanto na redução da alocação futura para incentivar a escassez futura, será essencial. Além disso, o sucesso dos mercados de carbono não está apenas associado a atingir um

determinado preço. A visibilidade do preço do carbono também desempenha um papel importante, já que preços altamente visíveis têm maior probabilidade de gerar mudanças de comportamento. Os retardatários - como é o caso do Brasil - precisarão de reformas em seus designs de mercado para atingir o nível de preço necessário (BLOOMBERG NEF, 2022).

Figura 10: Apenas a precificação de carbono na Europa e Nova Zelândia estão nos patamares estimados para atender aos objetivos do Acordo de Paris



Fonte: BLOOMBERG NEF, 2022.

Pesquisas têm mostrado que mesmo taxas modestas sobre carbono podem ter um impacto significativo na redução do consumo de produtos provenientes de combustíveis fósseis. De acordo com um estudo empírico comparativo realizado na China, uma tributação muito baixa, equivalente a 5 yuans ou cerca de 70 centavos de dólar por tonelada de carbono, resultou em uma redução de 4% nas emissões de combustíveis fósseis (FOLHA DE SÃO PAULO, 2024). Reformas tributárias têm sido, portanto, consideradas como possíveis oportunidade para precificar o carbono por meio de um imposto, em consonância com um mercado regulado. Embora um imposto ofereça vantagens como clareza nos custos e utilização de uma estrutura de arrecadação existente, suas desvantagens podem superar os benefícios. Com um

imposto, não há garantia de redução nas emissões e existe o risco de o governo depender das receitas das emissões de carbono (LEITE, 2023).

Esse tipo de regulamentação combinada de limites mais impostos do mercado de carbono pode trazer benefícios significativos para as atividades reguladas, aumentando sua competitividade no mercado internacional. Um exemplo é *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM), que pode ser traduzido como Mecanismo de Ajuste na Fronteira para o Carbono da União Europeia, que estabelece uma precificação de carbono para importações de determinados produtos. Para o Brasil, isso pode representar uma oportunidade econômica, dada a alta participação de fontes renováveis em sua matriz energética. Um estudo estimou que o CBAM poderia aumentar os preços dos produtos exportados do Brasil para a União Europeia, porém o aumento de preço dos produtos oriundos de outros países seria maior, tornando os brasileiros mais competitivos em relação a produtos de países com emissões mais altas. Além disso, o CBAM acabará com a distribuição gratuita de permissões de emissão para empresas europeias, o que aumentará o custo de seus produtos exportados e as tornará menos competitivas no Brasil e em outros países (LEITE, 2023).

Apesar de ser considerado mais seguro, os riscos para investidores nos mercados de créditos de carbono de conformidade são duplos. O primeiro risco está ligado a mudanças/erros de política. Os formuladores de políticas visam manter os preços do carbono relativamente estáveis. Se o preço for muito baixo, os investidores não são incentivados a financiar 'projetos verdes' que geram créditos. Se o preço for muito alto, entidades reguladas podem experimentar uma desaceleração no crescimento, o que geralmente é ruim para a economia. Durante o Piloto de Emissões de Xangai, o governo de Xangai não forneceu detalhes sobre a política do próximo ciclo de conformidade após 2015. Como resultado, o preço do carbono caiu mais de 50%, de cerca de 10 yuan para cerca de 5 yuan. Em maio de 2016, a Comissão Municipal de Desenvolvimento e Reforma de Xangai emitiu esclarecimentos detalhados, especificamente em torno da política de transferência de permissões do ciclo de conformidade anterior. O preço do carbono no ETS de Xangai disparou para quase 30 yuan por tonelada nos próximos 7 meses, uma vez que o mercado obteve clareza política (CARBON CREDITS, 2023).

O segundo risco está ligado a tensões geopolíticas e seus impactos secundários em vários mercados de commodities. Aqui está um exemplo de cada

risco. O maior ETF, ou fundo de índice, de Carbono do mundo, experimentou uma volatilidade substancial de preços entre o final de fevereiro e o início de março de 2022. O conflito Rússia/Ucrânia forçou os mercados a precificar o risco de um cenário geopolítico que reduziria a disponibilidade de recursos energéticos críticos. Como resultado, commodities como o petróleo experimentaram um aumento drástico de preços. Os mercados de energia da UE estão com oferta restrita e dependem muito das exportações de petróleo/gás natural da Rússia. A corrida para garantir energia 'suja' crítica forçou o mercado do EU ETS a precificar a possibilidade de não aplicação do ETS para algumas entidades participantes. Se o comércio Rússia/UE continuar como normal, as entidades russas poderiam proteger sua conta de imposto de fronteira de carbono da UE mantendo créditos de carbono do EU ETS. Sanções da UE sobre ativos/exportações russos eliminariam o comércio entre os países (CARBON CREDITS, 2023).

A diversificação é, portanto, fundamental para investir nos mercados de carbono, podendo ser entre praça (créditos em ETS nacional e internacional), entre ciclos de conformidade dentro de um ETS (futuros do EU ETS 2022 e futuros do EU ETS 2023) e créditos de conformidade *versus* voluntários (futuros de permissão de carbono e empresa que gera créditos) (CARBON CREDITS, 2023).

Não obstante, os mercados de conformidade estão se expandindo globalmente e têm se mostrado eficazes na redução das emissões a custos mais baixos do que o esperado. No entanto, há preocupações com o *greenwashing*, ou “maquiagem verde” (práticas enganosas de marketing e comunicação para parecer mais ecologicamente correto do que se é) em esquemas de negociação de carbono, especialmente nos mercados voluntários. Essas apreensões estão sendo abordadas com iniciativas para desenvolver padrões de qualidade, investir em créditos de melhor qualidade e aumentar a transparência. A solução envolve uma abordagem mais padronizada, especialmente por meio de regulamentações governamentais e programas em maior escala, conhecida como abordagem de jurisdição para os mercados de carbono (THE ECONOMIC TIMES, 2024).

3.6.1.4 Mercado regulado brasileiro

A formalização de um mercado compulsório no Brasil tem potencial não só de avançar no financiamento de projetos descarbonizantes, mas de promover o crescimento do país: a Confederação Nacional da Indústria estima que haverá um aumento de 5% no Produto Interno Bruto do país com essa medida, que seria equivalente a US\$128 bilhões. Para a entidade, um modelo com participação da indústria na governança e moderação nas sanções e penalidades seria o ideal (BRASIL 61, 2023). Outras instituições são mais otimistas: “Essa regulamentação pode gerar 2 milhões de novos empregos até 2030, além de somar R\$ 2,8 trilhões ao Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, segundo estudo da Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura.” (TERRA, 2023).

O mercado regulado brasileiro está sendo estabelecido no momento, tendo sido aprovado no final de 2023 pela Câmara dos Deputados o Projeto de Lei 2.148/15, que regulamenta o mercado de carbono no Brasil, criando o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), que define limites para as emissões e estabelece um mercado para a negociação de títulos relacionados. Atualmente, o projeto está sob análise no Senado para avaliação das alterações feitas pelos deputados (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2023). Apesar do grande atraso nesse estabelecimento com relação às experiências internacionais, a proposta parece ser bastante abrangente e traz um compilado de boas práticas das antecessoras no exterior.

Empresas poluentes (emissões a partir de 25 tCO₂ equivalente) serão obrigadas a compensar suas emissões através da compra de títulos, enquanto aquelas abaixo do limite receberão cotas a serem comercializadas. Inspirado em experiências internacionais, o projeto visa criar incentivos para a redução das emissões, conferindo vantagem competitiva às empresas ambientalmente eficientes. Trata-se de

“um mecanismo de *cap and trade* semelhante ao vigente na União Europeia desde 2005. Nesse mecanismo, os entes regulados recebem permissões para emitir uma certa quantidade de gases poluentes. Quem emitir menos do que sua cota pode vender seu “saldo positivo” para quem exceder seus limites. Os limites ficam progressivamente mais estritos ao longo dos anos, o que encarece o fechamento da conta de carbono e cria incentivos econômicos para a descarbonização.” (CAPITAL RESET, 2023).

Assim, o Brasil, um dos maiores emissores globais, busca frear suas emissões e mitigar impactos climáticos. O texto prevê a exclusão do agronegócio da regulamentação, atendendo a pedidos da Frente Parlamentar Agropecuária, o que foi muito criticado pelos especialistas.

“Ninguém ainda fez um levantamento, mas especialistas dizem que 25 mil toneladas é um limite elevado e que apenas grandes empresas serão alcançadas pelo mercado regulado. Isso, somado aos fatos de que a agropecuária ficou de fora (veja abaixo) e que metade das emissões brasileiras vêm do desmatamento, tornará o mercado regulado brasileiro nanico. Estimativas preliminares apontam que apenas 15% das emissões de gases de efeito-estufa do país estarão cobertas.” (CAPITAL RESET, 2023).

Contudo, propõe a compensação ambiental por emissões veiculares, envolvendo a compra de créditos de carbono pelos proprietários de veículos. Povos indígenas, comunidades tradicionais e assentados da reforma agrária podem participar do mercado através de associações (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2023). Dessa maneira, a regulamentação endurece desproporcionalmente as obrigações dos cidadãos, enquanto mantém-se leniente a setores econômicos altamente emissores.

O projeto estabelece um mercado regulado de títulos vinculado ao Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), a ser desenvolvido em cinco fases ao longo de seis anos. O sistema negociará cotas brasileiras de emissão (CBE) e certificados de redução ou remoção verificada de emissões (CRVE), representando uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO_{2e}). Empresas com emissões acima de 10 mil tCO_{2e} anuais serão reguladas, sendo obrigadas a submeter planos de monitoramento e relatórios anuais (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2023). Ressalta-se que o EU ETS, principal referência dado seu pioneirismo, e outros mercados de carbono formais também foram projetados para entrar em operação de maneira faseada, englobando mais setores e metas mais duras com o passar do tempo. Inclusive o mercado europeu foi bastante criticado em seu faseamento ao adicionar apenas um setor, aviação, na sua segunda fase, sendo considerado pouco evolutivo em relação à anterior (CARBON CREDITS, 2023).

A governança do SBCE inclui um órgão gestor, deliberativo e um comitê consultivo permanente. Consultas públicas sobre normas e parâmetros técnicos são obrigatórias, e recursos do SBCE serão direcionados ao Fundo Geral do Turismo

(Fungetur) e a um fundo privado do BNDES para pesquisa em tecnologia de descarbonização. O projeto abrange também o mercado voluntário de créditos de carbono, tributando rendimentos segundo as regras dos certificados regulados, incentivando projetos de preservação e reflorestamento (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2023).

