

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

**HELEN CARDOSO HAVEMANN**

**ALTERNATIVAS DE PRECIFICAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE  
TÍTULOS DE CARBONO PARA CORPORAÇÕES: À VISTA DE DEFINIÇÃO DE  
MERCADO MANDATÓRIO NO BRASIL**

**Porto Alegre**

**2022**

**HELEN CARDOSO HAVEMANN**

**ALTERNATIVAS DE PRECIFICAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE  
TÍTULOS DE CARBONO PARA CORPORAÇÕES: À VISTA DE DEFINIÇÃO DE  
MERCADO MANDATÓRIO NO BRASIL**

Trabalho de conclusão submetido ao curso de Graduação da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Xavier da Silva

**Porto Alegre**

**2022**

### CIP - Catalogação na Publicação

Havemann, Helen Cardoso

Alternativas de precificação e comercialização de títulos de carbono para corporações: à vista de definição de mercado mandatório no Brasil / Helen Cardoso Havemann. -- 2022.

75 f.

Orientador: Leonardo Xavier da Silva.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Curso de Ciências Econômicas, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Sistema de comércio de emissões. 2. Precificação de carbono. 3. Mudanças climáticas. 4. Economia de baixo carbono. I. Silva, Leonardo Xavier da, orient. II. Título.

**HELEN CARDOSO HAVEMANN**

**ALTERNATIVAS DE PRECIFICAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE  
TÍTULOS DE CARBONO PARA CORPORAÇÕES: À VISTA DE DEFINIÇÃO DE  
MERCADO MANDATÓRIO NO BRASIL**

Trabalho de conclusão submetido ao curso de Graduação da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Ciências Econômicas.

Aprovada em: Porto Alegre, 10 de maio de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Leonardo Xavier da Silva – Orientador  
UFRGS

---

Profa. Dra. Letícia de Oliveira  
UFRGS

---

Prof. Dr. Eduardo Ernesto Filippi  
UFRGS

*A meus pais, amigos e professores, por todo apoio até aqui.*

## RESUMO

O presente trabalho visa a estudar sobre as alternativas de precificação e comercialização de carbono que as empresas brasileiras podem utilizar, como forma de se preparar à possível implantação de um mercado mandatório de carbono no Brasil dentro dos próximos anos. Os principais objetivos desta pesquisa englobam avaliar quais as alternativas que estão sendo desenvolvidas no país para preparar as empresas para definições mandatórias de mercados e preços de carbono, abordar sobre os principais mercados globais em vigor como forma de utilizá-los como base e verificar se há alguma atribuição de risco climático dos mercados financeiros, pois entende-se que este possui potencial para direcionar ações corporativas em direção a uma economia mais sustentável. Para tal, faz-se uma revisão bibliográfica acerca dos temas que envolvem mudanças climáticas, precificação de gases do efeito estufa, comercialização de carbono e onde os mercados financeiros estão inseridos nesta discussão para engajar as empresas. A fim de que se alcance os objetivos deste trabalho, analisa-se os mercados de carbono e as alternativas de precificação mundial e de que forma o Brasil tem avançado neste sentido, desta maneira é possível compreender o que as empresas nacionais têm feito para se preparar e adquirir conhecimento caso seja definido mercado mandatório de carbono. Conclui-se que o Brasil precisa de interesse governamental em estabelecer um comércio mandatório de carbono para compor uma agenda sustentável que alcance as metas climáticas estabelecidas. Entende-se também que apenas estas definições de comércio e precificação não são suficientes para que se alcance as metas climáticas, mas são de grande valia para incentivar ações empresariais. Conclui-se, por fim, que a iniciativa privada tem trazido contribuições positivas no que concerne a preparar as empresas a esta possível definição mecanismo obrigatório de comercializar carbono, mas que precisa ser mais abrangente e contar com a participação de mais empresas de maneira contínua e consistente para que esteja preparada.

**Palavras-chave:** Sistema de comércio de emissões. Precificação de carbono. Mudanças climáticas. Economia de baixo carbono.

## **ABSTRACT**

The present paper aims to study the carbon pricing and trading alternatives for the Brazilian companies, as a way of preparing for the possible implementation of a mandatory carbon market in Brazil within the next few years. The main objectives of this research include evaluating the alternatives that are being developed nationally to prepare companies for mandatory definitions of markets and carbon prices, analyzing the main global markets in force as a way of using them as a basis, and verifying if there is any attribution of climate risk from financial markets, as it is understood that this has the potential to direct corporate actions toward a more sustainable economy. For this purpose, a bibliographic review has been carried out on topics involving climate change, greenhouse gas pricing, carbon trading, and where financial markets are inserted in this discussion to engage companies. In order to achieve the paper's objectives, global carbon markets and pricing alternatives were analyzed and how Brazil has advanced in this direction, thus it is possible to understand what national companies have been doing to prepare and acquire knowledge if a mandatory carbon market is defined. It is concluded that Brazil needs urgently government's interest in establishing mandatory carbon trading market to compose a sustainable agenda that achieves the established climate goals. It is also understood that these definitions of trading and pricing alone are not enough to achieve climate goals, but are of great value to encourage business actions. Finally, it is concluded that the private sector has brought positive contributions in terms of preparing companies for this possible definition of a mandatory mechanism to trade carbon, but that it needs to be more widespread and count on the participation of more companies in a continuous and consistent so that is prepared.

**Keywords:** Emissions trading system. Carbon pricing. Climate changes. Low carbon economy.

## LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

Gráfico 1 – Concentração histórica de CO <sub>2</sub> na atmosfera .....	16
Gráfico 2 – Série histórica EU Carbon Permits (EUR) .....	40
Tabela 1 – Variação da precificação conforme ano e aumento da temperatura da atmosfera (valores de referência de 2010 e mede o preço por tCO <sub>2</sub> e) .....	39
Tabela 2 – Setores que adotam ou adotarão preço interno de carbono .....	53



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIGCC	Asia Investor Group on Climate Change
BeGreen	<i>Brazilian Energy and Greenhouse Gas Emissions General Equilibrium Model</i>
BM&F	Bolsa Mercantil e de Futuros
B3	Brasil, Bolsa, Balcão
CBio	Crédito de Descarbonização
CCA	Climate Change Authority
CDP	Carbon Disclosure Project
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CISL	University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership
CO <sub>2</sub>	Gás Carbônico
COP	Conference of the Parties
CTax	Taxação do Carbono
EGC	Equilíbrio Geral Computável
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ETS	<i>Emissions Trading System</i>
EU ETS	European Union Emissions Trading System
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GEE	Gases do Efeito Estufa
IGCC	Investor Group on Climate Change
IIGCC	Institutional Investor Group on Climate Change
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ITMO	Resultados de Mitigação Transferidos Internacionalmente
MBRE	Mercado Brasileiro de Redução de Emissões
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MRV	Monitoramento, Relato e Verificação
NDC	<i>Nationally Determined Contribution</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PBGHG	Programa Brasileiro GHG Protocol
PIB	Produto Interno Bruto
PIC	Preço Interno de Carbono

PMR	Partnership for Market Readiness
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
Ppm	Partes por milhão
PRI	Principles for Responsible Investment
RCE	Redução Certificada de Emissões
SCE	Sistema de Comércio de Emissões
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WRI	World Resources Institute

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>MUDANÇAS CLIMÁTICAS, CONFERÊNCIAS SOBRE O CLIMA E IMPACTOS E RISCOS FINANCEIROS .....</b>	<b>15</b>
2.1	OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A VIDA E A ECONOMIA GLOBAL.....	15
2.2	PROTOCOLO DE QUIOTO E ACORDO DE PARIS.....	18
2.3	INSERÇÃO DO RISCO CLIMÁTICO PELOS MERCADOS FINANCEIROS.....	21
2.4	PRECIFICAÇÃO DO CARBONO E INSERÇÃO BRASILEIRA A PARTIR DOS ACORDOS INTERNACIONAIS .....	25
<b>3</b>	<b>MECANISMOS DE PRECIFICAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE CARBONO .....</b>	<b>29</b>
3.1	EXTERNALIDADES E PRINCÍPIO DO POLUIDOR PAGADOR .....	29
3.2	INSTRUMENTOS DE PRECIFICAÇÃO .....	31
<b>3.2.1</b>	<b>Tributação .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Sistema de Comércio de Emissões.....</b>	<b>34</b>
3.2.2.1	Sistema <i>cap-and-trade</i> .....	34
3.2.2.2	Sistema de <i>baseline-and-credit</i> .....	36
<b>3.2.3</b>	<b>Iniciativas de precificação .....</b>	<b>38</b>
3.3	RISCOS DOS SISTEMAS DE PRECIFICAÇÃO .....	42
<b>4</b>	<b>PRECIFICAÇÃO E MERCADO DE CARBONO NO BRASIL.....</b>	<b>46</b>
4.1	VALIDAÇÃO NACIONAL AO ESTABELECIMENTO DE SCE .....	46
4.2	PREÇO INTERNO DE CARBONO .....	49
4.3	ALTERNATIVAS DE COMERCIALIZAÇÃO: SIMULAÇÃO DE SISTEMA DE COMÉRCIO DE EMISSÕES E MERCADO BRASILEIRO DE EMISSÕES .....	55
4.4	SISTEMA DE INVENTÁRIO: PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL ...	59
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>62</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE A – INICIATIVAS DE MERCADO DE CARBONO .....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os impactos das mudanças climáticas estão mais visíveis e mais fortes ano após ano, e a responsabilidade por essas alterações, de acordo com o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013), é, com 95% de certeza, do ser humano. Essa intensificação advém do aumento do efeito estufa pela enorme emissão de gases poluentes, entre eles, o principal em nível de emissões: o gás carbônico (CO<sub>2</sub>). O nível médio histórico de concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera é de 235 ppm (partes por milhão), após a Revolução Industrial passou de 300 ppm, e atualmente este nível está em cerca de 400 ppm. Ou seja, se a concentração de gás carbônico emitido se mantiver nestes patamares ou ainda maiores, será inevitável alcançar um aumento médio na temperatura do planeta acima de 3°C e, com isto, o colapso de praticamente todos os ecossistemas, com consequentes prejuízos crescentes em termos econômicos e de vidas (SCHNEIDER, 2018).

Para que este aumento da temperatura possa ser mitigado é preciso adotar novas práticas de produção com menor intensidade de emissão de gases do efeito estufa (GEE) e até mesmo de captura de carbono e estocagem (SCHNEIDER, 2018). Estas questões vêm sendo elaboradas em conferências mundiais sobre o clima, sendo que os principais tratados feitos nestas conferências que serão utilizados como base no presente estudo são o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris. Em ambos, os países que os ratificaram estabeleceram metas de redução de emissões para controlar o aumento da temperatura média em até 2°C através de diversos mecanismos, sendo que entre eles os países têm discutido e implementado, além de outras medidas, o mercado de carbono e/ou a taxaço das emissões como forma de promover a mitigação das mudanças climáticas atribuindo responsabilidade e um preço sobre aqueles que poluem.

O mercado de carbono ou taxaço são maneiras de precificar os títulos de CO<sub>2</sub>e (carbono equivalente) emitido (ou que se deixa de emitir). Os títulos de carbono podem ser comercializados e precificados sob a forma de permissões para emitir — caso seja um Sistema de Comércio de Emissões (SCE) do tipo *cap-and-trade* — ou créditos de carbono — GEE que foram deixados de ser emitidos e são comercializados desta maneira em mercados voluntários. Esta definição de preço e mercado de carbono já existe em SCE mais desenvolvidos como o European Union Emissions Trading System (EU ETS) e o SCE da Califórnia (EUA) — o que não significa que são ideais — e precisa se tornar mais abrangente e ser adotada no Brasil. Os mecanismos de comercialização são mais efetivos quando é atribuído um preço aos GEE e

quando estes, em forma de títulos, são comercializados e limitados (permissões para emitir), desta forma há incentivo financeiro para a descarbonização (HOULDER; LIVSEY, 2021, p.1).

Através da precificação e comercialização de carbono, aqueles que poluem devem arcar com estes custos que são externalizados, ou seja, precificar é internalizar as externalidades e corrigir falhas de mercado, sob o princípio do poluidor-pagador (MARTINS; ROSSIGNOLI, 2018). Desta forma, a “[...] criação de sinal de preços que melhor oriente a tomada de decisão dos agentes econômicos em relação ao nível ótimo de emissões de suas atividades deveria ser peça fundamental no rol de instrumentos adotados para mitigar a mudança do clima.” (MELO; SILVA, 2018, p.358). Este sinal de preços tem a capacidade de promover atratividade de alternativas menos carbono-intensivas por motivação financeira e “[...] é vista como uma maneira custo-efetiva de se alcançar objetivos de mitigação, ou seja, é um instrumento que permite a redução de emissões ao menor custo agregado possível.” (PARTNERSHIP FOR MARKET READINESS BRASIL – PMR, 2017, p.5).

De forma a corroborar com a importância em estabelecer um preço às emissões, principalmente no Brasil, uma “não-precificação” ou precificação atrasada

[...] means there are no incentives for driving a change in behaviour, thus increasing the overall risk of climate change. Most notably, if climate change continues unabated, it will be the future generations who will be burdened with a greater share of these risks.<sup>1</sup> (UNIVERSITY OF CAMBRIDGE INSTITUTE FOR SUSTAINABILITY LEADERSHIP – CISL, 2015, p.36).

Este trabalho parte da relevância do governo do Brasil em definir um mecanismo mandatório de comercialização de títulos de carbono e das empresas brasileiras contribuírem para a redução de emissões e se prepararem para esta obrigatoriedade, principalmente através de alternativas voluntárias que espelhem sistemas adotados em outros países. Estas alternativas empresariais devem voltar seu foco a ações de preparo para um SCE, uma vez que este mecanismo foi considerado o mais custo-efetivo para o país em detrimento da taxaço, conforme conclusão dos estudos do PMR Brasil (2020).

Neste íterim, cabe analisar com base em literatura e mecanismos existentes quais as alternativas que as empresas têm abordado para se preparar para a precificação e comércio mandatório de carbono no Brasil, e, desta forma contribuir com o compromisso da *Nationally*

---

<sup>1</sup> [...] significa que não há incentivos para impulsionar uma mudança de comportamento, aumentando assim o risco geral de mudanças climáticas. Notavelmente, se as mudanças climáticas continuarem sem diminuição, serão as gerações futuras que serão sobrecarregadas com a maior parte destes riscos. (Tradução nossa)

*Determined Contribution*<sup>2</sup> (NDC), estabelecida após o Acordo de Paris e que determina redução em 37% das emissões de GEE até 2025 em relação a 2005. Para dar embasamento à resposta desta questão, serão abordadas as questões referentes à inserção do risco climático por empresas e *stakeholders*; as alternativas de precificação implantadas no mundo (SCE e taxaço) e qual o preço praticado e o ideal; e, de maneira mais ampla, uma apresentação sobre as alternativas de preparo ao estabelecimento de um SCE, como as simulações deste tipo de mercado pela Fundação Getúlio Vargas – Escola de Administração de Empresas de São Paulo (FGV-EAESP), precificação interna e formulação de inventários de emissões.

Outros projetos prévios ao Acordo de Paris voltados para países em desenvolvimento, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e a Implementação Conjunta, embora tenham contribuído para projetos de redução de emissões, não serão abordados em virtude de ter a característica de compensar as emissões de países desenvolvidos (OLIVEIRA; MIGUEZ; ANDRADE, 2018). Vale dizer que no Brasil já há iniciativa de precificação de carbono adotada, vide a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) na qual são comercializados os CBIOS, mas se restringe ao setor de biocombustíveis e o foco deste trabalho é passar uma perspectiva mais ampla das oportunidades de comercialização de carbono no país.

A instituição de preço e mercado mandatório de carbono e, neste contexto, a devida preparação das empresas sujeitas (ou não) a esta definição, faz-se necessária dado que as metas estabelecidas são relativamente de curto prazo e as mudanças climáticas já estão sendo sentidas, podendo seus efeitos serem irremediáveis em pouco tempo. Portanto, é desta necessidade em determinar um preço às emissões no país que o presente trabalho está calcado. Sendo de grande importância avaliar a implantação de um mecanismo de comercialização mandatório, tendo em vista as questões sociais e econômicas, o arcabouço institucional brasileiro e a preparação das empresas.

Em vista de alcançar a meta da NDC brasileira implementada após o Acordo de Paris, os principais objetivos (sendo “a” o prioritário, “b” e “c” os secundários) deste trabalho consistem em:

- a) Elencar as alternativas que têm sido desenvolvidas no país para que as empresas possam se preparar para um mercado e precificação mandatória após a conclusão do estudo do PMR Brasil;

---

<sup>2</sup> Do inglês, Contribuição Nacionalmente Determinada.

- b) Descrever os principais mercados e mecanismos mundiais, sejam eles ideais ou não, de precificação e comercialização de carbono que possam servir de base ao mecanismo mandatório brasileiro;
- c) Analisar referencial teórico sobre se o mercado financeiro inclui o risco climático na mensuração dos ativos e investimentos, uma vez que tem potencial para afetar decisões das empresas.

Através da elaboração destes objetivos, serão esclarecidas quais as alternativas atuais para que as empresas tenham conhecimento suficiente sobre mecanismo de precificação e comercialização de carbono e entender se as companhias estão preparadas para uma definição mandatória. Os estudos até aqui trazem a hipótese de que, embora as empresas possam participar de alternativas compulsórias, o governo precisa estabelecer medidas regulatórias para corrigir falhas de mercados e para que a contribuição das empresas para o alcance das metas climáticas seja menos incipiente. Outra hipótese é de que ainda há baixa adesão das empresas brasileiras em participar e adquirir conhecimento a partir das alternativas disponíveis, configurando um despreparo da iniciativa privada nacional caso seja estabelecido um SCE. A última hipótese é de que os mercados financeiros percebem os riscos climáticos e, de certa forma, consideram-nos para a avaliação dos ativos, influenciando na tomada de decisão das empresas.

A metodologia que será utilizada é de natureza exploratória e qualitativa, dado que a construção deste trabalho parte de uma revisão bibliográfica sobre a precificação e alternativas de comercialização dos gases do efeito estufa. As referências acadêmicas foram encontradas principalmente na base Elsevier's Scopus, Periódicos Capes, Repositório IPEA, estudos da FGV e de instituições nacionais e internacionais voltadas ao clima. Além disso, muitas referências foram extraídas de artigos e trabalhos já publicados, o que possibilita encontrar trabalhos mais direcionados ao tema. Buscou-se, majoritariamente, por referências que datam a partir de 2010, com preferência àquelas a partir de 2015 (Acordo de Paris), pois entende-se que este é um assunto recente e em mudança constante, o que demanda referencial mais atualizado. Os principais termos de busca, tanto em português quanto em inglês, utilizados para selecionar as referências foram: precificação de carbono; mercado de carbono; sistema de comércio de carbono; risco de carbono; mercados financeiros e risco climático; preço do carbono nas empresas brasileiras; taxaço do carbono; sistema *baseline-and-credit*; princípio do poluidor pagador; preço interno de carbono.

Este trabalho está organizado em cinco capítulos, sendo o primeiro este presente (Introdução). O segundo capítulo (Mudanças Climáticas, Conferências sobre o Clima e Impactos e Riscos Financeiros) versa sobre os impactos trazidos pelas mudanças climáticas sobre a economia global, como o mercado financeiro tem inserido o risco destas alterações no clima e o posicionamento brasileiro neste contexto. O terceiro capítulo (Mecanismos de Precificação e Comercialização de Carbono) elabora sobre princípios econômicos nos quais se baseiam as instituições de preço às emissões, aborda também os principais métodos e iniciativas de precificação e comercialização de CO<sub>2</sub>e, o preço ideal do carbono e os riscos envolvidos nestas definições. O quarto capítulo (Precificação e Mercado de Carbono no Brasil) destina-se a avaliar a aplicação dos modelos internacionais ao caso brasileiro através de iniciativas privadas e voluntárias. Por fim, o quinto e último capítulo destina-se às Considerações Finais.



## 2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS, CONFERÊNCIAS SOBRE O CLIMA E IMPACTOS E RISCOS FINANCEIROS

### 2.1 OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A VIDA E A ECONOMIA GLOBAL

Mudança climática é um termo bastante conhecido e que gera discussões desde o século XVIII, sendo reconhecido internacionalmente como um grave problema somente na 1ª Conferência Mundial sobre o Clima, em 1979 (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB, 2020). Este conceito detém papel relevante acerca da discussão sobre o futuro do planeta Terra, pois mudanças climáticas sempre ocorreram de forma natural, caracterizando diferentes climas em diversas eras, sejam estas mudanças causadas por inclinações do eixo terrestre ou por grande atividade vulcânica. Entretanto, essas mudanças são lentas e estão fora do controle humano, enquanto a mudança climática que tem como um dos seus efeitos o aquecimento global atualmente é muito mais abrupta e a origem está na atividade humana, conforme o relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)<sup>3</sup>: “[...] the science now shows with 95 percent certainty that human activity is the dominant cause of observed warming since the mid-20th century.”<sup>4</sup> (IPCC, 2013, p. V)

Para ilustrar melhor do que se trata o termo “mudança climática”, Schneider (2018) traz duas definições de órgãos internacionais: o United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) e o IPCC. Para o UNFCCC em 1992, em seu artigo primeiro, mudanças climáticas estão relacionadas à ação da atividade humana, já o IPCC em relatório publicado em 2001 adiciona ao termo também as alterações climáticas de origem natural. Dadas essas duas definições, Schneider elabora a sua própria, considerada mais abrangente, de que “mudança climática pode ser definida como uma mudança tanto nos padrões históricos médios do clima quanto em sua variabilidade, estatisticamente comprovados, persistentes no tempo e que podem ser determinados por causas naturais ou antropogênicas.” (SCHNEIDER, 2018, p.55).

