



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

A SITUAÇÃO DO MERCADO DE CARBONO NO BRASIL

Lucas Costa Moura

**Belo Horizonte
2022**

Lucas Costa Moura

A SITUAÇÃO DO MERCADO DE CARBONO NO BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista

Orientador: Prof. Doutor Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior

Belo Horizonte
2022

LUCAS COSTA MOURA

SITUAÇÃO DO MERCADO DE CARBONO NO BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 09 de Dezembro de 2022

Banca examinadora:



Prof Dr ARNALDO FREITAS DE OLIVEIRA JÚNIOR – Presidente da Banca Examinadora
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS



DANIEL HENRIQUE RIBEIRO DA SILVA
CEO da Monteverde Investimentos



Profa Dra GLAUCIENE SILVA MARTINS
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que permitiu que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar. Agradeço aos meus pais, Simone e Magno, que me incentivaram e compreenderam os meus momentos difíceis enquanto concluía a minha graduação. À minha namorada Luiza, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e me incentivando. Agradeço também aos meus amigos e familiares, por todo o apoio e compreensão da minha ausência, e aos professores do CEFET-MG pelas correções e ensinamentos que me fizeram um aluno e um profissional melhor.

RESUMO

COSTA, LUCAS. **A situação do Mercado de Carbono no Brasil**. 2022. 62 páginas. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Ano.

A presente pesquisa busca a compreensão da atual situação para a criação de um mercado de carbono regulado no Brasil. Apesar de existirem mercados voluntários para a negociação de créditos de carbono no Brasil, ainda não existe um mercado de carbono regulado, ou seja, as empresas não possuem obrigações legais para respeitarem limites de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE). São apresentados na pesquisa os aspectos ambientais e sociais que motivam a criação do mercado de carbono, bem como os fundamentos econômicos que embasam a criação deste mercado e as políticas internacionais responsáveis pela criação dos mecanismos vigentes de precificação de carbono. O surgimento do mercado de carbono representa uma das principais alternativas ao cumprimento dos objetivos traçados atualmente pelo Acordo de Paris. Existe outro mecanismo de precificação do carbono, além do mercado de carbono, que é a tributação sobre emissões de GEE, mecanismo este que poderá ser utilizado juntamente ou como alternativa ao mercado de carbono. Mediante ao fato, o presente estudo objetivou investigar qual é a situação do mercado de carbono no Brasil, para tanto delineou-se o histórico do mercado de carbono no Brasil; destacou-se sobre o arcabouço legislativo do mercado de carbono no Brasil e destacou-se quais são os principais desafios para a implementação de um mercado de carbono regulado no Brasil. Por meio de uma pesquisa bibliográfica, os instrumentos de coleta de dados para o desenvolvimento da pesquisa se fizeram pelo *Google Acadêmico* e consulta de *sites* governamentais que continham documentos referente ao tema, priorizando os artigos publicados em periódicos científicos desenvolvidos nos últimos cinco anos. Realizou-se uma revisão histórica do tema, discorrendo sobre as conferências internacionais sobre o clima até as leis e políticas brasileiras relacionadas à emissão de gases de efeito estufa (GEE). Observou-se que no Brasil, a Política Nacional sobre Mudança no Clima (PNMC) tem como um dos principais objetivos estimular o desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). O estudo desenvolvido com o apoio do Banco Mundial sobre o desenvolvimento de um mercado de carbono, Partnership for Market

Readiness (PMR), conclui que seria conveniente e viável para o Brasil possuir um mercado de carbono regulado apesar de já existir um mercado voluntário no país. Esse mercado voluntário brasileiro, originado a partir dos interesses específicos de empresas privadas em negociar créditos de carbono, é hoje um dos principais mercados voluntários do mundo e cresceu mais de 700% entre 2019 e 2021 (VARGAS; DELAZERI; FERRERA 2022). Dessa forma, apesar de o país ainda não possuir um mercado de créditos de carbono regulado, o Brasil é globalmente relevante em termos de geração de créditos de carbono. Ao final da pesquisa, concluiu-se que a criação de uma base regulatória e instrumentos de monitoramento e controle de emissões serão passos importantes em direção ao futuro do mercado de carbono no país. A criação de um mercado de carbono regulado é viável e deverá acontecer no Brasil, adaptado à realidade do país, assim como ocorreu em outros países da América do Sul e principalmente na América do Norte.

Palavras-chave: Mercado de Carbono. Precificação do carbono. Gases de efeito estufa.

ABSTRACT

COSTA, LUCAS. **The Situation of the Carbon Market in Brazil**. 2022. 62 pages. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, Year.

The present research seeks to understand the current situation for the creation of a regulated carbon market in Brazil. Although there are voluntary markets for trading carbon credits in Brazil, there is still no regulated carbon market, that is, companies do not have legal obligations to respect limits for the emission of Greenhouse Gases (GHG). The research presents the environmental and social aspects that motivate the creation of the carbon market, as well as the economic foundations that support the creation of this market and the international policies responsible for the creation of the current mechanisms of carbon pricing. The emergence of the carbon market represents one of the main alternatives to fulfilling the goals currently set by the Paris Agreement. There is another carbon pricing mechanism, in addition to the carbon market, such as taxation on GHG emissions, a mechanism that can be used together or as an alternative to the carbon market. Due to the fact, the present study aimed to investigate what is the situation of the carbon market in Brazil, for this purpose, the history of the carbon market in Brazil was outlined; highlighted the legislative framework of the carbon market in Brazil and highlighted the main challenges for the implementation of a regulated carbon market in Brazil. Through a bibliographic research, the data collection instruments for the development of the research were made by Google Scholar and consultation of government websites that contained documents on the subject, prioritizing articles published in scientific journals developed in the last five years. A historical review of the topic was carried out, from international climate conferences to Brazilian laws and policies related to the emission of greenhouse gases (GHG). It was observed that in Brazil, the National Policy on Climate Change (PNMC) has as one of the main objectives to stimulate the development of the Brazilian Emission Reduction Market (MBRE). The study developed with the support of the World Bank on the development of a carbon market, Partnership for Market Readiness (PMR), concludes that it would be convenient and viable for Brazil to have a regulated carbon market despite the fact that there is already a

voluntary market in the country. This Brazilian voluntary market, originated from the specific interests of private companies in trading carbon credits, is today one of the main voluntary markets in the world and grew by more than 700% between 2019 and 2021 (VARGAS; DELAZERI; FERRERA 2022). Thus, although the country still does not have a regulated carbon credit market, Brazil is globally relevant in terms of generating carbon credits. At the end of the research, it was concluded that the creation of a regulatory base and instruments for monitoring and controlling emissions were important steps towards the future of the carbon market in the country. The creation of a regulated carbon market is feasible and should take place in Brazil, adapted to the country's reality, as it happened in other countries in South America and mainly in North America.

Keywords: Carbon Market. Carbon pricing. Greenhouse gases.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 3.1 – Funcionamento do MDL	22
FIGURA 3.2 – Funcionamento do mercado de carbono, sistema de comércio de emissões <i>cap and trade</i>	30
FIGURA 3.3 – Gráfico da Evolução mundial dos créditos de carbono gerados no mercado voluntário (2002-2021)	35
FIGURA 3.4 – Mapa com a distribuição dos sistemas de precificação de carbono no mundo	37
FIGURA 3.5 – A evolução dos níveis de poluição atmosférica no Brasil por segmento (1990 – 2020)	41
FIGURA 3.6 – Distribuição percentual, entre as nações, de projetos MDL aprovados no mundo em 2016.....	42
FIGURA 3.7 – Distribuição anual da emissão de RCEs de atividades de projeto MDL – Brasil (2005-abr./2017) (Em %)	43
FIGURA 3.8 – Evolução das emissões de créditos de carbono no mercado voluntário do Brasil (2009-2021)	46
FIGURA 3.9 – Volumes de créditos gerados no MDL e no mercado de carbono voluntário no Brasil (2006 – 2020)	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 – CoPs que trataram sobre a precificação do carbono	18
TABELA 3.2 – Artigo 6 do Acordo de Paris	24
TABELA 3.3 – Mecanismos de precificação de carbono.....	28
TABELA 3.4 – Ativos ambientais negociáveis no mercado de carbono regulado	29
TABELA 4.1 – Tabela de resultados.....	53
TABELA 5.1 – Tabela com resultados.....	54

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AND	Autoridade Nacional Designada
BMF	Bolsa de Mercadorias e Futuros
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro Para o Desenvolvimento Sustentável
CH ₄	Gás metano
CIMIG	Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima
CND	Contribuição Nacional Determinada
CO ₂	Gás carbônico
COP	Conference of the Parties; Conferência das Partes
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DPC	Documento de concepção de projeto
EU ETS	European Union Emission Trading System; Esquema de Comércio de Emissões Europeu
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GEE	Gás de Efeito Estufa
HFC	Gás hexafluoretos de carbono
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change; Painel Intergovernamental de Mudança do Clima
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ITMO	Internationally Transferred Mitigation Outcomes; Transferências Internacionais de Unidades de Redução de Emissões
MBRE	Mercado Brasileiro de Redução de Emissões
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MDS	Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MRV	Sistema Monitorado, Relatado, Verificado
MV	Mercado Voluntário
N ₂ O	Gás óxido nitroso
NF ₃	Trifluoreto de nitrogênio
ONU	Organização das Nações Unidas
PFC	Perfluoretos de carbono

PMR	Partnership for Market Readiness; Parceria para Prontidão de Mercado
PNMC	Programa Nacional de Mudanças Climáticas
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RCE	Redução Certificada de Emissão
REED+	Redução de Emissões Provenientes do Desmatamento e Degradação Florestal
RGGI	Regional Greenhouse Gas Initiative; Iniciativa Regional de Gases de Efeito Estufa
SCE	Sistema de Comércio de Emissão
SF6	Gás hexafluoreto de enxofre
UNFCCC	United Nation Framework Convention on Climate Change; Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 REVISÃO DA LITERATURA	17
3. 1 O surgimento dos mecanismos de compensação de emissões	17
3. 2 O Protocolo de Quioto e a sua importância para a precificação do carbono.....	19
3.3 O Acordo de Paris	23
3.4 A funcionalidade do Mercado de Carbono e a precificação do carbono.....	26
3.4.1 O Mercado de Carbono Regulado.....	30
3.4.2 O Mercado de Carbono Voluntário.....	33
3.4.3 O Mecanismo de Tributação.....	35
3.5 Experiencias Internacionais.....	36
3.5.1 O Mercado de Carbono Europeu (EU ETS)	37
3.5.2 O Mercado de Carbono da California	38
3.5.3 O Greenhouse Gas Initiative - RGGI	39
3.6 A regulamentação sobre mudança do clima no Brasil.....	40
3.7 O Mercado de Carbono Voluntário no Brasil.....	45
4 METODOLOGIA	51
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

Vários países do globo, incluindo federações da América do Sul, adotaram o mercado de carbono como o principal mecanismo utilizado contra o aumento da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. Seria essa uma alternativa cabível no Brasil? Em que estágio de desenvolvimento, principalmente em termos de legislação, se encontra o mercado de carbono no país? Para a compreensão do mecanismo e resposta às perguntas anteriores, é fundamental entender como surgiram os mercados de carbono, o que são e como funcionam. A seguir, o presente trabalho traz uma revisão das principais conferências ambientais, onde o tema surgiu pela primeira vez e como as evoluções foram acontecendo, isso será a base para discutir mais à frente a situação do mercado de carbono no Brasil.

Dentre as várias conferências internacionais do clima ocorridas, assim como tratados realizados, certamente o Protocolo de Quioto é um dos mais importantes. Segundo (SILVA, 2009), o Protocolo prevê uma redução total das emissões de Gases de Efeito Estufa de 5,2% entre 2008 e 2012 em comparação aos níveis de 1990. Apenas 42 países industrializados, pertencentes ao Anexo I do Protocolo, estavam sujeitos a essas metas que variam de um signatário para outro. Os países da União Europeia têm que cortar as emissões em 8%, enquanto o Japão se comprometeu com 5%.

Em substituição ao Protocolo de Quioto, surge o Acordo de Paris, a conferência internacional mais importante ocorrida posteriormente ao Protocolo de Quioto. O documento busca direcionar a resposta global às mudanças do clima, fortalecendo ações que promovam o desenvolvimento sustentável e esforços para erradicar a pobreza, incluindo um conjunto de ações que permitam manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C quando comparado aos níveis pré-industriais e, preferencialmente, limitando o aumento da temperatura em no máximo 1,5°C, o que permitirá reduzir riscos dos impactos causados pelo aquecimento global de origem antrópica.

Segundo dados do Banco Mundial, vários países estão considerando novas iniciativas para a precificação do carbono. Até abril de 2022, existiam no mundo 68 iniciativas de precificação de carbono em operação, regulamentadas pelos seus respectivos governos. Além disso, existem outras três iniciativas em fase de implementação. Isso inclui 37 impostos de carbono e 34 estruturas de mercado de carbono. Um novo imposto sobre o carbono no Uruguai começou em janeiro de 2022 e três novas estruturas de mercado de carbono também começaram no passado

em jurisdições subnacionais na América do Norte – Oregon, New Brunswick e Ontário (BANCO MUNDIAL, 2022).

Hoje, aproximadamente 23% do total de emissões globais de GEE são cobertas por iniciativas de precificação de carbono. A receita gerada em transações, ou seja, o montante financeiro recebido pelos governos por meio de impostos de carbono ou venda de licenças para emissão no ano de 2021, considerando as 68 iniciativas de precificação regulamentadas existentes, foi de 84 bilhões de dólares (BANCO MUNDIAL, 2022)

O Brasil, com sua privilegiada condição geográfica, florestas exuberantes e grande variedade de fontes alternativas para geração de energia, caminha em direção à regulamentação de um mercado de carbono. Atualmente, o país é referência na geração de créditos de carbono via mercado voluntário, o qual surgiu com a proposta de abrir espaço para o desenvolvimento de projetos com escala que não seriam economicamente viáveis no mercado regulado pelo Protocolo de Quioto (SOUZA; ANDRADE, 2014).

No mercado voluntário brasileiro, o volume de créditos gerados em 2021 aumentou 236% em relação ao volume gerado em 2020 e 779% em relação ao volume gerado em 2019. Assim como no mercado de carbono voluntário internacional, esse aumento pode ter sido impulsionado pela alta demanda por parte do setor empresarial para o atendimento aos compromissos de neutralidade assumidos (VARGAS; DELAZERI; FERRERA 2022).

Diferentemente do mercado de carbono voluntário, o mercado regulado requer a atuação de um órgão regulador, definindo o limite das emissões, para que os participantes do mercado se esforcem na mitigação de geração de GEE para cumprir o teto. Posteriormente à definição do teto, as permissões para poluição são alocadas entre os participantes do mercado, sendo que cada permissão equivale ao direito de emitir uma tonelada de CO₂ (NICOLLETTI; LEFÈVRE, 2016).

No dia 19 de maio de 2022 foi publicado pelo Governo Federal um decreto para regulamentar o mercado de crédito de carbono no Brasil. Dessa forma, tendo um arcabouço legal ainda mais robusto, o Brasil se destaca como um dos principais países do mundo em termos de potencial para a geração e comercialização de créditos de carbono.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o atual estágio do mercado de carbono no Brasil

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Apresentar a linha do tempo relativo ao mercado de crédito de carbono no Brasil e no mundo;
- ✓ Apresentar o arcabouço legal que trata sobre o mercado de carbono no Brasil;
- ✓ Apresentar as principais formas de precificação de carbono praticadas no Brasil, os participantes envolvidos e valores de geração de créditos de carbono;
- ✓ Apresentar os principais desafios para a regulamentação do mercado de carbono no Brasil;
- ✓ Analisar o potencial do mercado de carbono no Brasil.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 O surgimento dos mecanismos de compensação de emissões

Desde o período conhecido como revolução industrial, o mundo se depara com um aumento significativo nas concentrações dos chamados Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera terrestre, onde a origem de tais emissões é principalmente antrópica ou pelo menos é induzida por atividades humanas. O setor industrial é uma das principais fontes de emissão de GEE. Fontes de energia derivadas de petróleo, carvão mineral e gás natural, além do desmatamento de áreas verdes contribuem significativamente para a potencialização do fenômeno conhecido como efeito-estufa.

Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) (MCT, 2010, *apud* DINATO, 2013), o clima da Terra é regulado pelo fluxo constante de energia solar que atravessa a atmosfera. Parte dessa energia é devolvida pela Terra em forma de radiação infravermelha. Os GEE têm a propriedade de bloquear parte dessa radiação. Gases como o vapor d'água, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e ozônio (O₃) existem naturalmente na atmosfera e são essenciais para a manutenção da vida no planeta, pois, sem eles a Terra seria 30° C mais fria.