“O texto ainda direciona recursos do SBCE para o Fundo Geral do Turismo (Fungetur) aplicar em atividades de turismo sustentável; e para fundo privado a ser criado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para financiar pesquisa ligada à tecnologia de descarbonização.” (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2023)

Após a aprovação definitiva da lei pelo Congresso e sua ratificação presidencial, será estabelecido um período de um ano, com a possibilidade de prorrogação por mais um ano, destinado à regulamentação da mesma. Somente após esse processo se dará início à fase de implementação. Nos primeiros anos de funcionamento, os limites de emissão não serão imediatamente aplicados, sendo que a obrigação inicial recairá exclusivamente sobre o reporte das emissões (CAPITAL RESET, 2023).

Esta movimentação legislativa trouxe impactos significativos para o universo das instituições financeiras e seguradoras, que serão observados de perto para ver se serão aprovadas na versão final da lei. Uma alteração substancial na Câmara diz respeito à natureza jurídica dos créditos de carbono, que, no texto original do Senado, eram considerados ativos mobiliários sujeitos à regulação da Comissão de Valores Mobiliários (CVM). Embora essa classificação proporcionasse segurança e abrisse espaço para a criação de produtos financeiros envolvendo esses ativos, também acarretava obstáculos e impunha custos aos desenvolvedores de projetos de carbono. A versão da Câmara contornou essa questão ao estipular que os créditos serão considerados valores mobiliários apenas quando transacionados no mercado financeiro e de capitais. Adicionalmente, introduziu a categoria dos Certificados de Recebíveis de Créditos Ambientais (CRAM). Outro destaque adicionado de última hora estabeleceu exigências compulsórias para os créditos de carbono. É uma medida que, embora tenda a ser reavaliada no Senado, no texto atual obriga seguradoras, empresas de previdência privada e de capitalização a destinar um percentual de suas reservas técnicas para investimentos em créditos de carbono (CAPITAL RESET, 2023).

O Brasil tinha em suas mãos neste início da década de 2020 a oportunidade de criar um sistema regulado que unisse as restrições e permissões de emissões a uma política fiscal moderna que incentivasse a transição para uma economia de baixo carbono por meio da combinação de extrafiscalidade da comercialização dos créditos e da produção de energia, bens e serviços de baixo carbono aliada à traxação dos maiores poluidores. Os tempos e movimentos no legislativo eram especialmente promissores uma vez que a reforma tributária tramitava pelas casas concomitantemente à pauta verde.

Um estudo da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) da USP revela que a taxaço de carbono poderia reduzir as emissões de carbono no Brasil em até 4,2%. No entanto, as famílias de baixa renda seriam as mais afetadas, perdendo mais bem-estar em comparação com as famílias mais ricas. A pesquisa sugere que a adoção de um imposto sobre o carbono seria mais justa se fosse parte de uma reforma tributária mais abrangente, com medidas compensatórias para as famílias de menor renda (USP, 2021).

Entretanto, o Brasil está indo na contramão de muitos países ao não taxar o carbono durante a reforma tributária. A alíquota aprovada em 2024 na reforma tributária é de apenas US\$ 3 por tonelada, muito abaixo dos 100 euros da União Europeia. Isso resulta em perda de receita e falta de desincentivo ao consumo de combustíveis fósseis. O lobby do setor de petróleo e gás teve influência nessa decisão, enquanto a proposta de implementar uma *carbon tax* foi mencionada poucas vezes nas audiências públicas, principalmente pelas comunidades acadêmica e de organismos internacionais (FOLHA DE SÃO PAULO, 2024).

A ausência de uma taxaço adequada pode custar ao Brasil oportunidades econômicas e atrasar a transição para fontes de energia mais limpas. Uma taxa sugerida na faixa de US\$ 67 por tonelada de carbono, em contraste com os atuais US\$ 3, poderia resultar em uma arrecadação anual significativa até 2030, alcançando cerca de R\$ 145 bilhões, o que equivale a aproximadamente 1,3% do PIB. Há um movimento global para implementar esse tipo de tributação, reconhecendo o imposto sobre carbono como uma ferramenta essencial para promover mudanças comportamentais, educativas e para desencorajar o uso de fontes de energia fósseis (FOLHA DE SÃO PAULO, 2024).

O lobby do setor petrolífero prevaleceu, resultando na manutenção dos benefícios fiscais, como o Repetro, o Reporto e o Reidi, que representam a maior parte dos

subsídios concedidos ao setor. Estima-se que apenas o primeiro tenha gerado R\$ 159 bilhões em renúncias fiscais entre 2018 e 2022. A proposta de regulamentação tributária mantém essas isenções e adia a avaliação do Repetro para incluí-lo na avaliação quinquenal dos benefícios. Além disso, a proposta adia a suspensão do IBS e da CBS para o setor de extração de petróleo e gás natural para 31 de dezembro de 2030, com a possibilidade de extensão por mais 10 anos, sujeita à avaliação quinquenal. O Congresso Nacional agora tem a responsabilidade de melhorar essa proposta (INESC, 2024). Uma simulação indica que os subsídios fiscais concedidos ao setor energético entre 2010 e 2018 (portanto pelos governos Lula, Dilma e Temer) acabaram propiciando 11% das emissões adicionais de gases de efeito estufa do país, totalizando 6,5 milhões de toneladas. Essas políticas de isenção fiscal, que incluem gasolina e produtos da linha branca, não foram inicialmente planejadas com foco ambiental, levantando questões sobre seu impacto ambiental ao longo do tempo (USP, 2021).

Conforme mencionado anteriormente, outras regiões, como a União Europeia, irão taxar produtos exportados pelo Brasil com base em suas pegadas de carbono, o que poderia representar uma fonte de receita para o país se implementássemos uma taxa semelhante. No entanto, o Brasil está optando por abordar as emissões apenas através de um mercado regulado de carbono *cap-and-trade*, o que pode levar anos para ser plenamente estabelecido, deixando de lado uma oportunidade imediata de arrecadação.

Não obstante regulamentação e tributação, O Brasil tem trabalhado para implementar as regras nacionais de transparência do Acordo de Paris. Este ano o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), participou de uma oficina regional da UNFCCC para América Latina, Caribe e América do Norte, focada na elaboração de relatórios bienais de transparência conforme o Acordo. O evento discutiu a necessidade de reforçar a capacidade institucional para atender aos requisitos da Estrutura Fortalecida de Transparência. O coordenador-geral de Ciência do Clima do MCTI, Márcio Rojas, enfatizou a importância do financiamento, transferência de tecnologia e capacitação para cumprir os requisitos de relatório. O país precisa reportar o progresso rumo às metas das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC), financiamento recebido e necessário, além do inventário nacional de emissões GEE, entre outros pontos. Programas globais foram apresentados para apoiar países em desenvolvimento na transição para as

ferramentas de transparência. O Brasil está em transição para essas ferramentas, iniciando projetos para produzir relatórios bienais de transparência, demonstrando seu compromisso com a transparência e experiência na preparação de relatórios (BRASIL, 2024).

3.6.2 MERCADO VOLUNTÁRIO

No mercado voluntário de carbono, ou mercado de compensações, embora dependa do mercado formal e tenha enfrentado insegurança jurídica após o fim do Protocolo de Quioto, espera-se que a regulamentação do artigo 6 do Acordo de Paris, traga mais segurança para investimentos em créditos de carbono. Apesar disso, como visto nas sessões anteriores, muitos países, cidades e empresas já estão tomando medidas independentes para reduzir as emissões de gases do efeito estufa. A descentralização das responsabilidades pode ser benéfica diante da falta de consenso internacional sobre metas de redução. Considerando que as atuais ambições de mitigação declaradas no Acordo de Paris podem não ser suficientes, tanto o mercado voluntário quanto o formal são cruciais para alcançar as metas de redução. No entanto, para o mercado de carbono se tornar mais eficiente, é necessário maior comprometimento político, transparência e adaptabilidade (OLIVEIRA, 2022).

Nos últimos anos, houve uma notável ampliação do mercado voluntário global de créditos de carbono, impulsionado pelos crescentes compromissos de governos e empresas em direção à neutralidade climática. O volume de compensações de emissões de gases de efeito estufa (GEE) geradas mundialmente aumentou significativamente, passando de 60 milhões em 2015 para 379 milhões em 2021. Paralelamente a essa tendência global, a geração de créditos por projetos nacionais também aumentou drasticamente nos últimos anos. Em um período de apenas 4 anos, o volume de compensações geradas aumentou aproximadamente 20 vezes, indo de 2,2 milhões de créditos emitidos em 2018 para 45,2 milhões de créditos em 2021 (VARGAS *et al*, 2023).

De acordo com estimativas da Bloomberg NEF, em um cenário onde apenas compensações por remoção são permitidas, a demanda por essas compensações

poderia aumentar em até 40 vezes entre o patamar de 2022 e 2050, totalizando 5,2 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente, o que representa cerca de 10% das emissões globais atuais. Os preços previstos para as compensações poderiam atingir até US\$ 120 por tonelada em 2050. Esse cenário indica um possível crescimento exponencial do mercado de compensações de carbono, transformando-o de uma área relativamente pequena para um mercado de commodities significativo, avaliado em mais de meio trilhão de dólares. Para que isso ocorra, será crucial o trabalho contínuo de diversos registros, iniciativas independentes e fornecedores de tecnologia no desenvolvimento e aprimoramento desse mercado. Além disso, há a perspectiva de uma maior integração entre os mercados de carbono de conformidade e voluntários, visto que sete importantes mercados de carbono de conformidade já permitem o uso de compensações em alguma medida (BLOOMBERG NEF, 2022).

