

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
FACULDADE DE DIREITO

Rafael Venturelli Zetune

A regulação do mercado de carbono no Brasil

SÃO PAULO

2025

Rafael Venturelli Zetune

A regulação do mercado de carbono no Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Direito da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Direito sob orientação do Prof. Dr. Maurício Garcia Pallares Zockun.

SÃO PAULO

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço, com todo o meu carinho e gratidão, à minha família, especialmente à minha mãe e minha irmã, pelo apoio incondicional em cada etapa da minha vida, pelo amor constante e por nunca deixarem de acreditar no meu potencial. O alicerce que encontrei em vocês foi essencial para que eu chegasse até aqui.

À minha namorada, pela presença firme e afetuosa nos dias bons e ruins, por sua paciência, compreensão e pelo incentivo diário que me motivou a seguir em frente. Sua companhia tornou essa jornada mais leve e significativa.

Aos meus amigos, de dentro e fora da PUC-SP, que foram abrigo nos momentos de cansaço, fonte de alegria nas horas incertas e parceiros nas conquistas. Obrigado por cada conversa, cada gesto de apoio e pelas risadas que tornaram essa caminhada inesquecível.

Aos professores e professoras que cruzaram meu caminho, minha sincera gratidão por compartilharem seu conhecimento com tanto empenho, e por contribuírem, de forma direta ou indireta, para a construção da pessoa e do profissional que me tornei.

E à minha cachorrinha Milla, pequena companheira de todos os dias, que com sua lealdade silenciosa e carinho espontâneo, me ofereceu consolo e alegria nos momentos em que mais precisei. Sua presença foi um alívio doce em meio à correria da vida acadêmica.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a estruturação jurídica do mercado de carbono no Brasil, abordando seus fundamentos normativos, e perspectivas regulatórias. Inicialmente, examina-se a crise climática global como resultado de décadas de altos níveis de emissões de gases de efeito estufa na atmosfera pela ação antrópica. Em seguida, explora-se a evolução dos instrumentos de mitigação no plano internacional, com ênfase no Protocolo de Kyoto e no Acordo de Paris, que estabeleceram os fundamentos do mercado de créditos de carbono ao sustentar a lógica da precificação das emissões, bem como seu papel para a construção de modelos regulatórios. O estudo avança na análise da legislação ambiental brasileira e nas tentativas de regulamentação do mercado de carbono no sistema jurídico brasileiro. Como resultado, destaca-se a institucionalização do mercado voluntário, bem como do mercado regulado no país, com a recente formalização do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), consolidado pela Lei nº 15.042/2024. Conclui-se que, apesar de avanços normativos significativos, o SBCE ainda enfrenta importantes desafios estruturais e políticos que dificultam que o sistema atinja todo seu potencial, assim como entende-se pela necessidade de esforços contínuos no plano nacional e internacional para a adoção em larga escala do mercado de carbono como ferramenta efetiva de transição para economias de baixo carbono e de mitigação das mudanças climáticas.

ABSTRACT

This study analyzes the legal structuring of the carbon market in Brazil, addressing its normative foundations and regulatory perspectives. It begins by examining the global climate crisis as a result of decades of high levels of greenhouse gas emissions caused by human activity. Next, it explores the evolution of mitigation instruments at the international level, with emphasis on the Kyoto Protocol and the Paris Agreement, which established the foundations of the carbon credit market by supporting the logic of emission pricing and its role in shaping regulatory frameworks. The study then proceeds to an analysis of the Brazilian environmental legislation and the attempts to regulate the carbon market within the national legal system. As a result, it highlights the institutionalization of both the voluntary and regulated carbon markets in the country, particularly through the recent formalization of the Brazilian Emissions Trading System (SBCE), consolidated by Law nº 15,042/2024. The conclusion is that, despite significant regulatory progress, the SBCE still faces major structural and political challenges that hinder its full potential. It also emphasizes the need for continued national and international efforts to ensure the broad adoption of the carbon market as an effective tool for transitioning to low-carbon economies and mitigating climate change.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. A CRISE CLIMÁTICA	9
2.1 As mudanças climáticas	9
2.2 Panorama das emissões de GEE	12
3. O MERCADO DE CARBONO	15
3.1 O meio ambiente na ordem jurídica internacional	16
3.2 O Protocolo de Kyoto e o Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável como percursos do mercado de carbono	17
3.3 O papel do Acordo de Paris na consolidação do mercado de carbono	21
3.4 O Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS)	24
4. REGULAÇÃO DO MERCADO DE CARBONO NO BRASIL	26
4.1 O meio ambiente na Constituição Federal e na legislação infraconstitucional	26
4.2 A incorporação dos tratados internacionais sobre meio ambiente no ordenamento jurídico brasileiro	28
4.3 O Mercado de Carbono Voluntário	30
4.4 O mercado de carbono regulado	31
4.5 O Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE)	34
4.6 Desafios do SBCE	39
5. CONCLUSÃO	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem uma consequência direta das atividades humanas, em especial da emissão desenfreada de gases de efeito estufa na atmosfera, fenômeno que tem provocado um aumento sem precedentes da temperatura média global. De acordo com o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, AR6, 2022), as projeções indicam que o aquecimento poderá atingir até 3 °C até o final do século XXI, caso não haja mudanças significativas no padrão atual de emissões. Esse cenário tende a intensificar eventos climáticos extremos, provocar perdas substanciais à biodiversidade - que já vêm sendo experienciados - e gerar impactos sociais, econômicos e políticos severos. Diante dessa conjuntura, torna-se urgente a adoção de medidas eficazes de mitigação, capazes de compatibilizar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental.

A partir da década de 1970, a comunidade internacional passou a se organizar com objetivo de estruturar medidas de combate às mudanças climáticas, promovendo conferências e tratados voltados à coordenação de esforços globais para enfrentamento da crise ambiental. Nesse processo, o Protocolo de Kyoto, firmado em 1997, representou um marco importante ao instituir metas de redução de emissões para países desenvolvidos e ao criar mecanismos de mercado como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Com a introdução da lógica da precificação do carbono, permitiu-se que países industrializados cumprissem parte de suas metas por meio da comercialização de créditos, resultando na fundação das bases do mercado de carbono internacional. No entanto, a adesão limitada de países-chave e a ausência de metas vinculantes para os países em desenvolvimento, comprometeram sua eficácia e frustraram os resultados esperados.

Nesse contexto, o Acordo de Paris, consolidou uma nova arquitetura para a governança climática global, ao estabelecer compromissos mais abrangentes, com metas nacionalmente determinadas e ao reconhecer oficialmente os mercados de carbono como instrumentos válidos de mitigação. Com adesão praticamente universal, o tratado representou um avanço substancial ao incorporar mecanismos de cooperação internacional baseados em resultados de mitigação.

A regulação administrativa desempenha papel decisivo na consolidação do mercado de carbono, conferindo-lhe legitimidade, segurança jurídica e credibilidade

ambiental. Ao estabelecer critérios técnicos para a certificação de créditos, mecanismos de fiscalização e regras claras para a comercialização e uso desses ativos, o Brasil poderá se posicionar como um ator de destaque nesse novo mercado e na liderança da governança ambiental no plano internacional.

Nesse sentido, o país vivenciou nos últimos anos diversas iniciativas frustradas de regulação, que aos poucos foram estruturando as bases do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), institucionalizado pela Lei nº 15.042/2024, que se utilizou de fundamentos estabelecidos pelo Acordo de Paris. A norma foi responsável por estabelecer o mercado de carbono regulado no Brasil, bem como integrar e expandir o então já existente mercado de carbono voluntário. Contudo, o pleno exercício do SBCE está condicionado a diversas etapas regulatórias que ainda estão sendo desenvolvidas.

2. A CRISE CLIMÁTICA

2.1 As mudanças climáticas

A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de 1992 apresentou o conceito de mudanças climáticas como o fenômeno: “Mudança que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana, que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis.” (FURRIELA, 2015, p.7)

O clima do planeta Terra sempre passou por variações naturais de temperatura ao longo de sua história geológica, como resultado de fenômenos astronômicos, tectônicos e biogeoquímicos. No entanto, essas mudanças ocorriam de forma lenta e gradual, ao longo de milhares de anos. Diferentemente disso, no passado recente, observa-se uma aceleração inédita e preocupante no aumento da temperatura média global em um intervalo de poucas décadas, associada principalmente às atividades humanas. Esse é o período denominado Antropoceno, em que consiste em uma nova era geológica, marcada pela transformação ambiental no planeta pela atividade humana. (BARBIERI; FERREIRA, 2018, p. 49.)

Nesse contexto, o Painel Intergovernamental de Mudança Climática (IPCC), criado pela Organização das Nações Unidas, atesta que o aumento da concentração de gases de efeitos estufa na atmosfera, decorrente das ações antrópicas, está interferindo na variabilidade natural do clima e provocando uma mudança climática global de profunda e duradoura, potencialmente irreversível. Publicado em 1995, o segundo relatório do IPCC apresentou dados alarmantes, com projeções que indicavam um aumento da temperatura média da superfície terrestre entre 1 °C e 3,5 °C até o ano de 2100, representando um ritmo mais acelerado de aquecimento desde o fim da última era glacial. Apresenta também projeção de elevação do nível médio dos oceanos entre 15 e 95 centímetros nesse mesmo período, assim como redução considerável da cobertura de gelo do planeta desde o final da década de 1960. (FURRIELA, 2015, p.7)

Esse novo cenário climático tem início com a Revolução Industrial no final do século XVIII, na Inglaterra, gerando um aumento sem precedentes das emissões de dióxido de carbono (CO₂), o principal gás de efeito estufa de origem antrópica. Com o passar das diferentes fases das Revolução Industrial, sua intensificação e

expansão até se transformar em um fenômeno global, outros gases de efeito estufa (GEE) passaram a ser emitidos em grande quantidade na atmosfera pela atividade humana, como o Metano (CH₄), Óxidos de Nitrogênio (N₂O) e Gases Fluorados (HFCs, PFCs, SF₆, NF₃). A tabela abaixo apresenta as principais atividades emissoras de cada gás, acompanhado da porcentagem aproximada de emissões globais e no Brasil.

Gás de Efeito Estufa	Emissões Globais (%)	Emissões no Brasil (%)	Principais Fontes de Emissão
Dióxido de Carbono (CO ₂)	≈ 76%	≈ 58%	Queima de combustíveis fósseis, transporte, indústria, desmatamento e queimadas
Metano (CH ₄)	≈ 16%	≈ 34%	Agropecuária, resíduos sólidos, queima de combustíveis fósseis
Óxidos de Nitrogênio (N ₂ O)	≈ 6%	≈ 7%	Fertilizantes nitrogenados, queima de biomassa
Gases Industriais Fluorados	≈ 2%	≈ 1%	Refrigeração, indústria química e eletrônica

Fonte: IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, 2021.

Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>>. Acesso em: 11 maio 2025.

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Observatório do Clima, 2023.

Disponível em: <<https://seeg.eco.br/>>. Acesso em: 11 maio 2025.