Conforme mencionado anteriormente, como consequência de atividades antrópicas está ocorrendo o aumento da concentração de GEE na atmosfera terrestre. Além disso, passou a ocorrer a emissão de outros GEE, compostos químicos produzidos pelo homem (MCT, 2010, *apud* DINATO, 2013).

Em 1972 a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu em Estocolmo, na Suécia, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Ser Humano. Passados onze anos, em 1983, a Organização voltou a promover mais um encontro, desta vez na Noruega. Em 1988 foi realizado o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, apoiado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), culminando assim na formação do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC).

No ano de 1990, foi realizada no Rio de Janeiro a Eco 92, também conhecida como Rio 92. Desde então, várias medidas têm sido tomadas visando conter o aquecimento global, incluindo as reuniões anuais entre os países signatários do Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do

Clima, reuniões conhecidas como Cop., sigla em inglês de *Conference of the Parties*), as Conferências das Partes (FREITAS; SILVA, 2020). A Rio 92 deu início às discussões que resultaram no Protocolo de Quioto, em 1997. O Protocolo de Quito, por sua vez, deu início à temática da precificação do carbono, trazendo para a discussão as possibilidades de negociação de emissões entre países para que os signatários pudessem cumprir os limites de poluição estabelecidos no Protocolo. Além da CoP 3, onde firmou-se o Protocolo de Quioto, outras reuniões deram prosseguimento ao tema. É importante destacar a CoP 21, onde foi firmado o Acordo de Paris, acordo este que dada a sua relevância terá destaque ao decorrer deste trabalho. Abaixo, a Tabela 3.1 destaca as CoPs que trataram sobre a precificação do carbono.

Tabela 3.1 – CoPs que trataram sobre a precificação do carbono

Cop.	Ano	Local	Aspectos/ Decisões
3	1997	Quioto, Japão	Firmado o Protocolo de Quioto
10	2004	Buenos Aires, Argentina	Início da vigência do Protocolo de Quioto para o primeiro período de compromisso, de 2008 a 2012
14	2008	Poznan, Polônia	Os países em desenvolvimento (não Anexo I) ¹ demonstraram interesse em participar das compensações de emissões
15	2009	Copenhague, Dinamarca	Foi firmado o Acordo de Copenhague, no qual os países, inclusive os em desenvolvimento, apresentaram metas de redução de emissões de GEE. Estabelecido o objetivo de se limitar o aumento de temperatura da superfície da terra em 2°C.
16	2010	Cancun, México	Oficializado o objetivo de limitar o aquecimento global a 2°C
17	2011	Durban, África do Sul	Firmada a Plataforma de Durban, que estabelece que até 2015 os detalhes dos compromissos para o novo acordo global sejam acordados.
18	2012	Doha, Catar	Prorrogado o Protocolo de Quioto pelo período de 2013 a 2020. Firmado acordo para subsidiar as negociações e aprovação de novo documento em 2015, que considere as responsabilidades históricas de cada país, equitativo e obrigatório para todas as Partes.
20	2014	Lima, Peru	Confirmado que todas as Partes devem apresentar suas NDC ² até a Cop. 21, utilizando o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, ou seja, aos países desenvolvidos seriam atribuídas maiores responsabilidades das que seriam assumidas pelos países em desenvolvimento.
21	2015	Paris, França	Firmado o Acordo de Paris. Todos os países concordaram em assumir compromissos para minimizar os efeitos do aquecimento global. Validadas as NDCs que serão a base para a implementação de procedimentos de monitoramento, relato e verificação (MRV) ³ . Instituído novo mecanismo de mercado para negociação de emissões.
22	2016	Marraxexe, Marrocos	Objetivo: definir regras para implementação das obrigações assumidas pelo Acordo de Paris.
26	2020	Glasgow, Escócia	Assinado o Pacto de Glasgow, que coloca o objetivo de dedução de 1,5°C no centro dos esforços globais, considerado um avanço em relação ao

			Acordo de Paris, o qual mencionava o objetivo de manter o aumento da temperatura bem abaixo de 2,0°C.
27	2022	Sheikh, Egito	Ainda em andamento. Será importante para alinhar os objetivos de redução de aumento da temperatura global no cenário pós pandemia.

Fonte: Adaptado de De Freitas e Da Silva (2020).

¹ Os países industrializados ou desenvolvidos, de acordo com o Anexo 1 do Protocolo

² Contribuição Nacional determinada, na sigla em inglês

³ Processo de Monitoramento, Relato e Verificação

De acordo com o grau de relevância dos eventos apresentados na Tabela 3.1 acima, é importante destacar dois marcos para o desenvolvimento dos mercados de carbono pelo mundo. São eles o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris.

3. 2 O Protocolo de Quioto e a sua importância para a precificação do carbono

Passo importante para colocar em prática os objetivos de redução da poluição atmosférica, o Protocolo de Quioto estabeleceu metas de limite de poluição pela queima de combustíveis fósseis para os países considerados signatários (países desenvolvidos), ficando estabelecidas metas de redução das emissões de gases de efeito estufa. O protocolo foi dividido em duas fases, sendo a primeira fase estabelecida entre os anos de 2008 e 2012, e a segunda fase entre os anos de 2013 e 2020 (GUIDA, 2013).

O Protocolo foi pautado no princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada. Isso significa que países desenvolvidos eram considerados como os maiores responsáveis pela poluição atmosférica, assim, possuíam maior responsabilidade em relação as metas de redução de emissões. Ao todo 192 partes foram signatários ao Protocolo de Quioto, sendo 191 Estados e 1 organização de integração econômica regional (União Europeia).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), O Protocolo de Quioto constitui um tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, definindo metas de redução de emissões para os países desenvolvidos, também conhecidos como países pertencentes ao Anexo I, e os que, à época, apresentavam economia em transição para o capitalismo, considerados os responsáveis históricos pela mudança atual do clima. O Protocolo entrou em vigor no dia 16 de fevereiro de 2005.

De acordo com Silva (2009, p. 160):

O Protocolo prevê uma redução total das emissões de 5,2% entre 2008 e 2012 em comparação aos níveis de 1990. Apenas 42 países industrializados do Anexo I do Protocolo estão sujeitos a essas metas que variam de um signatário para outro. Os países da União Europeia têm que cortar as emissões em 8%, enquanto o Japão se comprometeu com 5%.

Em sua segunda fase (2013 – 2020), o Protocolo de Quito teve como objetivo a redução média de 18% de GEEs para os países pertencentes ao Anexo 1 (países desenvolvidos).

O Protocolo de Quioto limitava emissões dos seis dos principais gases que provocam o efeito estufa, são eles o metano (CH₄); o óxido nitroso (N₂O); o hidrofluorcarbono (HFC); o perfluorcarbono (PFC); o hexafluorsulfúrico (SF₆) e o gás carbônico (CO₂) (SILVA, 2009).

Através do Protocolo de Quioto, criou-se medidas de compensações financeiras para aqueles signatários que extrapolam os parâmetros estabelecidos para os limites de emissão de gases de efeito estufa, originando também a possibilidade de negociações entre as partes redutoras e necessitadas de crédito para compensar as suas emissões. Apesar de não possuírem metas específicas junto ao Protocolo, os países em desenvolvimento podem ser anfitriões de projetos para redução ou compensação de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Essa forma de participação dos países não pertencentes ao Anexo 1 (países em desenvolvimento) é apresentada no Artigo 12 do Protocolo de Quioto, onde é contemplado o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). O MDL consiste no desenvolvimento de projetos que reduzam a emissão de gases de efeito estufa. Os projetos no âmbito do MDL são implementados em países menos desenvolvidos e em desenvolvimento, os quais podem vender as reduções de emissão de GEE, denominadas Reduções Certificadas de Emissão (RCEs) para os países desenvolvidos, auxiliando-os assim a cumprir as suas metas e compromissos de redução de GEE assumidos junto ao Protocolo de Quioto (BRASIL, 2022). Tais projetos devem implicar em reduções de emissões adicionais àquelas que ocorreriam na ausência do projeto, garantindo benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da mudança do clima (BRASIL, 2022)

Para Santin (2007), o MDL irá estimular países em desenvolvimento a investirem em tecnologias mais sustentáveis, que são capazes de gerar Reduções Certificadas de Emissão (RCE) ou créditos de carbono, passíveis de comercialização e conseqüentemente estimulando o desenvolvimento sustentável de países em desenvolvimento. O instrumento do MDL é a porta

de entrada para que países fora do Anexo I possam também ser estimulados a contribuir com projetos que mitiguem a geração de GEE.

Para que um país possa participar de projetos de MDL, é necessário que se estabeleça e nomeie uma Autoridade Nacional Designada (AND). A AND é a entidade responsável por emitir e aprovar o projeto em âmbito nacional, uma vez que apenas o país que sedia determinado projeto é capaz de julgar e avaliar a contribuição deste segundo seus próprios critérios e requisitos para o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, a entidade responsável por analisar tais projetos de MDL é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), comandada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação. A comissão estabeleceu os seguintes aspectos de contribuição dos projetos para o desenvolvimento sustentável local: contribuição para a sustentabilidade ambiental local; contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e a geração de emprego; para a distribuição de renda; o desenvolvimento tecnológico e para integração regional.

Para que um projeto de MDL seja aprovado e de fato considerado como mitigador de emissões de GEE, algumas etapas deverão ser seguidas. Segundo Fernandes e Leite (2021, p.257) para que o projeto de MDL gere as unidades de crédito de Reduções Certificadas de Emissão (RCE), onde cada crédito equivale a uma tonelada de CO₂ equivalente, às sete etapas descritas abaixo devem ser seguidas:

1ª Elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DPC) – Fase de configuração do projeto, com ênfase especial na metodologia que estabeleça a adicionalidade e a sua linha de base. O projeto será considerado adicional se as emissões de GEE forem menores do que as que ocorreriam na sua ausência, já a linha de base é o cálculo para poder estipular o potencial de redução de emissões do projeto, levando em conta o nível de emissões sem o projeto.

2ª Validação – Nessa fase, o participante deve contatar uma EOD (Entidade Operacional Designada) para uma avaliação independente que possa confrontar o DPC e conseqüentemente promover melhorias se necessário.

3ª Aprovação da Autoridade Nacional Designada – Corresponde à aprovação do projeto por parte do governo local. No Brasil a AND é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), que é composta por membros de distintos ministérios do governo.

4ª Registro – A aceitação formal de um projeto como MDL é feita pelo Conselho Executivo após a fase de aprovação. O CE analisa toda a documentação enviada (o DPC), assim como os relatórios da EOD e da AND, e se tudo estiver de acordo será feito o registro do projeto.

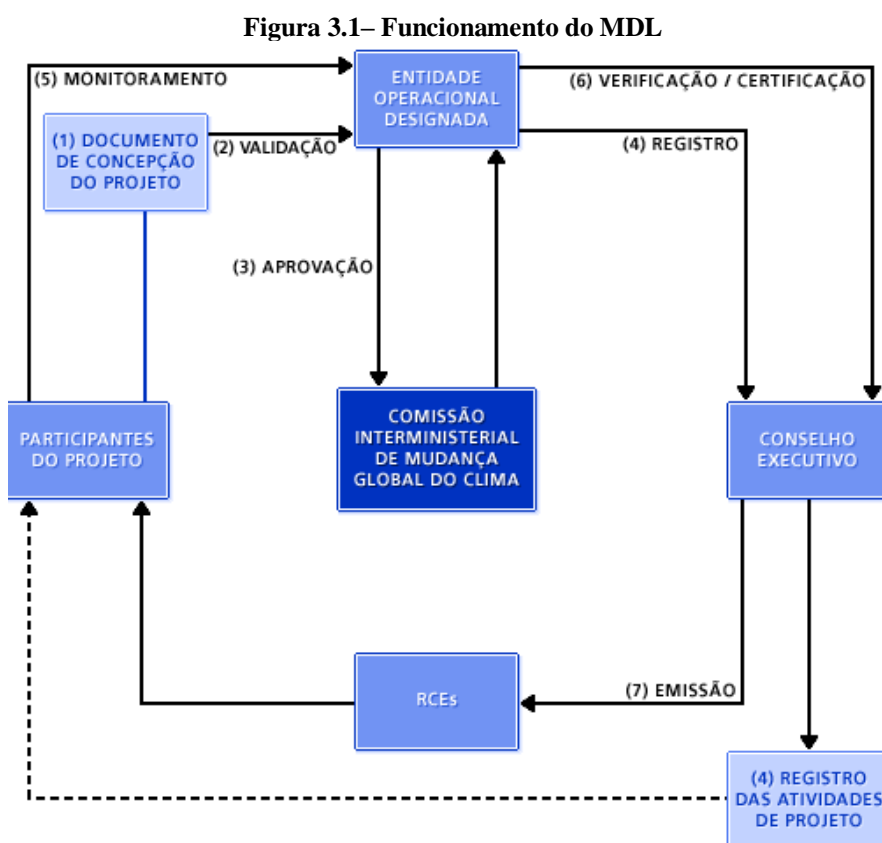
5ª Monitoramento – Após registro e implementação do projeto, começa a etapa de monitoramento que é realizada pelos próprios participantes, seguindo os planos estabelecidos no DCP. O monitoramento deve ser constante, incluindo o recolhimento e armazenamento de todos os dados necessários para os cálculos estabelecidos na

metodologia, criando relatórios que serão submetidos à EOD para verificação (a menos que seja um projeto de pequena escala, essa EOD deverá ser diferente da que efetuou a validação do projeto).

6ª Verificação e Certificação – Nessa etapa de verificação é feita uma auditoria periódica e independente por meio de outra EOD para que seja feita uma revisão dos cálculos e resultados apresentados pelo projeto no objetivo de redução das emissões dos GEEs. E, portanto, uma certificação é encaminhada por escrito ao CE, confirmando que em um determinado período o projeto foi capaz de atingir os objetivos da sua metodologia aplicada no DCP.

7ª Emissão das RCEs – A certificação enviada ao Conselho Executivo comprova que os efeitos do projeto são reais, mensuráveis e de longo prazo, garantindo, portanto, a emissão das RCEs proporcional à quantidade reduzida de emissões de GEEs geradas pelo projeto. Essas são emitidas pelo CE e creditadas ao administrador do registro. (FERNANDES; LEITE, 2021, p. 357-358).

A seguir é apresentada a Figura 3.1, representando um esquema de acordo com as etapas apresentadas acima:



Fonte: BMF Bovespa.

O Brasil assumiu compromissos junto à Convenção - Quadro da Organização das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, e entre eles estão o desenvolvimento e atualização periódica do Inventário Nacional de Emissões e Remoção de Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, cobrindo diversos setores da economia. O inventário é de extrema importância para o

monitoramento e controle das emissões de GEEs no Brasil, fator essencial para o estabelecimento de um mercado de carbono no país.

O Protocolo de Quioto foi essencial para escalar as discussões sobre o controle da poluição atmosférica de origem antrópica global, permitiu a divisão das responsabilidades entre os poluidores, assim como permitiu também o estabelecimento de metas de redução com o foco em países desenvolvidos. Foi o primeiro tratado internacional para controle da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera (BRASIL, 2009).

O documento permitiu o início das discussões sobre formas de precificação de carbono, previu mecanismos para que países emergentes pudessem participar do mercado, mesmo que o foco fosse em países desenvolvidos. Porém, não se observa no Protocolo de Quioto a especificação de alternativas e mecanismos mais complexos para a dedução e compensação na emissão de GEE. Isso começa a ganhar forma com o Acordo de Paris.

3.3 O Acordo de Paris

Historicamente falando, o Acordo de Paris é o marco climático internacional mais importante ocorrida posteriormente ao Protocolo de Quioto, sendo considerado o seu substituto direto. O documento busca direcionar a resposta global às mudanças do clima, fortalecendo ações que promovam o desenvolvimento sustentável e esforços para erradicar a pobreza, incluindo um conjunto de ações que permitam manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C quando comparado aos níveis pré-industriais e, preferencialmente, limitando o aumento da temperatura em no máximo 1,5°C, o que permitirá reduzir riscos dos impactos causados pelo aquecimento global de origem antrópica.

Uma diferença importante entre o Acordo de Paris e o Protocolo de Quioto diz respeito as responsabilidades dos países. Diferentemente do Protocolo, onde apenas os países do chamado Anexo 1 possuíam metas de redução de emissões de GEE, o Acordo de Paris define que todos os países signatários passam a ter metas de redução de emissões, mesmo que essas metas possuam métricas distintas ou diferentes períodos para cumprimento (EVANS; GABBATISS, 2018).

No que diz respeito aos compromissos específicos, o documento prevê que todas as Partes (todos os países participantes) deverão apresentar suas contribuições nacionalmente determinadas - CNDs, que registram seus esforços e contribuições para efetivar os objetivos do Acordo. As Partes devem preparar, comunicar e manter sucessivas contribuições além de adotar medidas de mitigação e adaptação doméstica para alcançar o estipulado em suas respectivas CNDs. A cada 5 anos, as Partes devem informar formalmente à Convenção, o aumento de ambição de suas metas além de quais ações, políticas, projetos, entre outros, serão adotadas para implementar suas CNDs, o que cria um processo contínuo de proposição de novas CNDs contendo metas cada vez mais ambiciosas, políticas, ações e estratégias voltadas para atingir os objetivos do Acordo.