3.6.2.1 Visão geral do mercado voluntário global

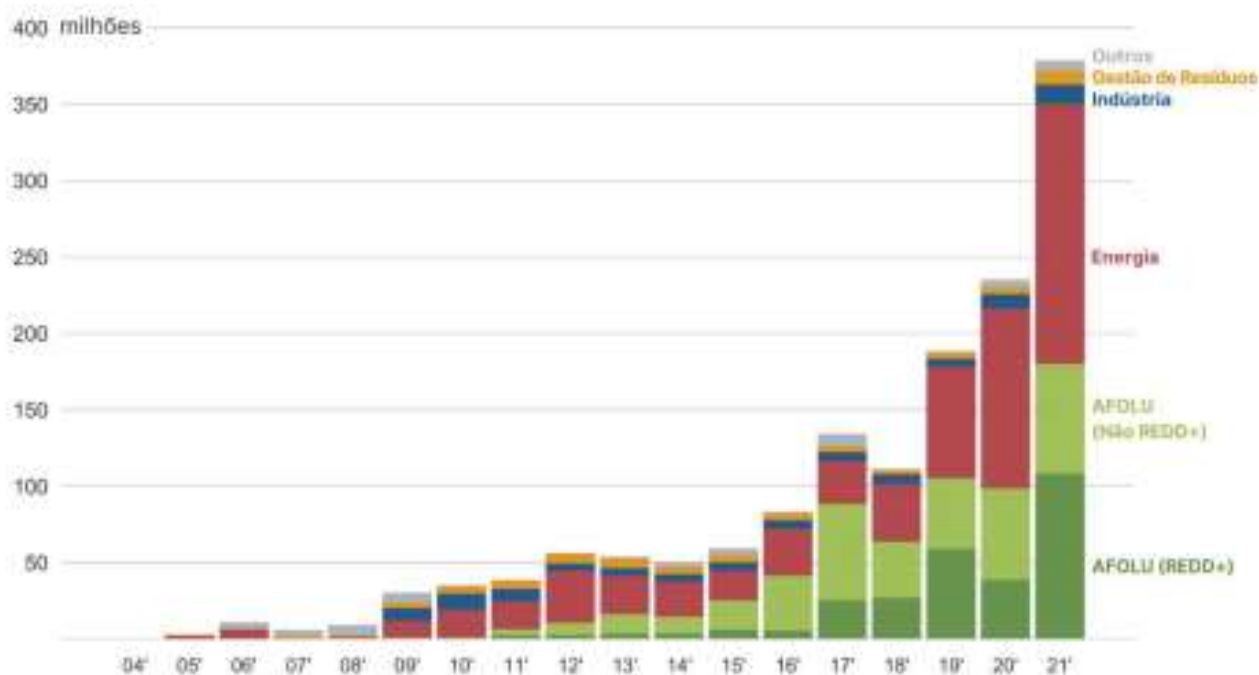
O preço médio dos créditos de carbono voluntários em 2022 foi o mais alto em 15 anos, apesar de uma queda no volume total de negociações em comparação com o pico de 2021. Embora o volume de créditos negociados tenha caído 51%, o preço médio por crédito disparou, aumentando 82% de \$4.04 por tonelada em 2021 para \$7.37 por tonelada em 2022. Isso manteve o valor geral do Mercado de Carbono Voluntário (VCM) relativamente estável em 2022, em cerca de \$2 bilhões (FOREST TRENDS ASSOCIATION, 2023).

Créditos relacionados a soluções baseadas na natureza impulsionaram o alto valor de mercado, representando quase metade da participação no mercado, com 46%. Créditos com certificações de outros benefícios ambientais e sociais adicionais (os chamados cobenefícios) tiveram um prêmio de preço significativo, e projetos alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU também demonstraram um prêmio de preço substancialmente maior. Créditos de projetos elegíveis para o acordo internacional da aviação CORSIA também ganharam valor de mercado, indicando uma crescente relação entre mercados de conformidade (regulados) e o VCM. Essa dinâmica de volume menor, mas preços por crédito mais elevado continuou em 2023. Isso reflete uma preferência crescente dos compradores

por projetos de alta qualidade e créditos mais recentes, que proporcionam benefícios além do carbono (FOREST TRENDS ASSOCIATION, 2023).

Os preços médios até o quarto trimestre de 2023, apesar de terem caído cerca de US\$ 0,40 por tonelada em relação a 2022, permanecem mais altos do que estiveram em 15 anos. O preço médio de US\$ 7,37 por tonelada de créditos voluntários em 2022 representa um patamar que não era visto desde 2008. Vê-se indicações claras a partir dos dados parciais de 2023 de volume e valor de que o mercado está dando um passo atrás para acelerar depois. De fato, os respondentes da *Ecosystem Marketplace* que atualmente relataram quase 50 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e) representaram aproximadamente 75% de todas as transações relatadas à EM para 2022 e 2021, e cerca de 65% do volume total de transações para 2020. Isso é uma indicação inicial de que, após o fechamento anual, 2023 será um ano de volume ainda mais baixo do que 2022. É importante observar que os períodos mais movimentados do ano para negociações de VCM são os trimestres 4 e 1, portanto o fechamento anual pode reservar algumas mudanças (FOREST TRENDS ASSOCIATION, 2023).

A compensação de créditos de carbono é cada vez mais percebida como uma commodity do futuro. A maneira como o mercado voluntário tem se estabelecido transforma a compra de créditos em um ativo duradouro, digital, denominado em dólares e reconhecido internacionalmente. Essa transformação destaca o impacto profundo das tecnologias emergentes na dinâmica do cenário de créditos de carbono (VARGAS *et al*, 2023). A seguir na figura 11 pode-se observar a evolução da geração de créditos de carbono no mercado voluntário por tipo de projeto nas últimas décadas:

Figura 11: Evolução mundial dos créditos de carbono gerados no mercado voluntário (2002-2021)

Fonte: VARGAS *et al*, 2023.

3.6.2.1 Canais de venda, tecnologias e inovações do mercado voluntário global

Da profunda selva da Guatemala às planícies do Quênia, o incentivo para manter as árvores no solo não é forte o suficiente para sobrepor-se ao apelo financeiro do século XXI. Para acelerar a descarbonização é preciso investir em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que permitam reduzir ao máximo as emissões de carbono dos diversos setores produtivos e que permitam sequestrar o carbono já presente na atmosfera, ambos preferencialmente de maneira equitativa entre as nações, sem penalizar o crescimento econômico e desenvolvimento humano que tende a trazer mais dignidade às populações. Há também o debate sobre quanto seria possível desacoplar o crescimento do PIB com as emissões de carbono e devastação da natureza, que são curvas correlatas, que podem se distanciar com inovações. Também é preciso ter uma visão sistêmica planetária, de nada adianta um país tornar-se *net zero* se na prática houve realocação das indústrias mais poluentes para o sul global (ABRAMOVAY, 2012). Não obstante, a lógica dos créditos de carbono deveria ser usada como último recurso para compensar aquelas emissões as quais com a tecnologia e condições de mercado atuais não é possível evitar.

Outro desafio se dá mais adiante no ciclo de vida de um crédito de carbono e é o de garantir a unicidade, permanência e adicionalidade dos créditos. Em outras palavras, como garantir que os projetos de fato estão mitigando emissões ou até armazenando carbono? Como garantir que o impacto não está sendo sub ou superdimensionado? Como garantir durante todas as trocas, do desenvolvedor do projeto aos compradores, passando pelas registradoras, que os créditos não serão duplicados? Até agora, com sistemas legados, o Monitoramento, Relatório e Verificação (MRV) tem sido isolado, caro, opaco e muitas vezes inacessível para os projetos e iniciativas no terreno. Ele tem visto apenas tentativas parciais de digitalização e, como resultado, é claramente identificado como um gargalo entre os sinais de demanda do mercado e a capacidade do mercado de responder com oferta adicional. A cadeia de comando pode ser complicada e difícil de navegar. Enquanto a falta de transparência atual e os custos elevados torna o MRV suscetível a desonestidade, sua digitalização usando a tecnologia *blockchain* garante uma transição para um sistema e mercado de gestão de carbono em cadeia, conectando oferta e demanda com transparência, rastreabilidade e eficiência para o mercado de carbono, criando uma nova norma para a gestão e validação de créditos de carbono (OPEN FOREST PROTOCOL, 2023).

Nesse sentido, crescem globalmente as iniciativas de tokenização dos créditos mundo afora:

Flowcarbon: opera na intersecção entre o carbono e a nova tecnologia para proteger os sumidouros naturais de carbono da Terra e ampliar projetos de redução e remoção de carbono de qualidade, na cadeia de blocos (OPEN FOREST PROTOCOL, 2023).

Regen Network: Ativos ecológicos para a economia ReFi: a Regen estabelece pontes entre o impacto ecológico da vida real e os incentivos que a finança web3 oferece (OPEN FOREST PROTOCOL, 2023).

Senken: Uma plataforma para comprar, aposentar e vender créditos de carbono na cadeia de blocos de forma transparente e rastreável (OPEN FOREST PROTOCOL, 2023).

Toucan: A Toucan cria infraestrutura pública para mercados de carbono em *blockchains* abertos. É o criador do mercado de carbono mais líquido para criptoativos, transformando Unidades de Carbono Verificadas (VCUs) em criptoativos. Cada TCO₂ representa um crédito de carbono verificado e semi-fungível, com informações únicas de cada projeto codificadas na blockchain. Pode se conectar a registros renomados como Verra e Gold Standard. Aposentar um crédito *on-chain* no registro principal impede a contagem dupla, feito por "queima", bloqueando-o em um endereço de blockchain inacessível (CARBON CREDITS, 2023).

Xpansiv: A Xpansiv é a principal plataforma para negociação de commodities ESG (Ambiental, Social e Governança) baseada em dados, nascida da fusão com a australiana CBL em 2019. Com sede nos EUA, levantou \$178.5 milhões em financiamento ao longo de 7 rodadas. A plataforma permite a negociação de créditos de carbono, certificados de energia renovável e água. Clientes podem negociar projetos de compensação de carbono de registros como American Carbon Registry, Climate Action Reserve, Gold Standard e Verra. Hospedando cerca de 90% das transações de crédito de carbono voluntário, a Xpansiv é líder global no mercado (CARBON CREDITS, 2023).

Os custos necessários para desenvolver plataformas blockchain para tokenização e comercialização dos créditos é menor do que o capital necessário para descarbonizar setores como transporte, energia, construção civil. Além disso, esse tipo de software é mais escalável e tem mais visibilidade tanto de investidores privados quanto do grande público. Portanto essas soluções parecem estar mais “em alta” atualmente.

3.6.2.1 Desafios do mercado voluntário global

O mercado voluntário de carbono enfrenta vários desafios estruturais que afetam seu funcionamento e crescimento. Um desses desafios é a incerteza jurídico-regulatória, com a falta de uma governança centralizada e regras claras de participação. Isso leva a instabilidades e dificulta a entrada de novos participantes.

Além disso, a dependência de padrões internacionais de certificação dificulta a unificação dos requisitos (VARGAS *et al*, 2023).

No mundo desenvolvido houve a trajetória contrária à brasileira na emissão de créditos de carbono na produção de energias renováveis. Assegurar a integridade ambiental das compensações é crucial para sua legitimidade rumo à neutralidade climática. Portanto, os créditos de carbono devem refletir reduções ou remoções de emissões adicionais, ou seja, aquelas que não ocorreriam sem o estímulo do mercado de carbono. À medida que governos e sociedades concentram esforços na mitigação das emissões de gases de efeito estufa, os custos de tecnologias com baixa intensidade de carbono diminuem. Como resultado, os créditos gerados por certos setores podem perder sua adicionalidade e, conseqüentemente, deixar de ser comercializados no mercado voluntário. Isso ocorre, por exemplo, no setor de energia em economias desenvolvidas. Nestes países, os principais mecanismos de certificação de projetos e créditos de carbono não mais permitem o registro de projetos de energia renovável, uma vez que esses projetos não dependem mais do financiamento do mercado de crédito de carbono para serem economicamente viáveis (VARGAS *et al*, 2023).