Conforme exposto no relatório do IPCC AR6 de 2021, o dióxido de carbono é o principal gás de efeito estufa associado às mudanças climáticas antrópicas, respondendo pela maior parte das emissões globais. Em razão de sua expressiva contribuição para as mudanças climáticas, o CO₂ tornou-se o principal foco dos mecanismos regulatórios e econômicos de mitigação climática, incluindo o mercado de carbono.

As principais atividades responsáveis pela emissão de CO₂ na atmosfera corresponde à queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, nos setores de produção de energia, indústria pesada e sistemas de transporte. Ademais, o desmatamento emite dióxido de carbono principalmente por meio da queima da vegetação e da decomposição da biomassa florestal remanescente. Com a destruição desse grande estoque florestal de carbono, perdem a capacidade de absorção vegetal de CO₂, agravando o balanço de emissões.

As alterações climáticas resultantes da emissão dos GEE na atmosfera e o consequente aumento da temperatura média da terra têm causado uma ampla gama de significativos impactos ambientais e sociais. Conforme o relatório do IPCC AR6 de 2023, os principais efeitos observados são: aumento de eventos extremos, a elevação do nível do mar - decorrente do derretimento de geleiras e calotas polares -, a perda da biodiversidade nos ecossistemas terrestres e marinhos, a intensificação de enfermidades tropicais, uma significativa alteração nos padrões de precipitações, levando a tempestades intensas e inundações em determinadas áreas, bem como secas prolongadas em outras.

O relatório do IPCC AR6 de 2022 sobre Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade, expõe que esses efeitos podem levar ao risco de submersão das zonas de baixa altitude, desertificação, aumento de problemas de saúde, queda da produtividade agrícola, entre outros. As implicações sociais incluem risco à segurança alimentar, econômica, hídrica e energética em diversos locais do globo terrestre, além do aumento da pobreza, migrações forçadas e instabilidade política, sobretudo em países em desenvolvimento.

No Brasil, todas as regiões do país já vivenciam alterações climáticas expressivas, com aumento consistente da temperatura média anual nas últimas décadas. É o que expõe o Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudança do Clima – Brasil 2024, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), que registra mudanças no regime de chuvas, com redução de precipitação no Norte e Centro-Oeste e aumento irregular no Sul e Sudeste, além de elevação significativa no número de incêndios florestais e ondas de calor históricas. É evidente o crescimento da ocorrência de eventos extremos, como os deslizamentos e enchentes que aconteceram no litoral norte do Estado de São Paulo em 2023, assim como as enchentes históricas no Rio Grande do Sul em 2024. Ademais, houve a intensificação de queimadas e incêndios florestais, especialmente entre os anos de 2020 a 2023 no Pantanal, Amazônia e Cerrado.

O relatório do MCTI de 2024 apresenta projeções preocupantes ao país até o final do século, indicando a ocorrência com maior frequência de secas prolongadas, precipitações concentradas, tempestades severas e aumento expressivo nas precipitações nas regiões Sul e Sudeste, resultando em enchentes e deslizamentos. Nesse sentido, espera-se que o semiárido brasileiro enfrente um processo de desertificação, enquanto que calcula-se a expansão das savanas brasileiras,

ocupando áreas que hoje apresentam biomas de florestas tropicais, assim como uma redução significativa no fluxo dos rios da bacia amazônica. Por outro lado, o aumento da temperatura média e das ondas de calores, somado aos demais efeitos já discutidos, levará a um aumento expressivo do número de queimadas, prejuízo à biodiversidade e à saúde pública – como aumento de doenças tropicais e enfermidades pelo calor –, perda de produtividade agrícola, aumento na demanda por energia elétrica e menor disponibilidade hídrica e energética, além de prejuízos à infraestrutura urbana e rural. Como resultado, estima-se que haverá agravamento das desigualdades sociais, deslocamento de populações, e reflexos substanciais na economia brasileira.

2.2 Panorama das emissões de GEE

No contexto da Quarta Revolução Industrial, da globalização e de toda complexidade dos processos produtivos, verifica-se que praticamente todas as atividades humanas geram impactos ambientais. A emissão de gases de efeito estufa (GEE) é uma das principais externalidades negativas associadas ao modelo econômico atual. Logo, é possível afirmar que todos os países emitem GEE, contudo, sua intensidade e proporção variam conforme o país, região e o setor produtivo.

A contribuição dos países para as emissões totais globais de gases de efeito estufa por ação antrópica tem se dado de forma desigual ao longo da história. A maior parte do carbono acumulado na atmosfera provém historicamente da queima de combustíveis fósseis realizada por países industrializados, notadamente aqueles que integram o bloco das economias mais ricas e desenvolvidas. Essa realidade impõe a esses Estados uma responsabilidade diferenciada e acrescida no enfrentamento da crise climática, conforme foi definido no Protocolo de Kyoto.

Destaca-se que o efeito estufa é um fenômeno natural e essencial para a manutenção da vida na Terra, pois é ele que permite que a temperatura média do planeta se mantenha em níveis adequados à existência de organismos vivos. Contudo, com o avanço da industrialização e o crescimento acelerado das emissões antrópicas, especialmente a partir do século XVIII, esse mecanismo natural passou a ser intensificado artificialmente. O acúmulo excessivo de GEE tem provocado um

acelerado aumento de temperatura média na Terra, colocando em risco a estabilidade e o equilíbrio do meio ambiente.

O relatório Climate Watch de 2022, do World Resources Institute, alerta que as emissões de dióxido de carbono decorrente de ação antrópica são mais elevadas hoje do que em qualquer outro período da história. O relatório informa que as emissões globais de CO₂ naquele ano estavam 182 vezes acima da estimativa de 1850, período em que a revolução industrial já estava a todo vapor. O relatório indica ainda os maiores emissores de CO₂, o principal GEE, em 2022. A China figurou em primeiro lugar, com cerca de 32% das emissões, enquanto que a segunda colocação pertence aos Estados Unidos, com cerca de 14% das emissões, já a União Europeia figurou em terceiro lugar, com cerca de 7,5% das emissões mundiais. O Brasil recebeu a décima colocação, com cerca de 1,33% das emissões globais. Ressalta-se que os 10 países mais poluidores respondiam por cerca de 75% das emissões, em comparação com o resto do mundo, que representavam cerca de 25% das emissões. (WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2024)

O relatório de 2021 do Carbon Brief analisou dados de emissões de GEE em um período histórico de 1850 a 2021. Nesse sentido, as estimativas apontam que historicamente, os países mais poluidores a partir da emissão de GEE e que mais contribuíram para as mudanças climáticas são: os Estados Unidos em primeiro lugar, com cerca de 20%, seguido da China (11%), Rússia (7%), Brasil (5%) e Indonésia (4%). O Brasil foi avaliado como o quarto maior emissor acumulado do planeta, devido ao aumento do escopo do estudo, que considerou não somente a queima de combustíveis fósseis e atividades industriais, mas também as emissões por uso da terra e desmatamento. (EVANS, 2021)

Quando aos setores, o relatório do IPCC AR6, “Mitigation of Climate Change” de 2022, informa que cerca de 73% das emissões globais de gases de efeito estufa decorrem do uso de energia em diferentes setores, incluindo indústria, que responde por aproximadamente 24% e transporte, por 15%. Além disso, a categoria que abrange agricultura, florestas e uso da terra representa cerca de 22%, enquanto resíduos e outros setores somam cerca de 3%.

Diante da preocupante problemática ambiental apresentada e do panorama de emissões de gases de efeito estufa apresentados, torna-se cada vez mais urgente a adoção de mecanismos eficientes de mitigação. Nesse cenário, o mercado de carbono se impõe como um instrumento capaz de conciliar crescimento

econômico com responsabilidade ambiental, não devendo ser poupados esforços para sua regulação e implementação.

3. O MERCADO DE CARBONO

O mercado de carbono pode ser definido como um mecanismo econômico que permite a comercialização de créditos relacionados à emissão de gases de efeito estufa. Cada crédito equivale, em geral, a uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e) que deixou de ser emitida ou foi removida da atmosfera. Portanto, os outros gases de efeito estufa são equiparados ao CO₂, conforme o seu Potencial de Aquecimento Global definido pelo IPCC. Essa sistemática objetiva a mitigação das emissões de GEE em escala global, diante da crise climática que demanda respostas urgentes e coordenadas em escala internacional.

A lógica do mercado de créditos carbono baseia-se no conceito de que agentes que reduzem suas emissões além do exigido podem vender o excedente a outros que não atingiram suas metas. Dessa forma, promove-se um equilíbrio econômico entre redução de emissões e custos de adaptação, incentivando a eficiência ambiental com menor impacto financeiro para os setores produtivos.

Nesse sentido, Frederico Carbonera Boschini expõe:

[...] os créditos de carbono são os certificados oficiais de que a redução das emissões ou o sequestro de carbono ocorreu efetivamente, conforme previamente estabelecido em um projeto, sendo certificado e garantindo que as reduções são adicionais ao que ocorreria sem a realização do projeto [...].
(BOSCHINI, 2010, p. 40)

Ao converter a redução ou remoção de emissões em ativos transacionáveis, o sistema cria um incentivo financeiro direto para o desenvolvimento de projetos sustentáveis, impulsionando investimentos em tecnologias limpas, reflorestamento, eficiência energética e outras iniciativas alinhadas aos compromissos climáticos internacionais. Com isso, o mercado de carbono se consolida como um instrumento de governança ambiental que visa a transição para economias de baixo carbono.

A remoção e a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) são estratégias distintas no contexto da mitigação climática. A redução refere-se à diminuição das emissões na fonte, como ocorre na substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis ou no aumento da eficiência energética de processos industriais. Já a remoção envolve a retirada de GEE já presentes na atmosfera, por

meio de mecanismos naturais ou tecnológicos, como o reflorestamento e as tecnologias de captura e armazenamento de carbono (CCS).

O mercado de carbono estrutura-se em duas modalidades: o voluntário e o regulado. A negociação de créditos de carbono pode ser realizada por meio de plataformas digitais, bolsas de valores, leilões regulados, contratos bilaterais ou sistemas eletrônicos, variando conforme o modelo de mercado adotado e o país. No mercado voluntário, atores do mercado adquirem créditos como parte de compromissos espontâneos de neutralidade climática ou políticas de ESG. Já no mercado regulado, como o Sistema Europeu de Comércio de Emissões ou o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, a negociação ocorre entre emissores obrigados a cumprir metas legais de redução.

3.1 O meio ambiente na ordem jurídica internacional

A proteção internacional do meio ambiente tem se consolidado como uma das dimensões mais relevantes do direito internacional contemporâneo, especialmente diante de um cenário em que os impactos ambientais e climáticos se fazem cada vez mais presentes, ultrapassando fronteiras e exigindo respostas em escala global. A tutela internacional do meio ambiente começou a se estruturar de fato a partir da década de 1970, com sucessivas conferências que reconheceram o meio ambiente saudável como integrante direitos humanos fundamentais e objeto de profundo destaque e atenção, integrando o sistema normativo internacional. Um grande marco desse período refere-se ao estabelecimento de diversas organizações internacionais, como a Organização Meteorológica Mundial (WMO) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), responsável pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Em 1992, o Brasil sediou a ECO-92, com o objetivo de encontrar mecanismos para a proteção do sistema climático. Realizada no Rio de Janeiro, foi um marco histórico para o direito ambiental internacional ao consolidar o princípio do desenvolvimento sustentável como diretriz global e institucionalizar a governança ambiental multilateral por meio de novos tratados, como o a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (CQNUMC), com objetivo central de estabilização das concentrações de GEEs na atmosfera em níveis que impeçam

interferências antrópicas perigosas no sistema climático¹. A partir da assinatura da CQNUMC que se passou a realizar anualmente, a partir de 1995, as Conferências das Partes (COPs).