Após a realização da 21ª Conferência das Partes (COP21) e a consequente adoção do Acordo de Paris, em dezembro de 2015, as possibilidades e perspectivas foram ampliadas no que diz respeito à precificação do carbono. As Partes signatárias do Acordo passam, por exemplo, a contar com a possibilidade de alcançar suas metas por meio de transferências internacionais de unidades de redução de emissões. Esse documento foi aprovado pelas 195 Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) durante a COP21. Para entrar em vigor, foi necessária a ratificação por 55 Partes da Convenção, contabilizando uma parcela estimada de, no mínimo, 55% do total das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE). A seguir, serão destacados alguns pontos tratados no Artigo 6 do Acordo de Paris, parte importante do acordo que decorre sobre a precificação do carbono. Abaixo, a Tabela 3.2 destaca alguns pontos importantes do Artigo 6.

Tabela 3.2 – Artigo 6 do Acordo de Paris

Parágrafo do Artigo 6	Implicações para a Precificação de Carbono
Artigo 6, parágrafo 1	As Partes podem cooperar de forma voluntária para alcançar maior ambição em suas ações de mitigação.
Artigo 6, parágrafo 2	As Partes podem alcançar suas metas de redução de emissões por meio de transferências internacionais de unidades de redução de emissões (<i>internationally transferred mitigation outcomes – ITMOs</i>), desde que tais transferências contribuam para a promoção do desenvolvimento sustentável e sigam princípios de contabilização aprovados pela Convenção.
Artigo 6, parágrafo 3	Nenhuma Parte é obrigada a utilizar transferências internacionais para alcançar seus compromissos de mitigação.

Artigo 6, parágrafo 4	Cria-se um novo mecanismo de mitigação de GEE e promoção de desenvolvimento sustentável, que tem sido chamado de “Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável” (MDS). Espera-se que o mecanismo facilite a participação de entidades públicas e privadas nos esforços de redução de emissões. A estruturação do mecanismo, os tipos de atividades cobertas e os meios de implementação ainda não foram definidos, mas acredita-se que ele possa favorecer a comercialização de ITMOs no contexto das NDCs.
Artigo 6, parágrafo 5	Com o objetivo de evitar dupla contagem, as reduções de emissões resultantes do mecanismo citado no parágrafo 4 não poderão ser utilizadas por mais de uma Parte para demonstrar o cumprimento de suas NDCs.
Artigo 6, parágrafo 8	Reconhece-se a importância de mecanismos não-econômicos para a implementação das NDCs de maneira coordenada e efetiva pelas Partes.
Artigo 6, parágrafo 13	Estabelece-se um arcabouço para aumento da transparência das contribuições de cada país, incluindo a necessidade de apresentação periódica de inventários nacionais de emissões de GEE, elaborados a partir de metodologias aceitas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC</i>) e de informações que permitam a avaliação do progresso alcançado na implementação das NDCs.

Fonte: Adaptado de IETA (2021).

O Artigo 6 é de extrema importância para o futuro do mercado de carbono, e a sua implementação poderá fornecer uma base política global para um ETS abrangente que sirva como um guarda-chuva entre todos os países participantes do acordo de Paris. Neste artigo, destacam-se o Artigo 6.2, que estabelece que os ITMOs podem ser negociadas entre países, e o Artigo 6.4 que permite transferências diretas entre países e o setor privado por meio do chamado Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS).

Dessa forma, os países participantes favorecidos por abundância de recursos naturais e infraestruturas sustentáveis, e suas respectivas empresas, poderão transferir sua mitigação de emissões com uma vantagem competitiva para outros países não favorecidos (IETA; UNIVERSITY OF MARYLAND; CPLC, 2019).

O Brasil apresentou em 2015, na Assembleia Geral da ONU, o compromisso de redução de 37% das emissões de GEE nacionais até 2025 (equivalente à emissão de 1.346 milhões, t CO₂e) e de 43% até 2030 (equivalente à emissão de 1.208 milhões, t CO₂e), com base nos níveis

registrados em 2005 (BRASIL, 2015). O período coberto pela NDC brasileira é posterior a 2020 e sua implementação ocorrerá em ciclos sucessivos de cinco anos (BRASIL, 2022).

3.4 A funcionalidade do Mercado de Carbono e a precificação do carbono

Mercado de carbono é uma denominação adotada para o termo em inglês *emissions trading*, que significa “comércio de emissões”. Ele se refere à atividade surgida com a ratificação do Protocolo de Quioto, em 2005, e trata-se de uma negociação de emissões de GEE. Desta forma, países que possuem emissões abaixo do seu limite, estão autorizados a vendê-las para outros países cujo nível de emissões encontra-se acima do estabelecido, fazendo com que alcancem a meta por eles proposta (GUIDA, 2013).

Existem dois tipos de mercado de carbono, o mercado regulado e o mercado voluntário, estes possuem participantes, abrangência, regras e regulamentos específicos. A principal diferença entre os dois sistemas é que o mercado regulado é vinculado a um marco regulatório, ao passo que o mercado voluntário se configura como um mecanismo de compensação sem vínculos regulatórios.

Tanto no mercado de carbono regulado quanto no mercado voluntário negociam-se ativos ambientais na unidade de toneladas de carbono equivalente (tCO₂e). Segundo relatório “Oportunidades para o Brasil em Mercados de Carbono”, elaborado pela ICC Brasil em parceria com a Waycarbon, existem três ambientes diferentes de comercialização de crédito de carbono. São eles: o mercado de carbono regulado no âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre Mudanças Climáticas (sigla em inglês, United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC); os mercados regulados de carbono regionais, nacionais e subnacionais; e o mercado de carbono voluntário (ALBUQUERQUE et al., 2021).

Em relação aos ambientes de mercado regulado, aquele previsto pelo Protocolo de Quioto está em transição para as regras do Acordo de Paris. Conforme demonstrado anteriormente nesse trabalho, este ambiente estabelece um ETS entre os países do Anexo 1, e permite a inclusão de países em desenvolvimento através do MDL. O ambiente de negociação dos mercados de carbono nacionais e regionais é extenso e utilizado em distintos níveis de governo, nacionais, regionais (como a União Europeia) e subnacionais (estados, províncias e regiões metropolitanas).

Já as iniciativas voluntárias, comercializam créditos para compensação de acordo com a necessidade e estratégias das empresas, ocorrendo sem obrigações regulatórias. Historicamente, os principais geradores de crédito dos mercados voluntários de carbono estão localizados na Índia (23,1 Mt CO₂e), nos EUA (14,4 Mt CO₂e), na China (10,2 Mt CO₂e) e, em sétimo lugar, no Brasil (4,6 Mt CO₂e) (DONOFRIO et al., 2020).

Segundo Nicolletti e Lefèvre (2016), os instrumentos de precificação de carbono, como parte das estratégias de intervenção pública, podem ocorrer de forma implícita ou explícita. Na forma implícita, as restrições definidas pelo órgão competente representam, implicitamente, um custo sobre a emissão de GEE, na medida em que demandam alterações tecnológicas, combustíveis menos poluentes ou processos mais eficientes, que geram um gasto adicional para o responsável pelas emissões. Na segunda opção, a precificação é direta e possui dois principais formatos: (1) tributação e (2) sistema de comércio de emissões (SCE) (NICOLLETTI; LEFÈVRE, 2016).

O mecanismo de tributação, o qual consiste em definir uma taxa a ser cobrada por determinada atividade emissora de GEE, é utilizado em várias partes do mundo. Neste caso, utilizando-se da estrutura tributária já existente, especifica-se um preço a ser pago por tonelada de carbono emitida e a fonte regulada decide a quantidade de redução comparando esse preço com o custo de redução. Entretanto, o foco do presente trabalho são os sistemas de comércio de emissões (SCE) e não os sistemas de tributação, uma vez que de acordo com as conclusões do Projeto PMR Brasil (*Partnership for Market Readiness*) da parceria entre o Governo Brasileiro e o Banco Mundial, este deverá ser o principal mecanismo a ser regulamentado e adotado no Brasil. As principais considerações e conclusões do relatório supracitado serão apresentadas ao decorrer deste trabalho.

Segundo Stern (2006), a precificação de carbono, do ponto de vista da teoria econômica, visa à internalização dos custos relacionados à emissão de GEE – a externalidade ambiental negativa – que tem seus custos arcados pela sociedade e não pelo responsável pelas emissões. A externalidade negativa ocorre quando uma atividade gera perda de bem-estar a um agente e quando esta perda não é compensada (PEARCE; TURNER, 1990). Nesse caso, o impacto externo gerado não é desembolsado pelo agente responsável pela atividade, e conseqüentemente o custo não contabilizado faz com que o nível de produção da empresa fique acima do nível de produção ótimo. No foco do presente trabalho, as emissões de GEE geram uma externalidade negativa, pois, o aumento da concentração de gases na atmosfera gera a perda de bem-estar da sociedade.

De acordo com o relatório elaborado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), “Dez Recomendações para um Mercado de Carbono Regulado no Brasil” (LEFEVRE; BREVIGLIERI, 2022) a utilização de instrumentos baseados em preços é indicada pela teoria econômica como uma maneira custo-efetiva para enfrentar problemas ambientais, como a emissão de poluentes. Os instrumentos permitem atingir metas climáticas ao menor custo total para uma sociedade. Uma vez que as fontes de emissão de GEE são diversas, uma resposta que contribua para reduzir os possíveis impactos da mudança do clima deve afetar as decisões dos agentes em relação a consumo, produção e investimento privado e público (VARGAS; MUNHOZ, 2022).

A Tabela 3.3 a seguir resume os três principais mecanismos de precificação do Carbono hoje existentes.

Tabela 3.3 – Mecanismos de precificação de carbono

Mercado de carbono regulado	Mecanismos regulados em nível internacional, nacional ou regional, onde existe um limite máximo de emissões (cap). No nível internacional, vigorou o marco regulatório do Protocolo de Quioto com as metas para países desenvolvidos (Anexo 1) e, hoje, vigora o Acordo de Paris com as metas chamadas de NDC (em inglês, <i>Nationally Determined Contributions</i>). Já no nível nacional e regional, há outros marcos regulatórios específicos que resultam em cerca de 30 ETS, sendo o maior e mais importante o <i>European Union Emissions Trading Scheme</i> (EU ETS), entre outros (CPLC, 2021).
Mercado de carbono voluntário	São sistemas nos quais não há limites máximos de emissão definidos por regulação aos agentes. As metas de redução de GEE não são reguladas, mas atendem a metodologias de determinados padrões liderados, em geral, por organizações não governamentais que geram resultados de redução de emissão de GEE na implementação de projetos (CPLC, 2021). Dependendo da regulamentação, podem atender parcialmente às metas de um mercado regulado (offsets).
Tributo sobre emissões	No caso do tributo sobre as emissões, determina-se um preço a ser pago por unidade de emissão, de modo que o nível agregado de emissões previamente estipulado seja atingido. Isso é feito de forma que o somatório das reduções de poluição alcançadas por cada poluidor resulte no novo nível agregado de controle desejado. Assim, idealmente, o preço refletido no tributo ambiental deve ser baseado em funções de custo de controle dos agentes regulados. Para cada preço da poluição, o regulador identificaria a quantidade controlada associada.

Fonte: Albuquerque et al. (2021).

Nos mercados de carbono é possível negociar direitos de emissão (*Allowances*) e certificados de redução de emissão, referente a um mecanismo de compensação (*offset*). Ambos os tipos de negociação são denominados mercado de carbono. De modo geral, as transações que ocorrem nos mercados de carbono podem ser separadas em Quioto e Não-Quioto, referente aos créditos que obedecem ou não aos parâmetros do Protocolo de Quioto. Desta forma, o mercado de carbono inclui, em todos os seus segmentos, tanto os mercados de licença (ou permissão) de emissão, como os mercados que negociam as reduções de GEE, originadas da implementação de projetos específicos que visam essa redução.

Em relação as negociações das licenças de poluição, essas são distribuídas inicialmente pelo órgão regulador (representante do governo), seja na forma de leilão ou alocação gratuita. Essa distribuição ocorre para aqueles setores da economia que são regulados pelo mercado de carbono de determinado país, estado ou cidade. A possibilidade de negociação ocorre quando o participante do mercado estiver superavitário (poluir menos do que a quantidade de licenças permite), e este poderá vender o excesso de licenças para o agente (participante) deficitário.

Além disso, existem as negociações de redução de GEE provenientes de projetos regulados ou não, mas que realizam a captura ou destruição de GEEs na atmosfera e geram créditos de emissão. Essa modalidade, a qual se difere das licenças de emissão, são denominados offsets. Na maioria dos mercados regulados, o uso de offsets é limitado para manter incentivo à inovação tecnológica nos setores regulados. Assim, mercados regulados permitem que apenas uma parte das emissões de fonte regulada seja compensada com créditos de carbono de fontes não reguladas. A tabela 3.4 apresenta as diferenças entre Direitos de emissão e Certificados de redução de emissões de GEEs.

Tabela 3.4 – Ativos ambientais negociáveis no mercado de carbono regulado

Tipo de ativo ambiental	Descrição do ativo ambiental
Direitos de emissão (Allowance)	Licenças de poluição que serão alocadas pelo agente regulador, seja por distribuição gratuita ou leilão. Tais licenças poderão ser negociadas entre os agentes participantes (regulados).
Certificados de redução de emissões (Offsets)	É um mecanismo de compensação proveniente de projetos de agentes não participantes, mas que realizam a captura ou destruição de GEE na atmosfera e podem ser utilizados para a compensação de agentes participantes. Usualmente a utilização de offsets é limitada, buscando incentivar a inovação tecnológica de setores regulados.

Fonte: Elaboração própria (2022).

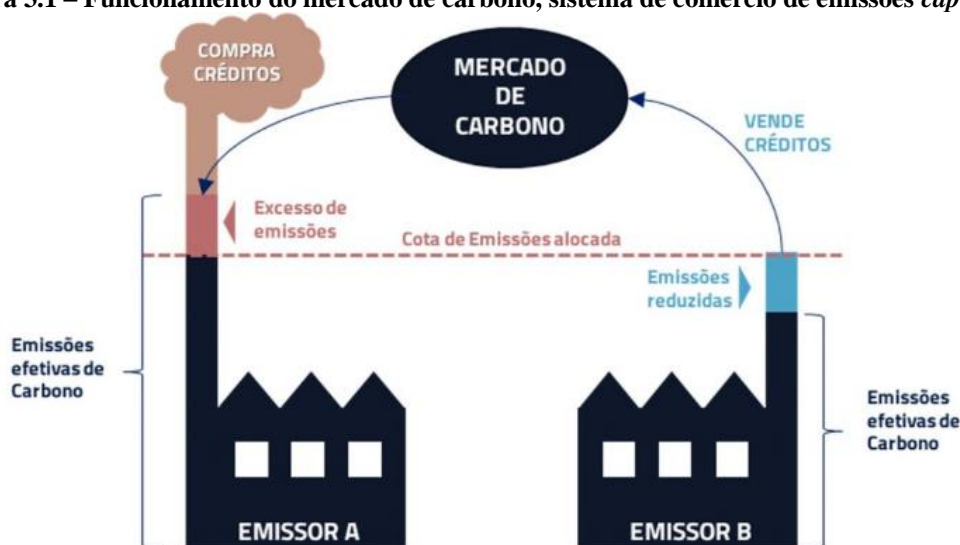
A seguir, serão detalhados o funcionamento dos mercados de carbono regulado e voluntário, assim como o mecanismo de tributação de emissões. Apesar de a taxa sobre emissões não ser o foco do presente trabalho, este é um mecanismo comum em várias iniciativas de precificação ao redor do mundo. Assim, torna-se relevante uma breve explicação sobre o seu funcionamento.

3.4.1 O Mercado de Carbono Regulado

Os mercados de carbono regulados são sistemas regulados em nível internacional, nacional ou regional, onde por meio de um marco regulatório se estabelece um limite máximo de emissões de GEE (limite denominado cap) e os agentes que emitem abaixo desse limite podem negociar (trade) os seus direitos de emissão (allowances) com aqueles que emitem acima deste limite (ALBUQUERQUE et al., 2021).

A maior parte dos mercados regulados no mundo, seja o criado pelo Protocolo de Quioto, UNFCCC, ou as iniciativas regionais e locais derivadas deste, funcionam em uma estrutura de cap na trade. A Figura 3.2 exemplifica o funcionamento do sistema de comércio de emissões (SCE) baseado no mecanismo cap and trade.

