



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS, ESTRATÉGIAS E
DESENVOLVIMENTO

LUCAS SILVEIRA ANTOUN NETTO

MERCADO DE CARBONO NO BRASIL: Impactos Esperados da Adoção de Instrumento
Econômico Regulado para Redução de Emissões no Setor Elétrico Nacional

RIO DE JANEIRO

2024

Lucas Silveira Antoun Netto (121022759)

MERCADO DE CARBONO NO BRASIL: Impactos Esperados da Adoção de Instrumento
Econômico Regulado para Redução de Emissões no Setor Elétrico Nacional

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPED/IE/UFRJ) em atendimento aos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Nivalde José de Castro
Co-orientadora: Dra. Yanna Clara Prade e Braga

Rio de Janeiro

2024

CIP - Catalogação na Publicação

A635" Antoun Netto, Lucas
MERCADO DE CARBONO NO BRASIL: IMPACTOS ESPERADOS DA ADOÇÃO DE INSTRUMENTO ECONÔMICO REGULADO PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES NO SETOR ELÉTRICO NACIONAL / Lucas Antoun Netto. -- Rio de Janeiro, 2023.
186 f.

Orientador: Nivalde José de Castro.
Coorientadora: Yanna Clara Prade e Braga.
Dissertação (mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, 2024.

1. Mercado de Carbono.; 2. Sistema de Comércio de Emissões.; 3. Setor Elétrico Brasileiro; 4. Descarbonização. 5. Transição energética. I. Castro, Nivalde, orient. II. Prade, Yanna, coorient.

Lucas Silveira Antoun Netto (121022759)

MERCADO DE CARBONO NO BRASIL: Impactos Esperados da Adoção de Instrumento
Econômico Regulado para Redução de Emissões no Setor Elétrico Nacional

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPED/IE/UFRJ) em atendimento aos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento.

Aprovado em 10 de janeiro de 2024 por:

Dr. Nivalde José de Castro, IE/UFRJ (Orientador)

Dra. Yanna Clara Prade e Braga, IE/UFRJ (Coorientadora)

Dra. Renata Lèbre La Rovere, IE/UFRJ (Membra Interna)

Dr. João Felipe Cury Marinho Mathias, IE/UFRJ (Membro Interno)

Dra. Carolina Grottera, PPGE/UFF (Membra Externa)

Dr. Luan dos Santos, PEP/COPPE/UFRJ (Membro Externo)

Dr. Vitor Manuel da Silva Santos, ULisboa (Membro Externo)

“Ainda acredito que o maior perigo não é a inação. O verdadeiro perigo é quando políticos e diretores de empresas fazem parecer que uma ação real está acontecendo quando, na verdade, quase nada está sendo feito além de contabilidade inteligente e propagandas criativas.”

- Greta Thunberg, 2019 (tradução nossa).

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sérgio e Ana, que sempre serão exemplos de integridade, humanidade e dedicação.

Aos meus irmãos Leonardo, Gabriel e Raquel, que compartilham comigo a fraternidade de modo tão singelo.

À minha esposa Betina, por reunir as qualidades que me apresentaram o mais belo conceito de amor.

Ao nosso cachorrinho, Toddy, pela inegociável companhia nas madrugadas dedicadas à dissertação.

Ao professor e referência Nivalde de Castro, por orientar este trabalho mesmo em meio à sua densa e intensa agenda.

À colega e coorientadora Yanna Prade, da quem os suportes técnico, acadêmico e emocional foram fundamentais nesta jornada.

Aos companheiros de Eneva S.A., que desde 2018 me proporcionam um ambiente de trabalho qualificado e acolhedor. Menciono, em destaque, Lucas, Rômulo e Guilherme, a quem reservo minha sincera gratidão.

E, como disse anteriormente, a todos e todas que estiveram ao meu lado nesta caminhada e em algum momento contribuíram para minha formação profissional e (sobretudo) humana.

RESUMO

Diante de uma conjuntura mundial que evidencia a necessidade de transição energética no planeta, a economia global convive com uma marcha forçada em direção à descarbonização. Nesse cenário, a precificação de carbono para criação de instrumento econômico de regulação de emissões, ou simplesmente “mercado de carbono”, se posiciona como um dos mais importantes mecanismos de controle de emissões de gases de efeito estufa (GEEs) no combate às mudanças climáticas. Sua regulamentação afetará diretamente a dinâmica produtiva de cada país, o que enseja um debate sobre o modelo a ser adotado no Brasil e suas externalidades para a economia nacional. Fundamentada pelo estudo de caso do setor elétrico brasileiro, **a hipótese central da presente dissertação é de que um mercado de carbono compulsório unicamente respaldado pela experiência internacional pode gerar distorções socioeconômicas desfavoráveis à realidade brasileira.** Assim, como resultado deste trabalho, espera-se contribuir para o desenvolvimento de uma regulação setorial sensível às mudanças climáticas, mas que esteja adaptada às particularidades do Brasil.