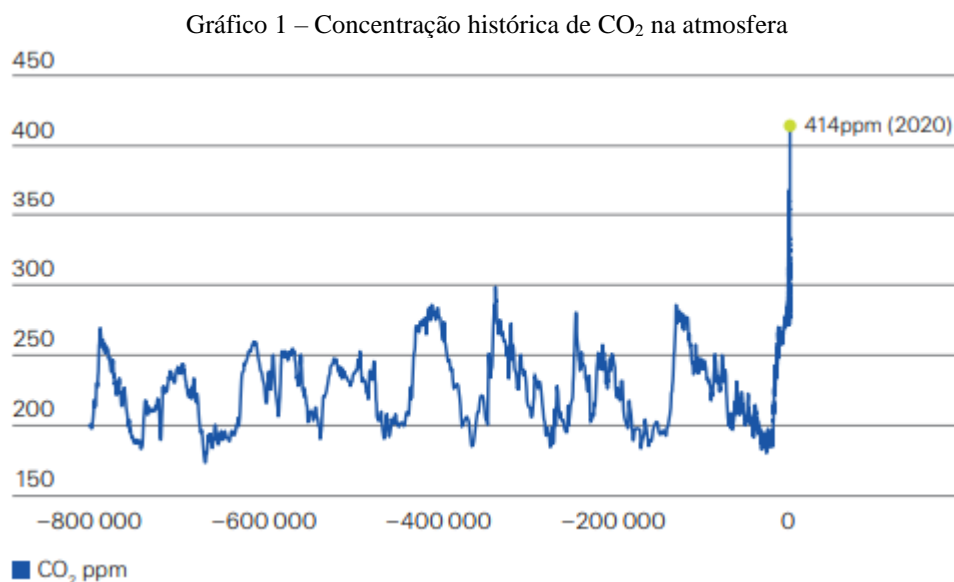
Tendo em vista a dominância das ações humanas como causa do aquecimento global, e com respaldo na definição acima do que é mudança climática, será considerada para o estudo apenas a atividade do ser humano como causador das alterações do clima. O aquecimento global

---

<sup>3</sup> O IPCC foi criado em 1988, no âmbito das Nações Unidas, tem papel científico-político e é responsável pela avaliação e divulgação de relatórios e estudos sobre o clima.

<sup>4</sup> “[...] a ciência agora mostra com 95% de certeza que a atividade humana é a causa dominante do aquecimento observado desde a metade do século XX.” (Tradução nossa).

atual tem sua origem na Revolução Industrial, notadamente no século XIX, quando passam a ser amplamente utilizados combustíveis fósseis, como o carvão, para a geração de energia e combustão nas indústrias. A queima do carvão e de outros combustíveis fósseis liberam gases que, em grandes quantidades, são capazes de aumentar a temperatura do planeta ao intensificar o efeito estufa. Entre os principais, está o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o qual sempre esteve presente na atmosfera, bem como os demais gases causadores do efeito estufa — metano, óxido nitroso, hidrofluorcarbonetos, perfluorcarbonetos e hexafluoretos de enxofre (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY OF UNITED STATES – EPA, 2021) —, mas tem seus níveis elevados muito acima do que é considerado adequado. De acordo com Schneider (2018), historicamente os níveis de CO<sub>2</sub> estavam entre 170 ppm e 300 ppm, a partir da Revolução Industrial este nível ultrapassou os 300 ppm pela primeira vez e hoje concentra-se acima dos 400 ppm. Entre as décadas de 1990 e 2010, as emissões mundiais de GEE aumentaram 34,5%, sendo que o dióxido de carbono, apesar de provocar o menor impacto na elevação da temperatura dentre os demais gases, representa cerca de 75% das emissões totais atuais e tem capacidade de desencadear o aumento da emissão dos outros gases, considerados altamente danosos para a atmosfera (SCHNEIDER, 2018). No gráfico 1 abaixo, no qual o eixo X é o “tempo”, e o Y é a “concentração de CO<sub>2</sub> em ppm”, pode-se observar a evolução da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera.



Fonte: Swiss Re Institute (2021, p.4)

O aumento geométrico da emissão destes gases provoca efeitos extremamente perigosos para o equilíbrio de todo ecossistema terrestre e, conforme Schneider (2018), o impacto se dá

principalmente na temperatura do planeta. 2016 apresentou temperatura 1,44°C superior em relação à média do século passado (1901-2000), a qual aumenta tanto na camada terrestre quanto nos oceanos. A consequência deste aumento de temperatura é o degelo de calotas polares, que já está aumentando o nível dos oceanos e submergindo áreas costeiras ou provocando inundações mais frequentes; variações no tempo mais extremas também vêm sendo identificadas, como enchentes, furacões, secas e calor extremo. Essas alterações afetam diretamente a vida humana e, conseqüentemente, a economia de cidades, estados e nações, que registram mortes, doenças respiratórias, destruição de propriedades e de infraestrutura. Ainda, sofre-se ameaça de insegurança alimentar em nível mundial, dado que a agricultura tem como o seu maior aliado, e ao mesmo tempo rival, o clima. Sendo este extremo, pode causar perturbações importantes na produtividade de alimentos (SCHNEIDER, 2018).

Estes impactos à vida e à economia serão traduzidos em redução do PIB. De acordo com os estudos de Hsiang *et al* (2017), cada 1°C de aumento na temperatura custa 1,2% ao produto interno bruto. Ainda, conforme artigo de Wallace-Wells (2017), no qual cita estudos também de Hsiang *et al*, projeta-se uma perda de 23% no rendimento médio per capita global até 2100, 12% de chance de o PIB mundial cair cerca de 50% até o final do século e 51% de chance de o PIB per capita mundial reduzir em 20% ou mais caso não sejam tomadas medidas que reduzam a emissão de gases do efeito estufa que provocam estas mudanças climáticas.

Um estudo elaborado pela Swiss Re Institute (2021) corrobora com Hsiang *et al* e Wallace-Wells no apontamento de que o aumento da temperatura no planeta trará prejuízos ao PIB de todos os continentes. O relatório explica que as mudanças climáticas trazem custos e impactos econômicos uma vez que implicam em riscos físicos e de transação. Os riscos físicos são aqueles que causam “[...] property damage, disruption to trade due to climate shocks (eg, severe weather events such as storms, floods and droughts), and lost productivity due to rising average temperatures.”<sup>5</sup> (SWISS RE INSTITUTE, 2021, p.6) Já os riscos de transação “result from the adjustment to a low-carbon economy, like changes to how society deploys resources, uses technology and rolls out regulation.”<sup>6</sup> (SWISS RE INSTITUTE, 2021, p.6).

O estudo da Swiss Re ainda traz previsões de impacto no produto dos países e regiões continentais conforme intervalos de aumento de temperatura em relação ao período pré-industrial na metade do século XXI. Considerando o cenário mundial, a perda estimada pode

---

<sup>5</sup> “[...] danos à propriedade, interrupção do comércio devido a choques climáticos (por exemplo, eventos climáticos severos, como tempestades, inundações e secas) e perda de produtividade devido ao aumento das temperaturas médias.” (Tradução nossa)

<sup>6</sup> “[...] resultam dos ajustes para uma economia de baixo carbono, como mudanças na forma como a sociedade utiliza recursos, utiliza tecnologia e implementa regulação.” (Tradução nossa)

chegar a 18,1% de redução do PIB global caso a temperatura alcance +3,2 °C — cenário mais extremo, no qual são mantidas altas emissões de GEE<sup>7</sup> e sem ações de mitigação —, já no caso de aumento de 2 °C a 2,6 °C da temperatura (*range* mais provável de acontecer) as perdas no produto mundial podem alcançar de 11,0% a 13,9%. Os continentes e regiões do planeta mais afetados pelo aumento da temperatura são aqueles que já apresentam maiores índices de pobreza, desigualdade social e insegurança alimentar, problemas que serão ainda mais agravados pela mudança no clima. Entre as regiões mais afetadas de acordo com este relatório da Swiss Re, levando em consideração o cenário mais extremo (+3,2 °C), pode-se citar: Sudeste Asiático (-37,4% do PIB); Oriente Médio e África (-27,6% do PIB); e América do Sul (-17,0% do PIB) (SWISS RE INSTITUTE, 2021).

A contribuição do estudo da Swiss Re (2021) para o caso brasileiro indica que, caso a temperatura se eleve nos patamares mais prováveis (entre 2 °C a 2,6 °C), a perda do PIB pode variar entre -1,0% a -12,8% a depender de variáveis conhecidas e ainda não conhecidas. No pior cenário (+3,2 °C) o PIB brasileiro pode reduzir 16,8%, sendo um dos países mais afetados pelas mudanças climáticas. O estudo elaborou um Índice de Economia Climática no qual apresenta um ranqueamento de 48 países, sendo o primeiro o menos afetado e o 48º o mais afetado. Neste ranking, o Brasil encontra-se no 34º lugar em termos de impacto no PIB; no 42º lugar no risco de secas, enquanto está no 8º lugar no risco de clima mais úmido; por fim, o Brasil está no 33º em termos de capacidade adaptativa. Este ranking, portanto, ilustra que o país sofrerá principalmente com fortes secas, o que impactará a cadeia produtiva do agronegócio e geração de energia elétrica, uma vez que as hidrelétricas contribuem com a geração de 63,8% da energia no Brasil (BRASIL, 2020); e revela que o país possui atualmente capacidade inadequada para lidar com os impactos negativos das mudanças climáticas (capacidade adaptativa). Para melhorar a posição nesta *proxy*, faz-se necessário ajustes que garantam segurança institucional, melhoria na educação, inovação e gestão de recursos, menor grau de dependência do agronegócio e conscientização pública (SWISS RE INSTITUTE, 2021).

## 2.2 PROTOCOLO DE QUIOTO E ACORDO DE PARIS

A percepção por cientistas e entidades nacionais e internacionais sobre os impactos que o aumento das emissões de CO<sub>2</sub> podem causar sobre o aquecimento global teve seu marco

---

<sup>7</sup> Para fins de simplificação, os termos GEE, CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>e, carbono e emissões serão considerados como equivalentes.

inicial o ano de 1856, quando a cientista Eunice Newton Foote descobriu a correlação. A partir daí foram vários os cientistas que passaram a estudar o tema, até que, em 1972, ocorreu a 1ª grande reunião entre chefes de Estado que tratou sobre meio ambiente, a Conferência de Estocolmo — organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU). As mudanças climáticas começaram a ser reconhecidas internacionalmente como um grande problema em 1979, com a 1ª Conferência Mundial sobre o Clima. Em 1994 entrou em vigor a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática, tratado no qual os países reconhecem as mudanças climáticas como um problema urgente e que precisa ser tratado, criando compromissos e obrigações para os países signatários (CLIMA E DESENVOLVIMENTO, [202-]; CETESB, 2020).

O órgão supremo desta Convenção, a Conferência das Partes, do inglês Conference of the Parties (COP), reuniu-se pela primeira vez em Berlim em 1995, estabelecendo medidas que fortalecessem a Convenção e iniciando as discussões sobre a criação de metas obrigatórias para a redução dos gases do efeito estufa, com um calendário a ser estabelecido, tendo os Estados Unidos à frente da pauta. Tanto a COP-1, quanto a COP-2, foram as bases para a elaboração do Protocolo de Quioto, estabelecido na COP-3, uma das conferências mais marcantes ao trazer à luz a comercialização de carbono (tema central desta pesquisa) ocorrida em 1997, na cidade de Quioto (Japão). Nesta conferência participaram mais de 160 países, que decidiram por estabelecer metas mais específicas de prazos e de redução de emissão dos GEE através da aprovação do Protocolo de Quioto. Após longas discussões em outras conferências nos anos posteriores, este somente foi ratificado em 2005, seguindo dois princípios: “responsabilidades comuns, porém diferenciadas”, que atribui diferentes objetivos de redução de emissões conforme o grau de desenvolvimento dos países, sendo que os mais desenvolvidos são os maiores emissores de GEE, mas não deixando de considerar que para alcançar objetivos de menor emissão é preciso colaboração de todos; e “abordagem abrangente”, que trata da redução de emissão de todos os GEE (MOREIRA; GIOMETTI, 2008).

O Protocolo de Quioto foi ratificado após a adesão de 55% dos países mais poluidores, “que se comprometeram em reduzir as emissões dos gases que contribuem para o efeito estufa em 5,2%, no período de 2008 até 2012, em relação aos níveis existentes em 1990” (GOULARTE; ALVIM, 2011, p.75). Ainda de acordo com Goularte e Alvim, enquanto os países mais poluidores, que são aqueles considerados industrializados, precisam seguir as metas estabelecidas, “países em desenvolvimento como o Brasil, podem participar voluntariamente não incorrendo na obrigação.” (GOULARTE; ALVIM, 2011, p. 75). O Protocolo de Quioto criou mecanismos para que os países desenvolvidos possam atingir suas metas, são eles:

Comércio de Emissões; Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL); e a Implementação Conjunta (GOULARTE; ALVIM, 2011).

Embora metas obrigatórias tenham sido estabelecidas no protocolo, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável realizada no Rio de Janeiro em 2012, conhecida por Rio+20, reconheceu que os resultados para se chegar a uma economia mais sustentável foram pífios e diagnosticou que este “resultado se deveu a sua pouca aderência empírica nos países, de modo que seu sucesso seria alcançado mediante maior empenho dos países com essa estratégia.” (SCHNEIDER, 2018, p.72). Uma alternativa para que o mercado de carbono<sup>8</sup> se torne mais abrangente e atrativo é dar a devida precificação dos créditos como incentivo à adoção de práticas de redução e, até mesmo, captura dos GEE. E essa precificação, determinando o custo das emissões, é urgente, sendo a

[...] tarefa de aferir um preço às emissões de carbono uma das questões financeiras mais importantes que o mundo precisa solucionar. O valor é essencial pois cria incentivos para a descarbonização, ao agregar os custos gerados pela emissão de gases de efeito estufa ao preço de mercadorias e serviços. (HOULDER; LIVSEY, 2021, p.1).

Tendo em vista este resultado pouco abrangente da redução de emissões e sem impacto real sobre a diminuição da temperatura global, foi estabelecido em 2015 na COP-21 o Acordo de Paris, o qual foi assinado por 196 países que se comprometeram a estabelecer esforços para mitigar as mudanças climáticas contendo o aumento da temperatura da atmosfera abaixo de 2°C em relação ao período Pré-industrial, mas com esforços para manter em até 1,5°C. O Acordo de Paris somou ao Protocolo de Quioto uma responsabilidade comum a todos os países, sendo eles desenvolvidos ou em desenvolvimento, esse compromisso legal é dado pela NDC de cada país. Para que as NDC possam ser cumpridas, o Acordo de Paris, através de seu artigo 6º, prevê a criação de um mercado global de carbono, possibilitando que os países atuem conjuntamente, como no Protocolo de Quioto, para promover mais mitigação além do previsto pelas NDC (INSTITUTO TALANOA, 2020).

Mas para além do Acordo de Paris, entende-se ser bastante positiva uma atuação também voluntária de países que não estão necessariamente sobre regulação e dever de redução de emissão de CO<sub>2</sub>. O artigo 6.2 do Acordo de Paris trata sobre o aspecto voluntário para atingimento de NDC e, embora este artigo não seja a base para este trabalho, ele dá respaldo às

---

<sup>8</sup> Mercado ou comercialização de carbono são sinônimos, e para fins de simplificação os termos serão utilizados nesta pesquisa tanto para casos de permissões de emissões, quanto para créditos de carbono, ou seja, para títulos de carbono.

ações de abordagem cooperativas para complementar as metas de redução de emissões. Além de países, muitas empresas e iniciativas de investidores estão tomando frente na utilização de mecanismos voluntários para incentivar uma economia de menor emissão de GEE visando a manutenção de seus investimentos e continuidade do bem-estar global.

### 2.3 INSERÇÃO DO RISCO CLIMÁTICO PELOS MERCADOS FINANCEIROS

Atentos às mudanças climáticas, empresas, investidores e *stakeholders* sabem dos riscos que os cenários de aquecimento global acima de 1,5 °C podem trazer à geração de valor para as corporações. Por conta disso, parte destes agentes têm apresentado respostas incisivas na busca de reduzir emissões de carbono a fim de mitigar os impactos climáticos. De um lado, empresas que são mais comprometidas com a causa buscam inovações e mercados que reduzam seu impacto ambiental, de outro, os investidores sinalizam suas preferências através de custo de capital de terceiros e preço das ações. Já os *stakeholders*, como clientes e fornecedores, podem responder através da não comercialização de produtos com empresas carbono-intensivas e que não apresentam relatórios integrados que abordem questões ambientais.

Neste contexto, os investidores têm um papel relevante para impulsionar que empresas passem a adotar medidas que gerem menos impacto e se comprometam com a redução de emissões de GEE, desta forma, evitam perdas irreversíveis de capital, de recursos naturais, de infraestrutura e de segurança humana. A exemplo disso, uma iniciativa formada por 615 investidores institucionais, chamada de Climate Action +100, tem como propósito fazer com que os negócios nos quais alocam seus investimentos alinhem-se ao Acordo de Paris e acelerem suas transições para *net zero* (emissão líquida zero) de GEE até 2050 ou antes (CLIMATE ACTION +100, [s.d]). Para um ente ter emissão líquida zero, idealmente, é preciso que reduza suas emissões de GEE ao mínimo possível, incluindo as emissões indiretas (cadeia produtiva). Caso a organização não consiga zerar sua contribuição de GEE na atmosfera, pode compensar através de comercialização de créditos de carbono ou investir em formas de compensação (JOKURA, 2021).

A Climate Action +100 reconhece o poder dos investidores no redirecionamento de seus investimentos, através de participação em ações e renda fixa, para promover mudanças de comportamento das empresas no sentido de implantar medidas de mitigação dos impactos climáticos que elas provocam. Nesta iniciativa, o investidor precisa se comprometer a engajar uma das 167 companhias que são chave na transição para uma economia *net zero* por conta de seu grande potencial de emissão — estas corporações são as maiores emissoras do mundo,

correspondendo por 80% das emissões industriais globais. Os investidores são apoiados por cinco *investors network*: Asia Investor Group on Climate Change (AIGCC); Ceres; Investor Group on Climate Change (IGCC); Institutional Investor Group on Climate Change (IIGCC); e Principles for Responsible Investment (PRI). O engajamento dos investidores que participam da Climate Action +100 já trouxe progressos em termos de companhias que estabeleceram metas que vão em direção a mitigação de suas ações sobre as mudanças climáticas (CLIMATE ACTION +100, [s.d.]).

O envolvimento dos mercados financeiros na transição para uma economia menos carbono-intensiva e sustentável, a médio e longo prazo, para a redução dos riscos e incertezas em relação aos custos de adaptação e de perdas de geração de valor são essenciais. Entretanto, de acordo com estudo da CISL (2015), para os investidores há sempre um risco não protegido na composição de suas carteiras de investimento:

[...] some portion of said risk exposure remains effectively ‘unhedgeable’ due to the inherent systematic risks associated with different climate change scenarios. Avoiding systematic risks will require system-wide approaches such as climate change mitigation and adaptation measures at the local, regional, national and global levels.<sup>9</sup> (CISL, 2015, p.7).

Este estudo aponta, portanto, a importância de ações sistemáticas e abrangentes na mitigação do risco climático trazido pelas emissões de GEE, pois é a maneira mais sustentável de garantir retornos futuros dos investimentos e proteger o valor dos ativos. Do contrário, em um cenário em que não haja intervenções para controlar as emissões de carbono, as carteiras de investimentos podem sofrer redução de até 45% no seu valor (CISL, 2015).

O estudo da CISL (2015) ainda traz uma contribuição importante: “[...] even in the short term, climate risks pose a significant threat to investment portfolio performance.”<sup>10</sup> (CISL, 2015, p.30). Destaca também que, apesar de que no curto prazo políticas severas de controle climático possam causar impacto negativo nos mercados financeiros, muito em função dos custos, os benefícios de uma ação mais imediata trarão retornos positivos no longo prazo e, considerando que quanto maior a demora em implementar ações em larga escala e efetiva para minimizar o efeito estufa mais custoso será, faz valer a pena uma transição para economia com

---

<sup>9</sup> [...] parte da chamada exposição de risco permanece efetivamente “unhedgeable” (sem proteção) devido aos riscos sistemáticos inerentes associados a diferentes cenários de mudanças climáticas. Evitar riscos sistemáticos requererá abordagens de todo o sistema, como medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas nos níveis local, regional, nacional e global. (Tradução nossa)

<sup>10</sup> Mesmo no curto prazo, o risco climático representa importante ameaça à performance de uma carteira de investimento. (Tradução nossa)



menor emissão de carbono. Com isso, “investors are therefore encouraged to take a long-term perspective when considering climate risk in investment portfolios.”<sup>11</sup> (CISL, 2015, p.30).

Um estudo de Bolton e Kacperczyk (2021) analisa a inserção do risco para os investidores da emissão do carbono pelas corporações, que dificilmente é levado em consideração em estudos de retorno das ações com base em exposições a riscos. Através de análise de seção transversal padrão, os pesquisadores visaram identificar se os investidores exigem algum prêmio nos seus ativos pelo risco associado às emissões de carbono. Os resultados do estudo indicam que as emissões de carbono impactam de maneira significativa e positiva, estatisticamente, o retorno das ações. Isso significa que os investidores inserem o risco das emissões de carbono no prêmio pelo investimento, pois quanto maior o risco associado ao carbono, maior o retorno no ativo (BOLTON; KACPERCZYK, 2021).

Outro resultado relevante da pesquisa de Bolton e Kacperczyk é que

[...] the carbon premium is related to the level of (and to changes in) emissions, but not to emission intensity. One reason why the premium is tied to total emissions is that regulations limiting emissions are more likely to target activities where the level of emissions is highest.<sup>12</sup> (BOLTON; KACPERCZYK, 2021, p.519)

Este resultado encontrado sinaliza e deveria preocupar os investidores, uma vez que se definidos preços das emissões de GEE e regulações mais firmes, as companhias mais carbono-intensivas poderão gerar prejuízos e não mais rentabilizar os investidores de forma quase que imediata.

O trabalho elaborado por Najah (2012), corrobora com a visão de Bolton e Kacperczyk em relação ao prêmio que os investidores demandam ao alocar recursos em companhias que são grandes emissoras de carbono. Sua pesquisa volta-se mais à questão da qualidade dos relatórios ambientais e de emissões de carbono divulgados pelas empresas, apontando que há uma correlação negativa entre a qualidade dos relatórios de carbono das empresas e o custo de capital próprio de firmas ambientalmente sensíveis. Ou seja, o custo de capital próprio reduz conforme a melhoria da divulgação dos relatórios ambientais/de carbono. A divulgação deste tipo de material pelas companhias ajuda a reduzir a assimetria de informações, pois informam aos investidores e agentes externos sua exposição ao risco climático, medidas de prevenção

---

<sup>11</sup> Investidores são, portanto, encorajados a adotar uma perspectiva de longo prazo ao considerar o risco climático nas suas carteiras de investimento. (Tradução nossa)

<sup>12</sup> [...] o prêmio de carbono está relacionado ao nível (e mudanças) de emissões, mas não na intensidade de emissões. Uma razão pela qual o prêmio está vinculado ao total de emissões é que as regulações que limitam as emissões são mais propensas a direcionar atividade onde o nível de emissões é maior. (Tradução nossa)

e/ou ação, suas emissões e etc. Isso implica em redução da taxa de retorno requerida pelos investidores, uma vez que não incorrerão custos para obter essas informações e estarão cientes dos riscos envolvidos.