É nesse contexto que teve origem um dos principais marcos da tutela ambiental internacional: o Protocolo de Kyoto, elaborado durante a COP-3, realizada em 1997 na cidade homônima. O documento entrou em vigor apenas em fevereiro de 2005, uma vez que sua efetividade dependia da ratificação por, no mínimo, 55 países partes da CQNUMC e responsáveis por pelo menos 55% das emissões totais de dióxido de carbono dos países do Anexo I, com base nos níveis de 1990. Dessa forma, o Protocolo consolidou o primeiro regime internacional vinculante voltado à redução das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera. (DA SILVA *et al*, 2024, p. 4)

3.2 O Protocolo de Kyoto e o Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável como percursos do mercado de carbono

No primeiro período, o Protocolo de Kyoto estabeleceu dois anexos², o primeiro foi destinado a países desenvolvidos ou industrializados, estabelecendo metas rígidas de redução da emissão de GEE, que deveriam ser em média 5% inferiores aos emitidos em 1990, devendo ser atingida entre os anos de 2008 a 2012. Já o segundo, foi direcionado para os países em desenvolvimento ou não industrializados, não estabelecendo metas para essa categoria de países integrantes, com foco em compromissos voluntários. A adesão foi insuficiente, com muitos dos maiores emissores de GGE não participando das metas de redução, seja pela não ratificação do tratado por parte de países do Anexo I, devido ao impacto econômico esperado, como os Estados Unidos, como pela isenção de metas de redução de grandes Estados poluidores, como a China e a Índia, uma vez que estavam alocados no anexo II. (DA SILVA *et al*, 2024, p. 4)

¹ UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). *O que é a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. [S.l.]: UNFCCC, [2024]. Disponível em: https://unfccc-int.translate.google/process-and-meetings/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt&_x_tr_pto=sge. Acesso em: 2 jun. 2025.

² O Protocolo de Kyoto, ao estabelecer um sistema com imposição de metas de redução específicas e distintas a cada país, busca refletir a responsabilidade histórica aos Estados industrializados pelo acúmulo de emissões.

Além da adesão relativa em sua primeira fase, o Protocolo foi marcado pela dificuldade por parte de alguns países signatários de alcançar as metas estabelecidas e pela mudança do perfil de emissões de países que não se enquadraram anteriormente no primeiro anexo. A segunda fase do Protocolo de Kyoto foi firmada em 2012 durante a COP-18, sendo conhecida como Emenda de Doha. Nessa segunda etapa, foi definida a prorrogação do regime jurídico do Protocolo, criando um segundo período de compromissos para os anos de 2013 a 2020. (DE FREITAS; DA SILVA, 2020, p. 8)

Diante das dificuldades enfrentadas por diversos países industrializados para atingir suas metas de redução de emissões exclusivamente por meio de medidas internas, tornou-se necessário a criação de instrumentos que possibilitassem uma maior flexibilidade no cumprimento dos compromissos climáticos assumidos. Nesse contexto, como meio de flexibilizar as ações postuladas pelo Protocolo de Kyoto, três mecanismos³ foram criados para que países signatários do tratado cumprissem suas metas de redução de emissão de gases:

O Comércio Internacional de Emissões (CIE) é previsto no artigo 17 do Protocolo de Kyoto e define um sistema em que os países com compromissos assumidos no Protocolo podem adquirir unidades de emissão e outros países que também tenham compromisso no tratado, a partir do emprego de um registro internacional de transações. Dessa forma, podem utilizar essas unidades para cumprir parte de suas metas de redução de emissão. É um mecanismo voltado para os países que possuem excedentes de redução de emissões, que podem vendê-los para países que não iriam obter êxito em atingir suas metas de redução. Foi a base para a criação do Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS).

O mecanismo de Implementação Conjunta (IC), disposto no artigo 6º, item 1, do Protocolo, garante que um país com compromisso de limitação ou redução de emissões pode participar de um projeto de redução ou remoção de emissões em qualquer outro país que também possua compromisso, constantes do Anexo I. Assim, pode utilizar as unidades de emissão resultantes da operação para cumprir suas metas estabelecidas. Os projetos aprovados sob o mecanismo geram Unidades de Redução de Emissões (ERUs), cada uma correspondente a uma

³ UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). *The Kyoto mechanisms: CDM, JI and emissions trading*. Bonn: UNFCCC, 2003. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/publications/mechanisms.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2025

tonelada de CO₂ evitado. As reduções devem ser comprovadamente reais, mensuráveis, verificáveis e adicionais ao que teria ocorrido na ausência do projeto. Existem duas modalidades (“tracks”) para a aprovação do projeto, ou por autoridades do país anfitrião (“Party verification”) ou por entidades internacionais independentes. A gestão do processo é feita pelo Comitê de Supervisão da IC, que é subordinado aos países que ratificaram o protocolo.

Por último, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL ou CDM), teve origem a partir de uma proposta brasileira como meio de assistir os países signatários do Protocolo a reduzir suas emissões e atingir suas metas, contando com a participação de Partes não integrantes do Anexo I. Constante do art. 12 do Protocolo de Kyoto, o MDL permite que projetos de redução ou remoção de emissões realizados em países em desenvolvimento⁴ gerem certificados denominados Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), na qual cada RCE é equivalente a uma tonelada de CO₂ equivalente. A partir desse sistema, os créditos gerados podem ser comercializados para que países industrializados cumpram parte de suas metas de redução de emissões, ao se utilizarem da compra desses certificados para compensar seus índices de emissões de GEE que ultrapassem as metas para eles estabelecidas.

Ana Paula Basso e Letícia de Oliveira Delfino (2015, p. 9) abordam que esse mecanismo permite que os países enquadrados no Anexo I invistam em projetos nos países em desenvolvimento, de forma que as Partes constantes do primeiro anexo possam alcançar de maneira subsidiária suas metas estabelecidas. Já as partes não pertencentes ao Anexo I podem voluntariamente aceitar a participação no comércio de RCEs e obter benefícios financeiros e vantagens que resultem no desenvolvimento sustentável do país. Destaca-se que criação das Reduções Certificadas de Emissões ou Créditos de Carbono (CC), como um ativo transacionável no mercado internacional, permitindo o desenvolvimento de um mercado financeiro em que os países não enquadrados como Anexo I e os países constantes do Anexo I negociem esses certificados, o que deu origem ao mercado de créditos de carbono.

⁴ Destaca-se que os mecanismos do CIE e do IC destinam-se somente aos países classificados pelo Protocolo de Kyoto como desenvolvidos ou industrializados - constantes do Anexo I, ao passo que o MDL inclui as Partes não Anexo I e Anexo II – países não industrializados ou em desenvolvimento, que se beneficiam pelas transferências financeiras e tecnológicas oriundas dos referidos projetos em seus territórios.

O MDL foi concebido para promover simultaneamente a redução das emissões de gases de efeito estufa e o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento, proporcionando uma maior flexibilidade aos países desenvolvidos no cumprimento de suas metas climáticas. Para que um projeto seja validado no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, deve ser avaliado um processo de registro rigoroso, transparente e público, garantindo que as reduções de emissões sejam reais, mensuráveis, verificáveis e que não ocorreriam sem a implementação da iniciativa, sendo supervisionado pelo Conselho Executivo do MDL, vide art. 12, §4º e §5º, do Protocolo. Esse mecanismo é o primeiro sistema global de investimento ambiental e de geração de créditos de sua natureza.

Os países signatários devem relatar anualmente à Convenção-Quadro da ONU sobre Mudança do Clima seus níveis de emissões de GEE e as medidas adotadas para atingir seus compromissos vinculantes. O Protocolo de Kyoto estabelece medidas específicas a serem aplicadas às Partes que não honrarem com suas obrigações, constantes do artigo 18. Portanto, apesar de não haver uma coercitividade em sentido estrito, os países signatários sofrem de sanções econômicas que refletem um agravamento das metas já incorporadas no sistema de redução de emissões. (RODRIGUES; DA SILVA, 2024, 744)

Embora o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) tenha desempenhado papel fundamental na ampliação da adesão ao Protocolo de Quioto, ao permitir a inclusão de países Não Anexo I no comércio internacional de emissões e ao estabelecer os fundamentos operacionais do mercado de carbono, o instrumento também foi objeto de críticas, evidenciando limitações estruturais e desafios em sua aplicação prática que desvirtuam seus objetivos. Observa-se que na medida em que países em desenvolvimento começam a desenvolver projetos e tecnologias limpas gerando créditos de carbono, os países desenvolvidos acabam por manter as práticas poluidoras nocivas, sem investir em novas tecnologias, atingindo suas metas estabelecidas a partir da compra de créditos. Portanto, os países acabam pagando para poluir através da compra de RCEs, atingindo normalmente suas metas. (BASSO; DELFINO, 2015, p. 10)

Conforme já discutido, a criação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no contexto do Protocolo de Kyoto representou um marco na construção de instrumentos econômicos com finalidade na mitigação das mudanças climáticas. Ao estabelecer que países desenvolvidos cumprissem parte de suas metas de redução

de emissões de GEE a partir do financiamento de projetos sustentáveis em países em desenvolvimento, o MDL inaugurou a lógica da precificação do carbono em escala mundial. Essa abordagem introduziu o conceito de créditos de carbono certificados, assim como um mercado de negociação desses créditos. Os mecanismos criados no âmbito do Protocolo – sobretudo o MDL - inspiraram a criação dos mercados regulados e voluntários de carbono que emergiram nos anos seguintes, especialmente após a adoção do Acordo de Paris.

3.3 O papel do Acordo de Paris na consolidação do mercado de carbono

O Acordo de Paris, celebrado na COP-21, que ocorreu na França em 2015, adota uma abordagem mais inclusiva, ao envolver todos os países signatários, diferentemente de seu antecessor. É focado na formulação de metas nacionais voluntárias de redução de emissões denominadas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), objetivando uma maior cooperação internacional e visando a transição para economias de baixo carbono. O Acordo inaugura uma nova fase de compromissos progressivos e revisáveis, com um novo regime climático internacional.

O tratado foi adotado por 195 partes, entrando em vigor em novembro de 2016. Seu objetivo central é conter o aumento da temperatura média global abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais. Seus esforços buscam limitar esse aumento a até 1,5°C, nível de alerta indicado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima da ONU. Pela projeção do órgão, para que essa meta seja possível, as emissões de GEE devem atingir seu pico até 2025, para então serem reduzidas em 43% até 2030. (UNFCCC, 2025)

O Acordo de Paris adota um modelo de revisão periódica em ciclos de cinco anos, no qual os países se comprometem a intensificar gradualmente seus esforços climáticos. A partir de 2020, os Estados passaram a submeter suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), que representam os compromissos nacionais para redução de emissões. A lógica do tratado exige que cada nova NDC amplie o nível de ambição em relação à anterior, refletindo avanços progressivos e contínuos nas metas climáticas.