Figura 3.1 – Funcionamento do mercado de carbono, sistema de comércio de emissões *cap and trade*



Fonte: Kinea Investimentos (2022).

O termo *cap and trade* é usado para denominar um mecanismo de mercado que cria limites para as emissões de gases de um determinado setor ou grupo. O sistema é uma dentre diversas ferramentas de políticas públicas para o controle das mudanças climáticas. Este determina um limite claro de emissões de GEE, que se traduz em permissões de emissão (normalmente equivalentes a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente – t CO₂e), que são leiloadas ou alocadas à venda por um agente regulador. Até então, o principal representante deste tipo de sistema (cap-and-trade) é o Mercado Europeu, em inglês denominado European

Emissions Trading System (EU ETS), que entrou em vigor com a ratificação do Protocolo de Quioto.

O SCE tem como base a definição de um cap, ou seja, um teto para as emissões. Aqui está a atuação do órgão regulador, definindo o cap para que os participantes do SCE se esforcem na mitigação de geração de GEE para cumprir o teto. Os participantes do Sistema são empresas atuantes em determinados setores da economia que serão cobertos pelo SCE. Ou seja, empresas de setores que serão monitorados e terão obrigações legais em relação a mitigação das emissões de GEE.

Posteriormente à definição do cap, as permissões para poluição são alocadas entre os participantes do mercado, sendo que cada permissão equivale ao direito de emitir uma tonelada de CO₂ (NICOLLETTI; LEFÈVRE, 2016). A alocação das permissões para poluição pode ser feita de duas formas, através da distribuição gratuita dos direitos, ou através de leilões de venda administrados pelo regulador. Existe também a opção híbrida, aonde parte dos direitos é distribuída de forma gratuita, e parte ocorre através de leilão.

Concluída a distribuição inicial, os participantes (empresas e setores regulados pela legislação) estarão aptos a negociar entre si os direitos de emissão. Dessa forma, participantes que conseguirem reduzir mais do que o necessário ao longo de determinado período, podem negociar o excedente com os demais que não obtiveram um desempenho tão positivo.

Como efeito, avaliações sobre custos marginais de abatimento auxiliam empresas a avaliar, comparar e priorizar opções (ou reduzir emissões internamente, ou adquirir permissões no mercado). Isto permite que o custo total das ações necessárias para o atingimento do cap global seja o menor possível, já que reduções de emissão serão realizadas onde os custos de abatimentos forem mais baixos. (NICOLLETTI; LEFÈVRE, 2016, 150).

Ao final do período de apuração, o qual poderá ser anual, as empresas participantes deverão confrontar os seus direitos de poluição com o que de fato foi emitido em termos de GEE. Devem ser entregues aos reguladores relatórios que comprovem as emissões do período, assim como o número de permissões que determinada empresa detém. O não cumprimento do relatório poderá acarretar sanções administrativas, civis e/ ou penais.

Sistemas de informação robustos são essenciais para o bom funcionamento de um SCE. Será necessário confirmar o desempenho das empresas, em termos de redução de emissões, e isso deverá ocorrer através de um Sistema Monitorado, Relatado, Verificado (MRV). Sistemas

MRV são fundamentais para o funcionamento adequado do sistema SCE. Segundo Nicolletti e Lefèvre (2016), um MRV preferencialmente deverá ser implementado em momento anterior ao início da operação do mercado, para que as informações sobre perfis e históricos de emissões permitam ao regulador definir os parâmetros, como, por exemplo a cobertura dos GEEs a serem monitorados, setores da indústria, definição do cap para determinado setor e a necessidade de instrumentos de flexibilidade (*offsets*). Abaixo é apresentado de forma resumida as principais etapas para implementação de um sistema *cap and trade*.

1ª Definição do escopo: Estabelece os setores sujeitos à regulação, como a indústria, o setor de energia, de edificações e de transporte. Além disso, determina os GEE incluídos na política (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆, NF₃).

2ª Definição do cap: O cap será estabelecido com base nos dados das emissões - históricas ou projetadas - dos setores cobertos pelo sistema. A obtenção desses dados, por sua vez, pode seguir uma abordagem Top-Down ou Bottom-Up. O cap deve refletir o nível de ambição da meta de redução de emissões que se deseja alcançar.

3ª Alocação das permissões: As permissões podem ser alocadas de forma gratuita (conforme critérios de grandfathering, em que são distribuídas conforme as emissões históricas das entidades reguladas, ou benchmarking, em que a distribuição é feita com base em índices de referência para o setor) ou vendidas em leilões. Além disso, o desenho do instrumento deve prever como será considerada a regulação de novos entrantes, o fechamento de instalações e as remoções de emissões de GEE.

4ª Decisão sobre o uso de offsets: Caso offsets de setores não cobertos pelo ETS e/ou créditos provenientes de reduções de emissões alcançadas em outras jurisdições sejam aceitos, devem-se delimitar, de antemão, os setores, gases e atividades elegíveis. Além disso, deve-se estabelecer o limite para a utilização de offsets e determinar se esses créditos serão provenientes de um programa de offset próprio ou de programas já existentes – como o MDL.

5ª Garantia de compliance e fiscalização: Para garantir a eficácia de um mercado de emissões, o reporte destas deve ser feito de maneira clara e regulamentada. A definição de como funcionará o registro do ETS e como será a regulação do mercado são fundamentais, assim como a forma pela qual o cumprimento da regulação será garantido.

6ª Consideração da interconexão de mercados: A delimitação da estratégia para conexão do ETS com outros mercados, sejam eles no âmbito nacional ou regional, deve ser feita de antemão. Afinal, o desenho do sistema deve ser elaborado tendo-se em conta a necessidade de compatibilização futura dos sistemas, assim como a definição dos mercados parceiros e o tipo de interconexão a ser estabelecida.

7ª Implementação, avaliação e aperfeiçoamento: Um cronograma factível de implementação do sistema deve ser estabelecido, bem como o escopo das revisões subsequentes. Por fim, devem-se prever as formas de avaliação do desempenho e dos impactos do sistema de comércio de emissões (CBDS, 2022, p. 44-45).

É importante destacar que não existe um único mercado de carbono, definido por uma única commodity, por apenas um contrato. O termo “mercado de carbono” refere-se a um conjunto de diversas transações por meio das quais volumes de reduções de emissões de GEE são comercializadas e diferenciam-se em relação ao tamanho, formato e regulamentação (GODOY, 2009 *apud* GUIDA, 2013). A variabilidade dos mercados de carbono, assim como dos contratos que são negociados em cada mercado, dificultam uma integralização desses sistemas e

consequentemente impossibilita a unificação para a formação de um mercado global. Na prática, diferentes regiões possuem diferentes regulamentações, diferentes mercados, padrões de contratos negociados e diferentes preços.

Hoje, um dos SCEs mais desenvolvidos no mundo é o Mercado de Carbono da Califórnia. Nele são negociadas autorizações comerciáveis, como licenças, para emitir uma tonelada métrica de t CO₂e. Estas autorizações serão concedidas às entidades pelo Governo da Califórnia de duas formas distintas: alocação direta ou leilão. Uma vez distribuídas, estas permissões poderão ser trocadas em um mercado secundário para cumprir as necessidades de todas as entidades abrangidas (GUIDA, 2013).

Além disso, há também espaço para os créditos de carbono (offsets). Dentro da regulamentação do programa da Califórnia, uma entidade pode compensar até 8% do total das emissões previsto pelas metas do programa através da compra de créditos gerados por projetos específicos que reduzem emissões ao sequestrar ou destruir GEE. Foram determinadas categorias específicas de projetos que podem oferecer estes créditos, divididas em dois grupos: créditos gerados depois da regulamentação do programa e créditos de ações prévias, que datam de antes da criação do programa (CALIFORNIA, 2013 *apud* GUIDA, 2013).

A decisão de um agente participante do mercado de carbono, entre adquirir permissões para compensar a sua emissão ou investir em tecnologias que permitam uma produção menos intensiva em emissão de CO₂, será facilitada uma vez que poderá comparar os custos em se adquirir tal permissão de poluição adicional (custo marginal) com os custos de investimento para a redução de emissão. O preço do carbono será determinante nessa decisão, assim como as expectativas em relação ao preço futuro da commodity. O agente terá que tomar decisões visando não somente o curto prazo, mas também deve projetar os cenários futuros para o preço dos créditos de carbono.

3.4.2 O Mercado de Carbono Voluntário

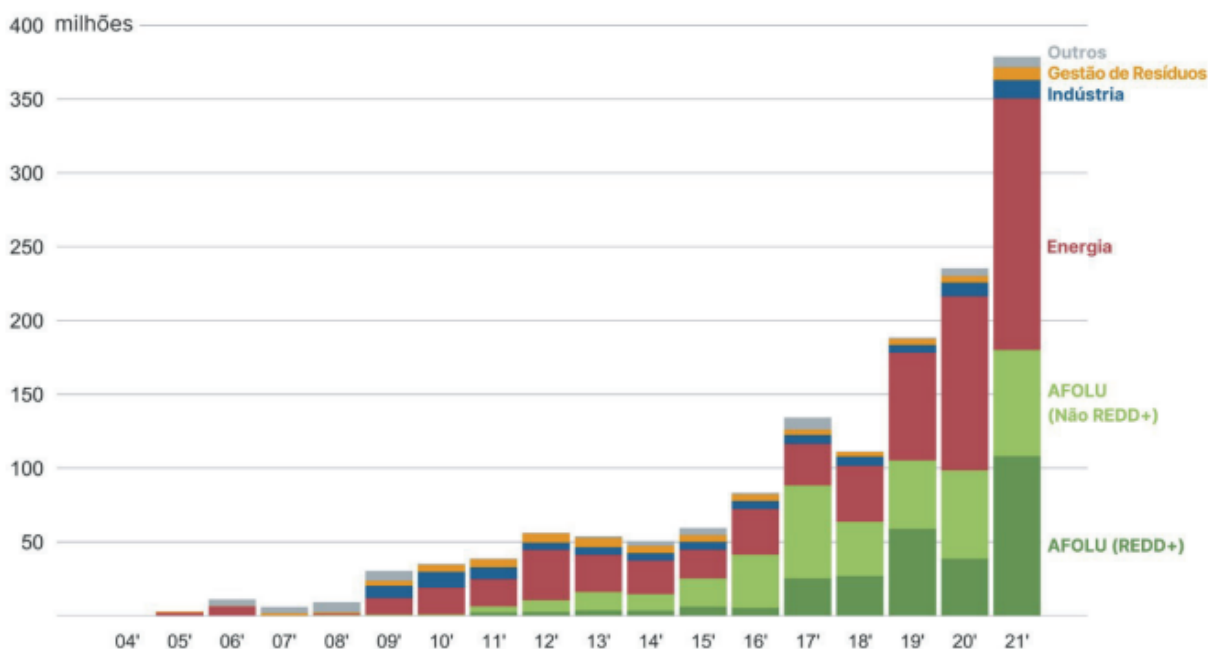
Os mercados de carbono voluntário são sistemas nos quais não há limites máximos de emissão definidos por um agente regulador. Nesse caso, as metas de redução de GEE são definidas pelos próprios agentes, sejam eles empresas privadas ou entes públicos, atendendo a determinados padrões de metodologias liderados.

Assim como no mercado regulado, a exemplo do MDL, no mercado voluntário são implementados em nações em desenvolvimento projetos que geram redução de GEE e seus créditos são comercializados após contabilização. Contudo, no voluntário, há uma maior amplitude de atores envolvidos (tanto implementadores quanto compradores), o que o torna um instrumento de mercado mais abrangente (HARRIS, 2007).

Uma particularidade do mercado voluntário são os Padrões de Certificação por terceiros, que estipulam regras de implementação e operação dos projetos (no regulado, as regras são estipuladas pela ONU, por meio da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima) (PAIVA et al., 2015). Esses padrões têm atuação destacada no mercado voluntário por auditarem e monitorarem periodicamente as atividades certificadas a fim de verificar conformidades e/ou desvios e, assim, conferir maior confiabilidade a essas iniciativas (MACKERRON et al., 2009; SOUZA et al., 2011 *apud* PAIVA et al., 2015).

As principais etapas do processo de certificação dos créditos de carbono gerados no mercado voluntário são: elaboração do projeto, validação, registro, monitoramento e certificação. A elaboração do projeto deverá seguir uma metodologia vigente e cumprir os requisitos de qualidade necessários para serem aprovados. A validação deverá ocorrer por meio de um processo de auditoria independente, realizado por empresas credenciadas pelos órgãos de certificação. Ao final do processo de validação, os proponentes fazem o pedido para que seus projetos sejam registrados nos padrões de certificação e, portanto, estejam aptos para emitir créditos de carbono no mercado voluntário (VARGAS; DELAZERI; FERRERA 2022). A Figura 3.3 mostra que o crescimento do mercado de carbono voluntário global se intensificou a partir de 2015, com maior destaque a partir de 2019.

Figura 2.3 – Gráfico da Evolução mundial dos créditos de carbono gerados no mercado voluntário (2002-2021), em milhões de toneladas de Carbono equivalente.



Fonte: Mercado de Carbono Voluntário no Brasil, na Realidade e na Prática (VARGAS; DELAZERI; FERRERA 2022).

Segundo o Banco Mundial (2022), a elevação nas emissões de créditos de carbono está ligada ao aumento da demanda por parte de empresas em todos os continentes que adotaram compromissos para reduzir a zero as suas emissões líquidas de GEE. Observa-se, ainda, que os setores que mais têm se destacado na geração de créditos no mercado voluntário global nos anos recentes são os de produção ou conservação de energia e de floresta (REDD+1 e não REDD+).

3.4.3 O Mecanismo de Tributação

No caso do tributo sobre as emissões de GEE, determina-se um preço a ser pago por unidade de emissão dos Gases, de modo que o nível agregado de emissões previamente estipulado seja atingido. Isso é feito de forma que o somatório das reduções de poluição alcançadas por cada poluidor resulte no novo nível agregado de controle desejado. Assim, idealmente, o preço refletido no tributo ambiental deve ser baseado em funções de custo de controle dos agentes

regulados. Para cada preço da poluição, o regulador identificaria a quantidade controlada associada (CEBDS).

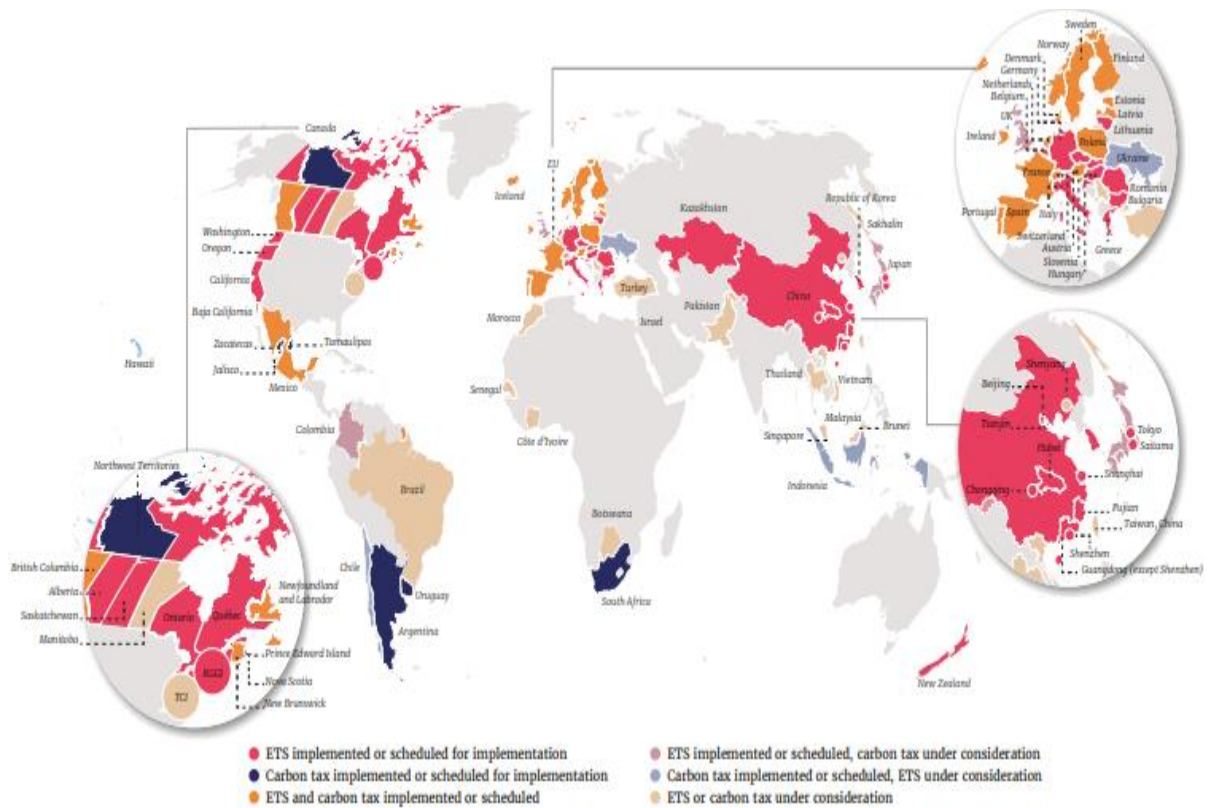
Na tributação, o maior desafio político está na definição da alíquota do tributo, enquanto, no sistema de mercado, esse desafio coloca-se na questão distributiva do critério de alocação de direitos de emissão - embora sem consequência na eficiência do sistema (CEBDS). Sistemas de tributação apresentam, em geral, um menor custo de implementação, visto que o país poderá utilizar de sua administração tributária (já existente).