Além do volume e intensidade de emissões e dos relatórios ambientais, a indicação de preços também se faz essencial para incentivar a descarbonização, conforme dito anteriormente, e mensurar os esforços das companhias e a importância que dão à redução de emissões como forma de informar os *stakeholders* de maneira concreta. Neste sentido, de acordo com Zhu *et al.* (2022), algumas firmas estão precificando o carbono internamente, como fruto de uma estratégia proativa visando atender às necessidades dos *stakeholders* em termos de sustentabilidade ambiental. Precificar internamente “[...] develops corporate dynamic capabilities by developing and deepening the learning and absorption capacity of a firm and enhances firms’ competitiveness, and finally enables firms to continuously improve their environmental performance.”<sup>13</sup> (ZHU *et al.*, 2022, p.66). Ainda de acordo com Zhu *et al.* (2022), a precificação interna é de suma importância para elevação da performance ambiental de uma companhia, uma vez que promove a dinamização de capacidades entre diferentes áreas da empresa (ZHU *et al.*, 2022). Mais à frente neste trabalho, será abordado com maior profundidade este tema da precificação interna aplicada ao Brasil.

O mercado financeiro também já tem respondido aos impactos e riscos das mudanças climáticas ocasionados pelo aumento das emissões de GEE com a criação de instrumentos derivativos visando a proteção dos negócios. De acordo Pereira Júnior e Malaquias (2020), os chamados derivativos de clima são utilizados, principalmente, como mecanismo de proteção, mitigação e transferência de riscos das variações do clima entre agentes do mercado, com o intuito de minimizar as perdas financeiras. Embora não sejam tão utilizados quanto os demais tipos de derivativos, os climáticos têm apresentado aumento da demanda por empresas nos Estados Unidos, Ásia e Europa. No Brasil, entretanto, até o quarto trimestre de 2017, conforme resultado de pesquisa de Pereira Júnior e Malaquias (2020), não havia sido utilizado nenhum instrumento financeiro derivativo, o que demonstra que o país ainda tem muito a evoluir no que concerne a aplicação de alternativas de proteção contra os riscos climáticos.

Entende-se que a percepção e a inserção do risco de carbono trazido pelos mercados financeiros e seus agentes, impulsionado principalmente pelos investidores, é de grande valia para ações mais efetivas de empresas para redução de suas emissões, através de mecanismos

---

<sup>13</sup> “[...] desenvolve capacidades dinâmicas corporativas, desenvolvendo e aprofundando a capacidade de aprendizado e absorção de uma empresa e aumenta a competitividade das empresas e, finalmente, permite que as empresas melhorem continuamente seu desempenho ambiental.” (Tradução nossa)

tanto compulsórios, quanto voluntários — mercados de carbono, precificação interna e ações de mitigação —; e de governos e organizações mundiais na definição de um preço de carbono para que o sinal a todos os agentes seja claro quanto à necessidade urgente de mitigação das mudanças climáticas. Neste sentido, tratar-se-á na seção seguinte sobre a posição brasileira de forma macro no que concerne à responsabilidade do país na redução de suas emissões e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

#### 2.4 PRECIFICAÇÃO DO CARBONO E INSERÇÃO BRASILEIRA A PARTIR DOS ACORDOS INTERNACIONAIS

No presente trabalho, entende-se que a precificação do carbono é uma das formas viáveis para promover a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, uma vez que incentivam financeiramente as companhias a reduzirem suas emissões ou, até mesmo, zerarem através de compensações, podendo obter lucro desta maneira. De forma clara, a precificação do carbono nada mais é que atribuir um preço sobre as emissões dos GEE de determinado agente. Adotar um preço para cada tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e), seja este claro ou não, é de suma importância para que as organizações possam quantificar e ter motivação financeira para entrar neste mercado. Este valor serve como um “[...] sinal de preços aos tomadores de decisão, desencorajando a adoção de tecnologias carbono-intensivas e incentivando o desenvolvimento de atividades que impliquem redução de emissões de GEE.” (CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CEBDS, 2016, p.22). A precificação pode ser implementada através de Tributação do Carbono ou por Sistema de Comércio de Emissões — conforme será abordado mais à frente neste trabalho —, nas quais os emissores podem escolher entre arcar com os custos de suas emissões geradas para o planeta através do mercado ou implementar ações de redução de emissão de GEE de forma que paguem menos pelos gases emitidos ou até mesmo obtenham receitas com a venda de títulos de carbono.

É relevante salientar que precificar as emissões, dentre os instrumentos de mercado, é uma maneira que promove maior eficiência no propósito de reduzir o aquecimento global — em relação a regulamentações e padrões tecnológicos — e maior liberdade aos agentes econômicos que podem optar pela maneira mais adequada para cumprir metas climáticas (PMR BRASIL, 2020).

Embora o sucesso da meta do Acordo de Paris em manter a elevação da temperatura do planeta a 1,5 °C não esteja condicionado apenas à precificação, pois precisa ser complementado com outras políticas (IPCC, 2018), este mecanismo é uma medida urgente a ser tomada entre

os países, pois este incentivo precisa se dar o mais rápido possível para que ações mais efetivas de controle de emissões sejam tomadas a fim de evitar o colapso dos ecossistemas e das economias como um todo. Se o mercado não estabelecer logo este preço, de acordo com CISL (2015),

[...] means there are no incentives for driving a change in behaviour, thus increasing the overall risk of climate change. Most notably, if climate change continues unabated, it will be the future generations who will be burdened with a greater share of these risks.<sup>14</sup> (CISL, 2015, p.36).

Ao analisar a situação do Brasil no cenário de precificação do carbono, faz-se essencial trazer à luz a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) com a Lei 12.187/09 de dezembro de 2009, pois esta configura um arcabouço institucional para que o mercado de carbono possa funcionar e ser transparente. Esta política visa

[...] reduzir as emissões antrópicas de GEEs em suas diferentes fontes, estimular o desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) através dos compromissos assumidos na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e no Protocolo de Quioto, promover pesquisas científicas, formar uma cooperação internacional com a difusão de tecnologias para implementação de ações de mitigação. (GOULARTE; ALVIM, 2011, p.82).

A instituição desta política deveria criar um instrumental para facilitar as negociações dos créditos de carbono, incentivando empresas a atuarem na causa. Entre estes instrumentos cabe mencionar a negociação de títulos mobiliários referentes aos GEE não emitidos e certificados em bolsas de Mercadorias e Futuros, mecanismos financeiros e econômicos, tributação e padrões ambientais.

Ainda, a PNMC tornou lei o compromisso voluntário importante assumido na COP de Copenhague, 2009, de reduzir suas emissões entre 36,1% a 38,9% até 2020 (GOULARTE; ALVIM, 2011). Para alcançar esta meta, embora seja sabido que ela não foi cumprida, a PNMC visa a estimular o desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Reduções e Emissões, criado por uma iniciativa de parceria entre Bolsa Mercantil e de Futuros (BM&F) — atual Brasil, Bolsa, Balcão (B3) — e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) com o objetivo de incentivar a entrada de empresas privadas no esforço de reduzir as emissões em direção a uma economia de baixo carbono (SILVA; FREIRE; BASSETO, 2012).

---

<sup>14</sup> [...] significa que não há incentivos para impulsionar uma mudança de comportamento, aumentando assim o risco geral de mudanças climáticas. Notavelmente, se as mudanças climáticas continuarem sem diminuição, serão as gerações futuras que serão sobrecarregadas com a maior parte destes riscos. (Tradução nossa)

Outro marco importante para o país na definição do preço de carbono e da comercialização dos créditos de carbono é a NDC, que foi estabelecida em 2015 após o Acordo de Paris e que determina redução em 37% das emissões de GEE até 2025 em relação a 2005. Para que esta meta seja alcançada, a precificação, elaborada até aqui como sendo de grande importância para estimular a mitigação, é considerada um dos instrumentos de cumprimento da NDC brasileira.

Em 2020 foi estabelecida nova NDC brasileira, que foi considerada pouco ambiciosa uma vez que ocorreu atualização na linha de base das emissões do ano de 2005, mas não houve ajuste da meta de redução de emissões. Ou seja, em 2015 era calculado que o país reduziria suas emissões utilizando como parâmetro 2,1 GtCO<sub>2</sub>. Com o ajuste, a linha de base atual da NDC é de 2,8 GtCO<sub>2</sub>. Logo, o Brasil pode emitir mais do que em relação ao estipulado em 2015. Além disso, o novo texto é vago em relação ao anterior no que se refere às adaptações de comunidades afetadas pelos impactos das mudanças climáticas, sobre políticas e estratégias setoriais detalhadas para alcançar a meta, e ainda altera o sucesso da meta como dependente de financiamento externo. Isso demonstra retrocesso brasileiro no atingimento das metas definidas e de colaboração mundial para reduzir os impactos das mudanças climáticas, dado que as principais economias mundiais readequaram os objetivos de suas NDCs considerando a nova linha de base, tornando-os mais ambiciosos no caminho de economias descarbonizadas (ROMEIRO; GENIN; FELIN, 2021).

Ao analisar esta situação no Brasil, levando em consideração que a instituição da PMNC em 2009 e a organização dos entes voltados ao meio ambiente está defasada e, em parte, desarticulada, percebe-se que se faz urgente tanto a revisão das ações para redução de emissões quanto a definição firme a respeito da precificação. Até então, de acordo com o Instituto Talanoa,

[...] os esforços existentes estiveram concentrados na etapa de formação da agenda, sem avanços regulatórios até o momento. É natural supor que para avançar nesta agenda, um arranjo mais robusto do que apenas grupos criados em torno de um projeto ou parceria seja necessário, até mesmo a projeção de uma instância reguladora no futuro. (INSTITUTO TALANOA, 2020, p.21).

Para auxiliar nesta determinação de preço, foi lançada na COP-16 de 2010, em Cancún, o PMR cuja finalidade é dar suporte em conhecimento técnico e auxílio financeiro para implantação de mecanismos de precificação e controle, com sistema de Monitoramento, Relato e Verificação (MRV). Após o Acordo de Paris, o Brasil aderiu ao PMR em 2016 para discutir o melhor caminho para precificação entre tributação ou mercado de comercialização de

emissões (INSTITUTO TALANOA, 2020). Os estudos do PMR foram concluídos em dezembro de 2020.

Para analisar qual dos instrumentos de precificação são os mais custo-efetivo para o país, o projeto PMR Brasil fez estudos e análises sobre as opções de mitigação em diversos setores, sobre os desenhos de instrumentos de precificação, também avaliou o impacto destes e verificou o engajamento dos agentes econômicos em promover mitigação (SILVA; MELO, 2018). Desta forma, os estudos do PMR analisaram cenários e buscaram “[...] identificar e quantificar os custos públicos e privados associados à implantação [...]” (SILVA; MELO, 2018, p.367) de um ou da combinação dos instrumentos de precificação que possam alcançar a meta da NDC. Portanto, o PMR, diferentemente do estabelecimento do MBRE, que nada mais é do que um canal para comercialização de crédito de carbono, prevê a adoção concreta e definida de um instrumento de precificação.

A conclusão do PMR Brasil indicou que o instrumento mais adequado seria o de Sistema de Comércio de Emissões e que seria viável a adoção de mecanismo de precificação de carbono no país, sendo uma

[...] forma eficiente e flexível para cumprimento da meta climática nacional e transição suave para uma economia de baixo carbono. Além disso, salientou-se seu papel como um instrumento capaz de ajudar o Brasil a se posicionar estrategicamente para melhor aproveitar as oportunidades econômicas que serão criadas, fortalecendo a competitividade e fomentando o desenvolvimento nacional. (PMR BRASIL, 2020, p.36).

O Brasil possui uma enorme capacidade energética e ambiental e pode utilizar-se disso como vantagem em relação a países que são dependentes de geração de energia a partir de combustíveis fósseis e já têm boa parte de seus recursos naturais comprometidos. O país tem potencial para se tornar exemplo aos outros países e fazer dos mecanismos de precificação e comercialização de carbono uma fonte de recursos para avançar em tecnologias sustentáveis. Ações efetivas neste sentido estão partindo mais das empresas com iniciativas voluntárias, conforme será elaborado no quarto capítulo deste trabalho, enquanto as definições de mercado e preço compulsório de CO<sub>2</sub>e não são estabelecidas. No terceiro capítulo, serão apresentadas as alternativas de precificação de carbono, utilizando exemplos adotados no mundo, e de que forma poderiam se enquadrar ou não no contexto brasileiro.

### 3 MECANISMOS DE PRECIFICAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE CARBONO

#### 3.1 EXTERNALIDADES E PRINCÍPIO DO POLUIDOR PAGADOR

A precificação do carbono é uma resposta econômica a uma externalidade negativa criada por aqueles que poluem. Neste contexto, é válido trazer a definição de três conceitos primordiais que embasam esta pesquisa: bem público e externalidade, implicados ao meio ambiente e princípio do poluidor pagador.

Um bem público é caracterizado como aquele que não é nem excludente nem rival. Ou seja, não é excludente pois uma pessoa não pode ser impedida de utilizá-lo e não é rival quando a sua utilização por uma pessoa não afeta o uso da outra, logo, o custo adicional de mais um consumidor é zero (MANKIW, 2014). Embora o artigo 66 do Código Civil considere o meio ambiente como um bem público, Mankiw atribui a característica de rivalidade a este, uma vez que o impacto de um indivíduo ao ambiente pode prejudicar o uso de outra pessoa. Alguns autores classificam, portanto, o meio ambiente como um “bem de interesse público” (FONTENELLE, 1999, p. 101<sup>15</sup> *apud* COSTA, 2005, p. 319). Entretanto, de acordo com Magalhães e Domingues (2014, p.4) “a mitigação de gases de estufa tem o caráter de um ‘bem público’ global cujos benefícios atingem a todos, ao passo que os custos são repassados àqueles que financiam a mitigação”, mas seus efeitos não são sentidos imediatamente, o que pode prejudicar a implementação efetiva de políticas que visem reduzir as emissões de GEE.

A externalidade ocorre “quando uma pessoa se dedica a uma ação que provoca impacto no bem-estar de um terceiro que não participa dessa ação, sem pagar nem receber nenhuma compensação por esse impacto.” (MANKIW, 2014, p.184). Se estes impactos melhoram o bem-estar daqueles que não estão envolvidos na ação, é uma externalidade positiva. Já quando os impactos diminuem o bem-estar, é uma externalidade negativa. Os impactos ambientais causados por empresas e indivíduos são considerados externalidades negativas, pois afetam a vida de um conjunto de pessoas sem que elas tenham responsabilidade sobre a ação. As externalidades estão dentro do conceito de falha de mercado, que é “uma situação em que o mercado, por si só, fracassa ao alocar recursos suficientemente.” (MANKIW, 2014, p.12). De acordo com o estudo da CISL, “many economists describe climate change as one of the greatest

---

<sup>15</sup> FONTENELLE, Miriam. Função ambiental da propriedade. **ARCHE Interdisciplinar**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 25, 1999.

market failures known to man.”<sup>16</sup> (CISL, 2015, p.36). As externalidades geram diferenças entre o custo marginal privado e o custo social, distorcendo, neste caso, as quantidades de poluição ótima, de tal maneira que causam custos à sociedade, conforme dito anteriormente, sem a devida compensação ou cobrança pelo impacto (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE, 2020).

Neste sentido, cabe adicionar o conceito do princípio do poluidor pagador como forma de aumentar os custos daqueles que são responsáveis pelo aumento das externalidades negativas. Portanto, o objetivo deste princípio é “promover a ‘internalização’ do custo ambiental, transformando a externalidade negativa, ou o custo social, num custo privado, pois não é possível admitir-se a socialização do prejuízo e a privatização dos lucros” (PADILHA, 2010, p. 257<sup>17</sup> *apud* MARTINS; ROSSIGNOLI, 2018, p.141). De acordo com Mankiw (2014), duas formas de aumentar os custos àqueles que poluem pode ser através de regulamentação, determinando, por exemplo, o máximo que a empresa pode poluir ou exigir adoção de tecnologias menos poluidoras, contudo, regular é custoso ao Estado e é de difícil obtenção das informações completas. Dado isso, Mankiw elabora as vantagens da tributação neste caso, considerando-a mais eficiente que a regulamentação, com impostos corretivos e subsídios baseados na teoria de Pigou, pois as tributações “podem reduzir a poluição a um custo menor à sociedade” (MANKIW, 2014, p.190) e incentivam aos poluidores continuarem a reduzir as emissões em vista da redução dos impostos. Os impostos corretivos nada mais são do que um preço ao direito de poluir, e os subsídios uma recompensa em reduzir emissões.

Para elucidar melhor a teoria de Pigou, sob a qual se fundamenta a precificação de carbono, o poluidor deve pagar um preço (tributo neste caso) a fim de equalizar o custo marginal social e o custo privado, de forma a trazer a quantidade de poluição mais próxima do ponto ótimo. O tributo é igual ao custo marginal ótimo de poluição, portanto, é dado no ponto onde o custo marginal é igual ao benefício marginal (EPE, 2020).

Em relação à opção de precificar as emissões sob um mercado de carbono, entende-se que este instrumento se baseia mais no teorema de Coase, no qual se tem a concepção de direitos de propriedade e de custos de transação, sem envolvimento direto do Estado, como no caso do Pigou. Em Coase, a negociação visando à redução das emissões se dá através dos agentes interessados, sem intervenção de terceiros. Neste caso, independentemente de quem seja o

---

<sup>16</sup> “Muitos economistas descrevem as mudanças climáticas como uma das maiores falhas de mercado conhecidas pelo homem.” (Tradução nossa)

<sup>17</sup> PADILHA, Norma S. **Fundamentos constitucionais do direito ambiental brasileiro**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.



detentor dos direitos de propriedade, poluidores ou quem sofre com a poluição, os agentes negociam entre si até que o benefício marginal e o custo marginal se igualem em um ponto ótimo de poluição para as duas partes, obtendo-se um resultado mais eficiente (SOARES; SILVA; TORREZAN, 2015).

O princípio do poluidor pagador está previsto na Constituição Federal de 1988, artigo 225, § 3º: “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.” (BRASIL, 1988). Sob a ótica do Protocolo de Quioto, mesmo que este não puna aqueles que poluíram no passado, surge como alternativa no presente e futuro a aplicação do princípio do poluidor pagador ao idealizar o comércio de carbono e outras medidas, atuando, de certa forma, como um corretor das falhas de mercado geradas por externalidades negativas.

### 3.2 INSTRUMENTOS DE PRECIFICAÇÃO

Nesta seção, disserta-se sobre os instrumentos de precificação de carbono que atualmente são utilizados, em um plano mais teórico, e, na sequência, algumas das principais iniciativas de mercados de emissões adotadas por países como forma de contribuição a suas NDC. Existem três categorias de preços: negativo (subsídios que aumentam emissões de GEE); implícito (valor indireto aplicado à emissão de carbono, como tributos sobre combustíveis fósseis); explícito (tributação direta ou SCE) (EPE, 2020). Para fins deste trabalho, o foco será dado apenas ao preço explícito, pois este tipo de precificação “[...] resulta geralmente em maior custo-efetividade por possibilitar maior flexibilidade para o cumprimento das metas de mitigação.” (EPE, 2020, p.13), e tanto a tributação direta quanto o SCE têm como base a ideia de ajuste via mercado (oferta e demanda que alteram o preço ou a quantidade), embora este trabalho mencione somente o SCE como mecanismo de mercado por haver compra e venda de títulos (EPE, 2013). Embora esta pesquisa esteja mais voltada ao SCE, haja vista que este foi o instrumento considerado ideal conforme conclusão dos estudos do PMR Brasil e mecanismos de mercado, também será abordada primeiramente a tributação com o intuito de analisar e entender sua adoção ou não ao caso brasileiro.

### 3.2.1 Tributação

Um dos métodos adotados para a precificação do carbono e previsto em modelos teóricos, como visto anteriormente, é a tributação através de imposto às firmas sob as emissões de carbono. O imposto de carbono é atribuído “[...] sobre o consumo de bens intensivos em carbono, sendo proporcional ao conteúdo de carbono e ao dano marginal das emissões de CO<sub>2</sub>.” (MAGALHÃES; DOMINGUES, 2014, p.5). Importa salientar que o imposto de carbono funciona como corretor de distorções causadas pela externalidade negativa das emissões de GEE (MAGALHÃES; DOMINGUES, 2014). Além disso, o preço de emissão de carbono (tCO<sub>2e</sub>) via tributação é “[...] definido pelo órgão competente e, em seguida, o mercado define a quantidade de GEE emitida.” (NICOLLETTI; LEFÈVRE, 2016, p.146).

A atribuição de um tributo às emissões de carbono apresenta algumas alternativas em relação às suas funções, podendo ser fiscal — visa a aumentar a arrecadação de receitas, as quais podem ser destinadas ao próprio estímulo a ações de proteção ambiental e financiamento de ferramentas voltadas à mitigação das mudanças climáticas —; extrafiscal — no qual o estímulo é destinado especialmente ao setor privado, podendo ser voltado para setores específicos ou não, conforme política de redução de carbono —; uma combinação de fiscal com extrafiscal; ou, ainda, pode ser estabelecida de um tributo já existente (EPE, 2020).

De acordo com o estudo da EPE em parceria com o Ministério de Minas e Energia (2020), atribuir às emissões de carbono um imposto apresenta vantagem em relação ao SCE, pois o preço é conhecido, mesmo que possa alterar com o tempo. No SCE, o preço é volátil, varia conforme demanda e sob um número de permissões fixo, conforme será apresentado na próxima seção. Entretanto, em um sistema de taxaço há barreiras. Embora possa haver sistema de compensação, enfrenta dificuldades pois a sociedade pode ter aversão à criação de mais um imposto e é necessário que as receitas geradas pela sua cobrança sejam devidamente utilizadas com o objetivo de reduzir os impactos das mudanças climáticas, seja através de ações de prevenção ou remediação. No contexto brasileiro, a implantação de um imposto de carbono pode gerar desconfiança quanto a sua eficiência — se as receitas serão realmente utilizadas para ações de mitigação, desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e compensação às famílias através de distribuição de renda — em função do baixo Índice de Percepção da Corrupção, que em 2021 alcançou apenas 38 pontos de um total de 100 — OCDE atingiu 66 pontos — e ficou na 96ª posição de 180 países (TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL, 2021).