Palavras-chave: mercado de carbono; sistema de comércio de emissões; setor elétrico brasileiro; descarbonização; transição energética.

ABSTRACT

Faced with a global situation that highlights the need for an energy transition on the planet, the global economy is living with a forced march towards decarbonization. In this scenario, carbon pricing for the creation of an economic instrument to regulate emissions, or simply the "carbon market", is one of the most important mechanisms for controlling greenhouse gas (GHG) emissions in the fight against climate change. Its regulation will directly affect the productive dynamics of each country, which gives rise to a debate on the model to be adopted in Brazil and its externalities for the national economy. Supported by a case study of the Brazilian electricity sector, **the central hypothesis of this dissertation is that a compulsory carbon market based exclusively on international experience could generate socio-economic distortions unfavorable to the Brazilian reality.** Thus, as a result of this work, it is hoped to contribute to the development of sector regulation that is sensitive to climate change, but which is adapted to the particularities of Brazil.

Keywords: carbon market; emissions trading system; Brazilian energy sector; decarbonization; energy transition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Panorama histórico do debate formal sobre as mudanças climáticas: principais marcos internacionais (1824-2023)	29
Figura 2 — Esquematização geral da abordagem pigouviana	42
Figura 3 — Esquematização geral da abordagem coaseana.....	44
Figura 4 — Esquematização genérica e simplificada de Mercado de Carbono Voluntário (MCV)	54
Figura 5 — Esquematização genérica e simplificada de Mercado de Carbono Compulsório (MCC).....	56
Figura 6 — Estrutura funcional associada aos assuntos climáticos no Brasil.....	95
Figura 7 — Panorama histórico do debate formal sobre as mudanças climáticas no Brasil: principais marcos (1992-2023).....	103
Figura 8 — Esquematização do SBCE com base na atual proposta de mercado de carbono no Brasil.....	127
Figura 9 — Infraestrutura do SEB: Sistema Interligado Nacional (SIN) e Sistemas Isolados (SI).....	137
Figura 10 — Simulação teórica simplificada da dinâmica de despacho: cenário inicial	155
Figura 11 — Simulação teórica simplificada da dinâmica de despacho: cenário pós mercado de carbono compulsório aplicado ao setor elétrico	156

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 — Emissões verificadas pelo EU ETS (t CO ₂ e, 2005-2022, todas unidades estacionárias).....	84
Gráfico 2 — Emissões brutas de GEEs por setor (Brasil, BtCO ₂ e, GWP-AR6, 1990-2022).....	109
Gráfico 3 — Percentual das emissões brutas de GEEs por setor (Brasil, %, GWP-AR6, 1990-2022).....	109
Gráfico 4 — Os países com a maior emissão cumulativa (BtCO ₂ , 1850-2021)	110
Gráfico 5 — Emissões brutas: Mudança de Uso da Terra e Florestas (Brasil, BtCO ₂ e, GWP-AR6, 1990-2022).....	111
Gráfico 6 — Desmatamento na Amazônia Legal (taxas em km ² , 1988-2022)	112
Gráfico 7 — Remoção: Mudança de Uso da Terra e Florestas (Brasil, BtCO ₂ e, GWP-AR6, 1990-2022)	113
Gráfico 8 — Emissões líquidas de GEEs por setor (Brasil, BtCO ₂ e, GWP-AR6, 1990-2022)	114
Gráfico 9 — Percentual das emissões líquidas de GEEs por setor (Brasil, BtCO ₂ e, GWP-AR6, 1990-2022)	114
Gráfico 10 — Emissões brutas: Agropecuária (Brasil, BtCO ₂ e, GWP-AR6, 1990-2022)....	116
Gráfico 11 — Emissões brutas: Energia (Brasil, BtCO ₂ e, GWP-AR6, 1990-2022).....	117
Gráfico 12 — Emissões brutas: Resíduos (Brasil, BtCO ₂ e, GWP-AR6, 1990-2022).....	118
Gráfico 13 — Emissões brutas: Processos Industriais (Brasil, BtCO ₂ e, GWP-AR6, 1990-2022)	118
Gráfico 14 — Evolução da atividade legislativa relacionada a “mercado de carbono” no Brasil	121
Gráfico 15 — Evolução percentual da geração de energia elétrica no Brasil por fonte (2019-2022).....	139
Gráfico 16 — Comparação entre ENA Bruta e geração termelétrica no SIN (Brasil, MWmed, 2020-2022)	141
Gráfico 17 — Comparação entre taxa de emissão e CVU por usina.....	144
Gráfico 18 — Demanda de energia residencial por fonte (1970-2021)	148
Gráfico 19 — Consumo per capita de energia elétrica no Brasil por faixa de renda (2019, KWh)	149

Gráfico 20 — Consumo percentual de energia elétrica no Brasil por faixa de renda (2019, %)	150
Gráfico 21 — Consumo de energia elétrica no Brasil por uso final (2019, %)	151
Gráfico 22 — PMR Brasil: evolução das emissões do subsetor “Geração de Eletricidade” (MtCO ₂ e, 2005-2030)	160
Gráfico 23 — PMR Brasil: geração esperada por fonte (GWano, 2020-2030)	160