Países, como o caso da Noruega em 1991, adotaram a tributação como forma de precificação do carbono. Em relação ao Brasil, mecanismos de tributação normalmente apresentam menor popularidade devido as cargas tributárias já existente no país.

3.5 Experiencias Internacionais

Existem hoje no mundo um total de 68 iniciativas para precificação de carbono em operação, e outras três em programadas para implementação. Isso inclui 37 estruturas de tributação, e 34 projetos de mercados regulados de carbono. Segundo dados do Banco Mundial (2022), aproximadamente 23% do total de emissões globais de GEE são atualmente cobertos por algum instrumento de precificação de carbono. A figura 3.4 destaca a distribuição das principais iniciativas de precificação de carbono ao redor do mundo.

Figura 3.3 – Mapa com a distribuição dos sistemas de precificação de carbono no mundo



Fonte: Banco Mundial (2022).

A seguir, serão destacadas alguns dos principais sistemas de mercado de carbono no mundo.

3.5.1 O Mercado de Carbono Europeu (EU ETS)

O programa europeu é uma estrutura internacional coordenada pela União Europeia e seu desenho segue um modelo de governança descentralizada. O formato pouco centralizado do EU-ETS é consequência da estrutura política da União Europeia, em que os 27 países-membros têm ampla representação nos Poderes Executivo e Legislativo e elevado grau de autonomia para implementar as leis europeias. Ao mesmo tempo, existe no EU-ETS um grau razoável de participação do setor privado, tanto na operacionalização do *marketplace* onde se negociam os títulos quanto na verificação dos relatos de emissão. Essa participação contribui para dar transparência e legitimidade ao sistema perante os agentes econômicos.

O programa europeu de comércio de carbono começou a operar em 2005. Primeiro programa desse tipo no mundo, foi instituído por uma lei do Parlamento Europeu de outubro de 2003. Atualmente, o EU-ETS regula aproximadamente 40% das emissões dos 27 países-membros, além de Lichtenstein e da Noruega, e está formalmente associado ao programa de comércio de carbono da Suíça (desde 2019).

Segundo o “EU ETS Handbook”, elaborado pela Comissão Europeia, o EU ETS é um sistema de 'cap and trade, que funciona limitando as emissões totais de GEE de todos os participantes do sistema. A legislação do EU ETS cria licenças que são essencialmente direitos de emitir emissões de GEE equivalentes ao potencial de aquecimento global de 1 tonelada de CO₂ equivalente (t CO₂ e). O nível do limite determina o número de permissões disponíveis em todo o sistema. A cap é projetado para diminuir anualmente a partir de 2013, reduzindo o número de licenças disponíveis para as empresas cobertos pelo EU ETS em 1,74% ao ano. Isso permite que as empresas se ajustem lentamente para atender às metas globais cada vez mais ambiciosa de redução de emissões. A regulação incide sobre os setores de produção de energia, indústria e aviação.

A meta dos setores regulados é de redução de 60% em 2030 com relação a 1990. Os setores não regulados pelo EU-ETS também possuem metas de mitigação. Uma lei de 2013 – Regulamento de Esforço Comum, atribuiu aos setores não regulados pelo EU-ETS, agricultura, edificações, transporte terrestre, entre outros, o objetivo de reduzir as emissões em 30% em 2030 com relação a 2005. A regulação estabelece metas individuais para os países-membros, que são responsáveis por promover a mitigação.

O EU-ETS é considerado o maior mercado de carbono por valor negociado, registrou atividade comercial recorde e preços nos mercados à vista e futuros. Mais de 15 bilhões de licenças de emissão foram negociados na Intercontinental Exchange, a maior plataforma de mercado secundário para licenças da UE, com os preços à vista aumentando quase três vezes ao longo do ano (BANCO MUNDIAL, 2022).

3.5.2 O Mercado de Carbono da Califórnia

Um importante instrumento de mercado criado a partir dos esforços em níveis não nacionais e sim locais, foi o mercado de carbono da Califórnia. O programa de cap-and-trade da Califórnia

define que fontes que emitem acima de 25.000 t CO₂ e ao ano possuem obrigatoriamente metas de reduções, sendo que os setores incluídos no programa são divididos de acordo com as duas fases previstas pelo programa. O programa inclui todos os seis gases determinados pelo Protocolo de Quioto (dióxido de carbono – CO₂, gás metano – CH₄ – óxido nitroso – N₂O – hexafluoretos de carbono – HFCs, perfluoretos de carbono – PFCs e hexafluoreto de enxofre – (SF₆) e o trifluoreto de nitrogênio (NF₃) e outros gases fluoretados.

Neste mercado, são negociadas tanto permissões para emissão, quanto créditos de carbono. As permissões consistem em autorizações comerciáveis, como licenças, para emitir uma tonelada métrica de t CO₂e. Elas serão concedidas às entidades pelo Governo da Califórnia de duas formas distintas: alocação direta ou leilão. Uma vez distribuídas, estas permissões poderão ser trocadas em um mercado secundário para cumprir as necessidades de todas as entidades abrangidas (GUIDA, 2013). Os mecanismos e orientações que dizem respeito às permissões são tratadas entre os Capítulos 6 a 10 da regulamentação mais recente (CALIFORNIA, 2013 apud GUIDA, 2013).

Em um sistema de cap-and-trade, existe espaço para os créditos de carbono (no inglês, offsets), que se diferem das permissões para poluição. Dentro da regulamentação do programa, uma entidade pode compensar até 8% do total das emissões previsto pelas metas do programa através da compra de créditos gerados por projetos específicos que reduzem emissões ao sequestrar ou destruir GEE. Foram determinadas categorias específicas de projetos que podem oferecer estes créditos, divididas em dois grupos: créditos gerados depois da regulamentação do programa e créditos de ações prévias, que datam de antes da criação do programa (GUIDA, 2013).

3.5.3 O Greenhouse Gas Initiative - RGGI

A Iniciativa Regional de Gases de Efeito Estufa, da sigla em inglês RGGI, é o primeiro ETS GEE obrigatório nos Estados Unidos. Os Estados integrantes são: Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New York, Rhode Island e Vermont. O desenvolvimento e implementação do RGGI é suportada pelo RGGI Inc., uma cooperação sem fins lucrativos, mas cada Estado integrante tem a sua própria autoridade legal e/ou regulatória. O primeiro período de cumprimento do programa foi de 1 de janeiro de 2009 a 31 de dezembro

de 2011. Conforme previsto no Memorial de Entendimento original entre os estados participantes, uma revisão do programa foi realizada em 2012.

Juntos, os estados participantes estabeleceram um limite regional de CO₂ emissões, que estabelece um limite para as emissões de usinas reguladas dentro dos estados do RGGI. Com o tempo, o limite regional diminuiu, de modo que o CO₂ emissões diminuam de forma planejada e previsível. Desde a sua criação, a RGGI emissões foram reduzidas em mais de 50%, duas vezes mais rápido que a nação como um todo, e arrecadou mais de US\$ 4 bilhões para investir em comunidades locais.

A RGGI é uma iniciativa de capitalização e investimento baseada no mercado. Nos estados do RGGI, usinas reguladas devem adquirir uma licença RGGI CO₂ para cada tonelada de CO₂ que emitem. Os estados do RGGI distribuem licenças trimestralmente por meio de leilões, onde podem ser adquiridos por usinas e outras entidades. Alguns estados mantêm um número limitado de permissões em contas retiradas para vender a um preço fixo ou distribuir fora do processo de leilão. Cada estado participante origina licenças na proporção de sua participação no limite regional. Para cumprir com o seu estado regulamentos, usinas de energia de 25 megawatts¹ ou mais devem adquirir permissões RGGI suficientes para cobrir suas emissões.

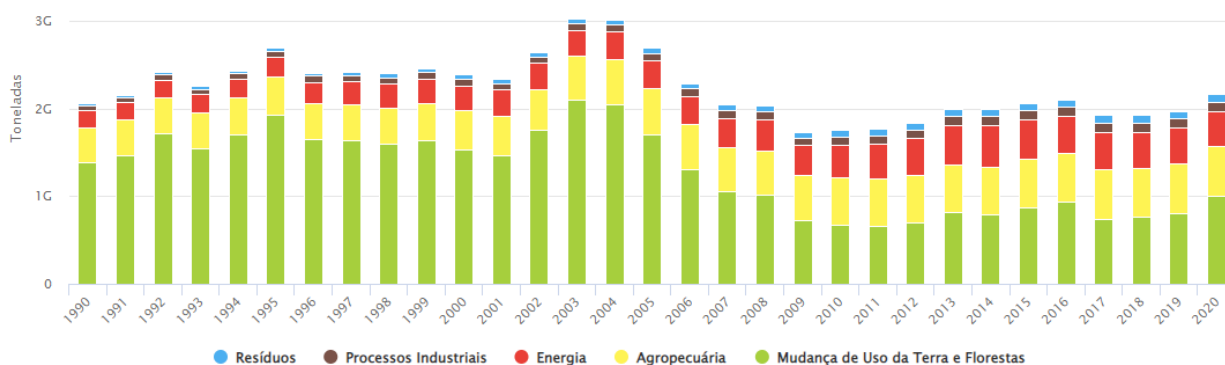
Os leilões são o principal método pelo qual os estados do RGGI distribuem as licenças de emissão de GEE. O leilão de licenças garante que todos as partes têm acesso a licenças em termos uniformes. Um monitor de mercado independente supervisiona os leilões, bem como a atividade no mercado secundário, para garantir integridade e confiança no mercado. Os mecanismos de leilão do RGGI são projetados para fornecer algumas medidas de estabilidade ao mercado. Em 2021, o preço mínimo de reserva era de US\$ 2,38 por subsídio, ou seja, o preço mínimo pelo qual as licenças podem ser vendidas em um leilão RGGI.

Projetos que reduzem as emissões de CO₂ e outros gases de efeito estufa fora dos regulamentos RGGI podem ser elegíveis para concessão de licenças de compensação RGGI CO₂. Para ser elegível para subsídios de compensação, um projeto deve estar localizado dentro de um dos estados do RGGI, além de se enquadrar em uma das categorias de projetos de compensação aceitas por esse estado. Os subsídios de compensação são transferíveis e podem ser utilizados por usinas reguladas para atender até 3,3% das obrigações de cumprimento.

3.6 A regulamentação sobre mudança do clima no Brasil

O Brasil, assim como os demais países, precisa reduzir as suas emissões de carbono para ajudar a conter o aquecimento global. O País emitiu 9,6% a mais de gases de efeito estufa em 2019, em comparação a 2018, de acordo com o 8º relatório do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), realizado pelo Observatório do Clima. O Brasil lançou na atmosfera 2,18 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (Gt CO₂e), contra 1,98 bilhão em 2018. As principais fontes de emissão são as mudanças de uso da terra (44%), a agropecuária (28%), o setor de energia (19%), processos industriais (5%) e resíduos (4%) (SEEG, 2020). A figura 3.5 demonstra a evolução dos níveis de poluição no Brasil nos últimos anos

Figura 3.4 - A evolução dos níveis de poluição atmosférica no Brasil por segmento (1990 – 2020), em Giga toneladas de carbono equivalente



Fonte: Plataforma SEEG (2022).

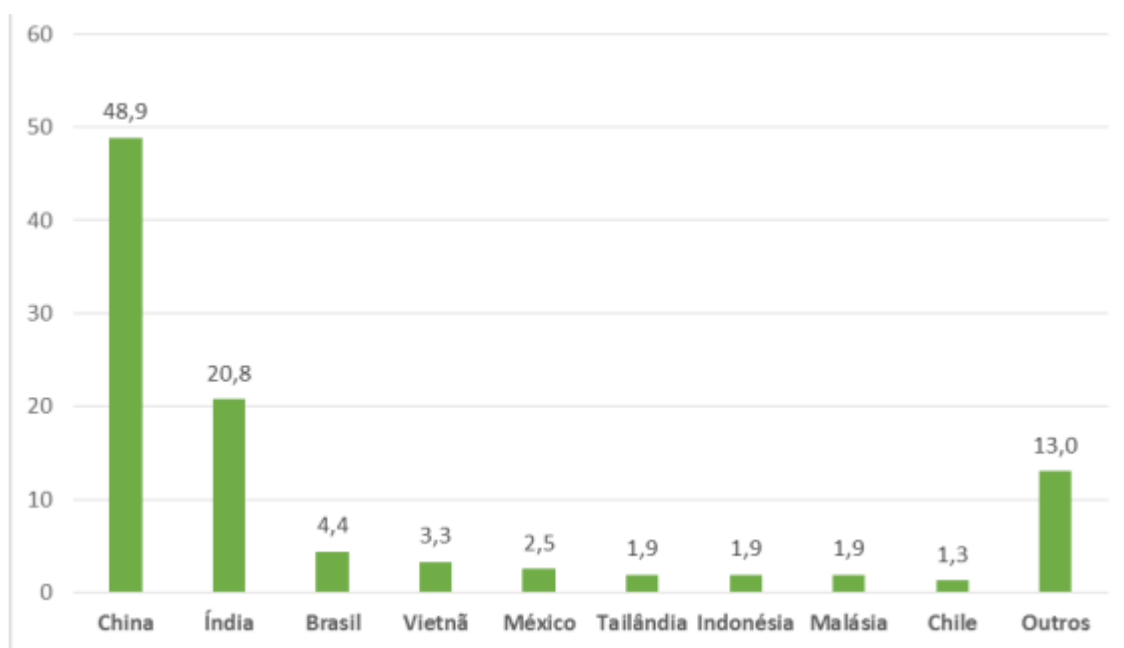
Como um dos países com o potencial de mitigação de emissão de GEE mais custo-efetivo, o Brasil tem uma oportunidade única de utilizar seus setores-chave de baixo carbono e desempenhar um papel geopolítico estratégico na mitigação da mudança climática. Para isso, deverá desempenhar um papel de destaque nas discussões sobre as pendências do acordo de Paris, na COP 27, que será realizada no Egito este ano.

Antecedente ao Acordo de Paris, o Protocolo de Quioto representou um marco nos esforços internacionais para o enfrentamento das mudanças climáticas, estabelecendo um compromisso legal de redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEEs) (BITTENCOURT; BUSCH; CRUZ, 2018) Esse marco regulatório destacou-se por seu caráter inovador ao permitir a precificação dos gases regulados pelo Protocolo de Quioto e a transação de certificados de redução entre as partes signatárias. Além disso, constituiu um incentivo para investimento em tecnologias alternativas e menos intensivas na emissão destes gases (BITTENCOURT; BUSCH; CRUZ, 2018).

Entre vários outros elementos, o Protocolo de Quioto trouxe a possibilidade de utilização de mecanismos de mercado para auxiliar os países desenvolvidos no cumprimento dos compromissos quantificados de redução e limitação de emissão de GEEs. No caso específico do Brasil, a participação no mencionado mercado ocorre por meio do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), por ser o único mecanismo do Protocolo de Quioto que admite a participação, que é voluntária, de países em desenvolvimento (BITTENCOURT; BUSCH; CRUZ, 2018). O Brasil foi pioneiro no desenvolvimento de projetos de MDL, o país desempenhou papel relevante na criação e institucionalização do MDL durante as negociações internacionais para a utilização de mecanismos de mercado.

Segundo os dados mais recentes compilados pelo governo nacional, demonstrados na Figura 3.6, o Brasil era em 31 de janeiro de 2016 o terceiro país com maior quantidade de projetos de MDL registrados, somando um total de 339 atividades registradas, o que representava 4,4% da totalidade de projetos registrados no mundo.