As NDCs também devem indicar ações destinadas a fortalecer a capacidade de adaptação e a promover a resiliência diante dos impactos adversos das

mudanças climáticas. Ademais, com o objetivo de orientar os compromissos climáticos em uma perspectiva de longo alcance, visando a transição para economias de baixo carbono, o Acordo de Paris estimula os países a elaborarem estratégias de desenvolvimento de baixa emissão a longo prazo (LT-LEDS). Essas estratégias são de adoção facultativa, mas funcionam como instrumentos de planejamento estratégico para o desenvolvimento sustentável.

O tratado tem como uma de suas bases a cooperação multilateral entre as Partes signatárias baseado em três princípios: financiamento, tecnologia e capacitação. Quanto ao financiamento, o tratado reforça que os países desenvolvidos devem liderar o financiamento climático com o objetivo de mitigação e adaptação, proporcionando o apoio financeiro aos países mais vulneráveis. Quanto à tecnologia, o documento estabelece uma perspectiva de desenvolvimento e transferência tecnológica com o propósito de redução de emissões e do fortalecimento da resiliência. Já em relação capacitação, reconhece o dever dos países desenvolvidos de apoiar os países em desenvolvimento no fortalecimento de suas capacidades institucionais e técnicas para enfrentar a crise climática. (UNFCCC, 2025)

Para isso, o Acordo de Paris instituiu um sistema robusto de acompanhamento e avaliação de resultados por meio do Mecanismo Aprimorado de Transparência (ETF). Esse instrumento exige que os países relatem de modo transparente as ações implementadas, os avanços obtidos na mitigação e adaptação, assim como o apoio financeiro e técnico recebido ou concedido. Os dados reunidos verificam o progresso coletivo em direção aos objetivos climáticos de longo prazo e servem de base para novas recomendações para a adoção de metas nacionais mais ambiciosas nos ciclos consecutivos.

Objetivando o cumprimento de seus objetivos, no contexto do Pacto de Glasgow, o artigo 6º do Acordo de Paris apresenta dois mecanismos regulatórios que atuam na cooperação entre as Partes para a redução da emissão de gases de efeito estufa. O item 6.2 do tratado prevê a negociação de Resultados de Mitigação Internacionalmente Transferíveis (ITMOs). Esses resultados correspondem a reduções efetivas e mensuradas de emissões obtidas por meio de ações domésticas, em consonância com as metas estabelecidas nas NDCs, como por exemplo, por meio de ações internas de investimento em energia limpa e reflorestamento. Após a validação, os créditos gerados por meio dos ITMOs

tornam-se aptos à comercialização no mercado internacional de carbono, podendo ser transferido a outro país para que este cumpra sua meta climática.

Ademais, o item 6.4 do tratado estabelece o Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS). Diferentemente do mecanismo supracitado, o MDS permite a geração de créditos de carbono com base em projetos específicos de redução ou remoção de emissões, podendo ser executados por governos, empresas e outras entidades. Portanto, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, ao suceder o Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável, ampliou significativamente as possibilidades de participação do setor privado na agenda climática internacional e no próprio mercado de carbono, permitindo que empresas gerem créditos de carbono a partir da implantação de projetos em áreas como eficiência energética e energia renovável, mobilidade urbana sustentável e tecnologias de captura e armazenamento de carbono. Esses créditos, apoiados por políticas públicas nacionais, contribuem para que os países cumpram suas metas de redução de emissões.

Nesse sentido, Yandra Oliveira, (2022, p. 9, apud Brooks, Adler, 2021) aborda que a formalização de um mercado de carbono global proporcionado pelo tratado deve movimentar de US\$ 100 a 400 bilhões por ano até 2030. Esse volume expressivo de recursos evidencia a crescente valorização das soluções baseadas no mercado de créditos carbono como mecanismo central para viabilizar a transição energética e cumprir os compromissos assumidos no Acordo.

Sobre os compromissos assumidos pelo Brasil no Acordo, Talita Priscila Pinto (2025, p. 31) expõe:

A atuação do Brasil na COP 21 reafirmou o compromisso nacional com a agenda climática global. O país apresentou a sua Contribuição Nacionalmente Determinada [...] – uma das mais ambiciosas entre os países em desenvolvimento -, que consolidou uma transição das metas voluntárias adotadas em Copenhague para metas absolutas e vinculadas ao Acordo de Paris. Os principais compromissos foram reduzir 37% das emissões de GEE até 2025 e 43% até 2030, com base nos níveis de 2005.

Contudo, o Acordo de Paris, apesar de representar um marco na agenda ambiental internacional, apresenta importantes fragilidades estruturais que

comprometem sua capacidade de induzir ações climáticas ambiciosas por parte dos países signatários. O seu modelo regulatório flexível, embora tenha sido fundamental para garantir ampla adesão, resultou em compromissos assimétricos e metas insuficientes diante da gravidade e urgência da crise climática. A ausência de instrumentos de efetiva coercitividade e a insuficiência de mecanismos regulatórios têm limitado a capacidade do tratado de gerar impactos concretos. Outrossim, diversos países demonstram comportamentos relutantes em colocar em prática reformas estruturais mais profundas que podem comprometer a economia, que incorrem em lentidão na adoção de metas mais rigorosas e resistência na implementação de estruturas de financiamento e transferência tecnológica. (SANTANA, 2025, p. 72)

3.4 O Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS)

O Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS) é o pioneiro entre os mercados regulados, sendo considerado o maior e mais consolidado mercado regulado de carbono do mundo. Implementado em 2005, o EU ETS é o principal instrumento da política climática da União Europeia para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. A União Europeia se comprometeu a reduzir suas emissões para pelo menos 55% abaixo dos níveis de 1990 até 2030, tendo o sistema como objeto base para alcançar as metas e cumprir com as obrigações assumidas no plano internacional.

O sistema europeu tem como base o mecanismo do “cap and trade”. No EU ETS, os atores regulados recebem ou compram permissões de emissão (EUAs – European Union Allowances), devendo entregar uma quantidade correspondente ao volume de suas emissões ao final de cada período de conformidade. Sendo as emissões de GEE menores do que o teto permitido, pode haver a comercialização do excedente no mercado. Caso contrário, precisam adquirir permissões adicionais ou arcar com penalidades. A alocação de permissões ocorre por meio de leilões públicos e distribuição gratuita em determinados casos, como modo de proteção de setores sob risco de “fuga de carbono”.

Sobre o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia, Maitê Antonini Lui (2024, p. 38) evidencia:

Apesar destes dados, a eficácia do EU ETS tem sido tema de debate. Defensores argumentam que ele tem sido efetivo na redução das emissões de GEE a um custo relativamente baixo para a economia, enquanto críticos apontam para os preços voláteis do carbono e a alocação generosa de licenças gratuitas como falhas que reduzem sua eficácia.

O EU ETS se posicionou como referência internacional na regulação de emissões de carbono, com destaque em sua abrangência, eficiência e resultados concretos na redução de gases de efeito estufa. Sua estrutura inspirou outros mercados ao redor do mundo e hoje serve como parâmetro técnico e institucional para países em desenvolvimento de seus próprios sistemas, como é o caso do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões.

4. REGULAÇÃO DO MERCADO DE CARBONO NO BRASIL

4.1 O meio ambiente na Constituição Federal e na legislação infraconstitucional

Como fruto da evolução histórica, social e normativa do Estado brasileiro, a Constituição Federal de 1988 (CRFB/88) incorporou a proteção ambiental como direito fundamental, consagrado em seu artigo 225 que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de proteção e de preservação. Essa diretriz constitucional atribui ao Estado não apenas a competência, mas o dever de implementar políticas públicas eficazes para a preservação ambiental, inclusive por meio da criação de instrumentos econômicos e regulatórios para induzir comportamentos sustentáveis, como o mercado de carbono.

A CRFB/88, na tutela do meio ambiente, apresenta também o princípio do desenvolvimento sustentável, que embora não exposto no texto constitucional, decorre do próprio artigo 225. Este princípio busca compatibilizar o desenvolvimento econômico com responsabilidade ambiental e equidade social. Portanto, a atuação econômica não deve ser dissociada da responsabilidade ambiental, que deve ser centrada na utilização racional dos recursos, de modo a salvaguardar o meio ambiente e evitar prejuízos às futuras gerações. (Marinho; França, 2008, p. 12)

Luís Roberto Barroso (2001, p. 10 apud Maria Helena Diniz 1998) expõe que:

O agente econômico, público ou privado, não pode destruir o meio ambiente a pretexto de exercer seu direito constitucionalmente tutelado da livre iniciativa. Um ambiente saudável é o limite ao livre exercício da atividade econômica e, para defendê-lo e garantir a sadia qualidade de vida da população, o Estado tem o poder-dever de intervir na atuação empresarial, mediante a edição de leis e regulamentos que visem a promover o desenvolvimento sustentado.

No cenário do equilíbrio entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade, a CRFB/88 estabelece ainda a defesa do meio ambiente como um dos fundamentos da ordem econômica, vide artigo 170, VI:

Art. 170 – A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:

VI – defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação.
(BRASIL, 1988)

É nesse contexto que a regulação do mercado de carbono se insere como ferramenta de política ambiental baseada em mecanismos econômicos, já que visa atribuir valor econômico às emissões de GEE, estabelecendo incentivos para sua redução por meio de transações entre agentes emissores e iniciativas de mitigação. Por meio da regulação administrativa, o Estado estabelece limites legais, mecanismos de monitoramento, critérios de elegibilidade e sanções, modelo regulatório que está diretamente vinculado ao princípio do desenvolvimento sustentável e aos princípios da ordem econômica, já que busca conciliar o desenvolvimento econômico com a redução das emissões.

No plano infraconstitucional, a Lei nº 6.938/1981 foi um dos maiores marcos da legislação ambiental brasileira ao instituir a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Entre suas principais inovações, destacam-se a criação do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), assim como a definição de instrumentos fundamentais, como o licenciamento ambiental, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), além da previsão de responsabilização objetiva e solidária por danos ambientais. A PNMA possibilitou o desenvolvimento de políticas públicas coerentes com os ideais do desenvolvimento sustentável e estruturou as bases da tutela ao meio ambiente no Brasil.

O art. 4º, VII, da Lei nº 6.938/1981 instituiu o princípio do poluidor-pagador no plano nacional, estabelecendo que o responsável pela degradação ambiental deve arcar com os custos da reparação ou prevenção do dano causado. Esse princípio visa internalizar os custos ambientais nas atividades produtivas, desestimulando práticas poluentes e incentivando condutas ambientalmente responsáveis. No contexto do mercado de carbono, ele se manifesta por meio da exigência de que emissores de gases de efeito estufa compensem suas emissões, seja por meio de redução direta ou pela aquisição de créditos de carbono.

A Lei nº 12.187/2009 teve sua importância ao instituir a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Seu principal objetivo foi estabelecer medidas para garantir o cumprimento dos compromissos voluntários do Brasil de redução de emissões de gases de efeito estufa. A norma criou uma base institucional para ações climáticas no país, prevendo instrumentos como o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o incentivo a tecnologias limpas, e mecanismos de mercado, como a possibilidade de implementação de um mercado nacional de carbono. Embora a lei não tenha detalhado diretamente o funcionamento desse mercado, ela abriu espaço normativo para seu desenvolvimento, se estabelecendo como norma precursora da criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões.