O ano de 2023 foi considerado desafiador para o mercado voluntário de créditos de carbono, marcado por denúncias de fraudes e violações de direitos. Uma investigação descobriu que os créditos de carbono de proteção florestal aprovados pela Verra, a principal certificadora mundial, e usados por grandes corporações como Disney, Shell e Gucci, são em grande parte sem valor e podem até piorar o aquecimento global. Mais de 90% desses créditos de proteção florestal, amplamente utilizados por empresas, são considerados "créditos fantasmas" que não representam reduções genuínas de carbono. A investigação levanta dúvidas sobre a eficácia desses créditos e aponta questões éticas, incluindo violações dos direitos humanos em projetos de compensação florestal. Essas descobertas têm implicações significativas para empresas que dependem de créditos de carbono como parte de suas estratégias de emissão zero. A Verra, por sua vez, contesta as conclusões da pesquisa e defende a eficácia de seus projetos. A análise realizada por jornalistas, com base em estudos científicos, indica que a maioria dos projetos aprovados pela Verra não está cumprindo suas promessas de redução de desmatamento, levantando sérias preocupações sobre a integridade do mercado de carbono (THE GUARDIAN, 2023).

Na COP28, houve esforços para reforçar a credibilidade do setor, incluindo a colaboração entre seis padrões de certificação para aumentar a transparência e garantir a integridade dos créditos. Simultaneamente, todas essas organizações anunciaram sua intenção de cumprir os requisitos do *Integrity Council for Voluntary Carbon Markets*, uma entidade independente de governança que visa assegurar a integridade desses ativos. O apoio de figuras influentes como John Kerry e iniciativas de grandes empresas para financiar a transição energética impulsionaram a agenda do mercado de carbono. Kerry chegou a afirmar a respeito do mercado voluntário de carbono que “pode ser o maior mercado que o mundo já viu” e que “operações irresponsáveis fizeram uma injustiça com todos”. No entanto, empresas envolvidas em projetos de conservação florestal – grande parte das quais utilizam a metodologia da Verra - enfrentam desafios de credibilidade devido a críticas sobre as metodologias utilizadas, bem como denúncias de abusos e invasão de terras nas áreas dos projetos certificados. Do ponto de vista do cálculo das emissões evitadas, a principal questão é que os próprios gestores dos projetos determinam o *baseline* sobre o qual comparam e calculam as emissões evitadas, potencialmente gerando superestimação (CAPITAL RESET, 2023).

“Estamos fazendo uma mudança radical em relação a créditos de desmatamento”, disse ao Reset Andrew Howard, diretor-sênior de política climática e estratégia da Verra. Segundo uma nova metodologia divulgada pela empresa dias antes da COP28, as linhas de base serão definidas pela própria Verra, levando em conta jurisdições inteiras e não só o entorno imediato da área das atividades de conservação. O sistema será implementado gradualmente ao longo dos próximos dois anos.” (CAPITAL RESET, 2023)

A implementação gradual de novas diretrizes visa aprimorar a eficácia desses projetos, embora possa resultar em uma paralisação temporária do sistema, segundo especialistas do setor (CAPITAL RESET, 2023).

3.6.2.1 Visão geral do mercado voluntário brasileiro

A legislação nacional vem se desenvolvendo para facilitar e regulamentar a participação no mercado de carbono, embora ainda haja espaço para maior amadurecimento e integração com os sistemas globais.

“O Mercado Voluntário atualmente é o meio mais viável para os brasileiros acessarem o Mercado Internacional de Crédito de Carbono. Este mercado transita mais pelo âmbito privado, de maneira mais célere e menos burocrática do que o Mercado Regulado, que depende muito do poder público e da ONU.” (CARBON OK, 2023)

A incerteza regulatória é agravada pelo Projeto de Lei 528, que divide opiniões quanto ao seu impacto no mercado. Enquanto alguns veem a possibilidade de impulsionar a demanda por créditos de carbono no mercado regulado, outros temem o aumento de custos e burocracia na emissão, verificação e comercialização dos créditos (VARGAS *et al*, 2023).

Outro desafio é a desconexão entre a demanda e a oferta de créditos de carbono. Embora a demanda nacional esteja crescendo, a maioria dos créditos gerados no Brasil é destinada ao mercado internacional, devido à falta de regulação nacional e à dependência do dólar. Além disso, o mercado voluntário brasileiro é pouco representativo em comparação com outros países, e setores-chave como agricultura e indústria ainda não estão plenamente envolvidos. O sistema de trocas no mercado voluntário é informal e depende muito da interação direta entre compradores e vendedores, o que pode dificultar o acesso a informações sobre os projetos disponíveis. A concentração de certificadoras e a falta de diversidade no mercado também são desafios, afetando a competitividade e a inovação (VARGAS *et al*, 2023).

No Brasil, o interesse e o envolvimento no mercado de créditos de carbono têm crescido ao longo dos anos. O país possui um vasto potencial para projetos de créditos de carbono, especialmente em áreas como reflorestamento, energia renovável, redução do desmatamento e reflorestamento. Assim, é importante destacar políticas eficazes na gestão da mudança do uso da terra. Recentemente, no governo atual, o Brasil reduziu o desmatamento na Amazônia em mais de 50%, tornando-se líder na redução de emissões relacionadas ao clima. Isso se deve a políticas governamentais, fiscalização da lei, programas de crédito agrícola e incentivos do mercado de carbono.

Embora a atenção da ação climática muitas vezes se concentre na energia e no setor industrial, a gestão adequada da terra é essencial e demonstra ser uma abordagem eficaz (THE ECONOMIC TIMES, 2024).

Com a maior cobertura florestal tropical do mundo e uma extensa área disponível para reflorestamento, o país pode capturar uma quantidade significativa de carbono, o que pode gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais:

“De fato, o país não somente possui a maior cobertura florestal tropical do mundo (488 Mha), que hoje captura aproximadamente 600 MtCO_{2eq}, como também possui 30% do potencial de reflorestamento (47 Mha) do mundo, podendo capturar aproximadamente 700 MtCO_{2eq} por ano. Em um preço de mercado de US\$ 20/tCO₂, o tamanho total do mercado poderia chegar a US\$ 26 bilhões, o que representa mais de duas vezes a exportação de carnes brasileira. Esse potencial está centrado sobretudo no bioma amazônico e na Mata Atlântica. Tais regiões apresentam características de clima e solo propícias para maior captura e possuem áreas com baixa competitividade econômica para agricultura e pecuária” (MCKINSEY, 2021).

Já a Endeavor em 2022 apresenta uma estimativa um pouco mais otimista e avalia que essa conjuntura coloca o Brasil em posição de originar cerca de 50% dos créditos de carbono florestais em nível global, equivalendo a aproximadamente 1.000 MtCO_{2e} por ano (ENDEAVOR, 2022).

Essa oportunidade pode impulsionar o desenvolvimento sustentável, criar empregos e renda em regiões com baixo desenvolvimento socioeconômico, além de contribuir para a mitigação do aquecimento global, a recuperação da biodiversidade e a regulação do regime de chuvas. O Brasil apresenta vantagens competitivas, como custos relativamente baixos em comparação com outras regiões do mundo, tornando-o um potencial líder global nesse mercado em ascensão. Mais especificamente, o custo para gerar um crédito de carbono por meio da restauração florestal, incluindo despesas com terra, plantio e manejo, seria de aproximadamente US\$ 10-15/tCO₂ no Brasil, em contraste a US\$ 17/tCO₂ nos Estados Unidos (MCKINSEY, 2021).

Em termos da comercialização dos créditos em si (e não da realização dos projetos) de maneira geral no Brasil uma importante alavanca para sua expansão poderia ser uma eventual isenção de impostos pelo governo:

“A adoção de instrumentos tributários de isenção pode, através da extrafiscalidade, acarretar na alteração e adequação do comportamento da sociedade, promovendo o desenvolvimento sustentável e o bem-estar.

Com isso, o poder público promoverá a existência digna, conforme os ditames da justiça social, a partir da defesa do meioambiente, eliminando a atuação do intermediário, qual seja, o próprio Estado.[...] O mercado de créditos de carbono é ainda recente e, por carecer de regulamentação, gera bastante insegurança para os investidores. Assim, a concessão de incentivos tributários para as operações de cessão onerosa e os lucros e receitas dela advindos poderá representar medida eficaz no fomento dessa atividade, atingindo objetivos do Estado e permitindo o acesso da população a um meio ambiente ecologicamente equilibrado.” (FOLLONI; BORGHI, 2018).

3.6.2.2 Canais de venda, tecnologias e do mercado voluntário brasileiro

Apesar de carecer de incentivos fiscais e do mercado compulsório ainda não estar em vigor, há diversas iniciativas municipais e estaduais no Brasil. Durante a COP28, realizada em dezembro, o governo do Acre assinou uma carta de intenções visando a venda de créditos de carbono de uma nova modalidade para empresas que buscam compensar suas emissões de gases de efeito estufa. Esses créditos, chamados de "créditos jurisdicionais", diferem dos tradicionais por serem gerados em jurisdições inteiras, como estados, em vez de projetos isolados. A vantagem desses créditos é oferecer mais segurança aos compradores, pois abrangem áreas maiores, reduzindo o risco de "vazamento" de desmatamento para regiões vizinhas. Além disso, os sistemas jurisdicionais visam a proteger contra irregularidades, como o superfaturamento das reduções de carbono (CAPITAL RESET, 2024).