Figura 3.5 – Distribuição percentual, entre as nações, de projetos MDL aprovados no mundo em 2016

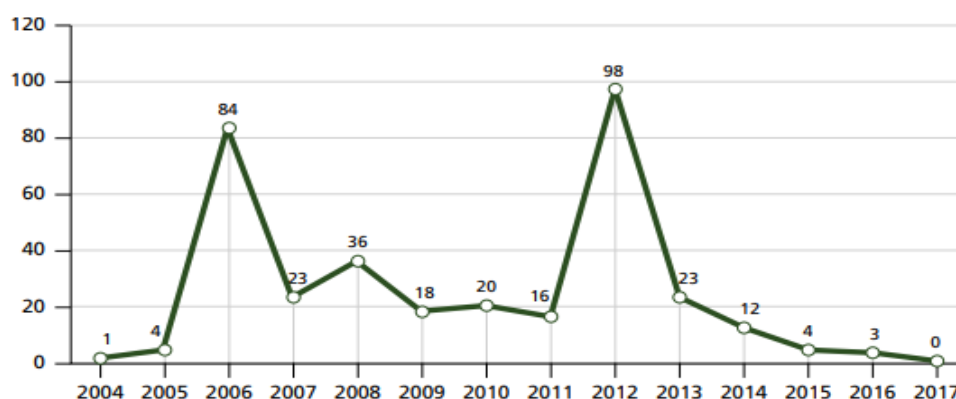


Fonte: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (2016).

Apesar da representatividade do Brasil em atividades ligadas ao MDL, a complexidade do processo para certificação de projetos limitou o sucesso de uma maior implementação dessa modalidade. A figura 3.7 demonstra que a emissão de RCEs (Redução Certificada de Emissões) diminuíram fortemente após 2012. Segundo Stern (2007 *apud* Gutierrez, 2009), o MDL em sua forma atual é um instrumento de impactos limitados quanto ao seu objetivo final de promover

investimentos que contribuem para o desenvolvimento sustentável em setores como infraestrutura em energia e transporte, devido aos custos de transação, à incerteza das políticas, ao risco tecnológico e a outras barreiras.

Figura 3.6 – Distribuição anual da emissão de RCEs de atividades de projeto MDL – Brasil (2005-abr./2017) (Em %)



Fonte: Bittencourt, Busch e Cruz (2018).

No ano de 2009 entrou em vigor a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da aprovação da Lei 12.187, de 29 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2009). A PNMC é um marco legal para a regulação das ações de mitigação e adaptação no país, marco que dita princípios, diretrizes e instrumentos para a consecução dessas metas nacionais independentemente da evolução dos acordos globais de clima no Brasil.

As metas nacionais foram definidas ao final da lei, no Art. 12 da PNMC (BRASIL, 2010), a saber: Para alcançar os objetivos da PNMC, o país adotará, como compromisso acional voluntário, ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, com vistas a reduzir entre 36,1% (trinta e seis inteiros e um décimo por cento) e 38,9% (trinta e oito inteiros e nove décimos por cento) suas emissões projetadas até 2020.

Um dos principais objetivos da Política é estimular o desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), que ainda não foi regulamentado. A Política prevê o desenvolvimento do mecanismo de compensação financeira para quem instituisse projetos de redução ou remoção de GEE. Embora o MBRE tenha sido até agora restrito a créditos de projetos de MDL destinados ao cumprimento das metas dos países signatários do Protocolo de Quioto, está previsto no Art. 11 da PNMC que o MBRE será operacionalizado em bolsas de mercadorias e futuros, bolsas de valores e entidades de balcão organizado, autorizadas pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), em que se dará a negociação de títulos mobiliários

representativos de emissões de GEE evitadas e certificadas. Ou seja, o MBRE não só adquire um escopo mais amplo que o de transacionar créditos de MDL, mas também reconhece que os volumes transacionados são títulos mobiliários. Este reconhecimento contábil é fator importante para o estabelecimento de valor para as transações de mercado que, até a PNMC, não tinha encontrado amparo legal para que fosse assim determinado.

Em 19/05/2022, a União deu um passo para a criação de um mercado regulado no Brasil, ao editar o Decreto Federal 11.075/2022. O decreto regulamenta a Política Nacional de Mudanças Climáticas (Lei Federal Lei nº 12.187/2009), que elenca conjunto de setores que deverão reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE). São eles: Energia elétrica (geração e distribuição); Transporte público urbano e transporte interestadual de cargas e passageiros; Indústria de transformação e bens de consumo duráveis; Indústria química fina e de base; Indústria de papel e celulose; Mineração; Indústria de construção civil; e Serviços de saúde e agropecuária.

O Decreto estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas e institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Sinare, cuja finalidade é servir de central única de registro de emissões, remoções, reduções e compensações de gases de efeito estufa e de atos de comércio, de transferências, de transações e de aposentadoria de créditos certificados de redução de emissões. (BRASIL, 2022). Outro ponto importante no Decreto, é a definição de novos conceitos no ordenamento brasileiro, como crédito de carbono, crédito de metano. Ambos os créditos são tratados como “ativo financeiro, ambiental, transferível e representativo de redução ou remoção de uma tonelada de dióxido de carbono equivalente, que tenha sido reconhecido e emitido como crédito no mercado voluntário ou regulado” (VARGAS; MUNHOZ, 2022, *online*).

Um sistema de comércio de CO₂ que seja eficaz deve garantir previsibilidade nos investimentos, segurança nas transações dos direitos de emissão, e possuir transparência por meio de regras claras e simples. A criação de um mercado de comércio de emissões de carbono tem como objetivo equacionar um problema de origem econômica, ambiental e social: incorporar as externalidades negativas que decorrem das emissões de GEE e que potencializam o efeito estufa, causando o aquecimento global (CEBDS, 2022)

Para a criação desse mercado, é necessário estruturar todo um arranjo legal e institucional. A regulamentação irá prever se uma parte das emissões de uma fonte regulada poderá ser compensada com créditos de carbono de fontes não reguladas, ou não. Para que sejam

alcançadas as metas traçadas de custo-efetividade, a governança do sistema exige credibilidade das instituições de comércio e registro, autonomia institucional e transparência, além de mecanismos de participação dos regulados. A governança exige credibilidade das instituições de comércio e registro, autonomia institucional e transparência, além de mecanismos de participação dos regulados.

Hoje, existe no Brasil o mercado de carbono voluntário. Formado por empresas privadas que possuem objetivos particulares em diminuir ou mitigar as suas emissões de GEE, o mercado voluntário brasileiro cresceu muito nos últimos anos. Estudos mostram que além do atual crescimento desse mercado, o potencial para desenvolvimento é ainda muito grande.

3.7 O Mercado de Carbono Voluntário no Brasil

Mesmo com a ausência de um mercado de carbono regulado, é crescente a atuação do Brasil na geração de compensações de emissões no mercado voluntário de carbono. Um estudo produzido pelo Observatório da Bioeconomia da Fundação Getúlio Vargas (FGV) realizou o diagnóstico da realidade desse mercado no país. Conforme já citado anteriormente no presente trabalho, o Brasil “[...]tem participado cada vez mais do mercado voluntário de carbono, tanto em quantidade de projetos implementados, quanto em volume de créditos gerados por eles” (VARGAS; DELAZERI; FERRERA, 2022, p. 5).

Segundo estudo da *McKinsey & Company*, (BLAUFELDER et al., 2022) o Brasil tem potencial de gerar até 15% da oferta mundial de créditos voluntários por meio de soluções naturais seja de sequestro de carbono como, por exemplo, reflorestamento e sistemas agroflorestais em áreas degradadas, seja por iniciativas para evitar a emissão de gases de efeito estufa (como a conservação de florestas ameaçadas de desmatamento e intensificação de práticas agrícolas de baixo carbono em grandes culturas como soja, milho e cana de açúcar).

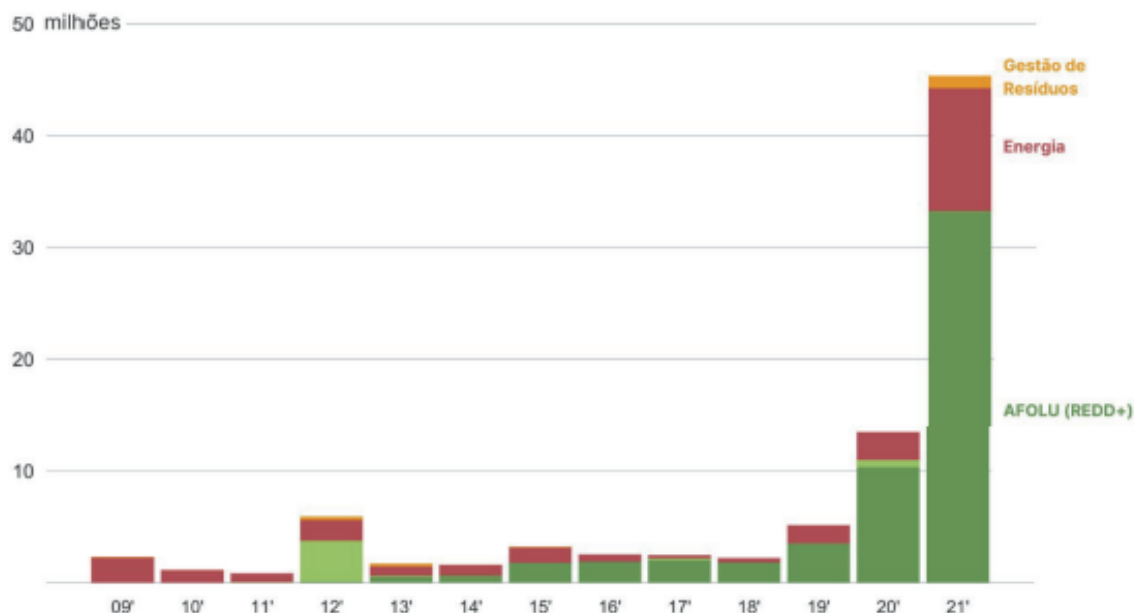
Apesar dos recentes resultados positivos em termos de evolução dos números apresentados no mercado voluntário de carbono brasileiro, existem muitos desafios a serem enfrentados. Um dos principais entraves do mercado voluntário de carbono é a incerteza jurídica e regulatória. O que ocorre atualmente é uma estrutura descentralizada, em que a autorregulação é feita pelos principais padrões internacionais de certificação de projetos e créditos. Diferentemente do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), governado pela Organização das Nações

Unidas (ONU), não há governança centralizada, mas sim várias iniciativas lideradas pela sociedade civil e pelo setor privado (IETA, 2021).

Como resultado do crescente reconhecimento da importância de se reduzir as emissões de GEE, muitas empresas e indivíduos estão buscando reduzir as suas pegadas de carbono. Motivadas pela responsabilidade socioambiental, além da possibilidade de valorização da imagem institucional no quesito sustentabilidade, essas organizações estão cada vez mais recorrendo às compensações geradas no mercado voluntário de carbono para o alcance da neutralidade de emissões (ECOSYSTEM MARKETPLACE, 2021).

A Figura 3.8 mostra que o volume de créditos gerados em 2021 aumentou 236% em relação ao volume gerado em 2020 e 779% em relação ao volume gerado em 2019. O aumento expressivo da quantidade de créditos gerados foi capitaneado pelos setores de produção e conservação de energia e pelos projetos do setor florestal do tipo REDD+.

Figura 3.7 – Evolução das emissões de créditos de carbono no mercado voluntário do Brasil (2009-2021)



Fonte: Mercado de Carbono Voluntário no Brasil, na Realidade e na Prática (VARGAS; DELAZERI; FERRERA 2022).

Nota: Unidade = milhões de toneladas de carbono equivalente (tCO_{2e}).

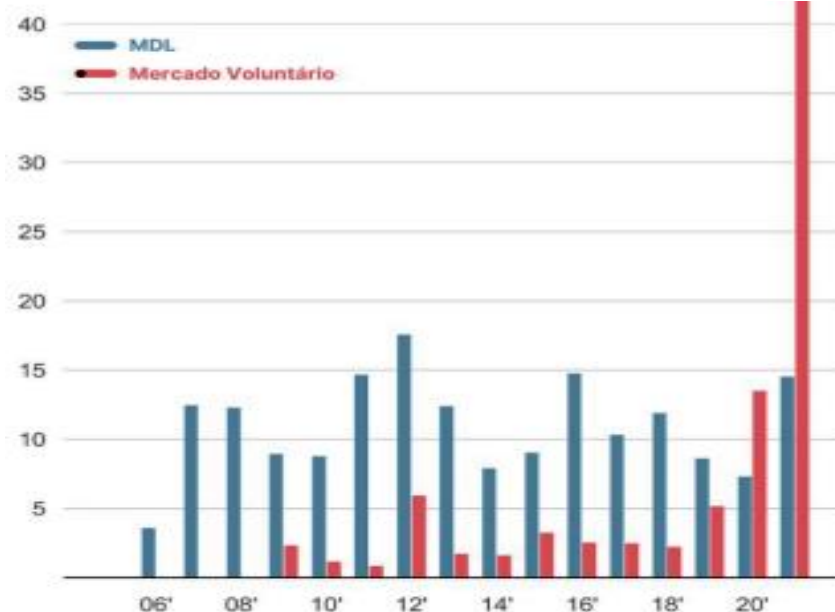
Segundo o Ministério do Meio Ambiente, REDD+ (Redução de Emissões Provenientes do Desmatamento e Degradação Florestal) é um incentivo desenvolvido no âmbito da Convenção-

Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) para recompensar financeiramente países em desenvolvimento por seus resultados de Redução de Emissões de gases de efeito estufa provenientes do Desmatamento e da Degradação florestal, considerando o papel da conservação de estoques de carbono florestal, manejo sustentável de florestas e aumento de estoques de carbono florestal.

A contabilização do AFOLU (da sigla em inglês para Agricultura, Florestas e Uso do Solo) consiste em estimar as emissões de GEE de áreas onde ocorre desmatamento não planejado e quantificar as reduções de emissões alcançadas pela contenção dessas áreas. O setor de Agricultura Florestas e Uso do solo é um dos setores definidos pelo IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) para a contabilização de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Esse setor engloba as atividades agrícolas que emitem GEE (CH₄, N₂O e CO₂) e as emissões e remoções (CO₂) por mudança de uso da terra e/ou manejo que alteram os estoques de carbono da biomassa e dos solos (UFMG, 2017).

Entre 2005 e 2018, a participação de créditos gerados no mercado voluntário brasileiro no total de créditos gerados foi inferior a 30% em todos os anos, com participação média de 14% ao longo do período. Em 2019, todavia, a participação dos créditos gerados no mercado voluntário assumiu trajetória crescente, e a partir de 2020 o número de créditos gerados nesse mercado passou a ser superior ao volume gerado no mercado regulado do MDL. A Figura 3.9 demonstra a evolução recente dos volumes de crédito de carbono gerados no mercado voluntário em comparação ao MDL.

Figura 3.8 – Volumes de créditos gerados no MDL e no mercado de carbono voluntário no Brasil (2006 – 2020)



Fonte: Mercado de Carbono Voluntário no Brasil, na Realidade e na Prática (VARGAS; DELAZERI; FERRERA 2022).

Nota: Unidade = milhões de toneladas de carbono equivalente (tCO₂e).

O fim do período de cumprimento dos compromissos assumidos pelo Protocolo de Quioto (em 2012), somado à crescente demanda por créditos de compensação de emissões por parte do setor empresarial para neutralizar as suas emissões, contribuiu para a inversão do tipo de mercado líder em geração de créditos a partir de 2020. Isso porque, com a expectativa do fim do MDL, oficializado em 2021 durante a COP26, criou-se um ambiente de maior incerteza sobre a validade e capacidade dos créditos emitidos por projetos registrados nesse mercado regulado de compensar emissões de GEE (VARGAS; DELAZERI; FERRERA 2022). Como resultado, isso pode ter contribuído para que a demanda por compensações de emissões de GEE se direcionasse para o mercado voluntário.

3.8 O Potencial do Mercado de Carbono no Brasil

Em maio de 2022 o Brasil iniciou a regulamentação do mercado de carbono através do Decreto nº 11.075, ao passo que o mercado voluntário interno também vem dando os seus primeiros passos. Segundo relatório elaborado pela consultoria *McKinsey*, o país atualmente emite menos do que 1% de sua capacidade total de créditos de carbono. Enquanto isso, sinais de crescimento

do mercado de carbono nacional são dados ao passo que o país inicia o seu processo de regulamentação do mercado e se verifica um aumento no número de empresas definindo metas de redução de emissão de GEE (BLAUFELDER et al., 2022).

Ainda segundo o relatório da consultoria, a demanda global por créditos de carbono deve saltar de 1 bilhão de dólares em 2021 para cerca de 50 bilhões de dólares em 2030. O Brasil possui um enorme potencial para aproveitar esse aumento na demanda por créditos de carbono, uma vez que 15% de todo o potencial global de captura de créditos de carbono por meios naturais está em território nacional. Além do grande potencial, o país possui um custo de implementação mais baixo do que a média global, com retornos mais atrativos comparado a atividades econômicas atuais – principalmente pecuária extensiva em pastagens degradadas (BLAUFELDER et al., 2022).