4.2 A incorporação dos tratados internacionais sobre meio ambiente no ordenamento jurídico brasileiro

Ao aderir formalmente a tratados e convenções internacionais, o país na condição de Estado signatário, assume obrigações perante a comunidade internacional. Desse modo, compromete-se a internalizar e cumprir os compromissos pactuados. O Brasil é um ator de destaque na participação em tratados sobre o meio ambiente e na governança ambiental global, assumindo compromissos relevantes, como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris. Esses compromissos têm produzido importantes impactos no ordenamento jurídico interno, principalmente quanto à formulação de políticas públicas e mecanismos regulatórios com o objetivo de alcançar a redução da emissão de GEE.

Os tratados internacionais são incorporados no ordenamento jurídico brasileiro a partir de um procedimento multifásico. A primeira etapa consiste no procedimento de negociação e assinatura do texto pela autoridade competente, na segunda etapa, o documento passa pela aprovação do Congresso Nacional, enquanto que na terceira etapa, deve ser promulgado pelo Presidente da República e publicado por meio de decreto legislativo. Em situações que demandam agilidade, pode ser utilizado o modelo do acordo-executivo, que dispensa o trâmite legislativo e a aprovação pelo Congresso Nacional, bastando a assinatura do chefe do Poder Executivo. Os tratados incorporados passam a ter status de norma infraconstitucional, equivalente a uma lei ordinária federal. (SOARES, 2019, p. 2)

Os tratados internacionais sobre direitos humanos, devido sua natureza jurídica especial, possuem um status normativo diferenciado. O entendimento majoritário, defendido pelo Supremo Tribunal Federal⁵, os consagra como hierarquicamente infraconstitucionais, mas com status supralegal. Há, ainda, corrente doutrinária que sustenta a atribuição de status supraconstitucional, com fundamento na primazia dos direitos fundamentais. Além disso, destaca-se que o poder constituinte derivado, por meio da Emenda Constitucional nº 45/2004, introduziu o §3º ao Art. 5º da CF/1988. Portanto, a partir de 2004 os tratados internacionais sobre direitos humanos aprovados em cada Casa do Congresso Nacional, em dois turnos, por três quintos dos votos dos respectivos membros, serão equivalentes às emendas constitucionais, enquanto que os anteriores à referida EC ou aprovados com quórum ordinário, apresentam status supralegal. (PIOVESAN, 2008, p. 15).

Considerando que o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado integra a terceira dimensão dos direitos humanos, os tratados internacionais sobre meio ambiente podem ser enquadrados como tratados de direitos humanos. Isso significa dizer que os tratados internacionais ambientais aprovados após a EC 45/2004 e aprovados pelo Congresso Nacional com quórum qualificado apresentam status de norma constitucional. (GALDINO et al, 2021, p. 22)

O Brasil promulgou Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas por meio do Decreto nº 2.652/1998, sendo o Ministério da Ciência e Tecnologia o responsável pelo cumprimento dos compromissos assumidos pelo país. Já o Protocolo de Kyoto, foi promulgado através do Decreto nº 5.445/05, momento marcado pela intensificação da busca pela implementação de projetos vinculados ao MDL. A Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima atua como instância de coordenação das políticas governamentais no assunto e é responsável pela regulamentação e aprovação dos projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo hospedados no Brasil. (RODRIGUES; DA SILVA, 2024, p. 14 e15).

Com a promulgação do Protocolo de Kyoto e estabelecimento dos mecanismos regulatórios supracitados, o Brasil apresentou inúmeras iniciativas de projetos com o objetivo de gerar Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), então destinadas à comercialização no mercado internacional de créditos de carbono. Destarte, houve o desenvolvimento de um novo setor econômico no país, que é

⁵ RE 466.343/SP, Rel. Min. Gilmar Mendes, julgado em 2008.

destaque em número de projetos de MDL, tendo em vista aos fatores geográficos que proporcionam o enorme potencial brasileiro na área. Esse novo mercado promove o desenvolvimento econômico do país, com a geração de riquezas atrelada ao desenvolvimento ambiental equilibrado. (BASSO; DELFINO, 2015, p. 12)

Já o Acordo de Paris, foi ratificado pelo Brasil por meio do Decreto Legislativo nº 144/2016 e incorporado ao ordenamento jurídico interno pelo Decreto nº 9.073/2017. Ao reconhecer expressamente os mecanismos de mercado como instrumentos legítimos de cooperação internacional para mitigação da emissão de GEE, o tratado incentivou o desenvolvimento de um aparato regulatório voltado à precificação das emissões de gases de efeito estufa no país. Nesse contexto, o Brasil passou a estruturar o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, que veio a ser instituído pela Lei nº 15.042/2024, em dezembro de 2024.

4.3 O Mercado de Carbono Voluntário

O mercado voluntário tem origem no histórico de compromissos assumidos pelo Brasil em tratados multilaterais, como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, firmada na ECO-92, e o Protocolo de Kyoto, especialmente o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Embora o Protocolo tenha tido foco nos mercados regulados, o aumento da conscientização ambiental fez prosperar iniciativas de compensação espontânea por parte de empresas, ONGs e governos subnacionais. Portanto, o mercado de carbono voluntário é a comercialização de créditos de carbono sem que haja obrigações legais para tal, como por exemplo em setores que não foram regulados obrigatórios pelo SBCE. Dessa forma, esses atores se comprometem voluntariamente na atuação da mitigação das mudanças climáticas, muitas vezes motivados por políticas de governança ou responsabilidade ambiental próprias.

No sistema jurídico nacional, o marco inicial de suporte às iniciativas de compensação de emissões teve início com a Política Nacional sobre Mudança do Clima, instituída pela Lei nº 12.187/2009, que reconhece mecanismos econômicos como instrumentos legítimos de mitigação e promove a valorização de reduções ou remoções de GEE. Posteriormente, o Decreto nº 11.075/2022 havia estabelecido diretrizes para os mercados de carbono no país, criando o Sistema Nacional de Redução de Emissões (SINARE), uma plataforma oficial para registro, homologação

e controle dos créditos de carbono, com destaque aos voluntários. Posteriormente, como mudança de estratégia para o combate às mudanças climáticas, o referido Decreto foi revogado pelo Decreto 11.550/2023, enquanto que novas disposições para o SINARE foram reguladas com a Lei nº 15.042/2024.

O funcionamento do mercado voluntário brasileiro está centrado na geração de créditos a partir de projetos em atividades como reflorestamento, conservação florestal - como o REDD+ -, energia renovável e manejo sustentável. Para isso, os créditos oriundos do mercado de carbono voluntário devem ter um padrão de certificação que inclui metodologias específicas para o desenvolvimento e validação dos projetos de redução ou remoção, e devem operar segundo rígidas regras e padrões definidos por mecanismos independentes internacionais. Outrossim, o mercado voluntário é marcado pela geração de co-benefícios, devido sua natureza estruturada sobre os princípios que regem o Protocolo de Kyoto, já que os ganhos dessa atividade ultrapassam a mitigação das emissões GEE, associando-se aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). (VARGAS *et al*, 2022, p. 7)

A Lei nº 15.042/2024, embora tenha como objetivo central estabelecer as diretrizes para o SBCE, trouxe inovações relevantes ao reconhecer expressamente o mercado voluntário de carbono como parte integrante da estratégia nacional de mitigação climática. A referida lei proporcionou uma maior integração entre o mercado voluntário e o regulado, estabelecendo o registro oficial do SINARE, de modo a exigir que ativos provenientes do mercado voluntário sejam devidamente certificados e registrados para fins de rastreabilidade e prevenção da dupla contagem. A lei ainda buscou estruturar o mercado voluntário ao permitir que os créditos dele oriundos pudessem ser utilizados para compensações em programas corporativos, políticas públicas e até mesmo em futuras transações internacionais de mitigação, desde que observados os critérios de adicionalidade, integridade ambiental e verificabilidade.

4.4 O mercado de carbono regulado

O Brasil vem buscando estruturar seu próprio mercado de carbono regulado como instrumento estratégico para atingir suas metas de redução de emissões e fomentar uma economia de baixo carbono. O país já se destaca como importante participante no mercado voluntário de créditos de carbono e figurou entre os

líderes mundiais em projetos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto. Ademais, embora o Brasil ainda não disponha de um sistema plenamente consolidado para esse mercado, os debates e iniciativas legislativas sobre o tema têm avançado de forma significativa nos últimos anos, visando a consolidação de um mercado regulado nacional.

O Brasil possui um enorme potencial para ocupar uma posição de destaque e liderança no mercado de carbono, tendo em vista a grande disponibilidade de recursos naturais e a possibilidade da redução de emissões a partir de políticas de preservação do meio ambiente. Outro fator favorável é a matriz energética brasileira, que é composta predominantemente por energia renovável, gerando importantes oportunidades na geração de créditos. Outrossim, os biomas do país se impõem como grandes reservatórios naturais de carbono, o que permite a geração de créditos de carbono por meio de projetos de conservação e de reflorestamento. (SANTANA, 2025, p. 80)

Contudo, para que o Brasil avance na consolidação de um mercado regulado, é imprescindível a criação de um arcabouço legislativo robusto que estabeleça aspectos como a geração, certificação, registro e comercialização de créditos de carbono. Nos últimos anos, importantes iniciativas vêm sendo elaboradas nesse sentido, destacando-se o Decreto nº 11.075/2022, que estabeleceu as diretrizes para a criação do mercado de carbono no país, regulamentou o art. 6º do Acordo de Paris no plano doméstico e instituiu o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SINARE). Além disso, a promulgação da Lei nº 15.042/2024 representou o maior marco regulatório até então, com o estabelecimento do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE).

A regulamentação do mercado de carbono no Brasil tem evoluído tanto pela expansão do mercado voluntário quanto pela construção de um sistema regulado. No primeiro caso, empresas já financiam projetos de compensação, mas o setor ainda enfrenta limitações devido à ausência de uma padronização normativa e de um marco legal unificado, o que compromete sua credibilidade e integração internacional. Paralelamente, o país tem avançado em políticas voltadas à descarbonização, como o Programa Nacional de Crescimento Verde, instituído em 2022. No entanto, a efetiva implementação de um mercado regulado ainda exige o desenvolvimento de regras claras para certificação, rastreabilidade e

reconhecimento de créditos, capazes de garantir integridade ambiental e alinhamento com os padrões globais. (SANTANA, 2025, p. 82)

Antes da promulgação da Lei nº 15.042/2024, o Decreto nº 11.075/2022 já havia se consolidado como um marco importante ao estabelecer diretrizes preliminares para a estruturação de um mercado regulado, incluindo a definição de setores emissores e procedimentos para a elaboração dos planos setoriais de mitigação. Assim, o SBCE surge como resultado da convergência entre a experiência acumulada no mercado voluntário, os compromissos climáticos assumidos internacionalmente e a necessidade de institucionalizar instrumentos econômicos capazes de induzir a descarbonização da economia. Com isso, o Decreto consolidou a infraestrutura jurídica necessária para a regulamentação posterior do mercado de carbono no país, funcionando como elemento de transição entre as propostas legislativas iniciais e a formalização definitiva do sistema por meio da lei de 2024.