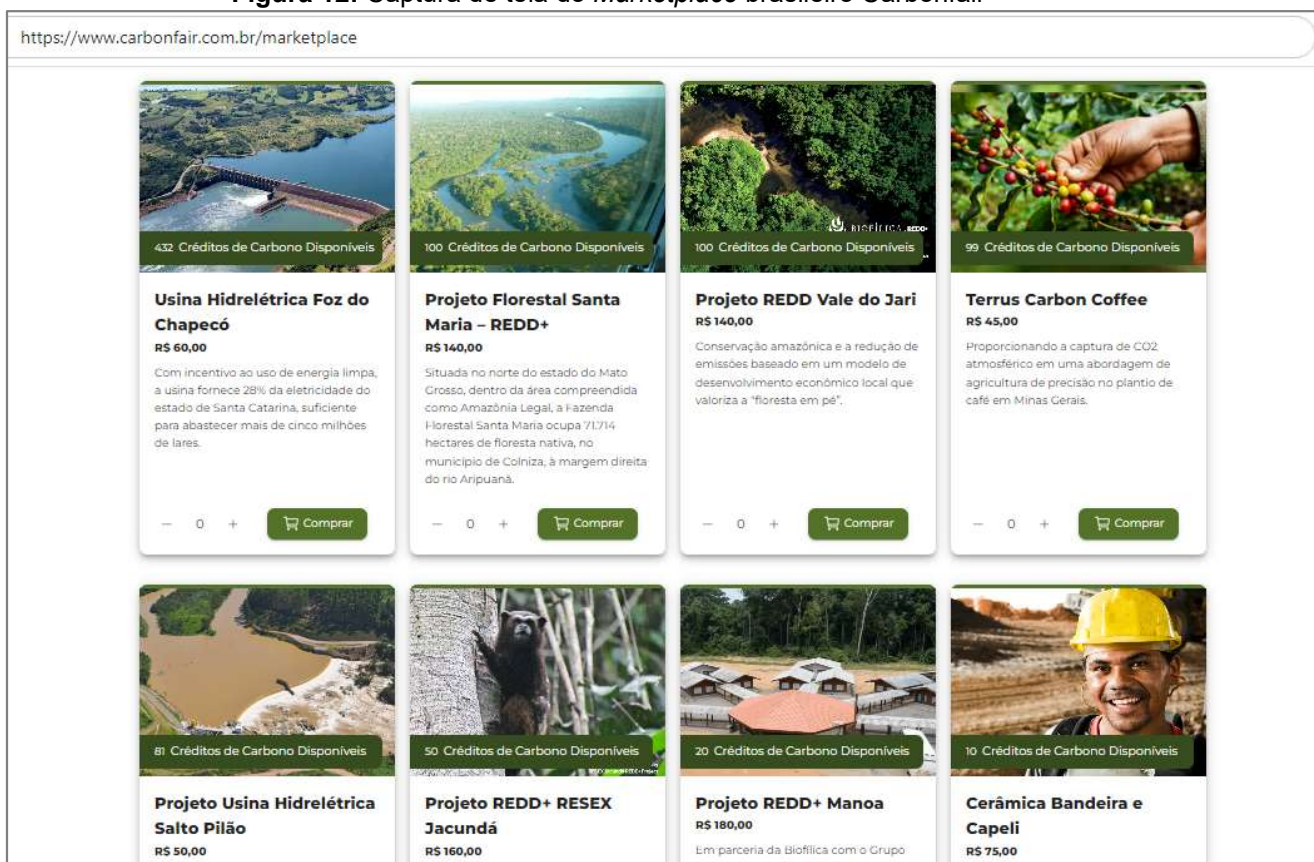
A coalizão Leaf, formada por 30 grandes empresas comprometidas com o investimento em créditos jurisdicionais, firmou parceria com o Acre para a comercialização desses créditos. Estima-se a venda de até 10 milhões de créditos entre 2023 e 2026, com um mínimo de US\$ 10 por tonelada. Essa iniciativa visa atrair compradores internacionais, como Amazon, Airbnb e Walmart, para investir em créditos de carbono do Brasil, especialmente da Amazônia. A expansão dos sistemas jurisdicionais é vista como uma forma de garantir a credibilidade do mercado de carbono e atrair o setor privado para a preservação das florestas tropicais (CAPITAL RESET, 2024).

Não é apenas nos tipos de crédito de carbono que há inovações no mercado voluntário, mas também nos canais dessas trocas. As empresas no Brasil e no mundo dependiam de negociações complexas seja OTC com intermediários como consultorias, traders e brokers especializados, ou mesmo via leilões, editais e ETS internacionais. Mais recentemente, no entanto, novos intermediários do mercado de compensações são bancos e bolsas de valores. O vice-chairman de bancos e mercados de capitais do Citi, Jay Collins, expressou otimismo em relação ao futuro desse empreendimento em uma entrevista à Bloomberg. Assim como o JP Morgan, Goldman Sachs e Barclays, o Citi está estabelecendo uma mesa dedicada à financiar, negociar e assessorar compradores de créditos de carbono (CAPITAL RESET, 2023).

No Brasil, a B3 anunciou em dezembro de 2023 uma parceria com a ACX Group para lançar uma plataforma de negociação voluntária de créditos de carbono, visando criar um ambiente para emissores de créditos negociarem com empresas interessadas em reduzir sua pegada ambiental. Essa parceria busca impulsionar o mercado brasileiro de créditos de carbono, oferecendo transparência e segurança nas negociações. A B3 investirá até R\$10 milhões para estabelecer essa plataforma, prevista para lançamento no primeiro trimestre de 2024. Essa iniciativa visa atrair investidores internacionais e promover o desenvolvimento sustentável no Brasil, adicionando integridade ao processo de negociação de créditos de carbono (B3, 2023).

Atualmente no mercado nacional já é possível até as pessoas físicas calcularem e compensarem suas pegadas de carbono por exemplo no superapp do banco Inter (INTER, 2023), em uma plataforma da Auren Energia focada em projetos da própria empresa podendo pagar até via Pix (GAZETA DO POVO, 2024), no aplicativo Ambify da Ambipar (FORBES, 2022), ou comprando no marketplace Carbonfair, o qual segundo a presente pesquisa parece oferecer o maior detalhamento a respeito dos projetos atualmente (CARBONFAIR, 2024), conforme figura 12 abaixo:

Figura 12: Captura de tela do *Marketplace* brasileiro Carbonfair



Fonte: CARBONFAIR, 2024.

Paralelamente ao avanço da comercialização voluntária de créditos de carbono, e das regulamentações correlatas, também ocorre uma evolução nas tecnologias associadas. A tokenização dos créditos de carbono, por exemplo, envolve a geração de combinações numéricas únicas para garantir a operação desse ativo. Cada token é criado em uma blockchain, uma extensa rede composta por milhares de computadores em todo o mundo. Essa rede verifica rapidamente cada novo código gerado para uma transação ou registro de dados, validando-o e transformando-o em token. Um exemplo brasileiro nesse domínio é o token MCO₂ da Moss, listado globalmente em plataformas como Coinbase, Gemini e Uniswap, e no Brasil, no Mercado Bitcoin. Além disso, a Moss inovou ao desenvolver um Token Não-Fungível (NFT) voltado para a Amazônia. Esse NFT apresenta um certificado de propriedade digital criptografado, garantindo a autenticidade de áreas florestais e facilitando a

3.6.2.3 Desafios do mercado voluntário brasileiro

Diante da comparação entre o mercado voluntário de carbono no Brasil e no mundo, evidenciam-se desafios e oportunidades significativos. O primeiro deles é a maturidade da iniciativa privada do país. Embora a regulação seja vista como um impulsionador do mercado de carbono no Brasil, um estudo da consultoria Kearney revela que a 53% das empresas no país ainda está nos estágios iniciais em direção à neutralidade de carbono, com apenas 18% consideradas líderes. As principais motivações para as empresas adotarem medidas de descarbonização incluem o acesso a investimentos ESG, a entrada em mercados internacionais e o fortalecimento da imagem da marca. As estratégias de compensação mais comuns incluem projetos baseados na natureza, compra de créditos de carbono e projetos baseados em tecnologia. No entanto, práticas efetivas de redução de emissões, como revisão de processos, aumento da eficiência energética e gestão de fornecedores, são adotadas por todas as empresas, independentemente do nível de maturidade. O setor químico e petroquímico, o mais poluente, lidera em termos de maturidade rumo à neutralidade de carbono, seguido por metalurgia e siderurgia, e distribuição de combustível. Os autores do estudo atribuem esse progresso ao grau de ambição e às ações práticas realizadas por esses setores, destacando os avanços significativos no processo de descarbonização do setor químico (ESTADÃO, 2023).

A dependência de poucos agentes para o desenvolvimento de projetos e a falta de conhecimento técnico entre produtores rurais são entraves adicionais. A falta de metodologias adequadas para setores específicos, como a agricultura – especificamente em biomas como florestas tropicais, limita o potencial de crescimento do mercado (VARGAS *et al*, 2023).

Além disso, o Brasil, ainda fortemente dependente de créditos relacionados a projetos florestais, encontra-se particularmente vulnerável às críticas recentes, especialmente no que concerne à metodologia de cálculo do baseline das emissões versus as emissões evitadas, e consequentemente, à adicionalidade. Ademais, atores voluntários, históricos e governamentais pré-existentes foram penalizados por seu ativismo precoce, não se beneficiando plenamente da alocação de recursos.

Outros setores da economia brasileira, contudo, muito embora operem com baixas emissões de carbono há décadas, acabam não se beneficiando da lógica do mercado de carbono – em especial do voluntário:

“Um exemplo muito claro também é o caso das energias renováveis no Brasil. Historicamente, por diversas especificidades do país, o Brasil desenvolveu uma matriz energética muito menos emissora de gases de efeito estufa do que o resto do mundo. Assim, quando os mercados de créditos de carbono começaram a surgir e ajudaram a financiar tecnologias que eram ainda pouco adotadas em outros países em desenvolvimento, como motores movidos a etanol combustível, essas tecnologias já eram amplamente difundidas por aqui. E quando as normas regulamentadoras do MDL exigiram que as atividades fossem adicionais para a geração de créditos, elas excluíram iniciativas brasileiras de baixo carbono que já estavam em andamento ou que seriam facilmente desenvolvidas no país pelo fato de a tecnologia ser disseminada. Diante disso, desenvolveu-se no país e, especialmente, nos setores precoces de baixo carbono uma sensação generalizada de estarem sendo punidos por seu caráter visionário.” (STOPPE, 2024).

Para superar esses desafios, são necessárias ações tanto do setor público quanto do privado. Isso inclui a promoção de assistência técnica para produtores, a diversificação das certificadoras e o desenvolvimento de metodologias específicas para a realidade brasileira. O avanço tecnológico e científico também é essencial para garantir a qualidade e a integridade das compensações de carbono. A colaboração entre os setores público e privado é fundamental para promover um mercado voluntário de carbono saudável e em crescimento, capaz de contribuir efetivamente para a mitigação das mudanças climáticas e o desenvolvimento sustentável.

3.6.2.4 Oportunidades do mercado voluntário brasileiro

A criação desse valor ambiental e socioeconômico para o Brasil é factível, embora apresente desafios consideráveis que exigirão a colaboração entre o governo, o setor privado e o meio acadêmico.