Grande parte desse potencial brasileiro está relacionado à preservação e restauração florestal, e conseguindo explorar essas oportunidades, possivelmente o país conseguirá aliar uma atividade de desenvolvimento sustentável com geração de empregos e renda em regiões de baixo desenvolvimento econômico. O Brasil possui a maior cobertura florestal do mundo, são 488 Mha que hoje capturam aproximadamente 600 Mt CO₂eq, como também possui 30% do potencial de reflorestamento (47 Mha) do mundo, podendo capturar aproximadamente 700 Mt CO₂eq por ano. Em um preço de mercado de US\$ 20/t CO₂, o tamanho total do mercado poderia chegar a US\$ 26 bilhões, o que representa mais de duas vezes a exportação de carnes brasileira (BLAUFELDER et al., 2022).

Outro estudo “Posicionando o Brasil como líder global no mercado de crédito de carbono por meio de reflorestamento e proteção de florestas”, elaborado pela consultoria *McKinsey* mostra que o potencial está centrado sobretudo no bioma amazônico e na Mata Atlântica. Segundo o estudo, tais regiões apresentam características de clima e solo propícias para maior captura de GEE e possuem áreas com baixa competitividade econômica para agricultura e pecuária. Adicionalmente, conforme já mencionado no presente trabalho, o Brasil é competitivo em termos de custos quando comparado a outras regiões do mundo. Segundo o estudo, uma tonelada de carbono gerado por restauração florestal, considerando o custo da terra, plantio e manejo, custariam no Brasil o equivalente a US\$ 10-15/t CO₂ em comparação com US\$ 17/t CO₂ nos Estados Unidos (BLAUFELDER et al., 2022).

Segundo o relatório “Oportunidades para o Brasil em mercados de carbono”, elaborado pela ICC Brasil em parceria com a *Waycarbon*, (ALBUQUERQUE et al., 2021) a demanda global

por créditos de carbono possui duas origens: os compromissos regulados, como as metas estabelecidas através das CNDs de países participantes do Acordo de Paris, e; os compromissos voluntários adotados por empresas para atingir a neutralidade na emissão de GEEs. Ainda em relação ao relatório, o setor florestal foi a principal fonte de geração de créditos de carbono emitidos no Brasil em em 2019. O setor possibilitou a emissão de 3,35 Mt CO₂ em créditos de carbono, enquanto os setores de energia e agropecuária emitiram 1,27 e 0,46 MtCO₂ respectivamente. A expectativa otimista em relação ao potencial do Brasil em termos de representatividade em geração de créditos de carbono, é um saldo de 3,9% em 2019 para 10% em 2030 da oferta global de créditos de carbono, considerando apenas o mercado voluntário brasileiro. Ou seja, a formação de um mercado regulado poderia potencializar essa representatividade.

Em termos de estudos sobre o mercado de carbono brasileiro, é importante destacar o PMR (*Partnership for Market Readiness*) Brasil, uma iniciativa administrada pelo Banco Mundial para preparação de políticas de mercado de carbono em diversos países. Por meio desse estudo, são feitas avaliações de possíveis configurações e impactos de iniciativas voltadas ao mercado de carbono. A participação do Brasil no PMR teve início com uma etapa de preparação, que contou com realização de dois estudos contratados pelo Ministério da Fazenda: o primeiro deles consistiu na avaliação do impacto econômico da adoção de um instrumento de precificação de carbono por meio de um modelo de equilíbrio geral computável (CGE). O segundo estudo compreendeu uma revisão de experiências internacionais sobre tributação de carbono, explorando, do ponto de vista legal, possíveis configurações para um tributo de carbono no Brasil.

Dentro dos objetivos do PMR Brasil, duas questões principais deveriam ser respondidas ao final do projeto. São elas: (i) seria conveniente e viável para o país incorporar um instrumento de precificação de carbono ao arcabouço da PNMC após 2020? Em caso afirmativo, (ii) quais são as principais características que o instrumento deve ter para otimizar a relação entre o cumprimento dos objetivos climáticos e o desenvolvimento socioeconômico? (CEBDS, 2019).

Os resultados do Projeto PMR Brasil sugerem resposta afirmativa à primeira pergunta: dentre os cenários avaliados, aqueles com instrumentos de precificação de carbono tiveram performance superior à dos cenários regulatórios alternativos, de modo que parece ser desejável ter um SCE compondo a política climática nacional (BRASIL, 2021). Em relação a segunda

pergunta, sobre as características de desenho do instrumento, as análises geraram importantes subsídios para a construção de propostas futuras (BRASIL, 2021).

4 METODOLOGIA

A abordagem para análise dos dados coletados, é de cunho qualitativo objetivando a compreensão crítica e reflexiva do contexto do mercado de carbono no Brasil (GIL, 2008). A abordagem qualitativa:

[...] enquanto exercício de pesquisa, não se apresenta como uma proposta rigorosamente estruturada, permitindo que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques, sugere que a pesquisa qualitativa oferece ao pesquisador um vasto campo de possibilidades investigativas que descrevem momentos e significados rotineiros e problemáticos na vida dos indivíduos. Os pesquisadores dessa área utilizam uma ampla variedade de práticas interpretativas interligadas, na esperança de sempre conseguirem compreender melhor o assunto que está ao seu alcance (TUZZO; BRAGA, 2016, p.142).

Nesse sentido, foi realizada uma Análise Documental, pois, conforme destaca Sá Silva, Almeida e Guindani (2009, p. 5), é “[...] um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos”. Dessa forma, a Análise Documental pode ser desenvolvida a partir de várias fontes, de diferentes documentos. Assim foram analisados os documentos governamentais informativos sobre do mercado de carbono no Brasil.

Quanto à finalidade, baseou-se em uma pesquisa exploratória, uma vez que possui um planejamento flexível, permitindo que através da pesquisa de revisão a delimitação do tema fique melhor apresentada, bem como resulta em um maior aprimoramento do assunto de pesquisa (FONSECA, 2002), ampliando a compreensão de como está o mercado de carbono no Brasil. Por ser um tema ainda pouco explorado e com teoria pouco desenvolvida, pretendeu-se desenvolver e esclarecer os conceitos e ideias, no que tange ao mercado de carbono no Brasil a fim de também compreender o arcabouço legislativo do mercado de carbono no Brasil identificando os principais desafios para a implementação do mercado de carbono.

Para tanto, os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram através dos *sites* de busca “*Google Acadêmico*”, e documentos disponíveis em *sites* governamentais como: “*Governo Federal*”, “*Ministério da Economia*” e “*Ministério das Finanças*”, por descritores:

- i) mercado de carbono no Brasil;
- ii) arcabouço legislativo do mercado de carbono;
- iii) desafios para a implementação de um mercado de carbono no Brasil.

Buscou-se informações sobre os aspectos regulatórios do mercado de carbono no Brasil e no mundo, números sobre o volume de emissões de créditos de carbono emitido por esses sistemas, assim como quem são os participantes dos mercados de carbono. Foram utilizados artigos acadêmicos e relatórios de domínio público focados no tema.

As buscas foram realizadas no período de fevereiro a novembro de 2022. Para a conferência das citações e referências de acordo com as normas da ABNT foram utilizadas as ferramentas *Mendeley* e *Google Acadêmico*.

É importante destacar o estudo “Mercado de carbono voluntário no Brasil, na realidade e na prática”, realizado pelo Observatório de Bioeconomia da Fundação Getúlio Vargas, o qual foi muito útil para compreender o atual momento do mercado de carbono voluntário no país, perceber a evolução desse mercado nos últimos anos assim como entender os potenciais para esse mercado. Em relação ao entendimento sobre o mercado de carbono global, o seu funcionamento, os principais sistemas e iniciativas existentes, foi importante para o presente trabalho a leitura do relatório “Oportunidades para o Brasil em mercados de carbono”, elaborado pela *International Chamber of Commerce* (ICC Brasil) (ALBUQUERQUE et al., 2021).

As informações coletadas através dos estudos pesquisados foram organizadas no presente trabalho seguindo uma ordem cronológica e priorizou-se escrever a pesquisa no sentido do macro para o micro. Dessa forma, foram apresentados a problemática da emissão de GEEs na atmosfera pelas atividades antrópicas, o surgimento e as bases para a criação do mercado de carbono, o desenvolvimento deste mercado ao redor do mundo, e por fim, a atual situação para o mercado de carbono no Brasil.

Como instrumento de análise qualitativa, foi construída uma tabela de perguntas e respostas. Buscou-se responder perguntas as quais contribuem para entender o estado da arte do mercado de carbono no Brasil, cumprindo assim com os objetivos desse trabalho. Foram selecionadas nove perguntas direcionadas aos mercados de carbono no Brasil, tanto em relação ao ambiente regulado quanto o voluntário. As perguntas buscam responder questões relacionadas a:

- i. O conceito geral de mercado de carbono
- ii. O conceito de créditos de carbono
- iii. A existência de um mercado de carbono
- iv. O arcabouço legislativo existente
- v. Os participantes do mercado
- vi. Os agentes responsáveis pela certificação dos créditos de carbono
- vii. Volumes transacionados
- viii. O potencial do mercado
- ix. Os principais desafios

A pergunta i tem como objetivo definir o conceito de mercado de carbono, afinal, o entendimento desse conceito é fundamental para a compreensão do presente trabalho. É importante também esclarecer sobre os objetos de negociação dos mercados de carbono, que são os créditos de carbono, justificando assim a pergunta ii. Para caracterizar o atual cenário no Brasil, é fundamental definir a existência ou não de um mercado de carbono no Brasil, fato que justifica a utilização da pergunta iii.

A compreensão sobre a base regulatória existente é também fundamental para compreender o estado da arte, assim como entender quem são os agentes participantes desse mercado. Dessa forma, a pergunta iv trata sobre o arcabouço legislativo, enquanto as perguntas v e vi tratam dos participantes do mercado e dos agentes certificadores, respectivamente. É importante ressaltar que os certificadores são agentes participantes, e que foram destacados aqui dada a sua importância para o funcionamento dos mercados de carbono voluntário.

Os volumes transacionados podem ajudar a compreender a dimensão desses mercados, e por isso se faz importante a pergunta vii. Além dos volumes financeiros e de créditos de carbono transacionados, é necessário avaliar o potencial (pergunta viii) dos mercados de carbono. Esse potencial será influenciado pelas perspectivas de crescimento da demanda por créditos de carbono, assim como pela capacidade de geração de créditos de carbono. Por fim, a nona pergunta (ix) diz respeito aos principais desafios para o mercado. Entender tais desafios também ajudam a entender o atual estado da arte do mercado de carbono no país. Abaixo, segue a Tabela 4.1, desenhada contendo as perguntas relacionadas aos temas tratados anteriormente:

Tabela 4.1 - Tabela de resultados

	Mercado Regulado	Mercado Voluntário
i. O que é?		

ii. O que se negocia?

iii. Existe o mercado no Brasil?

iv. Qual a base regulatória existente?

v. Quem são os participantes do mercado?

vi. Quem são os responsáveis por certificar os créditos de carbono?

vii. Qual o volume anual transacionado no Brasil?

viii. Qual o potencial para o mercado de carbono no Brasil?

ix. Quais são os principais desafios para o mercado de carbono no Brasil?

Fonte: Elaboração própria (2022).

A formatação da tabela poderia não segregar o mercado regulado e voluntário, realizando assim perguntas em relação à situação do mercado de carbono no Brasil em geral. A divisão entre os mercados busca destacar a diferenciação entre eles, assim como facilitar o entendimento sobre o estágio em que se encontram mercado regulado e não regulado no Brasil. Algumas perguntas sobre o mercado de carbono no Brasil não são passíveis de resposta, uma vez que a regulamentação ainda não ocorreu no país, e conseqüentemente o mercado regulado ainda não existe. Excluindo aquelas perguntas que não poderão ser respondidas, as demais respostas foram retiradas das mesmas fontes bibliográficas utilizadas para a construção do presente trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A construção da Tabela 5.1 auxilia no entendimento do atual momento do mercado de carbono no Brasil, além de ajudar na diferenciação entre os mercados regulado e voluntário. Percebe-se que existe um importante diferença entre os tipos de mercado em destaque. Enquanto o mercado regulado fixa um limite para emissões a ser respeitado, o mercado voluntário não possui essa característica compulsória. O fato de a redução de emissões ser de caráter voluntário diminui o número de participantes nas negociações de créditos de carbono.

Tabela 5.1 - Tabela com resultados

Mercado Regulado	Mercado Voluntário
------------------	--------------------

O que é?	Sistemas regulados em nível internacional, nacional ou regional, onde por meio de um marco regulatório se estabelece um limite máximo de emissões de GEE (limite denominado cap) e os agentes que emitem abaixo desse limite podem negociar os seus direitos de emissão com aqueles que emitem acima deste limite	Sistemas nos quais não há limites máximos de emissão definidos por um agente regulador. Nesse caso, as metas de redução de GEE são definidas pelos próprios agentes participantes.
O que se negocia?	Não é possível responder.	Créditos de carbono provenientes de projetos que comprovem a sua contribuição na redução de emissões de GEEs. Os créditos são negociados na unidade t CO ₂ e.
Existe o mercado no Brasil?	No Brasil não existe um mercado regulado de carbono. Entretanto, recentemente houve avanço sobre essa pauta no poder legislativo, para possibilitar a conclusão de uma base regulatória sobre o mercado de carbono no país.	O Brasil possui um mercado de carbono voluntário.
Qual a base regulatória existente?	A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), Lei 12.187, de 29 de dezembro de 2009, tem como um de seus principais objetivos a criação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). Além disso, em 19/05/2022 foi aprovado o Decreto Federal 11.075/2022, o qual regulamenta a PNMC e elenca conjunto de setores que deverão reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE). Na esfera internacional, destaca-se o Acordo de Paris.	Por se tratar de um mercado voluntário, não existem bases regulatórias nacional. Entretanto, possivelmente o mecanismo poderá contribuir com as metas traçadas junto ao Acordo de Paris
Quem são os participantes do mercado?	Não é possível responder.	Os participantes do mercado voluntário são as empresas que buscam diminuir suas emissões de GEE, e as empresas certificadoras de créditos de carbono.
Quem são os responsáveis por certificar os créditos de carbono?	Não é possível responder.	As empresas certificadoras são as responsáveis. Existem hoje algumas metodologias de certificação internacional que são aplicadas no Brasil. Destacam-se a Verified Carbon Standard (VCS/Verra) e a Gold Standard (GS).
Qual o volume anual transacionado no Brasil?	Não é possível responder.	No ano de 2021, foram emitidos mais de 45 milhões de toneladas de carbono equivalente em forma de créditos de carbono. Um aumento de 236% em relação aos números de 2020.
Qual o potencial para o mercado de carbono no Brasil?	O Brasil é um país com enorme potencial para desenvolvimento de um mercado de carbono. O país é privilegiado em questões climáticas e geográficas, o que sugere maior potencial em adotar práticas econômicas e ambientalmente sustentáveis. Além disso, possui em seu território 488Mha de floresta, maior cobertura florestal do mundo, responsáveis por capturar 600 Mt CO ₂ e da atmosfera/ ano. Hoje o país explora cerca de 1% de sua capacidade de geração de créditos de carbono.	O mercado voluntário deverá continuar crescendo, uma vez que cada vez mais empresas demandam por instrumentos de mitigação para compensar a emissão de GEE. Hoje o país explora cerca de 1% de sua capacidade de geração de créditos de carbono.
Quais são os principais desafios para o mercado de carbono no Brasil?	Conclusão de uma base regulatória, interesses políticos, Alto nível de governança para o sistema, desenvolvimento de mecanismos de monitoramento para verificar e validar a mitigação das emissões pelos agentes participantes do sistema. Ratificação do artigo 6 do Acordo de Paris.	Assim como no mercado regulado, os mecanismos de monitoramento e validação de créditos de carbono são um gargalo para o mercado voluntário. Apesar de existirem metodologias internacionalmente reconhecidas, nem todas as empresas participantes do mercado necessariamente

irão aceitar todas as metodologias existentes. Essa restrição por parte das empresas participantes pode dificultar os negócios de compra e venda de créditos de carbono. Além disso, existem custos para a certificação dos créditos de carbono, e isso pode desincentivar algumas empresas e alguns projetos.

Fonte: Elaboração própria (2022).

Conforme apresentado acima, o Brasil ainda não possui um mercado de carbono regulado, porém, existe um arcabouço legislativo o qual introduz a temática da precificação do carbono, a Política Nacional sobre Mudança do Clima. A PNMC tem como um dos principais objetivos estimular o desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). A PNMC é um marco legal para a regulação das ações de mitigação e adaptação no país, marco que dita princípios, diretrizes e instrumentos para a consecução dessas metas nacionais independentemente da evolução dos acordos globais de clima no Brasil. O fato de possuir um arcabouço legal é essencial para permitir a precificação do carbono, de forma compulsória, e assim buscar atingir os objetivos do país traçados para a mitigação e compensação de emissões de GGE.