De acordo com Magalhães e Domingues (2014), esta taxaço visa desestimular produtos e serviços que sejam intensivos em carbono através do aumento dos preços relativos destes. Os

autores ainda consideram, através da construção do modelo de equilíbrio geral computável (EGC) denominado BeGreen (*Brazilian Energy and Greenhouse Gas Emissions General Equilibrium Model*), que a taxaço sobre o carbono é custo-eficiente. Mas pode trazer custos elevados para a economia do país, com reduço no crescimento do PIB, em funço dos custos de adaptaço, tanto das empresas, quanto dos consumidores (famílias), que arcarão com preços mais altos como reflexo da transferêcia de parte do valor dos impostos, o que se traduzirá em menor consumo por parte das famílias, logo, impacta a demanda, as empresas e os investimentos e, conseqüentemente, o produto de um país.

Tendo isso em vista, Magalhães e Domingues (2014) ponderam serem necessários ajustes e adaptaço, tanto das empresas, quanto dos governos, para minimizar os impactos que uma definiço de imposto de carbono pode trazer sobre a economia. Por parte das companhias, é preciso buscar inovaço e mudanças tecnológicas no processo produtivo para se adaptar e buscar reduzir as emissões de carbono para, conseqüentemente, diminuir os custos da imposiço de taxaço. Já pelo lado do governo, o ideal seria viabilizar uma política de devoluço da receita arrecadada do imposto para as famílias via renda, uma vez que a atribuiço deste imposto tem efeitos mais intensos sobre as famílias de renda inferior, pois consomem mais produtos (mais carbono intensivos) do que serviços. Desta forma, um imposto, que sem as ações de empresas e governos tinha caráter regressivo, pode ser moderadamente progressivo.

Magalhães (2013) sinaliza também que os setores podem sofrer impactos diferentes quando da definiço de um imposto de carbono. Aqueles mais intensivos em emissões, como refino de petróleo, fabricaçao de aço e derivados de petróleo e gás natural, poderão sentir com maior profundidade os efeitos da precificaço. Os setores de alimentos, bebidas e da agropecuária, embora sofram menos impacto em relaço aos outros, também serão afetados.

Em um estudo mais recente, Christofolletti (2020) corrobora com a tese de Magalhães (2013) ao elaborar que a implementaçao de taxa sobre carbono pode trazer impactos negativos às rendas das famílias, sendo necessário aplicaço de política de compensaçao das receitas auferidas pela tributaço às famílias mais pobres, que são as mais afetadas. As receitas advindas de uma base ampla de tributaço, baseada no teor de carbono, podem aumentar a arrecadaço em USD 616 milhões no cenário de impostos de USD 40/tCO<sub>2e</sub>, e em USD 630 milhões no cenário de USD 80/tCO<sub>2e</sub>. A receita representaria cerca de 0,05% do total das receitas do Brasil (CHRISTOFOLETTI, 2020).

Embora no Brasil ainda não se tenha uma definiço de preço para a taxaço das emissões de carbono, o estudo recente de Christofolletti (2020) aborda dois valores e seus impactos nas reduço anuais de emissões de CO<sub>2</sub>. O primeiro cenário considera um imposto de carbono de

USD 40/tCO<sub>2</sub>, este preço geraria redução de 2% ao ano no volume de emissões das famílias, ou seja, redução de 12,5MtCO<sub>2e</sub>, mas registra perdas agregadas no bem-estar de USD 237 milhões. O segundo cenário considera taxa de USD 80/tCO<sub>2</sub>, com potencial para redução de 4,2% nas emissões das famílias (25,2 MtCO<sub>2e</sub>) e estima perdas agregadas no bem-estar no montante de USD 244 milhões.

### 3.2.2 Sistema de Comércio de Emissões

O SCE possui a mesma equivalência teórica da tributação, que é precificar as emissões de GEE para reduzi-las por meio da equalização dos custos marginais de abatimento implicados aos agentes do mercado (EPE, 2020). Neste caso, o órgão regulador deve definir qual o montante de carbono pode ser emitido e, dessa forma, o mercado é que estabelece o preço da tCO<sub>2e</sub> (NICOLLETTI; LEFÈVRE, 2016).

Existem dois tipos de SCE que se destacam e serão abordados neste trabalho: *cap-and-trade* e *baseline-and-credit*.

#### 3.2.2.1 Sistema *cap-and-trade*

Um dos modelos de comércio de carbono existentes é *cap-and-trade* (limite e comércio), sendo adotado por mercados como EU ETS e SCE da Califórnia. De acordo com a definição de Nicolletti e Lefèvre (2016), o “*cap*” é esta definição de teto de emissões, ou seja, um limite máximo que agentes que estão sob a regulação por determinado período de tempo podem emitir. Ainda, o *cap* pode exigir esforço adicional destes agentes, limitando período após período o teto de emissões de GEE.

Este teto de emissões confere aos agentes participantes “permissões” para emitir, que são distribuídas pelo órgão regulador e comercializadas entre si, repartindo a responsabilidade entre os participantes (NICOLLETTI; LEFÈVRE, 2016). Essa permissão, portanto, garante ao agente o direito de emitir até o limite definido. A fim de que o conceito fique mais claro, Nicolletti e Lefèvre utilizam o exemplo de que o mundo estipula uma meta de redução das emissões totais de GEE de 10%, com isso, as organizações recebem permissões equivalentes a suas emissões no ano anterior menos a meta global, qual seja, -10%. Com isso, depreende-se que o sistema *cap-and-trade* pode garantir metas de redução de emissões mais ambiciosas do que no sistema de tributação, uma vez que há um limite estabelecido no primeiro. Já no segundo, entende-se que é apenas um desestímulo cujo preço pode ser repassado aos consumidores, não

garantindo resultados efetivos e devida aplicação da receita obtida para ações ambientais e de compensação.

Além disso, o *cap-and-trade* surge como alternativa melhor já que apresenta maior flexibilidade do que somente um sistema que limita a emissão individual ou por setor, pois pode inviabilizar a produção de grande parte das empresas (GOULARTE; ALVIM, 2011). Portanto, aqueles participantes que não utilizam todas as suas permissões podem vendê-las, enquanto aqueles que ultrapassam o limite das suas permissões, compram-nas. Mas para que o mercado funcione adequadamente, comprovando a redução das emissões, um dos principais pontos é que o desempenho dos participantes seja monitorado, relatado e verificado. O sistema de MRV foi discutido inicialmente na COP-13, como parte da Ação de Bali, e elaborado durante as subsequentes reuniões da COP. O MRV é de suma importância para garantir o melhor funcionamento de um SCE (NICOLLETI; LEFÈVRE, 2016).

A alocação de permissões determina o custo de participação de cada empresa no mercado, “ao limitar o volume de poluição total e atribuir um número de permissões para cada participante, o regulador está atribuindo um preço à emissão de cada tCO<sub>2</sub>e.” (GUSMÃO *et al*, 2015, p.14). Além disso, dado que esta distribuição de permissões é limitada, conforme o tempo a quantidade de permissões “disponíveis” reduz, portanto, seu preço aumenta e forma-se de acordo com a oferta e demanda (GOULARTE; ALVIM, 2011).

Dentro do sistema *cap-and-trade*, o regulador pode analisar e adotar um dos três métodos a seguir que melhor se enquadram para alocação de permissões, de acordo com Gusmão *et al*. (2015):

- a) Alocação Gratuita: distribuição de permissões sem custo entre os poluidores. É interessante para as fases iniciais de um novo mercado de carbono, pois facilita a entrada de novos participantes, de forma que eles vão se adaptando a este mercado e suas regulações. Riscos de alocação excessiva de permissões e de as empresas aumentarem seus lucros através de aumento de preços como ilusão de compensar os custos das permissões, que são gratuitas nesse caso;
- b) Leilão de Permissões: o regulador vende as permissões através de leilões, sendo que a receita desta venda pode ser utilizada para desenvolver sustentavelmente outros setores, como de energia, ou controlar o aumento de preços da economia. O leilão de permissões aumenta a transparência deste mercado e define o preço do carbono,

embora aumente o risco de *carbon leakage*<sup>18</sup> e de destinação indevida destes recursos;

- c) Abordagem Híbrida: o regulador combina a alocação gratuita e o leilão de permissões, distribuindo parte das permissões, geralmente para os setores mais sensíveis a este mercado, e leiloando a maior parte. Desta forma, reduz os custos das alocações com a distribuição e melhora sua eficiência com o leilão. É necessário capacidade institucional desenvolvida.

O mercado europeu, European Union Emissions Trading System (EU ETS), é o maior e um dos mais desenvolvidos mercados de comercialização de carbono, tendo sido implementado em três fases. De acordo com Gusmão *et al.* (2015), as duas primeiras fases (2005-2007 e 2008-2012) utilizaram o modelo de alocação gratuita para facilitar a entrada de empresas e sem necessidade de estimação de *benchmark*, sendo importante para preparar as empresas e um arcabouço institucional para um mercado mais desenvolvido e arrojado. Nestas fases foram definidos preços às emissões de CO<sub>2</sub> e base de dados histórica que permitiram a construção de *benchmark* para a fase três. Na fase três (2013-2020), com *benchmarks* definidos, pode-se adotar predominantemente o sistema de leilões. A partir do desenvolvimento do mercado europeu, embora não seja perfeito, obteve-se redução de emissões acima da meta estipulada pelo Protocolo de Quito — em 2019 as emissões de GEE diminuíram 24% em relação a 1990 (COMISSÃO EUROPEIA, 2020).

### 3.2.2.2 Sistema de *baseline-and-credit*

O sistema de *baseline-and-credit*, diferentemente do *cap-and-trade*, não define um teto para as emissões, mas sim, estabelece um parâmetro ou linha de base na qual os agentes que reduzirem suas emissões em volume maior que a sua obrigação podem ganhar créditos e comercializá-los com outros agentes que não cumpriram as metas de reduções as quais estão sujeitos sob regulamento (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD, [20--]). De acordo com o estudo da Climate Change Authority (CCA, 2014), o volume de créditos que pode ser comercializado é resultado da diferença entre

---

<sup>18</sup> *Carbon leakage* é o risco de que empresas que estão localizadas em áreas que definem maiores custos às emissões se mudem para outros lugares onde a regulação ou custos são mais brandos.

a linha de base — que pode ser um cenário de emissões sem projetos de redução (*business-as-usual*) — e a quantidade inferior emitida de carbono.

A principal diferença entre estes dois tipos de SCE é que no sistema *baseline-and-credit*, as perspectivas de chegar a *net zero emissions* são menos audaciosas em comparação ao sistema de *cap-and-trade*, pois neste se estabelece um teto geral de emissões ao qual as companhias precisam se adequar, este teto pode ser ajustado ao longo do tempo até chegar em um limite negativo de emissões. Já no *baseline-and-credit*, o parâmetro é a emissão atual, ou seja, se não houver redução de GEE, o parâmetro pode não ser alterado, dificultando a transformação da economia para *net zero*.

O sistema *baseline-and-credit* também pode ser chamado de *offset schemes* (sistemas de compensação), pois geralmente é um mecanismo utilizado para compor a política de redução de emissão associado ou à taxaço de GEE ou ao sistema *cap-and-trade*, justamente por seu perfil menos audacioso. Com isso, a participação é geralmente voluntária e há que se observar com cautela sua implantação a fim de não interagir com outras medidas de precificação, evitando dupla contagem, que é um dos riscos de um sistema de precificação de carbono (CCA, 2014).

De acordo com estudo da CCA (2014), geralmente o esquema *baseline-and-credit* não é eficiente para ser implantado em todos os setores da economia, bem como os demais sistemas de precificação. Nos setores em que vale mais a pena a implantação deste esquema, por apresentarem maior representação de volume de créditos, são aqueles cujas atividades têm baixo custo, possuem preparo tecnológico para o fácil estabelecimento de uma linha de base e com fonte de emissões relevantes. Já para setores como agricultura, transporte e florestais, o *baseline-and-credit* não traz resultados tão positivos em direcionar para redução de emissões, uma vez que há maior dificuldade em mensurar e verificar as reduções; nas atividades de sequestro de carbono é preciso garantir que não haja risco de reversão e que se tenha armazenamento permanente de carbono; e, por fim, estas atividades apresentam “emissions reductions opportunities [...] more dispersed and of a smaller scale, making it difficult for projects to compete with larger opportunities in other sectors with lower transaction costs per tonne of emissions reductions.”<sup>19</sup> (CCA, 2014, p.25).

---

<sup>19</sup> “Oportunidade de redução de emissões [...] mais dispersas e de menor escala, dificultando para projetos competirem com oportunidades maiores em outros setores com menores custos de transação por tonelada de redução de emissões.” (Tradução nossa)

### 3.2.3 Iniciativas de precificação

No âmbito do Protocolo de Quioto, em comercializar créditos ou permissões de carbono para reduzir as emissões, diversos mercados e mecanismos foram criados. De modo geral, serão abordadas algumas das principais iniciativas de precificação espalhadas pelo mundo e seus devidos mercados de carbono e sistemas de taxaço, para que se possa compreender a situação ao redor do globo e como isso pode servir de parâmetro para as empresas brasileiras se espelharem e se anteciparem à definição de um preço de carbono no Brasil.

Mas antes, é válido trazer fundamentação teórica no que diz respeito ao preço das emissões de GEE. No íterim desta pesquisa, não foi encontrada literatura que estabeleça um preço definitivo e ideal ao carbono, mas estudos que consideram um *range* de preços levando em consideração um cenário de expectativa de redução de emissões.

Nordhaus (2008), em um de seus estudos mais abrangentes, estima um preço global de carbono em US\$9,5 por tonelada de CO<sub>2</sub> em 2015, subindo para US\$ 23 por tonelada em 2050 e US\$ 56 em 2100 (em dólares de 2005). O trabalho também analisa taxas de carbono necessárias para um conjunto de diferentes políticas globais. As estimativas de taxaço de carbono para a economia global se alteram consideravelmente de acordo com a política analisada. Por exemplo, o atendimento das metas do Protocolo de Quioto, com os Estados Unidos implicaria uma taxaço de US\$15,02 por tonelada a partir de 2015, declinando a US\$11.25 em 2105. Uma “política ótima” que objetivasse níveis ótimos de emissões e taxas de carbono a partir de 2019 implicaria taxaço de US\$53.39 em 2025, atingindo US\$ 217.02 em 2105. (MAGALHÃES, 2013, p.48-49).

No caso de um preço mundial de carbono, caso a meta seja de redução de 90% do volume de emissões e considerando que Estados Unidos e China participem, Nordhaus (2008 *apud* Magalhães, 2013, p.55) estima que o preço em 2025 poderia variar de US\$ 53,15 a US\$ 264,73.

Estudo do IPCC (2018) analisa diferentes modelos e cenários e atribui variados preços, os quais aumentam conforme os esforços de mitigação. Para ficar mais claro, foram coletados os dados do estudo e compilados na Tabela 1, abaixo:



Tabela 1 – Variação da precificação conforme ano e aumento da temperatura da atmosfera (valores de referência de 2010 e mede o preço por tCO<sub>2</sub>e)

Ano	Abaixo de 2°C	Abaixo de 1,5°C
2030	US\$ 15 – US\$ 220	US\$ 135 – US\$ 6.050
2050	US\$ 45 – US\$ 1.050	US\$ 245 – US\$ 14.300
2070	US\$ 120 – US\$ 1.100	US\$ 420 – US\$ 19.300
2100	US\$ 175 – US\$ 2.340	US\$ 690 – US\$ 30.100

Fonte: IPCC (2018)

Como pode ser observado, a variação de preço de acordo com o objetivo máximo de aumento da temperatura da atmosfera e o ano é enorme, de acordo com o estudo do IPCC (2018), e “depends on numerous aspects, including methodologies, projected energy service demands, mitigation targets, fuel prices and technology availability (*high confidence*).”<sup>20</sup> (IPCC, 2018, p.1). O estudo destaca que a severidade do nível que se objetiva alcançar na redução da temperatura com instrumentos de precificação influencia no preço, quanto mais severo maior o custo, e salienta também a importância de tecnologia que apresente flexibilidade. Aqui se entende como uma característica de que ela consegue se adaptar frente aos cenários, pois respondem mais rápido aos objetivos de mitigação, portanto, geram menos custos em relação àquelas menos flexíveis. Baseado em outros estudos, o IPCC também aponta que os atrasos em implementação de políticas de mitigação, incluindo abrangência limitada de cooperação internacional, também causam aumento do preço do carbono ao se buscar compensar ações que deveriam ter sido tomadas no passado e que agora precisam ser compensadas em um cenário de emissões ainda maiores (IPCC, 2018).

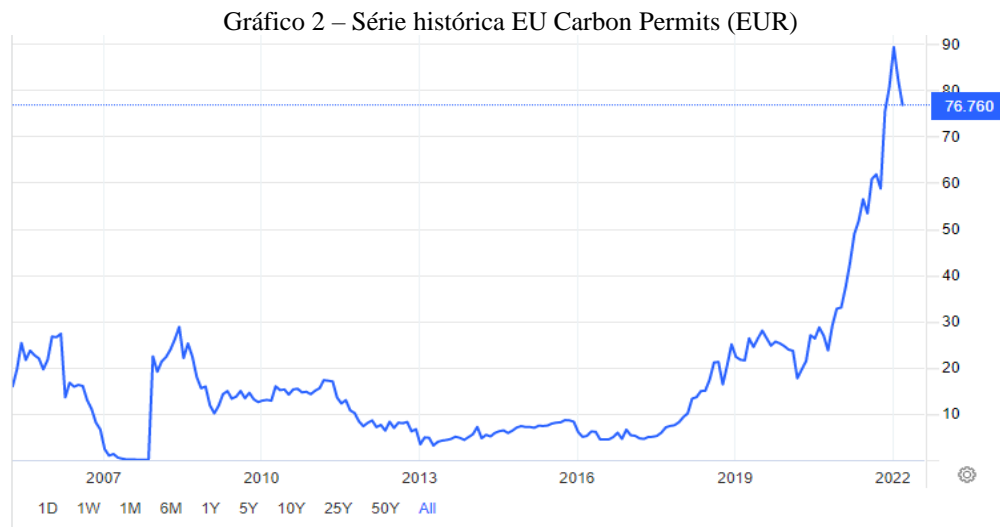
De maneira mais realista e com o que se é possível alcançar em termos de viabilidade econômica, Stern e Stiglitz (2017) estimam que o *range* de preços sobre as emissões de carbono deveriam ser um pouco mais altos em relação ao que Nordhaus traz. Os autores indicam que os preços ideais para promover a mudança nas empresas em relação à quantidade de carbono emitida para uma maneira mais sustentável e em direção ao alcance das metas climáticas deveria ser de US\$ 40 a US\$ 80 por tCO<sub>2</sub>e de 2020, e US\$ 50 a US\$ 100 em 2030.

No mercado mundial de carbono, a maior referência é a EU ETS — possui o maior número de transações entre os SCE e 2º lugar em cobertura de emissões —, cujos preços variam em linha com as estimativas de Nordhaus. Por ser um mecanismo de mercado, no EU ETS o preço varia conforme a oferta e a demanda das permissões e, como reforço, o limite de emissões

<sup>20</sup> [...] depende de vários aspectos, incluindo metodologias, demandas projetadas de serviços de energia, objetivos de mitigação, preço dos combustíveis e disponibilidade de tecnologia (*alta confiança*). (Tradução nossa)

(*cap*) objetiva o alcance às metas climáticas, enquanto a comercialização das permissões (*trade*) viabiliza o atingimento da meta através do mercado, de maneira econômica (COMISSÃO EUROPEIA, 2021).

A série histórica da precificação deste mercado europeu desde 2005, disponibilizada no site Trading Economics (2022), permite visualizar as variações ao longo do período expostas no Gráfico 2, abaixo:



Fonte: Trading Economics (2022, p.1)

A partir da análise do gráfico identifica-se que, inicialmente, no lançamento do EU ETS, havia um apelo maior do mercado em dar um preço mais elevado ao carbono. No primeiro ano de funcionamento deste mercado, 2005, o preço foi de EUR 15,95 a EUR 27,30. Durante parte de 2007, o mercado precificou o carbono próximo a EUR 0,10. No gráfico também chama a atenção o período entre dezembro de 2011 e maio de 2017, no qual o preço do carbono fica praticamente estabilizado em um baixíssimo nível, em torno de EUR 6,00, mesmo após o Acordo de Paris em 2015. Destaca-se também que, de março de 2020 até a data corrente (março de 2022), o preço do carbono sofreu aumento expressivo e está sendo cotado atualmente a EUR 76,76. Sugere-se com este último período que o mercado europeu está valorizando as permissões de carbono, auferindo maiores preços, o que parece mais aderente aos objetivos de redução de emissões e mitigação climática.

Nos Estados Unidos, um dos mercados de carbono mais representativos é o sistema de *cap-and-trade* da Califórnia (subnacional), que foi lançado em 2013 e é o 4º maior ETS do mundo. O estado tem objetivo de reduzir suas emissões em 40% até 2030 em relação a 1990 e 80% até 2050. Além disso, visa alcançar até 2045 a meta de energia 100% *carbon-free* e de

neutralidade de carbono em toda a economia. Participam deste mercado, que também engloba o mercado de Quebec (Canadá), os setores de energia, grandes indústrias e distribuidores de combustíveis (gás e petróleo), sendo cerca de 450 empresas responsáveis por quase 85% das emissões de GEE (C2ES, [20--]). O sistema, que funciona sob a abordagem híbrida, leiloou suas permissões para emitir uma tCO<sub>2</sub> ao preço de US\$ 28,26 em novembro de 2021, sendo que as permissões que podem ser utilizadas no futuro foram vendidas a US\$ 34,01 (BAKER, 2021).