Certos fatores críticos devem ser considerados para abordar essa questão de forma eficaz. Primeiramente, é crucial promover a adoção de uma regulamentação global unificada para o mercado de créditos de carbono, incluindo o manejo florestal, com destaque para uma liderança proativa nas conferências internacionais, por meio de uma colaboração público-privada. Em segundo lugar, é necessário coordenar esforços com agências de emissão de créditos de carbono visando reduzir os custos e a complexidade associados à emissão de créditos, explorando tecnologias como a

inteligência artificial aplicada a imagens de satélite para monitoramento de desmatamento evitado, por exemplo, e potencialmente também negociando maneiras de transferir recursos para setores pioneiros em baixo carbono no país que porventura ainda precisem de fomento para serem economicamente viáveis. O terceiro aspecto envolve o desenvolvimento de técnicas que permitam uma expansão da restauração florestal em escala industrial, uma vez que a meta de reflorestar 47 milhões de hectares até 2050 exigirá a capacidade de plantar cerca de 700 árvores por minuto, escala desafiadora, porém não desconhecida em outros setores agrícolas do país, como as atuais produções de laranja, café, soja e milho baseadas em alta tecnologia. Por fim, é fundamental promover práticas sustentáveis de exploração florestal que valorizem produtos não madeireiros, como castanha do Pará, açaí e cupuaçu, proporcionando uma fonte adicional de renda para as comunidades locais e fomentando um desenvolvimento econômico mais inclusivo, apesar de não sem seus desafios logísticos (MCKINSEY, 2021).

A iniciativa privada desempenhará um papel crucial no desenvolvimento desse mercado a médio e longo prazo, enquanto oportunidades imediatas já se apresentam para setores exportadores que buscam reduzir suas emissões por meio da captura de carbono em florestas, posicionando seus produtos como neutros ou de baixo carbono. Diante disso, os executivos devem considerar estrategicamente as oportunidades de curto prazo para aprimorar a posição de seus produtos no mercado, investir em novos negócios relacionados à conservação e recuperação florestal, e estabelecer parcerias relevantes para maximizar essa oportunidade (MCKINSEY, 2021).

Há, então, perspectivas promissoras para o país emergir como um líder no mercado voluntário global, tanto por seu potencial natural quanto pelas tecnologias desenvolvidas que tem alavancado projetos e até mesmo solucionado dores na comercialização dos créditos.

Um potencial acelerador para esse desenvolvimento seria a aplicação de incentivos fiscais pelo governo tanto aos projetos quanto à comercialização dos créditos de carbono em si, além da taxação dos segmentos mais emissores da economia.

Destaca-se também a importância do mercado voluntário para construir as bases práticas e o conhecimento dos diversos setores da economia em permissões e créditos de carbono, contribuindo assim na formação do mercado regulado nacional.

O Brasil, apesar de atrasado em termos de estabelecimento de um mercado regulado, é um ator relevante internacionalmente principalmente em se considerando o mercado voluntário sendo responsável por cerca de 3% das emissões mundiais (2020) porém por 12% dos créditos de carbono (2021) (WRI BRASIL, 2020). Essa desproporcionalidade ilustra a relevância do país no cenário global, mas um ponto de atenção é que a maior parte dos créditos gerados servem para compensações internacionais e não do mercado interno. Enfrenta portanto as suas dificuldades em extensão, em disponibilidade do conhecimento para a criação dos projetos, imaturidade da pauta ambiental no setor privado, na precificação dos processos de certificação em dólar de maneira notável e utiliza tecnologia compatível com os demais países. Ao agir proativamente no combate às mudanças climáticas e na redistribuição de recursos para projetos relevantes, demonstra um compromisso efetivo com a descarbonização. Assim, mesmo diante dos desafios enfrentados, há razões para se manter otimista em relação ao papel do Brasil no mercado voluntário de carbono, indicando um caminho promissor rumo à neutralidade climática.

4 CONCLUSÃO

Ao término desta pesquisa, torna-se evidente que o mercado de créditos de carbono no Brasil está assumindo um papel cada vez mais relevante no enfrentamento das mudanças climáticas, alinhado às tendências internacionais. A crescente conscientização sobre a urgência da descarbonização e o compromisso assumido no Acordo de Paris criam um contexto favorável para o crescimento desse mercado. A análise abordou aspectos como regulamentação, mecanismos de mercado, tecnologias emergentes, desafios de governança, além das críticas à integridade ambiental das compensações de carbono. O Brasil, com sua vasta extensão territorial e cobertura florestal, tem um potencial significativo para liderar esse mercado, não apenas nos segmentos de conservação e reflorestamento, mas também em outras áreas de alto potencial.

A inserção tardia do Brasil no mercado internacional compulsório de carbono, com o estabelecimento do primeiro mercado regulado apenas em 2024 – quase 20 anos após o primeiro ETS, representa uma lacuna significativa em termos de cooperação bilateral e maximização de oportunidades. Nosso mercado compulsório, baseado em limitações de emissões, contrasta com mercados internacionais que combinam limitação e taxaço. Ainda é também controversa a manutenção de incentivos fiscais ao setor petrolífero, devido às pressões deste. No entanto, há sinais positivos com a retomada e criação de outros instrumentos financeiros, como o Fundo da Amazônia e os fundos soberanos verdes, que permitem novas cooperações bilaterais.

A complexidade do tema se dá pois trata-se de uma questão social, científica, tecnológica, financeira e intensamente politizada. A descarbonização da economia e a mitigação do risco climático em geral, especialmente em seus efeitos para as populações mais vulneráveis, é, portanto, uma questão multifacetada que exige políticas de Estado, não apenas de governo, para que a iniciativa privada possa avançar de forma sustentável. A regulação adequada do mercado de créditos de carbono é fundamental para garantir sua integridade e evitar práticas abusivas. Além disso, questões éticas relacionadas à distribuição dos benefícios e ônus desse mercado e de governança devem ser cuidadosamente consideradas para assegurar uma transição justa para uma economia de baixo carbono.

O crescimento do mercado voluntário de créditos de carbono e os avanços tecnológicos, como a tokenização de créditos, proporcionam oportunidades para empresas e investidores comprometidos com a sustentabilidade. A integração de setores-chave da economia como energia, transporte, agropecuária e indústria no mercado de carbono é essencial para a eficácia das medidas de mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

O Brasil possui um potencial imenso para liderar o mercado voluntário global de carbono, aproveitando sua expertise em projetos de conservação florestal e sua biodiversidade. No entanto, é crucial diversificar os tipos de projetos e focar em técnicas de restauração florestal em larga escala, além de promover práticas sustentáveis de exploração florestal. É necessário também amadurecer o mercado local, aumentando as compensações internas em comparação com as “exportadas”. A regulamentação global do mercado de créditos de carbono, a redução dos custos de emissão e a promoção de práticas sustentáveis são fundamentais para criar valor ambiental e socioeconômico. Essa geração de valor é possível de modo mais imediato para exportadores que aproveitarem as taxações internacionais, especialmente as européias, e a longo prazo ao se pensar desenvolvimento econômico inclusivo e ambientalmente equilibrado.

Além disso, a análise das referências bibliográficas demonstrou que o Brasil já está aprendendo e evoluindo na descarbonização, mesmo antes do estabelecimento formal do mercado de carbono regulamentado este ano. Os esforços para redistribuir recursos nacional e internacionalmente para projetos relevantes são um sinal promissor de que o país está se preparando para desempenhar um papel significativo nesse cenário. Além das iniciativas de mitigação e da recente regulamentação, o governo brasileiro está utilizando outros instrumentos financeiros, como títulos soberanos verdes e *hedge* cambial sustentável, para financiar infraestrutura resiliente ao clima. Esses recursos são direcionados ao Fundo Clima, que financia projetos de conservação, reflorestamento e transição para uma matriz energética mais limpa. Os desafios relacionados ao financiamento e à implementação dessas iniciativas reforçam a necessidade de uma abordagem coordenada para enfrentar os impactos das mudanças climáticas.

Concluindo, os mercados de carbono são fundamentais na mitigação das mudanças climáticas e na transição para uma economia global sustentável. A estratégia ideal é que se avance na pesquisa e desenvolvimento de técnicas menos

emissoras e em opções de captura de carbono e que as emissões que não puderem ser evitadas sejam compensadas. Com a massificação dessas tecnologias, elas se tornam cada vez mais economicamente viáveis e assim a proporção do que deve ser compensado vai diminuindo progressivamente. Os créditos de carbono são, portanto, parte relevante de um conjunto de ações de transição para a descarbonização. Com uma abordagem colaborativa e multidisciplinar, é possível superar os obstáculos e trabalhar em direção a um futuro mais sustentável e resiliente, e o Brasil tem potencial expressivo para ser um dos líderes desse mercado.

4.1 Contribuições do trabalho

Durante a pesquisa encontrou-se fontes com objeto de estudo majoritariamente mais afunilado, sendo difícil o acesso a informações compiladas que analisem visões combinadas a respeito de oportunidades do mercado, desafios, legislação. Também não é fácil encontrar dados uma vez que muitos mercados regulados ainda estão em implementação e que nos mercados voluntários as informações dependem da opção de divulgação dos compradores e da agregação de dados de diversas praças e comercializadores.

Parte da contribuição do trabalho consiste na elaboração do que pode ser considerado um resumo histórico, seguido de um glossário prático dos principais conceitos, passando por um resumo dos principais atores em governança e comercialização, findando com um panorama comparativo dos mercados no Brasil e sua inserção global.

Em síntese, espera-se que esta pesquisa contribua para a compreensão do mercado de créditos de carbono no Brasil e ofereça insights para a formulação de políticas públicas e estratégias empresariais voltadas para a sustentabilidade ambiental. Ao considerar os desafios e oportunidades identificados ao longo deste estudo, espera-se que o país possa aproveitar plenamente seu potencial no mercado de carbono, contribuindo de forma significativa para os esforços globais de mitigação das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, Ricardo. **Muito além da economia verde**. São Paulo: Ed. Abril, 2012.

AMAZÔNIA REAL. Meio Ambiente. **COP26: 77 países assinam acordo para zerar energia à base de carvão**. Publicado em: 04 nov 2021. Disponível em: <https://amazoniareal.com.br/cop26-77-paises-assinam-acordo-para-zerar-energia-a-base-de-carvao/>. Acesso em: 24 abr 2024.

AMAZÔNIA REAL. Política. **“Não há segurança climática sem Amazônia protegida”, diz Lula na COP27**. Disponível em: <https://amazoniareal.com.br/lula-na-cop27/>. Acesso em: 24 abr 2024.

AMAZÔNIA REAL. Meio Ambiente. **COP 28: muito barulho por ‘quase’ nada**. Disponível em: <https://amazoniareal.com.br/cop-28-muito-barulho-por-quase-nada/>. Acesso em: 24 abr 2024.