Portanto, o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de gases de efeito estufa constitui um dos pilares da estratégia nacional de transição para uma economia de baixo carbono, inserindo o Brasil de forma mais estruturada no cenário internacional dos mercados regulados de carbono. Sua criação foi formalizada pela Lei nº 15.042/2024, mas seu desenvolvimento foi precedido por importantes debates legislativos, como os Projetos de Lei nº 2.148/2015 e nº 412/2022.

O Projeto de Lei nº 2.148/2015 visava instituir a Política Nacional de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), reconhecido pela CQNUMC. É atualmente regulado pelo Decreto nº 11.548, 2023, que atualizou a governança da política nacional ao substituir o decreto anterior de 2015. Com esse instrumento normativo, que reorganizou a Estratégia Nacional para REDD+ (ENREDD+) e deu origem a Comissão Nacional para REDD+ (CONAREDD+). Com a geração de recursos econômicos associados à proteção do meio ambiente, a instituição do REDD+ no contexto brasileiro tornou-se um importante instrumento do desenvolvimento sustentável e da justiça climática.

O funcionamento do REDD+ ocorre com base na geração de resultados mensuráveis de redução de emissões por meio da proteção e recuperação de florestas, que podem ser convertidos em créditos ou pagamentos por resultado, incluindo no mercado internacional e nacional. Esses créditos têm potencial para serem integrados ao mercado voluntário de carbono e, conforme o avanço dos

marcos regulatórios brasileiros, serão um importante instrumento também do mercado regulado, como o previsto no Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões.

O Projeto de Lei nº 412/2022 estabelece as finalidades do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões, que posteriormente auxiliou na origem do SBCE. Entre seus principais dispositivos, o projeto previa a criação de um sistema de registro público de créditos, a definição de padrões de adicionalidade e verificabilidade, e a possibilidade de integração entre mercados regulado e voluntário. Embora ainda não aprovado, o projeto contribuiu de forma relevante para o debate legislativo e técnico que culminou na estruturação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, instituído posteriormente pela Lei nº 15.042/2024.

4.5 O Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE)

O Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões foi instituído pela Lei Federal nº 15.042/2024 e tem como principal objetivo alinhar as ações nacionais às metas da Política Nacional sobre Mudança do Clima e aos compromissos assumidos no âmbito do Acordo de Paris. Estruturado sob a lógica de limitação e negociação de ativos ambientais, o SBCE prevê a alocação de recursos para financiar tecnologias de baixo carbono nos setores regulados, promover a inovação, fomentar a capacitação profissional e apoiar iniciativas de remoção de gases de efeito estufa.

O art. 4º da Lei nº 15.042/2024 estabelece os princípios que orientam o funcionamento do SBCE, firmando uma relação direta com os objetivos da Política Nacional sobre Mudança do Clima e à busca por um modelo sustentável com a transição gradual para uma economia de baixo carbono. Destacam-se a compatibilidade e articulação com a CQNUMC e com os compromissos assumidos pelo Brasil no plano internacional, a participação e cooperação entre a União, Estados, Municípios e o Distrito Federal, e os setores regulados, assim como outros setores da iniciativa privada e sociedade civil, a busca por transparência, segurança, previsibilidade jurídica pelo sistema, com promoção da competitividade da economia brasileira.

Além disso, o SBCE inovou ao incorporar uma lógica financeira estruturada em torno da precificação do carbono. Com isso, além de impor limites de emissão aos setores regulados, o sistema cria instrumentos econômicos próprios — como as Cotas Brasileiras de Emissões (CBEs) e os Certificados de Redução ou Remoção

Verificada de Emissões (CRVEs) — que podem ser transacionados mercado de carbono. Essa dinâmica financeira permite que a proteção do meio ambiente e a redução da emissão de GEE tomem um viés econômico, com grandes oportunidades para o mercado financeiro e de capitais. A negociação desses ativos é regulada por normas que asseguram rastreabilidade, transparência na comercialização dos ativos, trazendo grande segurança jurídica. (SANTANA, 2025, p. 96)

Nesse sentido, as Cotas Brasileiras de Emissões são instrumentos que representam o direito de emitir uma tonelada de CO₂ equivalente em um período de compromisso. Trata-se de um ativo transacionável, atribuído pelo órgão gestor do SBCE. O uso eficiente das CBEs promove a internalização do custo ambiental das emissões, incentivando as empresas a adotarem práticas de produção mais limpas e a investirem em tecnologias de baixo carbono. Ao mesmo tempo, permitem ao governo controlar o volume total de emissões do sistema para compatibilizar com as metas estabelecidas.

Já os Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões, são efetivamente créditos de carbono gerados a partir de projetos que comprovadamente evitem, reduzam ou removam emissões de GEE, de uma tonelada de CO₂ equivalente, conforme critérios técnicos e metodologias previamente estabelecidos. Esses certificados podem ser comercializados e utilizados para complementar o cumprimento das obrigações no âmbito do SBCE, servindo como alternativa às CBEs. Além disso, têm o papel de fomentar a implementação de projetos sustentáveis em áreas como reflorestamento, energia renovável e manejo de resíduos. Os CRVEs fortalecem a articulação entre o mercado regulado e iniciativas voluntárias de mitigação, ampliando a oferta de ativos ambientais e contribuindo para alcançar metas nacionais.

O SBCE é baseado no sistema “cap and trade”, que consiste em um modelo regulatório de precificação do carbono baseado na imposição de um teto (“cap”) para as emissões totais de GEE, com a comercialização créditos de carbono (“trade”), como mecanismo de mitigação. Ao associar metas ambientais com incentivos econômicos, o mecanismo permite com que a mitigação ocorra onde for mais custo efetiva, reforçando a lógica de mercado no enfrentamento das mudanças climáticas, o que harmoniza novamente com o princípio constitucional do desenvolvimento sustentável.

As principais bases do sistema “cap and trade” são o estabelecimento de um teto de emissões totais de gases de efeito estufa, associado à implantação de uma estrutura mercadológica para a comercialização de ativos, acompanhado da regulação dos setores econômicos. Essas etapas devem ser acompanhadas de sistema eficiente de mediação, reporte e verificação, assim como a criação de um modelo que gere oferta e demanda. (MERLIN; ASSUNÇÃO, 2022, p. 3)

A estrutura de funcionamento do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões apoia-se em um modelo de governança que envolve a atuação coordenada de três órgãos centrais: o Órgão Superior Interministerial, o Comitê Técnico, e o Órgão Gestor. Juntos, esses entes garantem a definição de diretrizes estratégicas, a padronização técnica das metodologias e a execução prática dos instrumentos do mercado de carbono. A governança, portanto, cumpre um papel central ao assegurar que o sistema funcione com integridade ambiental, previsibilidade regulatória e aderência aos compromissos climáticos internacionais assumidos pelo Brasil.

Como principal órgão de governança do SBCE, o Órgão Superior Interministerial constitui seu núcleo político. É responsável por estabelecer diretrizes estratégicas e deliberar sobre temas pertinentes à política nacional de precificação de carbono. Sua função principal é assegurar a articulação entre os diferentes ministérios envolvidos com a agenda climática, promovendo a integração das políticas públicas setoriais com os objetivos do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões. A atuação interministerial tem como objetivo central garantir que as metas de redução de emissões estejam alinhadas com os compromissos internacionais do Brasil e com o desenvolvimento econômico sustentável. Portanto, atua como instância de coordenação entre governo federal, setores regulados e instrumentos de financiamento climático.

Já o Comitê Técnico, apresenta atribuições operacionais e analíticas dentro do SBCE, sendo encarregado de propor critérios metodológicos, indicadores de desempenho e parâmetros técnicos para a execução dos instrumentos do sistema. Atua como órgão consultivo e técnico-científico, tendo como função a elaboração de pareceres sobre elegibilidade de setores, critérios de alocação de cotas e metodologias de verificação de emissões e remoções de carbono.

Por fim, o Órgão Gestor atua na governança como a instância executiva do SBCE, com competências voltadas à administração do sistema e à operacionalização dos ativos ambientais. Entre suas funções estão a implementação

do Registro Central do SBCE, a gestão das Cotas Brasileiras de Emissões, a consolidação dos dados de emissões e a fiscalização do cumprimento das obrigações pelos agentes regulados. É também responsável por assegurar a transparência das transações, a rastreabilidade dos créditos e a manutenção dos mecanismos de monitoramento.

O Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, conforme definido pela Lei nº 15.042/2024, prevê a atuação coordenada de quatro diferentes atores para assegurar sua dinâmica operacional. Nesse sentido, os operadores regulados respondem diretamente pelas emissões e pelo cumprimento das metas. Os desenvolvedores de projetos são os responsáveis por estruturar as iniciativas de redução de emissões. Já os geradores de créditos, se vinculam aos projetos e podem negociar os certificados emitidos. Por fim, os certificadores atuam de forma independente na verificação e validação dos projetos. Essa interação de interdependência entre os agentes garante a confiança do mercado regulado de carbono ao permitir maior transparência, rastreabilidade dos ativos e de sua comercialização, além da credibilidade das reduções ou remoções de emissões.

Os operadores regulados são os agentes econômicos obrigados a participar do SBCE por estarem inseridos em setores ou atividades com impacto significativo nas emissões de gases de efeito estufa, conforme critérios definidos pelo órgão gestor. Os operadores têm metas de emissão pré-estabelecidas e, caso excedam seus limites, devem adquirir ativos representativos de remoção ou redução de emissões, como as CBEs e os CRVEs, para compensar o excedente. Portanto, configuram-se como o agente central sobre o qual recai a obrigação de compensar ou reduzir suas emissões.

Os desenvolvedores de projetos são os agentes responsáveis pela concepção, estruturação e implementação de iniciativas voltadas à redução ou remoção de GEE, em áreas como reflorestamento, eficiência energética, gestão eficiente de resíduos sólidos e saneamento, transporte sustentável, entre outras. Esses projetos, uma vez verificados e certificados, geram Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões. Portanto, a atuação do desenvolvedor figura como a base para a oferta de ativos ambientais no SBCE.

Os geradores de créditos são atores titulares dos projetos que efetivamente geram resultados verificáveis de mitigação de emissões. Portanto, é o agente responsável final pela emissão dos CRVEs após a certificação do projeto, detendo

os direitos sobre os créditos gerados. Esses créditos podem ser comercializados entre operadores regulados ou mesmo em mercados internacionais, desde que respeitadas as normas de rastreabilidade e contabilidade previstas no SBCE.

A Lei nº 15.042/2024 apresenta uma tutela especial aos povos originários e tradicionais como geradores de créditos de carbono, ao dispor em seu art. 2º, XIV, que os geradores são pessoas físicas ou jurídicas, assim como povos indígenas ou comunidades tradicionais que têm a concessão, propriedade, ou usufruto legítimo de bem ou atividade base para os projetos de redução de emissões ou de remoção de gases de efeito estufa. Ademais, o art. 28, III, prevê a destinação de no mínimo 5% das receitas do SBCE aos povos indígenas e tradicionais em compensação pelos esforços de conservação da vegetação nativa e dos serviços ecossistêmicos.