O maior mercado de carbono do mundo em termos de cobertura de emissão de GEE é o da China, são cerca de 4 bilhões de tCO<sub>2</sub> – 40% das emissões do país. Lançado recentemente, em julho de 2021, participam do *Emissions Trading System (ETS)*<sup>21</sup> chinês mais de 2.200 empresas do setor de energia e tem o objetivo de contribuir na meta de alcançar a neutralidade de carbono em 2060. O preço de abertura das permissões (tCO<sub>2</sub>) foi de US\$ 7,41 (IISD, 2021) com perspectiva de alcançar US\$ 10,22 em virtude de melhorias de eficiência no sistema MRV, de demanda e oferta mais equilibradas e *benchmarks* mais ajustados, de acordo com Luyue (2022).

A breve análise destes três SCE desenvolvidos permite observar que a maturidade dos sistemas, a demanda do mercado e os *benchmarks* ajustados influenciam bastante na precificação do carbono. O EU ETS, com mais de 15 anos de operação, já apresenta preço próximo ao estimado pelos estudos teóricos, já os ETSS da Califórnia e China, por serem mais recentes, estão partindo de uma evolução de preço das permissões mais baixo por ora, mas com perspectivas de elevação.

Além dos SCE acima, há também os sistemas de taxaço, que não são o foco deste trabalho, mas vale ressaltar que países como Suécia, Dinamarca, Finlândia, Holanda e Noruega adotam imposto sobre as emissões desde o início dos anos 1990. De acordo com os dados do Banco Mundial (2021), o maior imposto cobrado sobre as emissões por tCO<sub>2</sub> é na Suécia, US\$ 137,24. Juntamente a Suécia, a Dinamarca (US\$ 28,14/tCO<sub>2</sub>) também atingiu sua meta de redução de emissões conforme o Protocolo de Quioto através da taxaço e outras medidas (MAGALHÃES, 2013). O país com segundo imposto mais alto é a Suíça, US\$ 101,47 tCO<sub>2</sub>. Dos países citados acima, a Finlândia cobra US\$ 72,83 e na Holanda e Noruega é de US\$ 69,33 a tonelada de carbono emitida. Em países da América Latina, tem-se imposto na Argentina (US\$ 5,54), Chile (US\$ 5,00), Colômbia (US\$ 5,00) e México (US\$ 3,18) (BANCO MUNDIAL, 2021), valores bem mais baixos em relação aos países citados acima. A respeito das taxações, vale uma ressalva importante. É difícil comparar o preço dos impostos, pois eles

---

<sup>21</sup> ETS, do inglês, Sistema de Comércio de Emissões.

podem ser aplicados em diferentes setores dependendo do país e ainda podem ser mais ou menos abrangentes, podendo ser mais caros onde é menos abrangente, e este é um dos motivos pelos quais esta pesquisa não explora com profundidade este tipo de precificação.

Estes, seja SCE ou taxaço, são apenas exemplos de esquemas de precificação que existem ao redor do globo. De acordo com os últimos dados do Banco Mundial (2021), são 66 iniciativas implementadas de precificação de GEE no mundo que cobrem 11,65 GtCO<sub>2e</sub>, ou seja, equivalem a 21,5% do total de emissões mundiais. O Banco Mundial divide em iniciativas implementadas, programadas para implementação — aquelas que foram formalmente aprovadas em legislação e possuem data de lançamento — e em consideração — aquelas anunciadas e formalmente confirmadas pelos governos. Os países onde um sistema de precificação apenas foi mencionado na NDC não estão incluídos como iniciativas do Banco Mundial. No Apêndice A, verifica-se todas as iniciativas mundiais e suas divisões entre ETS e taxaço; apenas para adiantar, o Brasil está classificado como “em consideração” e sistema não definido entre taxaço ou SCE.

### 3.3 RISCOS DOS SISTEMAS DE PRECIFICAÇÃO

Ao se decidir implantar um sistema de precificação de carbono, a iniciativa deve avaliar os riscos econômicos envolvidos, pois atribuir preço às emissões envolve aumentar os custos para as empresas que atuam no local de abrangência do sistema. Neste sentido, o principal risco é o de *carbon leakage*.

Em português, *leakage* significa “vazamento, fuga, dispersão”, e é exatamente isso que pode ocorrer com empresas instaladas nas jurisdições onde o preço de emissão é implantado, elas podem “fugir” para outras regiões ou países onde não incorre este tipo de custo ou limitação para emitir, ou são mais brandas pelo menos. O risco de *leakage* provoca impactos tanto econômicos, com a transferência da atividade produtiva para outro local — impactando negativamente em variáveis macroeconômicas como emprego, investimentos, importações e exportações —, quanto ambiental, pois as emissões são consideradas um esforço global e poluir em outra região não as diminuirão, pelo contrário, pode até aumentá-las fora da área de um ETS ou imposto (GUSMÃO *et al.*, 2015).

No caso da EU ETS, o risco de *carbon leakage* é constantemente avaliado sob metodologia desenvolvida pela Comissão Europeia. Inicialmente, por conta de as permissões terem sido distribuídas gratuitamente, estudos não identificaram a ocorrência deste risco. A Comissão Europeia definiu um fator de exposição ao risco de *carbon leakage*, o *Carbon*

*Leakage exposure fator* (CLEF), aos setores participantes do mercado, principalmente àqueles mais suscetíveis a apresentar *leakage*, com metodologia própria de cálculo e monitoramento a fim de reduzir ao mínimo a fuga (GUSMÃO *et al.*, 2015).

Outro risco que pode ocorrer com a definição de um SCE é a alocação ineficiente das permissões e projeções inflacionadas de emissões que podem levar a distorções nos preços. No primeiro caso, novamente utilizando como exemplo o EU ETS, no método da alocação gratuita de permissões, alguns setores foram beneficiados com maior volume de permissões em função de lobby. Já no segundo risco, um exemplo foi na crise de 2008 que reduziu a atividade industrial e econômica, provocando menor volume de emissões e, com isso, levou a uma alocação excessiva de permissões, descontrolando os preços e afetando a confiança no mercado (GUSMÃO *et al.*, 2015).

Vale destacar também o risco de dupla contagem, previsto no Acordo de Paris. Este risco, de acordo com Schneider (2019), também pode incorrer em aumento das emissões totais de GEE em função de um sistema mal planejado de transferência de créditos ou permissões de emissão, pois podem ser contados duplamente ao longo de uma cadeia de produção. Por exemplo, a empresa ou país “A” adquire insumos da empresa ou país “B”, que já contabilizou suas emissões, e engloba no seu cálculo de emissões as de “B”, ou seja, conta duas vezes ou mais. Logo, há o risco de o volume de emissões global aumentar caso não se tenha um controle e método adequado de MRV. O Artigo 6.2 do Acordo de Paris prevê o método de escrituração das partículas dobradas, chamado de “ajustes correspondentes”, no qual “[...] an entry in one account requires a corresponding, opposite entry to another account.”<sup>22</sup> (SCHNEIDER *et al.*, 2019, p.181). Entre países, a dupla contagem precisa ser observada nas transações e ser devidamente medida nos seus balanços de emissões, no qual o país que vende permissões ou créditos faz um acréscimo ao seu nível total de GEE, enquanto o país que compra permissões ou créditos reduz seu volume de emissões (SCHNEIDER, 2019).

Deve-se também observar os impactos que uma implementação de precificação pode trazer. Um deles diz respeito ao repasse do custo das implementações de tecnologias e ações que minimizem as emissões ou do custo da compra de permissões daqueles mais poluentes aos consumidores, provocando distorções no mercado, logo, o mecanismo de alocação deve ser equitativo (GUSMÃO *et al.*, 2015). Outro impacto insere-se no contexto setorial da empresa, portanto a construção e a regulação do mercado de permissões devem levar em consideração as características do setor na qual a empresa está estabelecida, observando se ela possui capacidade

---

<sup>22</sup> “[...] uma entrada em uma conta exige outra correspondente, entrada oposta em outra conta.” (Tradução nossa)

técnica e potencial para reduzir emissões (GUSMÃO *et al*, 2015), a fim de evitar falências e desequilíbrios econômicos — como nos setores de matrizes energéticas que são altamente dependentes da emissão de GEE para sua operação, sendo o setor que mais emite estes gases, 71,3% do total de emissões em 2010 (SCHNEIDER, 2018).

Vistos todos estes riscos e impactos, é preciso que o sistema brasileiro de precificação seja projetado considerando todas estas variáveis e utilizando como exemplo os mercados já existentes para que os riscos e impactos sejam minimizados. Obviamente, a precificação também traz benefícios além da redução das emissões, como desenvolvimento de inovações em tecnologias e processos menos carbono-intensivos.

As implementações de mercados de carbono, como os modelos de ETS europeu, chinês e californiano — que são os maiores e mais maduros —, assim como os sistemas de tributação em diversas nações — inclusive em países latino-americanos — que já totalizam 66 iniciativas, demonstram que estes mecanismos estão ganhando maior espaço globalmente e aos poucos vão cobrindo as emissões de carbono e incentivando a adoção de mais sistemas nacionais e subnacionais. Embora tenha se visto avanços no EU ETS e nos países escandinavos em termos de redução de emissões, ainda há um grande caminho a percorrer no que concerne a abrangência destes sistemas, pois muitos setores dentro de nações que possuem SCE ou imposto estão fora do escopo de atuação destes mecanismos. Além disso, há que se considerar com muita cautela os riscos trazidos anteriormente, a fim de evitar, principalmente, a fuga de carbono, uma vez que as ações devem ser vistas como globais.

Ainda há muitos países que são grandes poluidores e que precisam evoluir no desenvolvimento e implantação de mecanismos de precificação, como os Estados Unidos, Índia, Rússia — 2º, 3º e 4º maiores países poluidores, respectivamente, de acordo com o Global Carbon Atlas (2020). Ainda que o Brasil esteja em 12º lugar no volume de emissões, de acordo com o Global Carbon Atlas (2020), não deve aguardar passivamente as definições de mercado de carbono daqueles que ocupam os primeiros lugares, mas, sim, utilizar os mercados implantados como incentivo à adoção de um sistema brasileiro que precifique e comercialize as emissões de GEE. E mais do que isso, podem ser utilizados como parâmetro, uma vez que já foram colocados em prática e já reportaram erros, complexidades e correções para aperfeiçoamento dos mecanismos. Com isso, o Brasil pode utilizá-los para implementar seu próprio sistema da maneira mais eficiente dentro das características próprias dos setores e das especificidades da economia brasileira, e cair várias posições dentro do ranking mundial de maiores poluidores.

Dado que alguns países da América Latina já possuem mercado mandatório de carbono e o Brasil ainda não definiu nem qual instrumento irá utilizar, a percepção que se tem é que o país está atrasado no desenvolvimento de um mecanismo de precificação. Em função disso, instituições, empresas e investidores têm tomado atitudes voluntárias com o intuito de promover conhecimento acerca dos mecanismos e preparar as companhias para futuras definições de precificação e mercado de comercialização de GEE. Estes entes estão buscando implementar ações de inovações para reduzir o volume de emissões e realizar a devida contabilização destas, a fim de reduzirem os impactos que um novo custo derivado da produção pode trazer. Além disso, estas ações também promovem positivamente as companhias frente aos consumidores e mercado financeiro, que têm demonstrado grandes preocupações com as mudanças climáticas e demonstram apelo por atitudes de mitigação dos efeitos do aquecimento global pelas empresas.

## 4 PRECIFICAÇÃO E MERCADO DE CARBONO NO BRASIL

Dentre as 99 iniciativas elencadas no Apêndice A deste trabalho, baseado nos dados do Banco Mundial (2021), sejam elas implementadas, programadas ou em consideração, o Brasil se encontra na fase “em consideração” e sem sequer uma definição de qual instrumento será utilizado, taxaço ou SCE. Enquanto países da América Latina e dos BRICS, à exceção da Rússia e Índia, já possuem iniciativas implementadas ou, pelo menos, com o instrumento definido — como é o caso de Argentina (Argentina carbon tax – implementada); Colômbia (Colombia carbon tax – implementada; Colombia ETS – em consideração); Chile (Chile carbon tax – implementada; Chile ETS – em consideração); Uruguai (Uruguay carbon tax – em consideração); México (Mexico carbon tax, Mexico pilot ETS, Baja California carbon tax, Tamaulipas carbon tax, Zacatecas carbon tax – todas implementadas; Jalisco carbon tax – em consideração); China (China national ETS, Chongqing pilot ETS, Hubei pilot ETS, Tianjin pilot ETS, Beijing pilot ETS, Shanghai pilot ETS, Fujian pilot ETS, Guangdong pilot ETS, Shenzhen pilot ETS – todas implementadas; Shenyang ETS – em consideração), África do Sul (South Africa carbon tax – implementada) — o Brasil, com seu enorme potencial e importância ambiental para o mundo, ainda busca por definição e sem prazo definido para implantação.

A maior definição que o país tem atualmente foi com a conclusão dos estudos do PMR Brasil, que indicam que seria “desejável ter um instrumento de precificação de carbono compondo a política climática nacional no período pós-2020.” (PMR BRASIL, 2020, p.36), sendo que o sistema de precificação mais custo-eficiente para o país seria a implantação de um SCE em detrimento da taxaço. Isso norteia o foco deste estudo nas ações de mercado e contribui para buscar visualizar o que as companhias e instituições têm feito de forma voluntária visando enquadramento a um provável desenho de SCE e, conseqüentemente, de precificação, uma vez que ainda não foi estabelecido nenhum dos dois de maneira mandatória e ainda há tempo para as firmas se planejarem a buscarem adequações.

### 4.1 VALIDAÇÃO NACIONAL AO ESTABELECIMENTO DE SCE

A conclusão do PMR Brasil se deu após três anos de estudo e avaliação dos chamados “componentes”, que ao todo foram três, sendo eles: 1-Estudos setoriais para informar a política e a modelagem de impactos da precificação de carbono — analisou-se instrumentos, impactos sobre competitividade, políticas e cenários regulatórios; 2-Avaliação de impactos da precificação — realizou-se modelagem macroeconômica e análise do impacto regulatório; 3-



Comunicação, consulta e engajamento, no que diz respeito à precificação do carbono — foram feitas oficinas técnicas e seminários para disseminar os resultados (PMR BRASIL, 2020). A partir da análise e integração destes componentes, chegou-se à conclusão mencionada anteriormente de que a precificação via SCE é uma maneira eficiente e mais flexível para o atingimento de metas climáticas nacionais, além de posicionar o Brasil internacionalmente de maneira estratégica, pois promove inovação, o que fortalece e fomenta o desenvolvimento nacional com o aproveitamento de oportunidades econômicas que serão criadas (PMR BRASIL, 2020). Os resultados do estudo consideraram critérios econômicos, sociais, ambientais, de aceitação pública e viabilidade administrativa, de modo que cenários com instrumentos de precificação em vigor e devidamente regulados apresentaram melhor performance em relação ao cenário que atinge a meta climática sem a precificação (PMR BRASIL, 2020).

Entre os pontos positivos relacionados à implantação de SCE no país, em comparação a um cenário sem o instrumento, mas considerando que nos dois se atinja a meta climática nacional elaborados pelo PMR Brasil, ressalta-se: crescimento mais significativo do PIB, em média 2,25% maior em 2030; menor índice de desemprego, sendo 1,3 p.p. inferior e com geração de cerca de 1,5 milhão de postos de trabalho associados; maior taxa de investimento; e elevação da renda real média, reduzindo a pobreza. O ponto negativo na implantação do SCE está no aumento do nível dos preços, pois há um custo para as companhias em relação à precificação, seja para enquadrar tecnologias de redução de emissões ou para aquisição de permissões, e isto é repassado ao preço final dos produtos, gerando aumento da inflação. O aumento da inflação também é consequência de maior nível de atividade econômica (PMR BRASIL, 2020).

Em linha com o PMR Brasil e com a discussão trazida até aqui, que traz o SCE como opção mais custo-eficiente de precificação por ser uma abordagem de mercado, vale ressaltar o posicionamento do CEBDS — organização sem fins lucrativos que reúne 84 grandes empresas nacionais para a promoção de desenvolvimento sustentável junto à iniciativa pública e sociedade civil — que corrobora com o escopo desta pesquisa, ao julgar que opções de “[...] abordagens de mercado criam oportunidades de comércio entre agentes econômicos e fortalecem e consolidam a governança climática com a participação do setor privado.” (CEBDS, 2021a, p.11) Além disso, elabora que um sistema de precificação via taxa seria menos eficiente e teria mais rejeição pelo aumento da carga tributária e risco de má utilização das receitas. O CEBDS evidencia também que um SCE

[...] permite o fluxo de recursos entre os agentes regulados e não somente para o governo. Permite também mais liberdade regulatória e institucional para proteger a competitividade com alocação diferenciada de direitos de emissão, deslocada das amarras do código tributário. (CEBDS, 2021a, p.11).

Dadas estas circunstâncias de encaminhamento para um provável instrumento de SCE no Brasil, mesmo que sem expectativas de prazo para implantação e de definições de precificação do carbono como nos países citados na abertura desta seção (que possuem maiores semelhanças com o Brasil), algumas empresas brasileiras estão mensurando e precificando suas emissões internamente. Existe, inclusive, iniciativa realizada pela FGV-EAESP ([202-a]) que desenvolve desde 2013 uma simulação de sistema de comércio de emissões entre empresas participantes, como forma de preparar as companhias para a regulação deste esquema, aprimorar técnicas, identificar falhas e compartilhar conhecimento sobre o SCE. Nesta simulação, são comercializadas principalmente as permissões e utiliza *offsets* (créditos de carbono) como forma complementar para impulsionar ainda mais a redução de GEE. Estas ações se dão de forma voluntária e buscam posicionar as empresas de maneira mais estratégica internacionalmente em relação a ações de mitigação climática.

Mas cabe ressaltar a diferença entre mercado voluntário de carbono e simulação/implantação de SCE. No primeiro, o sistema não está sob limitações e regulamentações do governo, é uma decisão de indivíduos, ONGs, empresas ou instituições de reduzir as emissões de GEE voluntariamente. Estas reduções são GEE que deixam de ser emitidos, gerando créditos de carbono, mais conhecidos neste âmbito como Reduções Certificadas de Emissões (RCE)<sup>23</sup> (RETTMANN, [20--]). Já no segundo caso, a iniciativa brasileira, por ora, se dá de maneira voluntária, mas quando entrar em vigor deverá ser criado um arcabouço institucional para regulamentações, com órgãos reguladores e implementadores, agentes verificadores e regulados. Deve ser criado sistema de MRV e plataforma adequada de negociação, por ora o CEBDS (2021a) sugere a própria B3 por se tratar de uma plataforma organizada e transparente de comercialização de títulos mobiliários para ser o leiloeiro único no mercado primário, já no secundário o conselho não se opõe a mais instituições participarem da comercialização. Dado que “[...] o SCE é um mercado de troca de permissões de emissão de GEE entre agentes regulados” (PMR BRASIL, 2020, p.33), a instituição do arcabouço mencionado acima garantirá a segurança jurídica, a legitimidade dos títulos negociados, a

---

<sup>23</sup> Importante salientar que as RCE não são consideradas na mensuração de redução de emissões das metas dos países (RETTMANN, [20--])

transparência do mercado e a minimização de riscos aos participantes, fatores essenciais para o pleno funcionamento do SCE e alcance das metas de redução.

Entende-se que tanto a simulação de um SCE quanto mercado voluntário no Brasil são formas que as empresas encontraram de se preparar e se adaptar para uma possível regulação e cenário mais justo de emissões de GEE. Com isso, este trabalho abordará melhor estas duas formas de comercializar e precificar o carbono no país nas próximas seções.

## 4.2 PREÇO INTERNO DE CARBONO

Para comercializar carbono, além da construção de um aparato regulatório e sistema de MRV, é preciso também definir o preço a ser cobrado pelo carbono, seja ele em forma de crédito ou permissão. Algumas empresas, visando se antecipar e se preparar para futuras definições no Brasil, estão precificando internamente suas emissões. Bento e Gianfrate (2020), trazem a definição de preço interno de carbono (PIC) que é “[...] a voluntary method for companies to internalize the implicit (actual or expected) cost of carbon under various policies and regulations even when all or part of their operations are not currently subject to external carbon regulations.”<sup>24</sup> (BENTO; GIANFRATE, 2020, p.1). Tanto Bento e Gianfrate (2020), quanto Zhu *et al.* (2022), elaboram sobre as motivações das empresas em buscarem a definição de um preço interno de carbono (PIC).

Para Bento e Gianfrate (2020), as razões pelas quais as empresas adotam PIC são: gerenciamento de riscos regulatórios, em função de previsão de aumento de exposição a políticas ambientais, o que provoca maiores ações ambientais e de divulgação destas em relatórios corporativos; gerenciamento de riscos financeiros, de modo que precificando o carbono as companhias sinalizam ao mercado suas preocupações e ações, uma vez que *stakeholders* estão atentos à divulgação de relatórios e “internal pricing of carbon allows investors to assess the extent to which companies’ activities (especially from high polluting sectors) are vulnerable to increasing carbon costs.”<sup>25</sup> (BENTO; GIANFRATE, 2020, p.1); planejamento estratégico de longo prazo a fim de posicionar a companhia corretamente no

---

<sup>24</sup> “[...] um método voluntário para as companhias internalizarem o custo implícito (real ou esperado) de carbono sob várias políticas e regulações mesmo quando todas ou parte das suas operações não estão sujeitas à regulação externa de carbono.” (Tradução nossa)

<sup>25</sup> “precificação interna de carbono permite que os investidores avaliem até que ponto atividades das empresas (especialmente de setores altamente poluentes) são vulneráveis ao aumento dos custos do carbono.” (Tradução nossa)

mercado, visando identificar oportunidades e riscos; decisões de investimento de capital de forma a direcionar recursos a projetos que visem reduções de emissões.

De forma a corroborar com Bento e Gianfrate, Zhu *et al.* (2022) indicam que uma das motivações para as empresas definirem o PIC é o interesse dos *stakeholders*. Investidores, consumidores, fornecedores e etc., têm voltado sua atenção às mudanças climáticas e as assimilado como risco financeiro e/ou de mercado, conforme foi abordado com maior profundidade na segunda seção desta pesquisa. Uma empresa ao buscar enquadrar-se em objetivos de menor emissão, definindo preço ao seu carbono, demonstra comprometimento com o meio ambiente. Ou seja, não visa apenas crescer, mas também avalia o impacto de suas ações, e isso faz com que a companhia ganhe suporte dos *stakeholders*.