B3. Sustentabilidade. Produtos e Serviços ESG. **Crédito de Descarbonização (CBIO)**. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/b3/sustentabilidade/produtos-e-servicos-esg/credito-de-descarbonizacao-cbio/. Acesso em: 28 nov 2023.

B3. Notícias. Créditos de Carbono. **B3 fecha parceria com ACX para lançamento de plataforma de negociação de créditos de carbono no Brasil**. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/noticias/b3-fecha-parceria-com-acx-para-lancamento-de-plataforma-de-negociacao-de-creditos-de-carbono-no-brasil.htm. Acesso em: 28 nov 2023.

BANCO MUNDIAL. **Record High Revenues From Global Carbon Pricing Near \$100 Billion**. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/05/23/record-high-revenues-from-global-carbon-pricing-near-100-billion>. Acesso em: 15 abr 2024.

BLOOMBERG NEF. **The Untapped Power of Carbon Markets in Five Charts**. Disponível em: <https://about.bnef.com/blog/the-untapped-power-of-carbon-markets-in-five-charts/>. Acesso em: 01 abr 2024.

BRASIL. ANAC. Meio Ambiente. **CORSIA**. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/meio-ambiente/corsia>. Acesso em: 28 nov 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 28 nov 2023.

BRASIL. Decreto Federal nº 11.003, de 21 de março de 2022. **Estratégia Federal de Incentivo ao Uso Sustentável de Biogás e Biometano**. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2022/decreto/d11003.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2011.003%2C%20DE%2021,Sustent%C3%A1vel%20de%20Biog%C3%A1s%20e%20Biometano. Acesso em: 28 nov 2023.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 131, de 20 de dezembro de 2023. **Altera o Sistema Tributário Nacional**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc132.htm. Acesso em: 27 abr 2024.

BRASIL. Decreto Federal nº 11.075, de 19 de maio de 2022. **Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2022/decreto/d11075.htm. Acesso em: 28 nov 2023.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 28 nov 2023.

BRASIL. Lei nº 14.590, de 24 de maio de 2023. **Altera a Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, a Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007, que dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, e a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, que cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2023-2026/2023/Lei/L14590.htm. Acesso em: 28 abr 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasil aponta desafios para implementar regras de transparência do Acordo de Paris. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/04/brasil-aponta-desafios-para-implementar-regras-de-transparencia-do-acordo-de-paris>. Acesso em: 27 abr 2024.

BRASIL. Ministério da Fazenda. **Sobre o GCF**. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/fundo-verde-do-clima/o-fundo-verde-do-clima-gcf-1>. Acesso em: 27 abr 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre Clima. **Acordo de Paris**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris.html>. Acesso em: 28 nov 2023.

BRASIL 61. **Regulamentação do mercado de carbono pode aumentar PIB em 5%, estima CNI**. Disponível em: <https://brasil61.com/n/regulamentacao-do-mercado-de-carbono-pode-aumentar-pib-em-5-estima-cni-pivd230025>. Acesso em: 27 abr 2024.

BRASIL ENERGIA. **O crédito de carbono e a Reforma Tributária.** Disponível em: <https://brasilenergia.com.br/o-credito-de-carbono-e-a-reforma-tributaria/>. Acesso em: 27 abr 2024.

CALIFORNIA. California Public Utilities Commission. **Greenhouse Gas Cap-and-Trade Program.** Disponível em: <https://www.cpuc.ca.gov/industries-and-topics/natural-gas/greenhouse-gas-cap-and-trade-program>. Acesso em: 08 dez 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Comunicação. Agência Câmara de Notícias. Meio ambiente e energia. **Câmara aprova projeto que regulamenta o mercado de carbono no Brasil.** Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1029046-camara-aprova-projeto-que-regulamenta-o-mercado-de-carbono-no-brasil-acompanhe/>. Acesso em: 29 dez 2023.

CAPITAL RESET. **COP não entrega o ‘mercado global’ de créditos de carbono.** Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/empresas/cop-nao-entrega-o-mercado-global-de-creditos-de-carbono/>. Acesso em: 17 dez 2023.

CAPITAL RESET. **Câmara aprova “projeto Frankenstein” para mercado de carbono.** Disponível em: https://capitalreset.uol.com.br/carbono/camara-aprova-projeto-frankenstein-para-mercado-de-carbono/?utm_campaign=221223_-_mercado_de_carbono_camara_impulso_carbono&utm_medium=email&utm_source=RD+Station. Acesso em: 29 dez 2023.

CAPITAL RESET. **O plano do Acre para vender um novo tipo de crédito de carbono.** Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/o-plano-do-acre-para-vender-um-novo-tipo-de-credito-de-carbono/>. Acesso em: 01 abr 2024.

CARBON CREDITS. **The Top 4 Carbon Exchanges for 2024.** Disponível em: <https://carboncredits.com/the-top-4-carbon-exchanges-for-2023/>. Acesso em: 27 abr 2024.

CARBON CREDITS. Investor’s Education Center. **A Guide to Compliance Carbon Credit Markets.** Disponível em: <https://carboncredits.com/a-guide-to-compliance-carbon-credit-markets/>. Acesso em: 27 abr 2024.

CARBONFAIR. **Marketplace.** Disponível em: <https://www.carbonfair.com.br/marketplace>. Acesso em: 01 abr 2024.

CARBON MARKET WATCH. **Carbon credits and claims.** Disponível em: <https://carbonmarketwatch.org/carbon-credits-and-claims/>. Acesso em: 28 mar 2024.

CARBON OK. Carbon OK – Programa de Neutralização de Carbono. **Compreendendo o Mercado de Crédito de Carbono – Parte 1.** Disponível em: <https://carbonok.com.br/compreendendo-o-mercado-de-credito-de-carbono-parte-1/>. Acesso em: 28 nov 2023.

CARBON OK. Carbon OK – Programa de Neutralização de Carbono. **Compreendendo o Mercado de Crédito de Carbono – Parte 2.** Disponível em:

<https://carbonok.com.br/compreendendo-o-mercado-de-credito-de-carbono-parte-2/>
Acesso em: 28 nov 2023.

CARBON OK. Carbon OK – Programa de Neutralização de Carbono.
Compreendendo o Mercado de Crédito de Carbono – Parte 3. Disponível em:
<https://carbonok.com.br/compreendendo-o-mercado-de-credito-de-carbono-parte-3/>
Acesso em: 28 nov 2023.

CARBON OK. Carbon OK – Programa de Neutralização de Carbono.
Compreendendo o Mercado de Crédito de Carbono – Parte 4. Disponível em:
<https://carbonok.com.br/compreendendo-o-mercado-de-credito-de-carbono-parte-4/>
Acesso em: 28 nov 2023.

CARTON, Wim *et al.* **Negative emissions and the long history of carbon removal.** Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, v. 11, n. 6, p. e671, 2020.
<https://doi.org/10.1002/wcc.671>.

CCX. **Chicago Climate Exchange Fact Sheet.** Disponível em:
https://www.ice.com/publicdocs/ccx/CCX_Fact_Sheet.pdf. Acesso em: 24 abr 2024.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. PROCLIMA. **Gases do Efeito Estufa e Fontes de Emissão.** Disponível em:
<https://cetesb.sp.gov.br/proclima/gases-do-efeito-estufa/>. Acesso em: 10 abr 2024.

CLIMATE SEED. **What are Afforestation, Reforestation & Revegetation (ARR) projects?** Disponível em: <https://climateseed.com/blog/arr-projects>. Acesso em: 20 nov 2023.

CLIMATE TRANSPARENCY. Climate Transparency. Disponível em:
<https://www.climate-transparency.org/about-us>, Acesso em 19 abr 2024.

ENDEAVOR. Inovação. **Crédito de carbono: o aliado no combate à crise climática.** Disponível em: <https://endeavor.org.br/inovacao/credito-de-carbono/>
Acesso em: 20 nov 2023.

ESTADÃO. **Brasil lança 1ª bolsa de crédito de carbono do mundo com expectativa de movimentar R\$ 12 bilhões.** Disponível em:
<https://www.estadao.com.br/economia/governanca/brasil-lanca-bolsa-credito-carbono-mundo/>. Acesso em: 10 abr 2024.

ESTADÃO. **Mercado de carbono: 53% das empresas no Brasil são consideradas ‘iniciantes’ no tema.** Disponível em:
<https://www.estadao.com.br/economia/governanca/53-empresas-brasil-iniciantes-mercado-carbono/>. Acesso em: 10 abr 2024.

EUROPEAN COMMISSION FOR CLIMATE ACTION. **International carbon market.** Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/international-carbon-market_en#:~:text=Besides%20the%20EU%20emissions%20trading,Switzerland%20and%20the%20United%20States.. Acesso em 08 dez 2023.

EUROPEAN COMMISSION FOR CLIMATE ACTION. **EU Emissions Trading System (EU ETS)**. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en. Acesso em: 08 dez 2023.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Na contramão do mundo, Brasil não taxa carbono na reforma tributária**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/04/na-contramao-do-mundo-brasil-nao-taxa-carbono-na-reforma-tributaria.shtml?origin=folha>. Acesso em: 27 abr 2024.

FOLLONI, André; BORGHI, Vitor José. **O mercado de créditos de carbono e a possibilidade de fomento mediante incentivos fiscais**. Revista da Faculdade de Direito da UFG, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 110–128, 2018. DOI: 10.5216/rfd.v42i1.36236. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revfd/article/view/36236>. Acesso em: 10 abr 2024.

FORBES. BrandVoice. **Ambipar lança app para compra de créditos de carbono por pessoa física**. Disponível em: <https://forbes.com.br/brand-voice/2022/01/ambipar-lanca-app-para-compra-de-creditos-de-carbono-por-pessoa-fisica/>. Acesso em: 01 abr 2024.

FOREST TRENDS ASSOCIATION. Forest Trends' Ecosystem Marketplace. 2022. **The Art of Integrity: State of Voluntary Carbon Markets, Q3 Insights Briefing**. Washington DC: Forest Trends Association. Disponível em: <https://www.ecosystemmarketplace.com/publications/state-of-the-voluntary-carbon-markets-2022/>. Acesso em: 03 abr 2024.

GATES, Bill. **How to Avoid a Climate Disaster: The Solutions We Have and the Breakthroughs We Need**. Knopf Publishing Group; 1st edition. P. 228.

GAZETA DO POVO. Energia. **Quer compensar emissões? Plataforma vende créditos de carbono a pessoas físicas via Pix**. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/energia/quer-compensar-suas-emissoes-plataforma-vende-creditos-de-carbono-para-pessoas-fisicas-via-pix/>. Acesso em: 01 abr 2024.