Os certificadores são entidades que exercem função técnica e independente para a validação de projetos e análise dos resultados propostos pelos desenvolvedores e geradores. A partir da metodologia de certificação que se reconhece a existência de reduções ou remoções adicionais, reais, mensuráveis e permanentes. Para operar no SBCE, os certificadores devem ser credenciados junto ao órgão gestor e atender a rígidos padrões de qualidade e competência técnica.

A implementação do SBCE será gradual e está dividida em cinco fases principais, visando assegurar uma transição ordenada e eficiente para um mercado regulado de carbono. A Fase 1 terá duração de 12 a 24 meses, compreendendo a etapa de regulamentação, com a criação do órgão gestor e a definição dos setores obrigados. A Fase 2, está prevista para 12 meses, com a implementação do sistema de monitoramento, relato e verificação (MRV), base técnica para o acompanhamento das emissões. Na Fase 3, com duração de 24 meses, inicia-se a obrigatoriedade de apresentação de relatórios de emissões e planos de monitoramento por parte dos agentes regulados. A Fase 4 marca o início do primeiro ciclo de alocação das Cotas Brasileiras de Emissões (CBEs), com a publicação do Plano Nacional de Alocação (PNA) somado à realização dos primeiros leilões regulados. Por fim, a Fase 5 corresponde à implementação plena do mercado, com o início do mercado secundário e a consolidação das negociações entre os agentes econômicos. (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2024)

O Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões representa um importante avanço na política ambiental do país e uma oportunidade estratégica para impulsionar diversos setores da economia. Além de viabilizar a precificação das

emissões e fomentar a transição para uma economia de baixo carbono, o sistema pode gerar receitas tributárias por meio da comercialização dos créditos e incentivos fiscais vinculados à sustentabilidade. Adicionalmente, o SBCE tem potencial para atrair investimentos internacionais, estimular a inovação tecnológica nacional, criar empregos verdes e valorizar ativos ambientais brasileiros, fortalecendo a posição do Brasil como liderança global na agenda climática.

Em 2025, o Brasil sediará a 30ª Conferência das Partes da Convenção do Clima da ONU (COP-30), em Belém, o que aumenta a visibilidade internacional sobre suas políticas climáticas. Nesse contexto, a instituição do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) representa um passo relevante para consolidar a credibilidade do país na agenda internacional. Desse modo, o Brasil reforça seu protagonismo na América Latina e no mundo na seara ambiental, ao reunir condições excepcionais: abriga a maior biodiversidade do planeta, possui uma matriz elétrica majoritariamente renovável (cerca de 83%) e concentra aproximadamente 60% da Floresta Amazônica em seu território. Esses fatores, aliados à implementação do SBCE e à realização da COP-30 em Belém, posicionam o Brasil como uma liderança estratégica na mitigação das mudanças climáticas.

4.6 Desafios do SBCE

Isaias da Silva Moreira de Santana (2025, p. 82) aborda sobre as os vazios regulamentares da Lei nº15.042/2024 que fragilizam a estrutura do mercado brasileiro de carbono e dificultam sua implementação. Nesse sentido, a ausência de normas complementares detalhadas compromete a segurança jurídica e a previsibilidade necessárias para atrair investimentos e implementar de forma eficaz os mecanismos de precificação de carbono previstos no Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões. Outro fator é que, em contrapartida aos avanços da nova lei, houve a revogação de dispositivos específicos e a substituição por diretrizes genéricas. Por fim, há falta de harmonia entre os diversos marcos regulatórios e uma indefinição de como as novas cotas e certificados, como as CBEs e os CRVEs, serão operacionalizados.

Diante das importantes lacunas regulatórias estruturais do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões recém aprovado, é esperado que, nos próximos meses, haja um avanço na edição de normas capazes de viabilizar sua efetiva

implementação A legislação ainda carece de regulamentações complementares, especialmente no que diz respeito à definição da estrutura de governança do SBCE.

Espera-se também a elaboração de normativas sobre a circulação de ativos no mercado de capitais, uma vez que a lei classificou os créditos de carbono como valores mobiliários sob autoridade da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), apresentando uma incongruência, já que a própria CVM tem o entendimento de que os créditos de carbono do MDL não se enquadram como valores mobiliários. (MUNHOZ, 2025, p. 23)

Leonardo Munhoz (2025, p.23) ainda adverte que o SBCE vai exigir o desenvolvimento de metodologias próprias para pautar o desenvolvimento e projetos de carbono e emissão de créditos, que devem ser credenciados pelo Órgão Gestor. Afinal, conforme as especificidades climáticas e geográficas do Brasil, se faz essencial a criação de metodologias voltadas para o clima tropical, que até o momento não foram plenamente utilizadas pelas certificadoras privadas.

Somado a isso, uma das principais críticas dirigidas ao SBCE recai sobre a não inclusão do setor agropecuário na regulação obrigatória do mercado de carbono pela Lei nº15.042/2024, apesar de sua expressiva contribuição para as emissões brasileiras de gases de efeito estufa. De acordo com o Relatório SEEG de 2023, do Observatório do Clima, o setor agropecuário foi responsável por aproximadamente 27% das emissões brutas de gases de efeito estufa no Brasil em 2022, totalizando cerca de 617 MtCO₂e, a segunda maior fonte de emissões no país. Portanto, a exclusão do agronegócio representa um importante obstáculo brasileiro para o cumprimento das metas de mitigação climática assumidas no plano internacional.

5. CONCLUSÃO

A promulgação da Lei nº 14.933/2024, que institui o marco legal do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), representou um avanço significativo na consolidação de um mercado regulado de carbono no Brasil. A norma estabelece regras claras para a alocação de cotas, o monitoramento de emissões, a verificação independente e a negociação de créditos de carbono no território nacional. Com isso, o Brasil passa a integrar formalmente o rol de países que adotam mecanismos econômicos de precificação do carbono como instrumento de governança climática, em conformidade com os princípios estabelecidos no Art. 6º do Acordo de Paris.

Além de conferir segurança jurídica e institucional ao mercado, a nova legislação busca compatibilizar os objetivos ambientais com os interesses econômicos, promovendo a transição para uma economia de baixo carbono de forma eficiente e progressiva. O SBCE surge como um instrumento estratégico para viabilizar a descarbonização da indústria nacional, gerar novas oportunidades de investimento, e posicionar o Brasil de forma competitiva nos mercados internacionais que exigem critérios de sustentabilidade nas cadeias produtivas. A integração com o Sistema Nacional de Redução de Emissões e a estruturação de mecanismos de governança técnica, reforçam o compromisso com a integridade ambiental e com a transparência das transações, incluindo o mercado voluntário.

No entanto, a plena implementação do SBCE enfrenta desafios estruturais, entre os quais se destacam a necessidade de extensa regulação e preenchimento de lacunas legislativas importantes para seu funcionamento. Ademais, a não inclusão de setores que apresentam grandes níveis de emissões no mercado regulado obrigatório, como o agronegócio, tem potencial para prejudicar os efetivos resultados da sistemática do carbono. Por fim, o próprio conceito do mercado de carbono tem que ser bem estruturado, para que se evite um direito de "pagar para poluir", sem reduções efetivas nas emissões de GEE.

Diante da insuficiência das medidas voluntárias de mitigação adotadas nas últimas décadas, torna-se urgente a adoção de instrumentos mais rigorosos, ambiciosos e vinculantes para enfrentar a emergência climática global. O mercado de carbono, quando bem regulado, pode desempenhar papel central nesse processo ao internalizar o custo ambiental das emissões, gerar incentivos financeiros para práticas sustentáveis e mobilizar recursos privados em larga escala, mesmo que sua

atuação isolada não seja suficiente para reverter o quadro de crise climática. Por tal motivo, se faz fundamental a continuidade e intensificação dos esforços para uma implementação efetiva dos mercados de carbono no plano nacional e internacional, assim como o desenvolvimento de outros mecanismos de mitigação das mudanças climáticas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, Monalisa Rocha. *Repercussões tributárias do mercado de crédito de carbono no Brasil*. Fortaleza, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, [nome da instituição].

ARTAXO, Paulo et al. *Mudanças climáticas globais: seus impactos e estratégias de mitigação e adaptação*. p. 48-78 In: PETMAL; STOCKPHOTO.COM (org.)

BARROSO, Luís Roberto. *A ordem econômica constitucional e os limites à atuação estatal no controle de preços*. Revista de Direito Administrativo, Rio de Janeiro, n. 226, p. 187–212, out./dez. 2001. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rda/article/view/47240/44652>. Acesso em: 2 jun. 2025.

BASSO, Ana Paula; DELFINO, Letícia de Oliveira. *Mercado de carbono e a (in)definição da natureza jurídica dos créditos de carbono na legislação brasileira*. Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo, Minas Gerais, v. 1, n. 2, p. 162–180, jul./dez. 2015. e-ISSN: 2525-9628.

BESSA, Luiz Fernando Macedo et al. *Reflexões sobre desafios nacionais à implantação do mercado de carbono*. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 1–18, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv11n2-017>. Acesso em: 4 jun. 2025.

BOSCHIN, Frederico Carbonera. *O mercado de carbono: aspectos históricos e técnicos do desenvolvimento de uma economia de baixo carbono*. 2010. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62121881/O_MERCADO_DE_CARBONO_-Fr ederico_Carbonera_Boschin20200217-25379-1cwqu17-libre.pdf. Acesso em: 5 jun. 2025.

BRASIL. *Agência Gov. Conheça mais detalhes das cinco fases de implementação do mercado de carbono no Brasil*. 20 dez. 2024. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202412/conheca-mais-detalhes-das-cinco-fases-de-implementacao-do-mercado-de-carbono-no-brasil>. Acesso em: 3 jun. 2025.

BRASIL. *Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudança do Clima – Brasil 2024*. Brasília: MCTI, 2024. Disponível em: https://repositorio.mcti.gov.br/bitstream/mctic/6831/1/2024_Relatorio_Mudanca_Clima_Brasil.pdf. Acesso em: 30 maio 2025.

BRASIL. *Ministério da Fazenda. Sancionada a lei que estabelece as bases para um mercado regulado de carbono no Brasil*. 20 dez. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/noticias/2024/dezembro/Sancionada-a-lei-que-estabelece-as-bases-para-um-mercado-regulado-de-carbono-no-Brasil>. Acesso em: 23 mai. 2025.

BRASIL. *Ministério da Justiça e Segurança Pública. Cooperação em pauta*, n. 51, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-protecao/lavagem-de-dinheiro/drci/publicacoes/cooperacao-em-pauta/2019/cooperacao-em-pauta-n51.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025.

BRASIL. *Senado Federal. Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasília: Subsecretaria de Edições Técnicas, 2005. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70328/693406.pdf?sequence=>

CLIMATE TRANSPARENCY. *Relatório de Transparência Climática 2023*. Versão em português. 2023. Disponível em: <https://climateactiontransparency.org/wp-content/uploads/2024/02/impact-report-2023-interactive.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2025.

DIAS, Eduardo Junqueira. *Mercado de carbono no Brasil: perspectivas, marcos regulatórios e paradigmas na transição econômico-política-social*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Políticas Públicas) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2023.