A segunda motivação apontada por Zhu *et al.* (2022) é a legitimidade. Legitimidade é “a generalized perception that an entity is desirable within socially formed norms.”<sup>26</sup> (ZHU *et al.*, 2022, p.66<sup>27</sup>). Em outras palavras, e aplicando ao contexto de estratégias ambientais das empresas, os *stakeholders* demandam ações das empresas que levem o meio ambiente em consideração, implementando estratégias menos carbono-intensivas dentro de suas operações. Isso faz com que a companhia se enquadre nas restrições normativas da sociedade e, assim, prove sua legitimidade perante os *stakeholders*.

Dentre as motivações citadas acima, ambas são consideradas válidas, mas as que este trabalho julga como as principais para definição de PIC, por demonstrarem ser determinantes na continuidade das operações empresariais de maneira legal e sustentável, em concordância com Bento e Gianfrate (2020), são as regulatórias, pois a partir daí se estabelece uma obrigação perante o governo. Ainda, em conformidade com Zhu *et al.* (2022), são principais aquelas relacionadas à pressão que os *stakeholders*, principalmente consumidores e investidores, exercem sobre as companhias, sob o risco de perder valor de mercado em caso de não atendimento de suas demandas.

Bento e Gianfrate (2020) analisaram os determinantes do PIC através dos dados do Carbon Disclosure Project – CDP referente aos anos de 2015 a 2017 de 1389 grandes companhias que precificam suas emissões de CO<sub>2</sub>. O resultado da pesquisa demonstra que o PIC apresenta correlação, com forte significância estatística, com renda per capita — companhias com sede em países com renda per capita mais elevadas tendem a ter preços mais

---

<sup>26</sup> “uma percepção generalizada de que uma entidade é desejável dentro de normas socialmente formadas.” (Tradução nossa)

<sup>27</sup> O termo legitimidade no artigo de Zhu *et al.* foi definido em: SUCHMAN, Mark C. (1995). Managing legitimacy: strategic and institutional approaches. **Academy of Management Review**, [Briarcliff Manor], v. 20, n.3, 571–610, jul. 1995.

rígidos sobre as emissões —; política nacional de precificação — se o país possui taxaço ou SCE, as empresas tendem a precificar melhor o carbono —; governança corporativa — companhias que possuem conselho mais independente estão associadas a preços mais altos de carbono —; setor de energia — apresenta preços maiores de CO<sub>2</sub> em função de ser um setor mais sensível por ter grande volume de emissões, dessa forma evita pressões externas —; e participação de administração feminina no quadro da corporação — este determinante intensifica os efeitos da precificação no cenário da governança corporativa (BENTO E GIANFRATE, 2020). Com isso, pode-se depreender que o contexto institucional e da própria corporação afetam a definição do PIC.

A pesquisa de Zhu *et al.* (2022), que também analisa a base de dados do CDP, mas se limita à base dos anos de 2011 a 2018 de 500 empresas estadunidenses relacionando-a a efeitos de curto prazo sobre o PIC, traz resultados positivos em relação ao preço dado ao carbono pelas empresas. Entre eles, pode-se mencionar que o principal é aquele que chega à conclusão de que o PIC pode reduzir de fato a intensidade de emissão de carbono, sendo que o nível de dependência do carbono e comprometimento com metas corporativas mais rígidas de redução de emissões influenciam nos benefícios da precificação (ZHU *et al.*, 2022). É relevante também o resultado de que definir o PIC traz desenvolvimento tecnológico a partir da elevação de investimento em P&D para reduzir as emissões de GEE.

Outro resultado importante do estudo de Zhu *et al.* (2022, p.73) que vale mencionar é o de que “[...] the implementation of internal carbon pricing is negatively correlated with both the carbon intensity per unit of revenue and the carbon intensity per unit of employees [...]”<sup>28</sup>. Com isso, o PIC traz mudança na estratégia ambiental da companhia ao mudar a atitude de reativa para proativa, e sua efetividade está ligada às metas climáticas dentro da própria empresa de Zhu *et al.* (2022). Sendo que aquelas que possuem objetivos mais ousados podem apresentar melhores resultados com a implementação do preço interno de carbono. De acordo com os autores, há menor resistência em implantar o preço naquelas empresas que possuem menor dependência de GEE.

Cabe mencionar também que ambos estudos salientam, apesar de demonstrarem forte significância estatística, que é preciso aprofundar os estudos para verificar e atestar com segurança a efetividade de implementar PIC ao desenvolvimento das empresas e atingimento de metas climáticas. Mas já se considera como ótimo ponto de partida teórico, que ressalta a

---

<sup>28</sup> “[...] a implementação de uma precificação interna de carbono está negativamente correlacionada tanto com a intensidade de carbono por unidade de receita quanto com a intensidade de carbono por unidade de funcionários [...]” (Tradução nossa)

importância da aplicação do preço interno de carbono às empresas brasileiras, de modo a se preparar para a definição da política nacional de precificação e também apresentar ações proativas de redução de emissões.

Percebe-se, portanto, que o PIC tem relevância, além da preparação para uma política nacional de precificação de GEE, também nas decisões estratégicas das companhias de investimento, posicionamento perante o mercado e mensuração de riscos. Precificar significa também, conforme mencionado na segunda seção deste trabalho, a internalização de externalidades, e o PIC tem o papel de estimular as avaliações disso através da inserção de mais uma variável que será avaliada financeiramente. O que mais vale na definição interna de uma empresa ao precificar suas emissões não é a definição de um preço correto e fixo de carbono, mas a estratégia a ser adotada e os objetivos que advêm dessa ação (FGV-EAESP, 2016).

Não existe apenas um tipo específico e fixo de carbono ou apenas um método de precificação. Um documento de diretrizes de precificação interna elaborado pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da FGV-EAESP (2016) indica que há dois tipos de preço: sombra e implícito. No primeiro caso, é definido um custo hipotético sobre as emissões da companhia como forma de avaliar os riscos e oportunidades e inseri-los nas análises financeiras. Já o preço implícito é o cálculo do custo médio que a firma terá para abater a tCO<sub>2</sub>e emitida com a finalidade de elaborar estratégias de mitigação. Em relação aos métodos de precificação interna, o estudo indica 4 opções: preço baseado em métodos adotados por outras empresas; preço baseado em valores de mercados (compulsórios ou voluntários) de carbono; preço reflete o Custo Social do Carbono (CSC); preço indica o custo marginal de abatimento (CMA). As empresas podem utilizar mais de um tipo de preços e método de precificação, podendo adaptá-los, adotá-los ou alterá-los conforme suas necessidades, buscando maior eficiência.

De acordo com dados do CDP de 2020 (CDP, [202-]), há no mundo 853 companhias que já precificam internamente as emissões de carbono, e mais 1159 que planejam implementar o PIC dentro dos próximos 2 anos. No Brasil são 26 empresas que já precificam o carbono, número 52,9% maior em relação a 2019, e 41 firmas que almejam adotar preço interno de CO<sub>2</sub> nos próximos 2 anos, incremento de 10,8% na comparação com 2019. Com isso, somam 67 companhias brasileiras que têm como estratégia o PIC.

Não foi possível extrair a base completa das empresas brasileiras que já precificam ou pretendem precificar, somente os setores em que estão inseridas, conforme elaborado na Tabela 2, abaixo:

Tabela 2 – Setores que adotam ou adotarão preço interno de carbono

Setor	Nº de companhias
Indústria de Transformação	12
Industrial	11
Energia	8
Transportes	8
Serviços financeiros	7
Serviços	5
Varejo	5
Alimentação, bebidas e agricultura	4
Combustíveis fósseis	3
Infraestrutura	3
Biotecnologia, saúde e farmácia	1
<b>Total</b>	<b>67</b>

Fonte: CDP ([202-], p.1)

Entende-se que o número de empresas brasileiras que já precificam ou pretendem ainda é baixo, mas está acima dos seus pares internacionais como: Argentina (4), Chile (5), Peru (2), Colômbia (9), México (25), África do Sul (39), Índia (57), China (205, mas apenas 11 já precificam). Destes países, apenas Brasil, Peru e Índia não possuem política nacional de precificação do carbono. Apesar dos poucos incentivos e regulações governamentais no que tange à comércio e preço de carbono, esperava-se encontrar número maior de empresas com a adoção efetiva da precificação interna, uma vez que há no Brasil abundância de alternativas energéticas mais sustentáveis, capital ambiental, crescimento no país de um apelo por parte dos *stakeholders* por iniciativas de cunho “verde” e provável política nacional de precificação a ser implementada nos próximos anos, a depender da estratégia governamental.

De todo modo, viu-se que a adoção de um PIC por empresas cresceu 52,9% no Brasil e a tendência é de que mais companhias passem a utilizar esta ferramenta para estimular a competitividade nos próximos 2 anos. Esse processo, entretanto, carece de cada vez mais empresas mobilizadas a fim de que aquelas que não precificam suas emissões internamente sejam penalizadas.

Observando a Tabela 2, além da baixa adesão de empresas brasileiras pelo PIC em termos quantitativos, ficou ressaltado também os setores que possuem o maior número de companhias com o preço interno. Os três primeiros lugares são ocupados, nesta ordem, pelo setor de “indústria de transformação”, “industrial” e “energia”. Estes segmentos são caracterizados por deter companhias carbono-intensivas e o fato destas ocuparem as primeiras posições dialoga com os estudos teóricos analisados até aqui. Algumas das pesquisas trazidas

neste trabalho, como Bento e Gianfrate (2020) e Bolton e Kacperczyk (2021), apontam que setores que emitem maior volume de carbono equivalente são mais vulneráveis às definições de precificação sobre os GEE e podem ficar mais expostos, sofrendo prejuízos financeiros relativamente maiores em comparação aos demais segmentos econômicos caso não se preparem para a implantação de políticas de preço do carbono. Além destas bases teóricas, temos também Bento e Gianfrate (2020) e Zhu et al. (2022) analisando a ótica dos stakeholders e Bento e Gianfrate (2020) e CISL (2015) considerando o sentido de visão de longo prazo pelos investidores. Através destas referências, pode-se levantar a hipótese sobre os principais motivos pelos quais estes setores possuem mais empresas que aderiram a precificação: vulnerabilidade ao aumento dos custos em emitir e evitar pressões externas dos *stakeholders*, principalmente investidores, que demandam estratégias de redução de emissões visando a manutenção de seus investimentos no longo prazo.

O quarto lugar da Tabela 2 é ocupado pelo setor de “transportes”, segmento que também é visto como alto emissor de CO<sub>2</sub>, mas que a depender do classificador pode se enquadrar no setor de energia. O oitavo e o nono lugares são ocupados pelos setores de “alimentação, bebida e agricultura” e “combustíveis fósseis”. O último apresenta potencial altíssimo de emissão mundial, mas como não foi possível abrir a relação de companhias, não se pôde confirmar a provável hipótese de que isso ocorre em função de ser um setor oligopolizado. Se este for um caso, três companhias pode não ser um número tão baixo.

Já em relação ao oitavo lugar, considera-se especialmente o setor de agropecuária, que possuía participação de 26,6% no PIB do Brasil em 2020 (CNA BRASIL, 2021) e é o ramo que mais emite GEE no país, seja direta — responsável por 26,7% das emissões nacionais — ou indiretamente — a categoria “mudanças no uso da terra e floresta” contribuiu com 46,2% das emissões nacionais em 2020 e está amplamente conectada a atividades primárias como a agropecuária (SEEG BRASIL, [202-]). Neste setor, somente quatro empresas precificam ou pretendem precificar, e não se sabe se alguma delas pertence ao setor agro. A partir disso, infere-se que a falta de regulação e controle sobre este setor em relação ao avanço sobre áreas florestais contribuem fortemente para o aumento das emissões, além daquelas consideradas naturais pelos processos orgânicos das plantas e animais, que exige estudo e tecnologia para redução ou utilização de formas de compensação. Neste setor, percebe-se grande espaço para oportunidades e necessidade que mais empresas passem a precificar o carbono emitido.

Importa salientar que o preço interno de carbono não é a única solução ou método para reduzir emissões, há também plataformas de comercialização — sejam elas de simulação de



SCE ou efetivas para créditos de carbono —, conforme será visto na próxima seção. A seguir, será abordado que para comercializar é preciso inventariar o que se emite.

### 4.3 ALTERNATIVAS DE COMERCIALIZAÇÃO: SIMULAÇÃO DE SISTEMA DE COMÉRCIO DE EMISSÕES E MERCADO BRASILEIRO DE EMISSÕES

Já é sabido que ainda não há no Brasil um SCE ou taxaço para controle das emissões. Contudo, partindo da análise dos estudos que indicam que um SCE seria mais eficiente para o Brasil e que esta é uma das alternativas para as empresas brasileiras se prepararem para mecanismos mandatórios futuramente, será aprofundado um pouco mais sobre a simulação deste mercado desenhada pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da FGV-EAESP em parceria com diversas empresas e plataformas simulatórias de comercialização.

Esta simulação trata-se de um exercício voluntário e didático de precificação de carbono que reúne cerca de 25 a 30 empresas todos os anos desde 2013. O intuito desta iniciativa é promover conhecimento entre os participantes de como funciona um mercado do tipo *cap-and-trade*, de forma a preparar as empresas para os riscos e oportunidades que este sistema implica e, principalmente, contribuir para o alcance das metas de redução de GEE. A simulação foi baseada nos SCE da União Europeia (EU ETS) e da Califórnia. De 2013 a 2019 a iniciativa utilizou a plataforma do Instituto BVRio – Bolsa de Valores Ambientais e em 2020 utilizou a CarbonSim para negociação das permissões distribuídas de maneira fictícia. Apesar das permissões e recursos financeiros (EPCents – Ec\$) transacionados serem fictícios, os dados das emissões das empresas são reais e são publicados no Registro Público de Emissões do Programa Brasileiro GHG Protocol (FGV-EAESP, [202-a]).

Através da simulação, as empresas conciliam suas emissões de GEE com a aquisição tanto de permissões quanto de *offsets*. No início de cada ciclo, as empresas recebem determinada alocação de Ec\$ conforme suas necessidades financeiras e seu volume de emissões com o intuito de transacionar o recurso. A dinâmica de funcionamento da iniciativa, de acordo com o relatório final de 2018, foi primeiro utilizar a média histórica das emissões significativas (emissões reais) das empresas tendo como base o período de 2013 a 2016. A partir disso, foi definida a meta de redução, que consiste em diminuir em 12% o volume de emissões do período base e, com isso, foi calculado o *cap* global, que é o limite máximo de emissões que os participantes podem realizar conjuntamente (FGV-EAESP, 2019).

Definido o *cap* global, é realizada a distribuição de permissões para emitir GEE baseando-se no cálculo e análise de *benchmarks* que levam em consideração a intensidade

carbônica de cada setor. Ainda de acordo com FGV-EAESP (2019), As permissões foram alocadas de três maneiras: gratuitamente (37,9% do *cap*); alocação gratuita de assistência à indústria para os participantes de setores mais expostos ao risco de *carbon leakage* (3,7% do *cap*); e através de leilões para aquisição (63% do *cap*). Dada a distribuição, as empresas podem negociar os títulos através de mercado primário (leilões) — no ciclo de 2018 foram feitos sete leilões com cerca de 72 milhões de títulos negociados, nos quais a demanda, em geral, superou a oferta, bem como o preço de fechamento foi mais alto que o de abertura —; mercado secundário (*spot* ou *balcão*) — foram negociados quase 21,5 milhões de títulos em 213 transações —; e mercado futuro (derivativos) — os títulos são negociados em contratos futuros, no qual são realizados acordos de compra e venda de permissões em determinada data futura e preço estabelecido. Ao final do ciclo, é feita a conciliação dos títulos com as emissões reais, ou seja, as companhias entregam ao Conselho Gestor no encerramento do exercício o montante de permissões e *offsets* referente as suas emissões reais. Vale ressaltar que a iniciativa permite o uso de até 10%<sup>29</sup> de *offsets* para compor as metas de redução e para conciliação das emissões (FGV-EAESP, 2019).

De maneira geral, no ciclo de 2018 as empresas demonstraram, de fato, redução das emissões de GEE em relação ao período base (-6,32%) e ao ano anterior (2017 – redução de 3,51%), entretanto, o volume de emissões foi superior em 8,1 MtCO<sub>2e</sub> acima do *cap* global. Apesar de a meta não ter sido alcançada, ela não era inviável, uma vez que é permitido o uso de *offsets* na composição da conciliação. Se todas as empresas tivessem utilizado esse mecanismo, cerca de 13,4 MtCO<sub>2e</sub> poderiam ter sido conciliados, suprimindo a diferença entre emissões observadas e o *cap* global (FGV-EAESP, 2019).

Nesta simulação é avaliado o desempenho das empresas participantes através de dois indicadores: indicador operacional — balanço entre o volume de emissões e o saldo de títulos em carteira (saldo de títulos (tCO<sub>2e</sub>)/volume de emissão (tCO<sub>2e</sub>), quanto mais próximo de 1, melhor, ou seja, conseguiu conciliar suas emissões com o número equivalente de permissões, caso fique abaixo de 1, sofrerá sanções no próximo ciclo) —; custo de conciliação (indicador financeiro) — valor gasto por tCO<sub>2e</sub>, ao longo do ciclo, para montar a posição final do operador (Ec\$/tCO<sub>2e</sub>). No ciclo de 2018, 52% dos participantes conseguiram conciliar suas emissões satisfatoriamente, considerando o indicador operacional. O custo de conciliação médio no exercício de 2018 foi de Ec\$ 41,42. Sob a ótica deste indicador, quatro empresas demonstraram custos negativos, ou seja, venderam mais títulos do que compraram, logo, obtiveram ganhos

---

<sup>29</sup> O PMR Brasil permite até 20% de uso de *offsets* para a conciliação.

financeiros. A conclusão do estudo sobre o indicador financeiro aponta que ele está muito atrelado ao momento que as empresas realizam operações no mercado. Quanto mais cedo no ciclo estas montam sua posição, mais baixos são os preços, assim, desempenham melhor indicador de custo de conciliação (FGV-EAESP, 2019).

A partir da breve análise da simulação de SCE realizada pela FGV EAESP, pode-se concluir que se trata de um estudo muito relevante para a aquisição de conhecimento e posicionamento de estratégias de atuação neste mercado para as empresas participantes. Apesar de não se ter atingido a meta do *cap* global, o esforço conjunto auferiu redução real das emissões e a participação mais incisiva abordando as estratégias disponíveis, como amplo uso de *offsets* dentro do limite permitido, teria possibilitado que o exercício demonstrasse emissões dentro dos parâmetros do *cap* global. O processo de aprendizado com a simulação de SCE é contínuo, em todos os ciclos são percebidas falhas e realizados ajustes visando melhorias e eficiência deste mercado. Em função desta curva de aprendizagem, espera-se ver nos próximos relatórios um número maior de empresas apresentando indicadores mais positivos e limitação de emissões de GEE ao teto estabelecido.

Outro sistema regulado de comercialização de carbono que está à beira de ser implantado no Brasil é o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). A operacionalização do MBRE foi prevista na PNMC, Lei 12.187/09, e atualmente está tramitando na Câmara dos Deputados a sua regulação e instituição através do Projeto de Lei 528/21. Este mercado, diferentemente do SCE, deve comercializar créditos de carbono, ou seja, títulos de emissões de GEE evitadas certificadas (RCE), enquanto o SCE comercializa permissões de emissões (*cap-and-trade*). Por conta disso, estas duas alternativas devem ser desenhadas de maneira apartada, por possuírem diferentes objetivos.

O artigo 9º da PNMC prevê que o

Mercado Brasileiro de Redução de Emissões - MBRE será operacionalizado em bolsas de mercadorias e futuros, bolsas de valores e entidades de balcão organizado, autorizadas pela Comissão de Valores Mobiliários — CVM, onde se dará a negociação de títulos mobiliários representativos de emissões de gases de efeito estufa evitadas certificadas. (BRASIL, 2009, p. 1).

O desenho do MBRE em 2009 visava comercializar os créditos gerados a partir de sistemas de *baseline-and-credit*, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), estes créditos são justamente os *offsets*. Neste mercado, portanto, não são definidos limites, metas de emissões, setores cobertos e mecanismos regulatórios, ou seja, não é estabelecido um teto de emissões como no *cap-and-trade* (SCE), mas parâmetros que dependem da performance

econômica das empresas, que após gerar os créditos, estes serão verificados como redução de emissões (SILVA; MELO, 2018). Além de comercializar as RCE de projeto de MDL, o MBRE também viabiliza a comercialização de projetos fora do MDL como forma de facilitar e incentivar as empresas a migrarem para uma economia de baixo carbono (INSTITUTO TALANOA, 2020). Os créditos podem ser gerados, por exemplo, a partir de projetos florestais e de uso da terra (como o REDD+), de eficiência energética, de agricultura, de transportes e de energia renovável.

Tendo em vista que o MBRE pretende comercializar créditos de carbono em ambiente que não exige metas e limites, pode-se considerar o MBRE como um mercado voluntário. O PL 528/2021 visa estabelecer regras mínimas de funcionamento para garantir a segurança e a validade do mercado, propondo a criação do “Sistema Nacional de Registro de Redução e Compensação de Emissões de Gases de Efeito Estufa” (SNRC-GEE), que une compradores e fornecedores de *offsets* voluntários (CEBDS, 2021b).

O mercado voluntário tem grande potencial para complementar o SCE brasileiro por compor e compensar a conciliação das permissões, mas ainda precisa de aparatos legais e de verificação para que tenha seus objetivos de redução alcançados, não só no Brasil, mas no mundo. O mercado voluntário precisa ser padronizado e que seja estabelecido órgãos de governança para que se evite o risco de dupla contagem (PROLO, 2021) e oferta de créditos, que neste artigo se denomina como “vazios”, ou seja, que não foram devidamente verificados e certificados, logo, não trazem impactos de redução de emissão, apenas retorno financeiro às empresas. Falta ainda intermediários e estrutura de mercado unificada para garantir transparência e liquidez (PROLO, 2021).

Por conta disso, a representatividade do mercado voluntário é muito pequena frente aos mercados regulados. Infelizmente, não foram encontrados dados sobre o mercado voluntário no Brasil — mas sabe-se que empresas como Natura e Banco do Brasil já realizaram contratos de compra de créditos para compensar suas emissões —, mas no mundo este movimentou até agosto de 2021, de acordo com dados do Ecosystem Market Place (2021), US\$ 748 milhões, isso se traduz em volume equivalente a 239,3 MtCO<sub>2</sub> ao preço de US\$ 3,13. Em termos de volume, a quantidade negociada em mercado voluntário equivale a 2,05% do total transacionado em mercados regulados. Em 2019, correspondia a apenas 1% (CEBDS, 2021a). Apesar de ter demonstrado crescimento, ainda é muito tímido, mas possui potencial de expansão após padronização e aparatos legais conforme mencionado acima. O Brasil pode se beneficiar amplamente do mercado voluntário por conta de todas as alternativas energéticas e florestais que o território dispõe.