ICAP. International Carbon Action Partnership. ETS-News. **China strengthens legal foundation for national ETS**. Disponível em: <https://icapcarbonaction.com/en/news/china-strengthens-legal-foundation-national-ets>. Acesso em: 24 abr 2024.

ICAP. International Carbon Action Partnership. **ETS Map**. Disponível em: <https://icapcarbonaction.com/en/ets>. Acesso em: 24 abr 2024.

ICE. Fixed Income & Data Services. Index Solutions. Commodity Indices. **ICE Carbon Futures Index Family**. Disponível em: <https://www.ice.com/fixed-income-data-services/index-solutions/commodity-indices/carbon-futures>. Acesso em: 24 abr 2024.

INESC. **Governo federal insiste em não rever subsídios aos combustíveis fósseis.** Disponível em: <https://inesc.org.br/nota-de-posicionamento-governo-federal-insiste-em-nao-rever-subsidios-aos-combustiveis-fosseis/>. Acesso em: 27 abr 2024.

INTER. Blog. Viver é Inter. **O que são créditos de carbono e como comprar.** Disponível em: <https://blog.inter.co/credito-de-carbono/>. Acesso em: 01 abr 2024.

IPAM. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Glossário. **CO₂ equivalente (CO_{2e}).** Disponível em: <https://ipam.org.br/glossario/co2-equivalente-co2e>. Acesso em: 20 nov 2023.

IPAM. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Glossário. **Créditos de carbono.** Disponível em: <https://ipam.org.br/glossario/creditos-de-carbono/>. Acesso em: 20 nov 2023.

IPCC: **Climate Change 2023: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Genebra, Suíça, p. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf. Acesso em: 05 dez 2023.

KRENAK, Ailton. **A vida não é útil.** 1ª edição – São Paulo: Companhia das Letras, 2020. P.68.

LEITE, Henrique Paranhos Sarmiento. Consultoria Legislativa. Nota Técnica Setembro 2023. **O Mercado de Carbono explicado em perguntas e respostas.** Disponível em: <https://infograficos.camara.leg.br/o-brasil-se-prepara-para-o-mercado-de-carbono/>. Acesso em: 27 abr 2024.

LOH, Christine; LUNSFORD, David. **Hong Kong's Participation in the Carbon Intensity Reduction Activities and Carbon Trading Pilots in the Pearl River Delta Region.** Disponível em: https://civic-exchange.org/wp-content/uploads/2012/05/201205EC_EmissionTrading_en.pdf. Acesso em: 08 dez 2023.

MCKINSEY & COMPANY. **A blueprint for scaling voluntary carbon markets to meet the climate challenge.** McKinsey, viewed, v. 5, 2021. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/a-blueprint-for-scaling-voluntary-carbon-markets-to-meet-the-climate-challenge>. Acesso em 08 dez 2023.

MCKINSEY & COMPANY. **Posicionando o Brasil como líder global no mercado de créditos de carbono por meio de reflorestamento e proteção de florestas.** Disponível em: <https://www.mckinsey.com/br/our-insights/posicionando-o-brasil-como-lider-global-no-mercado-de-creditos-de-carbono-por-meio-de-reflorestamento-e-protecao-de-florestas> Acesso em: 08 dez 2023.

MY CLIMATE. What is the anthropogenic greenhouse effect? Disponível em: <https://www.myclimate.org/en/information/faq/faq-detail/anthropogenic-greenhouse-effect/>. Acesso em: 08 dez 2023.

NEW ZEALAND. Ministry for the Environment. About the New Zealand Emissions Trading Scheme. Disponível em: <https://environment.govt.nz/what-government-is-doing/areas-of-work/climate-change/ets/about-nz-ets/>. Acesso em: 08 dez 2023.

NET ZERO. Glossário. **O que é net zero?** Publicado em 01 nov 2021. Disponível em: <https://netzero.projtodraft.com/glossario-o-que-e-net-zero-compromisso-zerar-emissoes/>. Acesso em: 02 abr 2024.

Oliveira, Yandra Patrícia Lima de. **Desafios do mercado de carbono após o Acordo de Paris, uma revisão narrativa.** Meio Ambiente (Brasil) 2022, v.4, n.1, p.02-20. DOI: 10.5281. Disponível em: <https://meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/167>. Acesso em: 08 dez 2023.

ONG 350. Climate Science Basics. Disponível em: <https://350.org/science/>. Acesso em 11 mar 2024.

ONU. Investimento de 1,4% do PIB pode reduzir 70% das emissões de carbono. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/206131-investimento-de-14-do-pib-pode-reduzir-70-das-emiss%C3%B5es-de-carbono>. Acesso em: 08 dez 2023.

PIVETTA, Marcos. **Ano de 2023 é o mais quente do planeta desde 1850.** Revista Pesquisa FAPESP. Ed 336 fev. 2024 Publicado on-line em 28 jan 2024. Atualizado em 01 fev 2024. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/ano-de-2023-e-o-mais-quente-do-planeta-desde-1850/>. Acesso em: 04 abr 2024.

PLAN A. Academy. **What is the difference between carbon-neutral, net-zero and climate positive?** A non-misleading guide to carbon-neutrality. Publicado em: 30 jun 2023. Disponível em: <https://plana.earth/academy/what-is-difference-between-carbon-neutral-net-zero-climate-positive>. Acesso em: 02 abr 2024.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Reportagem. Climate Action. **Você sabe como os gases de efeito estufa aquecem o planeta?** Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/voce-sabe-como-os-gases-de-efeito-estufa-aquecem-o-planeta>. Acesso em: 31 mar 2024.

POYER, Flávia Regina *et al.* **Crédito de Carbono: Panorama das Publicações no Brasil para os Últimos Dez Anos (2009 a 2019).** In: UFRGS - VIII Simpósio da Ciência do Agronegócio 2020 - Inovação e empreendedorismo no agronegócio. Porto Alegre: UFRGS, 2020. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/218625/001122710.pdf?sequence=1>. Acesso em: 28 nov 2023.

RGGI. **The Regional Greenhouse Gas Initiative**: an initiative of Eastern States of the US. Disponível em: <https://www.rggi.org/>. Acesso em: 02 abr. 2024.

RMI. Climate Data. Carbon Markets. **How to Build a Trusted Voluntary Carbon Market**. Disponível em: <https://rmi.org/how-to-build-a-trusted-voluntary-carbon-market/>. Acesso em: 27 abr 2024.

SEBRAE. Inovação | Sustentabilidade. **O que é crédito de carbono?** Conheça as vantagens e desvantagens da adquirir créditos de carbono. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/o-que-e-credito-de-carbono,0371bc6d15757810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 20 nov 2023.

STATISTA. Energy & Environment. Emissions. Emissions covered by selected emissions trading systems (ETS) worldwide as of 2024. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1315109/largest-ets-markets-by-coverage/#:~:text=China%20is%20the%20largest%20operational,ETS%20covered%20around%201.4%20GtCO%E2%82%82e>. Acesso em: 08 abr. 2024.

STOPPE, Thais. LACLIMA Paper Series. **A exigência de adicionalidade dos projetos de carbono é injusta?** Disponível em: <https://laclima.org/paperseries/a-exigencia-de-adicionalidade-dos-projetos-de-carbono-e-injusta/>. Acesso em: 19 abr 2024.

TERRA. **Mercado de carbono: regulamentação pode somar R\$ 3 trilhões ao PIB brasileiro**. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/mercado-de-carbono-regulamentacao-pode-somar-r-3-trilhoes-ao-pib-brasileiro>. Acesso em: 19 abr 2024.

TCX. Taiwan Carbon Solution Exchange Press Release. **The Taiwan Carbon Solution Exchange is Officially Launched**. Disponível em: <https://www.tcx.com.tw/en/news.html?402890848c90281e018c90b284af0014>. Acesso em: 24 abr. 2024.

THE GUARDIAN. **Revealed: more than 90% of rainforest carbon offsets by biggest certifier are worthless, analysis shows**. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2023/jan/18/revealed-forest-carbon-offsets-biggest-provider-worthless-verra-aoe>. Acesso em: 10 nov 2024.

THE ECONOMIC TIMES. **Regulated carbon markets are worth a trillion dollars a year and cover 25% of global emissions — they are raising climate ambition worldwide**. Disponível em: https://m.economictimes.com/news/et-evoke/regulated-carbon-markets-are-worth-a-trillion-dollars-a-year-and-cover-25-of-global-emissions-they-are-raising-climate-ambition-worldwide/amp_articles/108306790.cms. Acesso em: 24 abr 2024.

UNFCCC. Climate Champions. **Africa Carbon Markets Initiative launched to dramatically expand Africa's participation in voluntary carbon market**. Disponível em: https://climatechampions.unfccc.int/africa-carbon-markets-initiative/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwoa2xBhACEiwA1sb1BD-

[IzEuWOM25VMTmZhCoplS4EqvKqN51QA9hFzxMk9v5Z9H8QHCEnxoCvZcQAvD BwE](https://www.usp.br/noticias/meio-ambiente/gastar-menos-energia-e-melhor-acao-contraquecimento-global/)> Acesso em: 02 abr 2024.

USP. Notícias. Meio Ambiente. **Gastar menos energia é melhor ação contra aquecimento global.** Publicado em: 11 dez 2015. Disponível em: <https://www5.usp.br/noticias/meio-ambiente/gastar-menos-energia-e-melhor-acao-contraquecimento-global/>. Acesso em: 02 abr 2024.

USP. **Taxação de carbono pode reduzir emissões, mas famílias com menor renda seriam as mais afetadas.** Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/taxacao-de-carbono-pode-reduzir-emissoes-mas-familias-com-menor-renda-seriam-as-mais-afetadas/>. Acesso em: 27 abr 2024.

VARGAS, Daniel Barcelos; *et al.* FGV Escola de Economia de São Paulo. FGV Agro. Observatório de Bioeconomia. **Mercado de Carbono Voluntário no Brasil:** na realidade e na prática. 2023. Disponível em: https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/ocbio_mercado_de_carbono_1.pdf. Acesso em: 19 abr 2024.

VARGAS, Daniel Barcelos; *et al.* FGV Escola de Economia de São Paulo. FGV Agro. Observatório de Bioeconomia. **O avanço do mercado voluntário de carbono no Brasil: desafios estruturais, técnicos e científicos.** Disponível em: https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/mercado_de_carbono_2.pdf. Acesso em: 19 abr 2024.

WRI Brasil. World Resources Institute. **4 gráficos para entender as emissões de gases de efeito estufa por país e por setor.** Publicado em 28 fev 2020. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/4-graficos-para-entender-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-por-pais-e-por-setor>. Acesso em: 19 nov 2023.