Outro passo importante para a regulação do mercado de carbono no Brasil foi a aprovação do Decreto Federal 11.075/2022, o qual estabeleceu os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas e instituiu o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Sinare. O Decreto define novos conceitos no ordenamento brasileiro, como crédito de carbono e crédito de metano. Ambos os créditos são tratados como “ativo financeiro, ambiental, transferível e representativo de redução ou remoção de uma tonelada de dióxido de carbono equivalente, que tenha sido reconhecido e emitido como crédito no mercado voluntário ou regulado” (FGV, 2022, *online*).

O Brasil possui uma base regulatória que prevê a criação de um mercado de carbono e os recentes avanços em relação a aprovação do Decreto, porém, o tema mercado de carbono carece de mais avanços em direção a regulamentação. É importante destacar que ainda não se sabe qual será a configuração do mercado de carbono no Brasil, se este seguirá o padrão cap and trade ou deverá ser implementada uma variante adaptada à realidade brasileira. Ainda existem muitas incertezas sobre o mercado regulado no Brasil.

A despeito da incerteza sobre os próximos passos para a regulamentação do mercado de carbono, as iniciativas voluntárias de comercialização de créditos de carbono já existem no

Brasil e apresentaram significativo crescimento nos últimos anos. Conforme demonstrado na Tabela 5.1, o volume de créditos gerados no mercado de carbono voluntário brasileiro em 2021 aumentou 236% em relação ao volume gerado em 2020 e 779% em relação ao volume gerado em 2019 (VARGAS; DELAZERI; FERRERA 2022).

Conforme demonstrado na Tabela 5.1, os Agentes participantes do mercado de carbono Voluntário são basicamente as empresas privadas, e as empresas responsáveis por certificar e validar os créditos de carbono gerados. Os créditos precisam passar por um processo de validação, registro e monitoramento, antes de serem de fato certificados e assim poderem ser negociados.

Hoje, a maior parte da geração dos créditos de carbono via mercado voluntário é proveniente de atividades Redução de Emissões Provenientes do Desmatamento e Degradação Florestal (REED+), aproximadamente 66% dos créditos de carbono gerados no ano de 2019. Dito isso, torna-se evidente a grande importância do setor florestal para o desenvolvimento do mercado de carbono nacional. O Brasil possui em seu território 488Mha de floresta, responsáveis por capturar 600 Mt CO₂e da atmosfera ao ano. Além disso, o país é privilegiado em questões climáticas e geográficas, o que sugere maior potencial em adotar práticas econômicas e ambientalmente sustentáveis, conferindo ao Brasil grande potencial para se tornar líder em fornecimento de créditos de carbono para o mundo.

Apesar da recente evolução do mercado de carbono voluntário, dificilmente o Brasil conseguirá explorar todo o seu potencial em geração de créditos de carbono sem um mercado regulado, o qual exigirá que empresas e setores tenham limites de geração de GEEs. O fato de exigir de forma compulsória o cumprimento desses limites fará com que obrigatoriamente mais agentes tenham que negociar créditos de carbono para compensar suas emissões.

O país tem a possibilidade de se destacar na geração de créditos de carbono. Conforme foi apresentado no presente trabalho, e destacado na Tabela 5.1, estudos apontam que hoje o Brasil consegue explorar apenas 1% de toda a sua capacidade de geração (BLAUFELDER et al., 2022), o que acontece basicamente através do mercado voluntário. O país possui a maior extensão de cobertura florestal do mundo, o que permite ao país uma grande quantidade de carbono da atmosfera, ao passo que possui também possibilidades sustentáveis para o desenvolvimento de sua matriz energética, emitindo assim menor quantidade de GEEs.

A demanda por créditos de carbono deverá aumentar nos próximos anos, os países participantes do Acordo de Paris precisam cumprir com suas CNDs e o setor privado vem apresentando uma crescente preocupação em relação a compensação de emissões e adoção de práticas menos poluentes. Espera-se que até 2030 a demanda total por créditos de carbono aumente 50 vezes, saltando de 1 bilhão para 50 bilhões de dólares (BLAUFELDER et al., 2022).

Existem desafios para a evolução do mercado de carbono no Brasil, tanto na esfera local quanto internacional. O Artigo 6 do Acordo de Paris ainda não foi regulamentado. Dessa forma, não é possível destravar o potencial global para as transações de créditos de carbono sem a ratificação do Artigo. Existe a expectativa de avanços na próxima Conferência das Partes (COP 27), que acontece no Egito. A não regulamentação do Artigo 6 dificulta o comércio internacional de créditos de carbono, diminuindo a demanda por créditos, o que afeta diretamente países com grande potencial de geração como o Brasil.

Na esfera local, o principal desafio é a conclusão da regulamentação do mercado de carbono no país. A regulamentação exige muita governança do sistema, que por sua vez faz necessário uma alta credibilidade das instituições de comércio e registro atuantes no mercado, autonomia institucional e transparência. Será necessário também o desenvolvimento de mecanismos de monitoramento, para acompanhar e validar a mitigação das emissões e retiradas ou destruição de GEEs da atmosfera. Além disso, a agenda carece de decisões políticas para avançar, e isso poderá ser uma barreira adicional.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização da pesquisa bibliográfica, foi possível demonstrar qual é a situação atual do mercado de carbono no Brasil, atingindo assim o objetivo específico do presente trabalho. Notou-se que o mercado de carbono no país está em estágio inicial, e que possui um enorme potencial de crescimento. Apesar de ainda existirem grandes desafios, como fatores políticos, conclusão de uma base regulatória e instrumentos de monitoramento e controle de emissões, passos importantes foram dados em direção à criação de um mercado regulado. A aprovação do Decreto Federal 11.075/2022, que institui o mercado de carbono no país, representando um avanço importante para o início da regulação do mercado no país.

Foi possível identificar a linha do tempo do mercado de carbono no Brasil e no mundo, trazendo no presente trabalho informações sobre o surgimento da temática através do Protocolo de Quioto, a evolução com o advento do Acordo de Paris, e a incorporação do tema nas políticas públicas brasileiras. Assim, foi possível cumprir o primeiro e o segundo objetivo específico da pesquisa.

Percebeu-se que hoje, a principal forma de precificação do carbono no Brasil é o mercado voluntário, o qual ultrapassou o MDL em números de emissão de créditos de carbono. Esse mercado é formado por empresas privadas que possuem objetivos particulares em atingir maiores níveis de compensação de emissões de GEE. Dessa forma, cumpriu-se com o objetivo de apresentar quais são as principais formas de precificação de carbono no Brasil, assim como os seus agentes e números sobre a geração de créditos de carbono.

O país possui um grande potencial para a geração de créditos de carbono dado a sua condição geográfica, vegetação e clima. O Brasil, país com a maior cobertura florestal do mundo, possui um enorme potencial para liderar o mercado de geração de créditos de carbono no mundo.

Para isso, existem desafios como o elevado nível de governança necessário sobre o mercado de carbono, assim como a credibilidade das instituições de comércio e registro atuantes no mercado, autonomia institucional e transparência. Será necessário também o desenvolvimento de mecanismos de monitoramento, para acompanhar e validar a mitigação das emissões e retiradas ou destruição de GEEs da atmosfera. Adicionando aos desafios supracitados, o interesse político será também determinante para a continuidade do desenvolvimento do mercado de carbono, fator que pode ser considerado um desafio adicional.

Por fim, como a regulamentação do mercado de carbono nacional poderia contribuir com o desenvolvimento econômico e social do país? O impacto ambiental proveniente da regulamentação do mercado é mais claro, porém, outras áreas serão também bastante impactadas. Assim, a regulamentação do mercado de carbono poderá contribuir com a economia e com o social uma vez que:

- O processo de regulamentação irá gerar mais empregos;
- O governo deverá se beneficiar com a tributação do setor;
- O Brasil possui um grande potencial de geração de créditos de carbono, e isso irá atrair investimentos para o país;

- Os investimentos em áreas de maior cobertura florestal tendem a contribuir para a diminuição da desigualdade social no país.

Com base no que foi exposto, há de se entender que o estado da arte do mercado de carbono brasileiro consiste em um cenário onde o mercado voluntário de carbono cresceu nos últimos anos, porém, isso ainda é pouco em relação ao potencial do país. A regulamentação do mercado está em andamento, através do Decreto Federal 11.075/2022, e a continuidade dessa regulamentação será fundamental para que o país possa explorar todo o seu potencial em geração de créditos de carbono.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Laura et al. **Relatório 2021: oportunidades para o Brasil em mercados de carbono**. ICC BRASIL. 2021. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/oportunidades-para-o-brasil-em-mercados-de-carbono_icc-br-e-waycarbon_29_09_2021.pdf. Acesso em: 19 nov. 2022.

BANCO MUNDIAL. **State and Trends of Carbon Pricing 2016**. World Bank, Washington, DC, outubro de 2016. DOI: 10.1596/978-1-4648-1001-5.

BANCO MUNDIAL. **State and Trends of Carbon Pricing 2022**. World Bank, Washington, DC, 2022. DOI: 10.1596/978-1-4648-1895-0.

BITTENCOURT, Sonia Regina Mudrovitsch de; BUSCH, Susanna Erica; CRUZ, Márcio Rojas da. **O Mecanismo de desenvolvimento limpo no Brasil**. 2018.

BLAUFELDER, Christopher et al., 2022. Mercado voluntário de carbono tem potencial gigantesco no Brasil. 2022. **Mckinsey & Company**. Disponível em: <https://www.mckinsey.com.br/our-insights/all-insights/mercado-voluntario-de-carbono-tem-potencial-gigantesco-no-brasil>. Acesso em: 19 nov. 2022.

BRASIL. Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**, Brasília. Fonte: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm.

Brasil. Ministério da Ciência e Tecnologia. 2022. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/mecanismo_de_desenvolvimento_limpo/Mecanismo_de_Desenvolvimento_Limpo.html. Acesso em: 05 jul. 2022

BRASIL. Ministério das Finanças. **Market Readiness Proposal Under the Partnership for Market Readiness Program- Brazil**. Brasília, agosto de 2015.

BRASIL. Ministério da Economia. **Partnership for Market Readiness (PMR)**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-externo/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/pmr/partnership-for-market-readiness-pmr>. Acesso em: 05 jul. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 11.075, de 19 de maio de 2022**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-11.075-de-19-de-maio-de-2022-401425370>. Acesso em: 05 jul. 2022.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro Para o Desenvolvimento Sustentável. **CO2: proposta de Marco Regulatório para o Mercado de Carbono brasileiro**. 2021. Disponível em: https://cebds.org/wp-content/uploads/2021/08/MERCADO-CARBONO_Marco-Regulatorio_.pdf. Acesso em: 05 jul. 2022.

CPLC. Carbon Pricing Dashboard | Up-to-date overview of carbon pricing initiatives. 2021a. Disponível em: https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data. Acesso em: 26 maio. 2021.

CONVENÇÃO QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE A MUDANÇA DO CLIMA. **Status dos projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil**. 2016.

Disponível em:

https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/status_md/Status-janeiro-2016.pdf. Acesso em: 19 nov. 2022.

DE FREITAS, Cláudia Virgínia M.; DA SILVA, Maria Lúcia Pereira. Mudanças do Clima: Análise das Conferências que trataram do Mercado de Carbono e seus principais resultados. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 75332-75342, 2020.

DINATO, Ricardo Mattos e. **Sistematização dos métodos de contabilização de emissões de gases de efeito estufa sob a ótica do ciclo de vida**. 2013. 99f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/D.3.2013.tde-22102014-120953. Acesso em: 04 jul. 2022.

DONOFRIO, S.; MAGUIRE, P.; ZWICK, S.; MERRY, W. **Voluntary Carbon and the Post-Pandemic Recovery**. p. 16, 2020.

ECOSYSTEM MARKETPLACE. EM Data Intelligence and Analytics Dashboard – Public Version 1.1. 2021. Disponível em: Download Now:Ecosystem Marketplace's State of the Voluntary Carbon Markets 2021 - Ecosystem Marketplace. Acesso em: 10/09/2022.

EVANS, S.; GABBATISS, J. **In-depth Q&A: How ‘Article 6’ carbon markets could ‘make or break’ the Paris Agreement | Carbon Brief**. 2018. Disponível em: <https://www.carbonbrief.org/in-depth-q-and-a-how-article-6-carbon-markets-could-make-or-break-the-paris-agreement>. Acesso em: 9 jul. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIDA, Elisa da Costa. **O sistema cap-and-trade de gases de efeito estufa da Califórnia e as tendências para o Brasil**. Trabalho de Conclusão Curso (Pós-Graduação em Mudanças Climáticas, Projetos Sustentáveis e Mercado de Carbono) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

GUTIERREZ, Maria Bernadete Gomes Pereira Sarmiento. **O Brasil e o Mercado de Carbono**. 2009.

FERNANDES, Elaine Aparecida; LEITE, Gustavo Barros. Atuação dos projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo para o desenvolvimento sustentável no Brasil. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 41, p. 351-371, 2021.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

HARRIS, E. **The voluntary carbon offsets market: an analysis of market characteristics and opportunities for sustainable development**. International Institute for Environment and Development, London. 2007. Retrieved from: <http://pubs.iied.org/pdfs/15507IIED.pdf>.

IETA-INTERNATIONAL EMISSION TRADING ASSOCIATION. **The Anatomy of the Carbon Market**. 2021. Disponível em:

https://www.ieta.org/resources/Resources/GHG_Report/2021/IETA-2021-GHGReport.pdf
Acesso em: 02 fev. 2022.

IETA; UNIVERSITY OF MARYLAND; CPLC. **The Economic Potential of Article 6 of the Paris Agreement and Implementation Challenges**. [S. l.]: Creative Commons Attribution CC, 2019. Disponível em: https://www.ieta.org/resources/International_WG/Article6/CLPC_A6%20report_no%20crops.pdf. Acesso em: 13 novembro. 2022

KINEA INVESTIMENTOS. **O Curioso Caso dos Créditos de Carbono**. [Kinea blog]. 2022. Disponível em: https://www.kinea.com.br/blog/o_curioso_caso_dos_creditos-de-carbono/. Acesso em: 20 jun. 2022.

LEFEVRE, Guilherme Borba; BREVIGLIERI, Gustavo Velloso; DO SOL OSÓRIO, Guarany Ipê. Dez recomendações para um mercado de carbono regulado no Brasil. **GV-EXECUTIVO**, v. 21, n. 1, 2022.

MACHADO, B. **Curso de direito tributário**. Malheiros, 2001.

NICOLLETTI, Mariana; LEFÉVRE, Guilherme Borba. **Precificação de carbono no Brasil: perspectivas e aprendizados a partir de uma simulação de mercado cap-and-trade**. 2016.

PAIVA, Danielle Soares et al. Mercado voluntário de carbono: análises de cobenefícios de projetos brasileiros. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 19, p. 45-64, 2015.

PLATAFORMA SEEG. **Emissão total**. 2022. Disponível em: https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission. Acesso em: 19 nov. 2022.

PEARCE, D.W.; TURNER, R. K. **The Optimal Level of Pollution. Economics of natural resources and the environment**. The Johns Hopkins University Press Baltimore, 1990.

SANTIN, Maria Fernanda Cavaliéri Lima. **Os impactos da demanda por crédito de carbono sobre o mercado de certificações de reduções de emissões no Brasil, no âmbito do protocolo de quioto**. 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/3846>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História e Ciências Sociais**, São Leopoldo, RS, Ano 1, n.1, Jul., 2009.

SEEG. Análise das emissões brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil 1970-2019. **Observatório do clima. 2020**. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf. Acesso em:

SILVA, Darly Henriques da. Protocolos de Montreal e Quioto: pontos em comum e diferenças fundamentais. **Revista Brasileira de Política Internacional** [online]. 2009, v. 52, n. 2

[Acessado 4 Julho 2022], pp. 155-172. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-73292009000200009>.

SOUZA, A. L. R.; ANDRADE, J. C. Análise do mercado de carbono voluntário no Brasil: um estudo sobre o perfil dos projetos de redução de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE). *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*, v. 4, n. 1, pp. 52-75, 2014.

TUZZO, S. A.; BRAGA C. F. O processo de triangulação da pesquisa qualitativa: o metafenômeno como gênese. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo, SP, v.4, n.5, p. 140-158, ago., 2016

UFMG-Universidade Federal de Minas Gerais. **O setor de Agricultura Florestas e Outros Usos do solo**. 2017. Disponível em: <https://csr.ufmg.br/opcoesdemitigacao/o-setor-de-agricultura-florestas-e-outros-usos-do-solo>. Acesso em: 19 nov. 2022.

VARGAS, Daniel Barcelos; DELAZERI, Linda Márcia Mendes; FERRERA, Vinícius Hector Pires. **O mercado voluntário de carbono no Brasil**. 2022.

VARGAS, D. MUNHOZ, L. Regulamentação do mercado de carbono no Brasil. **FGV**. 2022. Disponível em: https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/nota_observatorio_-_mercado_de_c.pdf. Acesso em: 01 dez. 2022.