Contudo, é válido ressaltar que o mercado voluntário em si não pode ser considerado como a melhor alternativa para manter a meta de temperatura a 1,5 °C, vale apenas como composição de políticas de redução de emissões. De acordo com guia divulgado pelo Carbon Market Watch (2020), o sistema de *offset*, que utiliza a metodologia *baseline-and-credit*, demanda que para compensar a emissão de uma organização, outra precisa ter redução de emissão a mais para vender. Desta forma, o sistema pode levar somente à estabilidade das emissões de CO<sub>2</sub>, sem de fato haver reduções, conforme visto anteriormente neste trabalho. Conforme o Acordo de Paris, todo o mundo precisa reduzir suas emissões para se alcançar os objetivos climáticos, não apenas utilizar do esforço daqueles que reduzem suas emissões e as vendem como créditos de carbono. É preciso que todos se encaminhem para um mundo *net zero*, que utilize seus mercados de carbono para de fato reduzir e limitar as emissões.

#### 4.4 SISTEMA DE INVENTÁRIO: PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL

Apesar de não se constituir como um mercado de carbono, inventariar as emissões é uma das opções que companhias têm à disposição para se preparar para a definição de um mercado regulado no Brasil. Além disso, inventariar é essencial para qualquer mercado de carbono e aquelas que estão adquirindo este conhecimento poderão apresentar vantagens comparativas. Uma das iniciativas é o Programa Brasileiro GHG Protocol (PBGHG) que foi criado em 2008 pela parceria entre o CEBDS, FGVces, Ministério do Meio Ambiente, WRI (World Resource Institute) e WBCSD (World Business Council for Sustainable Development), além das 27 empresas fundadoras, e “[...] tem por objetivo incentivar as empresas brasileiras a contabilizarem e divulgarem as suas emissões de GEE” (SOUZA *et al.*, 2014, p.7). A participação das empresas na iniciativa também é voluntária, não sendo o PBGHG uma obrigação ou método único de contabilizar e inventariar emissões, mas um modelo de MRV, e é um canal importante para as empresas demonstrarem transparência quanto à quantidade de CO<sub>2</sub>e emitido.

O PBGHG adapta o método internacional do GHG Protocol à realidade brasileira, além de ser responsável “[...] pelo desenvolvimento de especificações, diretrizes, notas técnicas e ferramentas de cálculo para estimativas de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) por organizações brasileiras” (CEBDS, 2021a, p.69). A iniciativa tem por objetivo

[...] (1) estimular a cultura corporativa de inventário de emissões de GEE no Brasil para uma agenda de enfrentamento às mudanças climáticas nas organizações e (2)

proporcionar instrumentos e padrões de qualidade internacional para contabilização das emissões e publicação dos inventários. (CEBDS, 2021a, p.69).

Em 2020, 192 companhias participantes do programa publicaram seus inventários de GEE no Registro Público de Emissões, uma iniciativa da FGV-EAESP. Deste total, 112 foram qualificadas com selo de ouro por divulgarem relatórios completos e verificados por terceira parte acreditada, 72 organizações obtiveram selo de prata por publicarem inventário completo e 8 ganharam selo de bronze por divulgarem inventários parciais (FGV-EAESP, [202-b]). Entende-se que os selos demonstram o engajamento em relação à contabilização das emissões. Através do Sistema de Registro Público de Emissões para divulgação destes relatórios, o PBGHG fornece aos participantes treinamentos e insumos técnicos para apoiar no MRV, isso possui grande relevância para preparar e desenvolver áreas responsáveis nas empresas com intuito de se antecipar à regulação de um mercado de carbono. Além disso, o programa também possibilita que as companhias não apenas divulguem suas emissões, como também relatem suas ações de mitigação de emissões de CO<sub>2</sub>e.

Como o PBGHG é voluntário, as empresas participantes possuem certa flexibilidade na maneira como elaboram seus inventários, o que dificulta a comparação de resultados entre as organizações. Mas de acordo com o programa “[...] o processo pode ser considerado mais relevante do que o resultado final” (CEBDS, 2021a, p.69) e serve como método para identificação de “[...] oportunidades de melhoria com estratégias, planos e metas para redução e gestão das emissões. Portanto, os objetivos e procedimentos de relatos voluntários são distintos dos relatos mandatórios para fins de precificação de carbono” (CEBDS, 2021a, p.68).

Vale observar que ao analisar os anos das divulgações de relatórios de inventários das empresas, boa parte não apresenta continuidade, ou seja, reportaram em alguns anos e depois interromperam a divulgação ou não foi de forma anual. Conforme os dados do Registro Público de Emissões (FGV-EAESP, [202-b]), das 326 empresas que já divulgaram seus inventários de emissões desde 2008, somente 122 o apresentaram por 3 anos ou mais até o ano de 2020 (pelo menos 2018, 2019 e 2020). Além destas, 68 empresas recém começaram a reportar (divulgações somente no ano de 2020 ou 2019 e 2020). Descontando as empresas que recém começaram, do total de 326, menos da metade das corporações (47,3%) demonstra continuidade na adesão à iniciativa. À primeira vista soa como falta de engajamento das demais empresas, então, para que se possa concluir algo desta informação, é preciso entender no detalhe o porquê as companhias não deram seguimento à divulgação de inventários no PBGHG, se foi porque aderiram a outra metodologia de divulgação, se não fazia sentido dentro da cultura da organização ou se elas acreditam terem aprendido o suficiente. Das 68 empresas que estão

começando a divulgar, é importante manter a observação para verificar se elas seguirão reportando nos próximos anos.

Importa destacar ainda que, o fato de algumas companhias relatarem suas emissões não significa que elas estão as reduzindo ou possuam metas *net zero*. O ideal seria acompanhar ano a ano a evolução dos inventários, além de verificar seus índices de carbono eficiente, como ICO<sub>2</sub>, e demais ações voltadas a redução real de emissões de GEE. Pois somente desta maneira os *stakeholders* poderão avaliar o quanto se as empresas brasileiras estão contribuindo no atingimento das metas climáticas.

As ações das empresas brasileiras na busca por alternativas e conhecimento visando se preparar para a definição de um comércio e precificação mandatória de carbono são relevantes para introduzir o risco climático e os impactos financeiros destas atribuições. A definição do PMR Brasil de que o SCE é o mecanismo mais custo-efetivo para o Brasil é um bom ponto de partida para que simulações como as feitas pela FGV-EAESP se tornem mais rigorosas e com maior abrangência de empresas, principalmente daquelas que são mais vulneráveis ao cenário de precificação e SCE. Todas as seções deste capítulo elencaram ações meramente voluntárias para adquirir conhecimento — como o SCE, preço interno, MBRE e sistemas de inventário de emissões — que foram, de certo modo, coordenadas pela iniciativa privada. É importante que se tenha definição em âmbito federal sobre mecanismos mandatórios que exijam a comercialização de títulos de carbono e que haja precificação para que seja dada a clara mensagem às companhias de que é preciso reduzir as emissões. O Brasil ainda está muito atrás de países desenvolvidos, como se viu com o EU ETS e SCE da Califórnia, e por mais que instituições privadas estejam fazendo um trabalho proativo no sentido de estimular a percepção das empresas sobre incluir métricas de emissão de carbono nos seus relatórios e comercializar em forma de permissões ou créditos, é preciso esforço estatal, para correção das falhas de mercado, e coletivo para que se alcance as metas climáticas e se cumpra a NDC brasileira.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações humanas têm provocado mudanças climáticas em uma velocidade que é antinatural ao ciclo da Terra, aumentando a concentração dos gases do efeito estufa na atmosfera que se não forem reduzidos e capturados, têm o potencial de elevar consideravelmente a temperatura do planeta e trazer danos irreparáveis, inclusive no curto prazo. Por conta desta responsabilidade, é atribuição dos próprios causadores deste problema, os seres humanos, em frear este processo através de alternativas que promovam a troca urgente dos meios de produção poluentes por outros que causem menos impacto ambiental e emissões de GEE. O Brasil, sendo o 12º maior país poluidor do mundo (GLOBAL CARBON ATLAS, 2020), não deve se eximir de sua responsabilidade e reduzir a escalada de aumento das emissões de carbono, vide crescimento de 9,5% das emissões em 2020 (IPAM Amazônia, 2021), em função de queimadas e desmatamento. Com enorme capital ambiental e baixa dependência de combustíveis fósseis para geração de energia, o país deveria figurar como um dos atores mundiais principais na aplicação de meios de produção sustentáveis e em direção a uma economia *net zero*.

Uma das maneiras de promover esta troca em direção a uma economia sustentável no Brasil e no mundo, é através de mercados mandatórios de carbono e precificação. Embora estes mecanismos não sejam os únicos e não tenham a capacidade de dirigir esta alteração para uma economia *net zero* sozinhos, são capazes de influenciar as decisões econômicas das companhias privadas e as incentivam financeiramente para adoção de métodos de redução de emissões e/ou captura de carbono. No Brasil, apesar de não haver definição de quando serão adotados, conjuntamente, já se sabe que um Sistema de Comércio de Carbono (SCE) seria viável e desejável de acordo com a conclusão dos estudos do Projeto PMR Brasil (2020).

A percepção, entretanto, é que o país está atrasado na definição de comércio mandatório de carbono, e apesar de ter algumas alternativas de redução de emissões, como o Plano ABC, MDL e RenovaBio, ainda está passivo frente a sua contribuição no aumento das emissões e seu potencial sustentável que deveria ser melhor explorado. Os incentivos governamentais, mesmo com a instituição da PNMC – que propunha o desenvolvimento do MBRE – e da NDC brasileira, não têm sido suficientes para controlar as emissões na meta da NDC e quem tem dirigido ensaios de mercados de carbono é a iniciativa privada. Porém, entende-se que esta não possui alçada para romper as falhas de mercado – externalidade – e intensificar as ações de redução de emissões, sendo necessária uma definição de regulamentação do Estado brasileiro para que ações efetivas e abrangentes sejam tomadas, pois entende-se que esta é uma das



principais motivações para as empresas adotarem práticas menos emissoras, além da motivação provocada pela pressão *stakeholders*, principalmente os investidores. Cumprindo um dos objetivos secundários deste trabalho, viu-se que estes atores possuem papel importante em fomentar ações de mitigação climática pelas empresas pois avaliam o valor de seus ativos presentes e futuros, através da inclusão do risco climático na mensuração de seus retornos, devendo prestar atenção àqueles ativos de companhias que são carbono-intensivas e que provavelmente são mais impactadas com as definições de mercado mandatório.

De maneira a alcançar outro objetivo secundário, explorou-se sobre os principais mercados de carbono (ETS) mundiais – EU ETS, SCE da Califórnia e da China –, dentre as 66 iniciativas de comercialização de carbono no mundo, via taxaço ou SCE, bem como as faixas de preço praticadas ao redor do mundo. Importa salientar que alterações significativas a partir destes mercados só ocorrerão com a precificação correta de carbono, e o mercado que mais se aproxima do nível indicado pelos teóricos é o EU ETS, pelo seu grau de abrangência e desenvolvimento. A partir destes mercados já estabelecidos e em pleno funcionamento, é que empresas e instituições privadas brasileiras estão se baseando para desenvolver simulações de SCE do tipo *cap-and-trade*, que se conclui ser o mecanismo mais eficiente ao cenário brasileiro tendo em vista a desconfiança da criação e aplicabilidade de um novo imposto. Além disso, o SCE promove limitação das emissões ao distribuir permissões para emitir que reduzem anualmente e é o sistema utilizado por mercados de carbono tradicionais, como o EU ETS e SCE da Califórnia.

Na busca por avaliar as alternativas que têm sido desenvolvidas no Brasil para que as empresas possam se preparar para um mercado e precificação mandatórios, cumprindo o objetivo principal deste trabalho, abordou-se sobre simulação de SCE, precificação interna de carbono, mercados voluntários e inventário de emissões de GEE. Apesar destas ações serem de grande importância, elas deveriam direcionar à redução das emissões de fato.

No caso da simulação de SCE da FGV, mais empresas deveriam participar anualmente da iniciativa, pois apenas cerca de 30 companhias aderem ao projeto por ano. De todo modo, entende-se que a simulação possui papel relevante à geração de conhecimento – as empresas compreendem os ciclos mais propícios de compra e venda de permissões, aprendem sobre mensuração, conciliação e uso de offsets – e redução de emissões – haja vista que houve diminuição de CO<sub>2</sub>e de 6,32% em relação ao ano base (FGV-EAESP, 2019) –, mas há muito o que avançar em termos de adesão das empresas e na curva de aprendizagem que se aprofunda ano após ano.

Em relação à precificação interna de carbono, esta possui relevância para sinalizar ações sustentáveis das empresas aos *stakeholders* – cumpre o apelo destes agentes – e é um importante mecanismo de aprendizado sobre identificação de processos produtivos das companhias e seus impactos, além disso, possui potencial para promover inovações nas firmas. Mas ainda é pouquíssimo adotado no Brasil, apenas 26 empresas possuem PIC e 41 planejam adotá-lo nos próximos 2 anos, e carece de mais empresas utilizando-o para encorajar mais ações neste sentido. Nos setores mais intensivos em emissões, que são os mais vulneráveis em caso de mercado mandatório de carbono, o PIC está mais presente, à exceção, principalmente do setor agropecuário, que é bastante sensível às mudanças climáticas e é o maior emissor (direta ou indiretamente) de GEE no Brasil. Este setor precisa passar a adotar estas alternativas para conter o que emite e evitar enormes prejuízos financeiros futuros em função das alterações do clima.

Já sobre os mercados voluntários de crédito de carbono, a percepção é que ele só não é capaz de promover mudanças drásticas pois não há metas ou limitações, apenas empresas compensando suas emissões ou deixando de emitir conforme linha de base, e isso pode somente estagnar os níveis de GEE emitidos, devendo ser utilizado como mecanismo complementar ao mercado mandatório.

Por fim, entre as alternativas mencionadas, inventariar as emissões serve como mecanismo importante de reporte ao mercado financeiro – que carece de informações mais simétricas para avaliar de maneira mais aderente os ativos e mensurar seus riscos – e de conhecimento. Mas somente inventariar não significa reduzir, é preciso analisar a evolução dos relatórios e a redução das emissões.

Sob a ótica destas alternativas mencionadas e avaliando a adesão das empresas, conclui-se que, de maneira geral, as empresas brasileiras não estão preparadas para um mercado mandatório de carbono. Portanto, o provável SCE deveria considerar fortemente o uso de alocações gratuitas inicialmente para não provocar *carbon leakage* e grandes prejuízos financeiros e econômicos às empresas e ao país e, de forma gradual, incluir alguns setores aos leilões de permissões, configurando uma abordagem híbrida, em semelhança ao processo ocorrido no EU ETS.

Os estudos científicos e bases de dados no Brasil acerca de mercados de carbono e precificação ainda são esparsos e escassos, carecendo de maiores informações para uma pesquisa mais completa, o que se tem em maior volume são notícias jornalísticas. Mas a fim de agregar às discussões sobre os temas acerca de mercado mandatório e precificação de carbono no Brasil, seria interessante estudo que consolidasse um levantamento de qual preço interno de carbono as empresas adotam para que se possa mensurar a relevância dada a este indicador e

quais empresas aderem a esta prática para avaliar seus inventários de emissões (PBGHG), caso sejam disponibilizados, com o intuito verificar se no Brasil os setores mais carbono-intensivos atribuem preços mais altos a tCO<sub>2</sub>e e identificar o preço de carbono mais aderente ao contexto brasileiro. Outro estudo que somaria às tratativas, seria avaliar a importância que o mercado financeiro brasileiro, especificamente, dá aos relatórios sustentáveis e de emissões divulgados pelas companhias e às ações de compra ou venda de créditos de carbono, verificando de que forma (e se) atribuem o risco aos seus ativos alocados em companhias carbono-intensivas. Estas são apenas algumas sugestões de estudos para um tema que apresenta um enorme leque de abordagens e demanda urgência no seu tratamento e ações efetivas para contornar os efeitos de mudanças climáticas drásticas, não só no Brasil, mas no mundo.

## REFERÊNCIAS

- BAKER, David R. **California carbon sets record price in cap-and-trade auction**. [S.l.]: Bloomberg, nov. 2021. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-11-24/california-carbon-sets-record-price-in-cap-and-trade-auction>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- BANCO MUNDIAL. **Carbon pricing dashboard**. Washington, 2021. Disponível em: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- BENTO, Nuno; GIANFRATE, Gianfranco. Determinants of internal carbon price. **Energy Policy**, [S.l.], v.143, p.1-8, aug. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421520302445>. Acesso em: 23 mar. 2022.
- BOLTON, Patrick; KACPERCZYK, Marcin. Do investors care about carbon risk?. **Journal of Financial Economics**, [S.l.], v.142, n.2, p. 517-549, nov. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304405X21001902>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988** – Artigo 225 inciso 3º. Brasília, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 20 fev. 2022.
- BRASIL. Lei 12.187/09, de 29 de dezembro de 2009. Brasília, 2009. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm). Acesso em: 03 mar. 2022.
- BRASIL. Governo do Brasil. **Fontes de energia renováveis representam 83% da matriz energética brasileira**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/01/fontes-de-energia-renovaveis-representam-83-da-matriz-eletrica-brasileira>. Acesso em: 06 fev. 2022.
- CARBON DISCLOSURE PROJECT – CDP. **Carbon pricing connect**. [Inglaterra], [202-]. Disponível em: <https://www.cdp.net/en/climate/carbon-pricing/carbon-pricing-connect>. Acesso em: 28 mar. 2022.
- CARBON MARKET WATCH. **Carbon 101: the ultimate guide to global offsets mechanisms**. Bruxelas: Carbon Market Watch, 2020. Disponível em: <https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2020/07/CMW-ENGLISH-CARBON-MARKETS-101-THE-ULTIMATE-GUIDE-TO-MARKET-BASED-CLIMATE-MECHANISMS-FINAL-2020-WEB.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- CENTER FOR CLIMATE AND ENERGY SOLUTIONS – C2ES. **California cap and trade**. Arlington, [20--]. Disponível em: <https://www.c2es.org/content/california-cap-and-trade/>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- CHRISTOFOLETTI, Maria A. M. **Ensaio em avaliação de políticas ambientais**. 2020. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12140/tde-15102020-104055/publico/MariaAliceMozChristofolettiCorrigida.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2022.

CLIMA E DESENVOLVIMENTO. **A questão climática ao longo do tempo.** [S.l.], [202-]. Disponível em: <https://www.clima2030.com.br/>. Acesso em: 9 fev. 2022

CLIMATE ACTION 100+. **Site institucional do Climate Action 100+.** [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.climateaction100.org/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

CLIMATE CHANGE AUTHORITY – CCA. **Coverage, additionality and baselines: lessons from the carbon farming initiative and other schemes.** Melbourne: CCA, 2014. Disponível em: [https://www.climatechangeauthority.gov.au/sites/default/files/2020-06/CCARRP/CCA\\_CFISStudyPublicReport\\_v7.pdf](https://www.climatechangeauthority.gov.au/sites/default/files/2020-06/CCARRP/CCA_CFISStudyPublicReport_v7.pdf). Acesso em: 8 mar. 2022.

COMISSÃO EUROPEIA. **Relatório da comissão ao parlamento europeu, ao conselho, ao comitê econômico e social europeu e ao comitê das regiões.** Bruxelas, 2020. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2020/PT/COM-2020-777-F1-PT-MAIN-PART-1.PDF>. Acesso em: 30 mar. 2021.

COMISSÃO EUROPEIA. **Emissions Trading – Putting a Price on carbon.** Bruxelas, 2021. Disponível em: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_21\\_3542](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3542). Acesso em 23 abr. 2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Linha do tempo.** São Paulo: Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo – PROCLIMA, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/linha-do-tempo/>. Acesso em: 09 fev. 2022.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL – CNA BRASIL. **PIB do agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020.** Brasília: CNA, 2021. Disponível em: [https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib\\_dez\\_2020.9mar2021.pdf](https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib_dez_2020.9mar2021.pdf). Acesso em: 2 abr. 2022.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CEBDS. **Precificação de carbono: o que o setor empresarial precisa saber para se posicionar.** Rio de Janeiro: CEBDS, 2016. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/14773/1560684781cebds.org-portuguiaprecificacao-web.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2021.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CEBDS. **Proposta de marco regulatório para o mercado de carbono brasileiro.** Rio de Janeiro: CEBDS, 2021a. Disponível em: [https://cebds.org/wp-content/uploads/2021/08/MERCADO-CARBONO\\_Marco-Regulatorio\\_.pdf](https://cebds.org/wp-content/uploads/2021/08/MERCADO-CARBONO_Marco-Regulatorio_.pdf). Acesso em: 7 abr. 2022.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – CEBDS. **Audiência Pública PL 528/2021, Artigo 6 e Empresários pelo Clima.** Rio de Janeiro: CEBDS, 2021b. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento/download/62d188af-d7dd-4983-b96e-aa54b91a8e2b>. Acesso em: 01 maio 2022.

COSTA, Simone S. T. Introdução à economia do meio ambiente. **Análise**, Porto Alegre, v.16, n.2, p.301-323, ago./dez. 2005. Disponível em:

<https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/face/article/view/276>. Acesso em: 01 mar. 2022.

ECOSYSTEM MARKET PLACE. **Markets in motion: state of voluntary carbon markets 2021**. Washington: Ecosystem Market Place, 2021. Disponível em: <https://www.ecosystemmarketplace.com/publications/state-of-the-voluntary-carbon-markets-2021/>. Acesso em: 10 abr. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Precificação de Carbono: riscos e oportunidades para o Brasil**. Brasília: EPE, 2020. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-549/NT%20EPE-DEA-GAB-014-2020%20-%20Precifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20C\\_final\\_05012021.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-549/NT%20EPE-DEA-GAB-014-2020%20-%20Precifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20C_final_05012021.pdf). Acesso em: 09 abr. 2021.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY OF UNITED STATES – EPA. **Climate change indicators: greenhouse gases**. Washington, [s.d.]. Disponível em: <https://www.epa.gov/climate-indicators/greenhouse-gases>. Acesso em: 27 mar. 2021

FGV-EAESP. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (Gvces). **Diretrizes para precificação interna de carbono**. São Paulo, 2016. Disponível em: [https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18618/GVces\\_Diretrizes%20empresariais%20para%20precifica%C3%A7%C3%A3o%20interna%20de%20carbono%20%5btexto%5d.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18618/GVces_Diretrizes%20empresariais%20para%20precifica%C3%A7%C3%A3o%20interna%20de%20carbono%20%5btexto%5d.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 01 mar. 2022.