DINIZ, Eliezer Martins. *Lições do Protocolo de Quioto*. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 10, n. 1, p. 165–182, jun. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/bsdzGrspxn979fs7475wvht/?lang=en>. Acesso em: 7 jun. 2025.

EVANS, S. *Analysis: Which countries are historically responsible for climate change? - Carbon Brief*. Disponível em: https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change/?utm_source=chatgpt.com.

FREITAS, Cláudia Virgínia M. de; SILVA, Maria Lúcia Pereira da. *Mudanças do clima: análise das conferências que trataram do mercado de carbono e seus principais resultados*. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 75332–75342, out. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/17815/14433>. Acesso em: 6 jun. 2025.

FURRIELA, Rachel Biderman. *Introdução à mudança climática global: desafios atuais e futuros*.

GALDINO, Jonathan Alves; MIRANDA, José Adelson da Silva; FERREIRA, Adriano Fernandes. *A equiparação dos tratados internacionais sobre meio ambiente aos tratados de direitos humanos*. *Revista de Direito da UnoChapecó*, v. 4, n. 5, jan./dez. 2021. Disponível em: <https://pegasus.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/RDUno/article/view/6425>. Acesso em: 4 jun. 2025.

GHERARDI, Douglas et al. *Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar*. São Paulo: Annablume, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Douglas-Gherardi/publication/323267555_Mudancas_Climaticas_em_Rede_-_um_olhar_interdisciplinar/links/5a8b084fa6fdcc6b1a43c52a/Mudancas-Climaticas-em-Rede-um-olhar-interdisciplinar.pdf. Acesso em: 3 jun. 2025.

ICAP – International Carbon Action Partnership. *Brazil adopts cap-and-trade system*. 4 jan. 2024. Disponível em: <https://icapcarbonaction.com/en/news/brazil-adopts-cap-and-trade-system>. Acesso em: 5 jun. 2025.

INSTITUTO EKOS BRASIL. *MDL versus MDS: entenda a transição do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo para o Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável*. 18 abr. 2023. Disponível em: <https://www.ekosbrasil.org/mdl-versus-mds-entenda-a-transicao-do-mecanismo-de-desenvolvimento-limpo-para-o-mecanismo-de-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 9 jun. 2025.

IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. *O que é e como funciona o mercado de carbono*. 2023. Disponível em: <https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/o-que-e-e-como-funciona-o-mercado-de-carbono/>. Acesso em: 19 mai. 2025.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 22 maio 2025.

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 22 maio 2025.

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. *Mudança do Clima 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade – Contribuição do Grupo de Trabalho II ao Sexto Relatório de Avaliação do IPCC*. Genebra: IPCC, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Acesso em: 28 maio 2025.

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. *Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese – Um Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima*. Genebra: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 8 jun. 2025.

IPCC. *Working Group III – Mitigation of Climate Change*. 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/working-group/wg3/>. Acesso em: 4 jun. 2025.

KARAS, Maria Eduarda Sousa et al. *O estabelecimento do mercado de créditos de carbono na promoção do comércio internacional brasileiro: o caminho para*

regulações legais e as negociações do Acordo de Livre-Comércio UE-Mercosul. O Eco da Graduação, v. 9, n. 2, ed. 18, 2024.

LIMA, Viviane Freitas Perdigão; REIS, Renata Caroline Pereira. *Enquanto a regulação dorme: benefícios do REDD+ e atuação de estatal frente ao mercado voluntário de carbono*. *Revista Arace*, v. 7, n. 2, 21 fev. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.56238/arev7n2-253>. Acesso em: 2 jun. 2025.

LUI, Maitê Antonini. *Mercados de carbono: pilares da estratégia global contra as mudanças climáticas*. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso – Supervisão: Prof^a Dr^a Rute Saraiva.

MARINHO, Karoline Lins Câmara; FRANÇA, Vladimir da Rocha. *O princípio do desenvolvimento sustentável na Constituição Federal de 1988*. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Vladimir-Da-Rocha-Franca/publication/238100426_O_PRINCIPIO_DO_DESENVOLVIMENTO_SUSTENTAVEL_NA_CONSTITUICA_O_FEDERAL_DE_1988/links/557b54ee08aeea18b77510b0/O-PRINCIPIO-DO-DESENVOLVIMENTO-SUSTENTAVEL-NA-CONSTITUICAO-FEDERAL-DE-1988.pdf. Acesso em: 7 jun. 2025.

MENDES, Thiago de A.; MUNIZ, Eagles; CONCEIÇÃO, Mônica Santos da. *Conceitos básicos sobre mudança do clima: causas, mitigação e adaptação*. Brasília: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012. (Monografia do BID, n. 326). ISBN 978-85-99515-02-0. Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Conceitos-b%C3%A1sicos-sobre-mudan%C3%A7a-do-clima-causas-mitiga%C3%A7%C3%A3o-e-adapta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2025.

MUNHOZ, Leonardo. *Acordo entre o Mercosul e a UE: implicações para o Brasil*. *Agroanalysis – Política Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 45, n. 1, p. 27–30, jan. 2025.

MUNHOZ, Leonardo. *Regulação ambiental e expectativas para 2025*. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 23–26, fev. 2025.

NAÇÕES UNIDAS. *Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>. Acesso em: 14 mai. 2025.

NOGUEIRA, Matheus Lira et al. *O mercado de carbono no Brasil: evolução regulatória e implicações contábeis*. *Revista de Administração e Contabilidade*, Feira de Santana, v. 17, p. 1–16, 2025. ID edição: 10.29327/2402066.17.1. ISSN: 2177-8426.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. *SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa*. Disponível em: <https://seeg.eco.br/>. Acesso em: 1 jun. 2025.

OLIVEIRA, Tarsis Barreto; STAKOVIK JÚNIOR, Paulo Beli Moura. *O mercado de carbono no contexto do Acordo de Paris: desafios e perspectivas para a regulação do setor no Brasil*. *Singular: Sociedade, Inovação e Cultura*, Palmas, TO, v. 1, n. 6, jan./jun. 2024. Disponível em:

<http://ulbra-to.br/singular/index.php/SingularSH/article/view/194/122>. Acesso em: 2 jun. 2025.

OLIVEIRA, Yandra Patrícia Lima de. *Desafios do mercado de carbono após o Acordo de Paris: uma revisão*. Meio Ambiente (Brasil), v. 4, n. 1, p. 2–20, 2022. ISSN 2675-3065.

PINHEIRO, Marcelo de Andrade; REZENDE, Camila Moreira. *Mercado de carbono: panorama atual e perspectivas futuras no contexto brasileiro*. Revista Direitos, Políticas Públicas e Cidadania, v. 8, n. 2, p. 147–168, 2023. Disponível em: <https://seer.unirio.br/rdpp/article/view/9110/8185>. Acesso em: 6 jun. 2025.

PIOVESAN, Flávia. *Hierarquia dos tratados internacionais de proteção dos direitos humanos: jurisprudência do STF*. RIHJ - Revista do Instituto de Hermenêutica Jurídica, v. 1, n. 6, p. 1-20, 2008. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=hierarquia+dos+tratados+internacionais+piovesan&btnG=#d=gs_cit&t=1749259578315&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AGU5Sw2t4Z1oJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Dpt-BR

PINTO, Talita Priscila. *COP 30: último ato ou nova cena no meio climático global*. Agroanalysis, Rio de Janeiro, v. 45, n. 1, p. 31–32, jan. 2025. Suplemento Sustentabilidade.

RODRIGUES, Roberto Elias; SILVA, Beatriz Gomes da. *Aspectos jurídicos do crédito de carbono e sua aplicação no mercado brasileiro*. Revista Jurídica da Presidência, Brasília, v. 15, n. 107, p. 723–748, out. 2013/jan. 2014.

SANTANA, Isaias da Silva Moreira de. *O mercado de carbono sob a tutela do Acordo de Paris: os desafios de sua transcrição no direito brasileiro*. 2025. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Natal, 2025.

SCOVAZZI, Tullio. *Do Protocolo de Kyoto ao Acordo de Paris*. Revista da Faculdade de Direito da UFMG, Belo Horizonte, n. 78, p. 469–476, jan./jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.12818/P.0304-2340.2021v78p469>. Acesso em: 19 mai. 2025.

SEEG – *Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Emissões de gases de efeito estufa no Brasil – 2023*. Observatório do Clima, 2023. Disponível em:

https://oc.eco.br/wp-content/uploads/2023/11/Relatorio-SEEG_gases-estufa_2023FINAL.pdf. Acesso em: 2 mai. 2025.

SILVA, Witeclan Neves da et al. *O Protocolo de Kyoto: a construção de uma política brasileira para a redução da emissão de gases*. Revista Pesquisa e Debate, 2024. <https://revistas.pucsp.br/index.php/rpe/article/view/67289/45730>. Acesso em: 22 abr. 2025.

SILVEIRA, Caroline Soares da; OLIVEIRA, Letícia de. *Análise do mercado de carbono no Brasil: histórico e desenvolvimento*. Novos Cadernos NAEA, v. 24, n. 3, p. 11–31, set./dez. 2021. ISSN 1516-6481 / 2179-7536.

TIMPERLEY, Jocelyn. *Analysis: Which countries are historically responsible for climate change?* Carbon Brief, 5 ago. 2021. Disponível em: <https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change/>. Acesso em: 17 mai. 2025.

TUPIASSU MERLIN, Lise Vieira da Costa; ASSUNÇÃO, Marcos Venancio Silva. *O Projeto de Lei 528/2021 e as bases legais para a criação de um sistema de comércio de emissões cap-and-trade no Brasil*. Revista de Direito Sociais, v. 9, n. 3, p. 22–45, 2022. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/8867/pdf>. Acesso em: 23 mai. 2025.

UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. *Emissions Gap Report 2023*. Nairobi: UNEP, 2023. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2023>. Acesso em: 28 maio 2025.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. *Doha Amendment to the Kyoto Protocol*. Doha, 2012. Disponível em: https://unfccc.int/kyoto_protocol/doha_amendment. Acesso em: 2 jun. 2025.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. *The Kyoto mechanisms: CDM, JI and emissions trading*. Bonn: UNFCCC, 2003. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/publications/mechanisms.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2025.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. *The Paris Agreement*. 2024. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. Acesso em: 4 abr. 2025.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). *O que é a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. [S.l.]: UNFCCC, [2024]. Disponível em: https://unfccc-int.translate.google/process-and-meetings/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt&_x_tr_pt=sge. Acesso em: 2 mar. 2025.

VARGAS, Daniel Barcelos; DELAZERI, Linda Márcia Mendes; FERRERA, Vinícius Hector Pires. *O avanço do mercado voluntário de carbono no Brasil: desafios estruturais, técnicos e científicos*. Observatório de Bioeconomia, 2022. Disponível em: https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/mercado_de_carbono_2.pdf. Acesso em: 9 mai. 2025.

WRI BRASIL. *Os países que mais emitiram gases de efeito estufa*. 6 nov. 2023. Disponível em:

<https://www.wribrasil.org.br/noticias/os-paises-que-mais-emitiram-gases-de-efeito-estufa>. Acesso em: 9 jun. 2025.