FGV-EAESP. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (Gvces). **Simulação de sistema de comércio de emissões: relatório final do ciclo 2018**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/30593/simulacao-2018-relatorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 mar. 2022.

FGV-EAESP. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (Gvces). **Simulação de comércio de emissões**. São Paulo, [202-a]. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/simulacao-comercio-emissoes>. Acesso em: 02 abr. 2022.

FGV-EAESP. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (Gvces). **Participantes [do Registro Público de Emissões]**. São Paulo, [202-b]. Disponível em: <https://www.registropublicodeemissoes.com.br/participantes>. Acesso em: 07 abr. 2022.

GLOBAL CARBON ATLAS. **CO2 Emissions**. [S.l], 2020. Disponível em: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>. Acesso em: 24 abr. 2022.

GOULARTE, Bruno S.; ALVIM, Augusto M. A comercialização de créditos de carbono e seu impacto econômico e social. **Revista Análise**, Porto alegre, v.22, n.1, p.72-88, jan./jun. 2011. Disponível em: [https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/10480/2/A\\_Comercializacao\\_de\\_Credito\\_de\\_Carbono\\_e\\_seu\\_Impacto\\_Economico\\_e\\_Social.pdf](https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/10480/2/A_Comercializacao_de_Credito_de_Carbono_e_seu_Impacto_Economico_e_Social.pdf). Acesso em: 15 mar. 2021.

GUSMÃO, Fernanda *et al.* **Estudos sobre mercado de carbono no Brasil: análise da alocação de permissões**. Washington: Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, Monografia do BID n.309, 2015. Disponível em:

<https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Estudos-sobre-Mercado-de-Carbono-no-Brasil-An%C3%A1lise-da-Aloca%C7%A7%C3%A3o-de-Permiss%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2021.

HOULDER, Vanessa; LIVSEY, Alan. Precificação efetiva do carbono é cada vez mais urgente. Mario Zamarian e Sabino Ahumada (Trad.). **Financial Times**, Londres, 2021. Disponível em: <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2021/02/09/precificacao-efetiva-do-carbono-e-cada-vez-mais-urgente.ghtml>. Acesso em: 15 mar. 2021.

HSIANG, Solomon *et al.* Estimating economic damage from climate change in the United States. **Science**, [S.l.], v.356, n. 6345, p.1362-1369, 2017. Disponível em: [https://science.sciencemag.org/content/356/6345/1362?mod=article\\_inline](https://science.sciencemag.org/content/356/6345/1362?mod=article_inline). Acesso em: 27 mar. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA – IPAM. **Against global trend, Brazil increased emissions during pandemic**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://ipam.org.br/against-global-trend-brazil-increased-emissions-during-the-pandemic/>. Acesso em: 25 abr. 2022.

INSTITUTO TALANOA. **A Política Nacional de Mudança do Clima em 2020: estado de metas, mercados e governança assumidos na Lei 12.187/2009**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2020/12/Politica-Nacional-de-Mudanc%CC%A7a-de-Clima.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2021.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT – IISD. **Trading begins under China’s national ETS**. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://sdg.iisd.org/news/trading-begins-under-chinas-national-ets/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL OF CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate change 2013: the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf). Acesso em: 27 mar. 2021

INTERGOVERNMENTAL PANEL OF CLIMATE CHANGE – IPCC. **Global warming of 1.5°C**. [S.l.]: IPCC, 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-2/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

JOKURA, Tiago. O que é Net Zero?. [S.l.]: Net Zero, 2021. Disponível em: <https://netzero.projetodraft.com/glossario-o-que-e-net-zero-compromisso-zerar-emissoes/>. Acesso em: 10 fev. 2022

LUYUE, Tan. **The first year of China’s national carbon market, reviewed**. Londres: China Dialogue, fev. 2022. Disponível em: <https://chinadialogue.net/en/climate/the-first-year-of-chinas-national-carbon-market-reviewed/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

MAGALHÃES, Aline S. **Economia de baixo carbono no Brasil: alternativas de políticas e custos de redução de emissões de gases de efeito estufa**. 2013. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/AMSA-9GXQ2U/1/tese\\_aline\\_souza\\_magalhaes\\_26\\_03\\_2013.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/AMSA-9GXQ2U/1/tese_aline_souza_magalhaes_26_03_2013.pdf). Acesso em: 4 mar. 2022.

MAGALHÃES, Aline S.; DOMINGUES, Edson P. Economia de baixo carbono no Brasil: alternativas de políticas, custos de redução de emissões de gases de efeito estufa e impactos sobre as famílias. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA*, 41., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: ANPEC, 2014. Disponível em:

[https://www.anpec.org.br/encontro/2013/files\\_I/i111-faade6189f3fafff87cc50c3f7c2df42.pdf](https://www.anpec.org.br/encontro/2013/files_I/i111-faade6189f3fafff87cc50c3f7c2df42.pdf).

Acesso em: 01 mar. 2022.

MANKIW, N. Gregory. **Princípios de Microeconomia**. Alan Vidigal Hastings, Elisete Paes e Lima (Trad.). São Paulo: Cengage Learning, 6ª ed., 2014.

MARTINS, Regina C.; ROSSIGNOLI, Marisa. Desenvolvimento econômico sustentável e as externalidades ambientais. **Revista Direito e Desenvolvimento**, João Pessoa, v.9, n.2, p.137-154, ago./dez. 2018. Disponível em:

<https://periodicos.unipe.br/index.php/direitoedesenvolvimento/article/view/578/559>. Acesso em: 28 mar. 2021.

MOREIRA, Helena M.; GIOMETTI, Analúcia R. O Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa. **Contexto Internacional**, Rio de Janeiro, v.30, n.1, p.9-47, jan./abr. 2008.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cint/a/9RkZZcmTbc6mm8wRHHc5j3Q/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 28 mar. 2021.

NAJAH, Muftah M. S. **Carbon risk management, carbon disclosure and stock market effects: an international perspective**. 2012. Dissertação (Doutorado em Filosofia) – Faculty of Business and Law, University of Southern Queensland, [Toowoomba], 2012. Disponível em: [https://eprints.usq.edu.au/23522/1/Najah\\_\\_2012\\_whole.pdf](https://eprints.usq.edu.au/23522/1/Najah__2012_whole.pdf). Acesso em 10 fev. 2022.

NICOLLETTI, Mariana X.; LEFÈVRE, Guilherme B. Precificação de carbono no Brasil: perspectivas e aprendizados a partir de uma simulação de mercado cap-and-trade. *In:*

WOISCHNIK, Jan (Ed.). **Mudanças climáticas: o desafio do século**. Rio de Janeiro:

Fundação Konrad Adenauer, Cadernos Adenauer 17 n° 2, p.145-169, 2016. Disponível em:

[https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18725/GVces\\_Nicolletti%3b%20Lefevre.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18725/GVces_Nicolletti%3b%20Lefevre.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em 5 mar. 2022.

OLIVEIRA, Adriano S. de; MIGUEZ, José D. G; ANDRADE, Túlio, C. M. de A. A

convenção sobre mudança do clima e o seu Protocolo de Quioto como indutores de ação. *In:*

FRANGETTO, Flávia W.; VEIGA, Ana P. B.; LUEDEMANN, Gustavo (Org.). **Legado do**

**MDL: impactos e lições aprendidas a partir da implementação do Mecanismo de**

Desenvolvimento Limpo no Brasil como subsídios para novos mecanismos. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2018. p.357-375. Disponível em:

[https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/181228\\_livro\\_mdl.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/181228_livro_mdl.pdf).

Acesso em: 14 mai. 2022.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD.

**Emission trading systems**. Paris, [20--]. Disponível em: <https://www.oecd.org/env/tools-evaluation/emissiontradingsystems.htm>.

Acesso em: 7 mar. 2022.

PEREIRA JÚNIOR, Aloisio; MALAQUIAS, Rodrigo F. Derivativos de clima: oportunidades para pesquisa e a gestão de risco no cenário brasileiro. **Pensar Contábil**, Rio de Janeiro, v.22,



n.77, p.14-21, jan./abr. 2020. Disponível em: <http://www.atena.org.br/revista/ojs-2.2.3-08/index.php/pensarcontabil/article/viewFile/3551/2678>. Acesso em: 24 abr. 2022.

PMR BRASIL. Ministério da Economia. **Diálogos Setoriais**. Brasília, 2017 (Texto para discussão – 2º Workshop). Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/orgaos/spe/pmr-brasil/documentos-e-arquivos-pmr/ii-workshop-pmr-brasil-texto-para-discussao.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.

PMR BRASIL. Ministério da Economia. **Síntese das análises e resultados do Projeto PMR Brasil**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/pmr/relatorio-sintese-pmr.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2022.

PROLO, Caroline. Como melhorar o mercado de carbono voluntário. **Valor Investe**, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/blogs/caroline-prolo/coluna/como-melhorar-o-mercado-de-carbono-voluntario.ghtml>. Acesso em: 21 mar. 2022.

RETTMANN, Ricardo. **O que é e como funciona o mercado de carbono?**. Brasília: IPAM, [20--]. Disponível em: <https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/o-que-e-e-como-funciona-o-mercado-de-carbono/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

ROMEIRO, Viviane; GENIN, Carolina; FELIN, Bruno. **Nova NDC do Brasil: entenda por que a meta climática foi considerada pouco ambiciosa**. World Resource Institute Brasil – WRI Brasil, [S.l.], 2021. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/clima/nova-ndc-do-brasil-entenda-por-que-meta-climatica-foi-considerada-pouco-ambiciosa>. Acesso em 20 fev. 2022.

SCHNEIDER, Eduardo M. **O desafio das mudanças climáticas para o movimento sindical de trabalhadores brasileiros**. 2018. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/182387/001072596.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 mar. 2021.

SCHNEIDER, Lambert *et al.* Double counting and the Paris Agreement rulebook. **Science**, v.366, n.6462, p.180-183, out. 2019. Disponível em: [https://scholar.harvard.edu/files/stavins/files/double\\_counting\\_science\\_policy\\_forum\\_october\\_2019\\_published\\_version.pdf](https://scholar.harvard.edu/files/stavins/files/double_counting_science_policy_forum_october_2019_published_version.pdf). Acesso em: 13 mar. 2022.

SILVA, Christian L. da; FREIRE JR, Weimar R.; BASSETO, Luci I. Mercado de carbono e instituições: oportunidades na busca por um novo modelo de desenvolvimento. **Revista Interciência**, v.37, n.1, p.8-13, jan. 2012. Disponível em <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/008-DA-SILVA-6.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.

SILVA, Beatriz S. da.; MELO, Aloísio L. P. de. Projeto PMR Brasil: perspectivas sobre o Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões. *In*: FRANGETTO, Flávia W.; VEIGA, Ana P. B.; LUEDEMANN, Gustavo (Org.). **Legado do MDL: impactos e lições aprendidas a partir da implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil como subsídios para novos mecanismos**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2018. p.357-375. Disponível em:

<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9502/1/Projeto%20PMR.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2021.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA – SEEG BRASIL. **Emissões totais**. [S.l.], [202-]. Disponível em: [https://plataforma.seeg.eco.br/total\\_emission](https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission). Acesso em: 02 abr. 2022.

SOARES, Danielle de A. M.; SILVA, Guilherme da; TORREZAN, Raphael G. A. Aplicação ambiental do Teorema de Coase: o caso do mercado de créditos de carbono. **Revista Iniciativa Econômica**, v.2, n.2, 2015. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iniciativa/article/view/8691/5970>. Acesso em: 5 mar. 2022.

SOUZA, André L. R. de *et al.* Ações Empresariais para mitigação das Mudanças Climáticas no Brasil: uma análise das empresas que fazem parte do Índice Carbono Eficiente (ICO2) e do Programa Brasileiro GHG Protocol. *In: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – ENGEMA*, 16, 2014, São Paulo. Disponível em: <https://www.engema.org.br/XVIENGEMA/142.pdf>. Acesso em 19 fev. 2022.

STERN, Nicholas; STIGLITZ, Joseph. **Report of the High-Level Commission on Carbon Prices**. Berlim: Carbon Pricing Leadership Coalition (CPLC), 2017. Disponível em: <https://www.carbonpricingleadership.org/report-of-the-highlevel-commission-on-carbon-prices>. Acesso em: 24 abr. 2022.

SWISS RE INSTITUTE. **The economics of climate change: no action not an option**. Zurique: Swiss Re Institute, 2021. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2021/04/swiss-re-crise-climatica-impactos-economicos.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2022.

TRADING ECONOMICS. **EU carbon permits**. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon#:~:text=EU%20Carbon%20Permits%20is%20expected,83.74%20in%2012%20months%20time>. Acesso em: 12 mar. 2022.

TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL – Brasil. **Índice de percepção da corrupção 2021**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://comunidade.transparenciainternacional.org.br/indice-de-percepcao-da-corrupcao-2021>. Acesso em: 4 mar. 2022.

UNIVERSITY OF CAMBRIDGE INSTITUTE FOR SUSTAINABILITY LEADERSHIP – CISL. **Unhedgeable risk: how climate change sentiment impacts investment**. Cambridge, 2015. Disponível em: <https://www.cisl.cam.ac.uk/resources/publication-pdfs/unhedgeable-risk.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.

WALLACE-WELLS, David. The uninhabitable Earth. **New York Magazine**, 2017. Disponível em: <https://nymag.com/intelligencer/2017/07/climate-change-earth-too-hot-for-humans.html>. Acesso em: 27 mar. 2021.

ZHU, Bangzhu *et al.* How does internal carbon pricing affect corporate environmental performance? **Journal of Business Research**, v.135, p.65-77, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296322002028>. Acesso em: 23 mar. 2022.

## APÊNDICE A – INICIATIVAS DE MERCADO DE CARBONO

(Continua)

<b>Iniciativa</b>	<b>Tipo de Sistema</b>	<b>Jurisdição Coberta</b>	<b>% das emissões mundiais cobertas</b>	<b>Status</b>
Alberta TIER	ETS	Alberta	0,28%	Implementada
Argentina carbon tax	Carbon tax	Argentina	0,16%	Implementada
Austria carbon tax	Carbon tax	Austria	N/A	Em consideração
BC GGIRCA	ETS	Columbia Britânica	0	Implementada
BC carbon tax	Carbon tax	Columbia Britânica	0,09%	Implementada
Baja California carbon tax	Carbon tax	Baixa Califórnia	N/A	Implementada
Beijing pilot ETS	ETS	Pequim	0,13%	Implementada
Brazil	Em decisão	Brasil	N/A	Em consideração
Brunei	Em decisão	Brunei	N/A	Em consideração
California CaT	ETS	Califórnia	0,65%	Implementada
Canada federal OBPS	ETS	Canadá	0,14%	Implementada
Canada federal fuel charge	Carbon tax	Canadá	0,33%	Implementada
Catalonia carbon tax	Carbon tax	Catalunha	N/A	Em consideração
Chile ETS	ETS	Chile	N/A	Em consideração
Chile carbon tax	Carbon tax	Chile	0,11%	Implementada
China national ETS	ETS	China	7,38%	Implementada
Chongqing pilot ETS	ETS	Chongqing	0,04%	Implementada
Colombia ETS	ETS	Colômbia	N/A	Em consideração
Colombia carbon tax	Carbon tax	Colômbia	0,08%	Implementada
Cote d'Ivoire carbon tax	Carbon tax	Costa do Marfim	N/A	Em consideração
Denmark carbon tax	Carbon tax	Dinamarca	0,04%	Implementada
EU ETS	ETS	EU, Noruega, Islândia, Liechtenstein	3,19%	Implementada
Estonia carbon tax	Carbon tax	Estônia	0,00%	Implementada
Finland carbon tax	Carbon tax	Finlândia	0,07%	Implementada
France carbon tax	Carbon tax	França	0,32%	Implementada
Fujian pilot ETS	ETS	Fujian	0,14%	Implementada
Germany ETS	ETS	Alemanha	0,74%	Implementada
Guangdong pilot ETS	ETS	Guangdong (exceto Shenzhen)	0,30%	Implementada
Hawaii carbon tax	Carbon tax	Hawaii	N/A	Em consideração
Hubei pilot ETS	ETS	Hubei	0,26%	Implementada
Iceland carbon tax	Carbon tax	Islândia	0,00%	Implementada
Indonesia carbon tax	Carbon tax	Indonésia		Programada
Indonesia ETS	ETS	Indonésia	N/A	Em consideração
Ireland carbon tax	Carbon tax	Irlanda	0,06%	Implementada
Israel carbon tax	Carbon tax	Israel	N/A	Em consideração
Jalisco carbon tax	Carbon tax	Jalisco	N/A	Em consideração
Japan carbon pricing mechanism	ETS	Japão	N/A	Em consideração

(Continuação)

<b>Iniciativa</b>	<b>Tipo de Sistema</b>	<b>Jurisdição Coberta</b>	<b>% das emissões mundiais cobertas</b>	<b>Status</b>
Japan carbon tax	Carbon tax	Japão	1,86%	Implementada
Kazakhstan ETS	ETS	Cazaquistão	0,29%	Implementada
Korea ETS	ETS	Coreia do Sul	0,95%	Implementada
Latvia carbon tax	Carbon tax	Letônia	0,00%	Implementada
Liechtenstein carbon tax	Carbon tax	Liechtenstein	0,00%	Implementada
Luxembourg carbon tax	Carbon tax	Luxemburgo	0,01%	Implementada
Malaysia ETS	ETS	Malásia	N/A	Em consideração
Manitoba ETS	ETS	Manitoba	N/A	Em consideração
Manitoba carbon tax	Carbon tax	Manitoba	N/A	Em consideração
Massachusetts ETS	ETS	RGGI	0,02%	Implementada
Mexico carbon tax	Carbon tax	México	0,35%	Implementada
Mexico pilot ETS	ETS	México	0,61%	Implementada
Montenegro ETS	ETS	Montenegro	N/A	Em consideração
Netherlands carbon tax	Carbon tax	Países Baixos	0,05%	Implementada
New Brunswick ETS	ETS	Nova Brunswick	N/A	Implementada
New Brunswick carbon tax	Carbon tax	Nova Brunswick	0,01%	Implementada
New Zealand ETS	ETS	Nova Zelândia	0,08%	Implementada
Newfoundland and Labrador PSS	ETS	Terra Nova e Labrador	0,01%	Implementada
Newfoundland and Labrador carbon tax	Carbon tax	Terra Nova e Labrador	0,01%	Implementada
Northwest Territories carbon tax	Carbon tax	Territórios do Noroeste	0,00%	Implementada
Norway carbon tax	Carbon tax	Noruega	0,09%	Implementada
Nova Scotia CaT	ETS	Nova Escócia	0,02%	Implementada
Ontario EPS	ETS	Ontario	N/A	Programada
Oregon ETS	ETS	Óregon	N/A	Em consideração
Pakistan ETS	ETS	Paquistão		Em consideração
Pennsylvania ETS	ETS	Pensilvânia	N/A	Em consideração
Poland carbon tax	Carbon tax	Polônia	0,03%	Implementada
Portugal carbon tax	Carbon tax	Portugal	0,04%	Implementada
Prince Edward Island carbon tax	Carbon tax	Ilha do Príncipe Eduardo	0,00%	Implementada
Quebec CaT	ETS	Quebec	0,11%	Implementada
RGGI	ETS	RGGI	0,30%	Implementada
Saitama ETS	ETS	Saitama	0,01%	Implementada
Sakhalin ETS	ETS	Rússia	N/A	Em consideração
Saskatchewan OBPS	ETS	Saskatchewan	0,02%	Implementada
Senegal carbon tax	Carbon tax	Senegal	N/A	Em consideração
Serbia ETS	ETS	Sérvia	N/A	Em consideração
Shanghai pilot ETS	ETS	Xangai	0,19%	Implementada
Shenyang ETS	ETS	Shenyang	N/A	Em consideração

(Conclusão)

<b>Iniciativa</b>	<b>Tipo de Sistema</b>	<b>Jurisdição Coberta</b>	<b>% das emissões mundiais cobertas</b>	<b>Status</b>
Shenzhen pilot ETS	ETS	Shenzhen	0,05%	Implementada
Singapore carbon tax	Carbon tax	Singapura	0,08%	Implementada
Slovenia carbon tax	Carbon tax	Eslovênia	0,02%	Implementada
South Africa carbon tax	Carbon tax	África do Sul	0,95%	Implementada
Spain carbon tax	Carbon tax	Espanha	0,02%	Implementada
Sweden carbon tax	Carbon tax	Suécia	0,08%	Implementada
Switzerland ETS	ETS	Suíça	0,01%	Implementada
Switzerland carbon tax	Carbon tax	Suíça	0,03%	Implementada
TCI-P ETS	ETS	TCI	N/A	Programada
Taiwan undecided	Em decisão	Taiwan	N/A	Em consideração
Tamaulipas carbon tax	Carbon tax	Tamaulipas	N/A	Implementada
Thailand ETS	ETS	Tailândia	N/A	Em consideração
Tianjin pilot ETS	ETS	Tianjin	0,10%	Implementada
Tokyo CaT	ETS	Tóquio	0,02%	Implementada
Turkey ETS	ETS	Turquia	N/A	Em consideração
UK ETS	ETS	Reino Unido	0,36%	Implementada
UK carbon price support	Carbon tax	Reino Unido	0,25%	Implementada
Ukraine ETS	ETS	Ucrânia	N/A	Em consideração
Ukraine carbon tax	Carbon tax	Ucrânia	0,41%	Implementada
Uruguay carbon tax	Carbon tax	Uruguai	N/A	Em consideração
Vietnam ETS	ETS	Vietnã	N/A	Em consideração
Virginia ETS	ETS	Virgínia	N/A	Implementada
Washington ETS	ETS	Washington	N/A	Programada
Zacatecas carbon tax	Carbon tax	Zacatecas	N/A	Implementada

Fonte: Adaptado de Banco Mundial (2021)