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Princípios e Práticas para Mercado de Carbono Compulsório (MCC) genérico	59
Quadro 2 — Resumo da evolução normativa do EU ETS	71
Quadro 2 — NDCs apresentadas pelo Brasil	106
Quadro 4 — Destaques da atual proposta de mercado de carbono no Brasil	128
Quadro 5 — Taxa de emissão média para as termelétricas a combustíveis fósseis do SIN por combustível principal e ciclo de potência (tCO ₂ e/GWh, 2020-2022)	142
Quadro 6 — Eficiência energética média e geração de eletricidade total por ciclo de potência e combustível das termelétricas de serviço público do SIN em 2020 (% , 2020-2022)	143
Quadro 7 — PMR Brasil: premissas dos cenários estudados pelo Componente 2	158
Quadro 8 — PMR Brasil: principais indicadores macroeconômicos (R\$ de 2015)	161

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ALM	<i>Agricultural Land Management</i>
ANA	Agência Nacional de Águas
ANDs	Autoridades Nacionais Designadas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo
AR	<i>Assessment Report</i>
ARA	<i>Adaptation Research Alliance</i>
ARR	<i>Afforestation, Reforestation and Revegetation</i>
BCB	Banco Central do Brasil
BEN	Balanco Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BUR	Relatório de Atualização Bial
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CCJC	Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CCS	Captura e o Armazenamento de Carbono
CDEICS	Comissão de Desenvolvimento Econômico, Indústria, Comércio e Serviços
CDF	<i>Clean Development Fund</i>
CENSIPAM	Centros Estaduais de Meteorologia e Recursos Hídricos e do Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia
CERs	<i>Certified Emission Reduction credits</i>
CFT	Comissão de Finanças e Tributação
CH ₄	Metano
CIF	Fundos de Investimento Climático
CIM	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
CIREN	Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement
CLIMA	Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais
CMA	Comissão de Meio Ambiente
CMADS	Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

CMCH	Comissão de Coordenação das Atividades de Meteorologia, Climatologia e Hidrologia
CME	Comissão de Minas e Energia
CMgP	Custos Marginais Privados
CMgS	Custo Marginal Social
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CO ₂	Gás Carbônico
CO _{2e}	Carbono Equivalente
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural
COP	Conferência das Partes
CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DNA	<i>Designated National Authorities</i>
ECOSOC	Conselho Econômico e Social da ONU
EEX	<i>European Energy Exchange</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EU ETS	<i>European Union Emissions Trading System</i>
EUAs	<i>European Union Allowances</i>
FBMC	Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FINEP	Financiadora de Projetos
FPA	Frente Parlamentar da Agropecuária
GCF	Fundo Verde para o Clima
GEEs	Gases de Efeito Estufa
GEF	Fundo Global para o Meio Ambiente
GHG	<i>Protocol Greenhouse Gas Protocol</i>
GS4GG	<i>Gold Standard for the Global Goals</i>
GTP	<i>Global Temperature Change Potential</i>
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
HFCs	Hidrofluorcarbonetos

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES Brasil	Implicações Econômicas e Sociais de Cenários de Mitigação de Gases de Efeito Estufa no Brasil
IFM	<i>Improved Forest Management</i>
IIF	<i>Institute of International Finance</i>
iNDC	<i>intended Nationally Determined Contribution</i>
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPEC	Inteligência em Pesquisa e Consultoria Estratégica
LOA	Lei Orçamentária Anual
MBRE	Mercado Brasileiro de Redução de Emissões
MCC	Mercado de Carbono Compulsório
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MCV	Mercado de Carbono Voluntário
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
ME	Ministério da Economia
MEPI	Multidimensional de Pobreza Energética
MME	Ministério de Minas e Energia
MRV	<i>Measurement, Reporting and Verification</i>
N ₂ O	Óxido Nitroso
NAP	<i>National Allocation Plan</i>
NDC	<i>Nationally determined contribution</i>
NO	Óxido de Nitrogênio
ODMs	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONS	Operador Nacional do Sistema
ONU	Organização das Nações Unidas
PEAC	Programa Europeu para as Alterações Climáticas
PFCs	Perfluorocarbonetos
PIB	Produto Interno Bruto
Plano ABC	Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas
PMR	<i>Partnership for Market Readiness</i>

PNALE	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPAs	Plano Setorial de Redução de Emissões da Siderurgia
PPCDAm	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PPCerrado	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado
PRA	Programa de Regularização Ambiental
Proálcool	Programa Nacional do Álcool
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios
PRODES	Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite
REDD	<i>Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation</i>
RMTI	Resultados de Mitigação Transferidos Internacionalmente
SBA	Sociedade Brasileira de Agrometeorologia
SBCE	Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões
SBMET	Sociedade Brasileira de Meteorologia
SEB	Setor Elétrico Brasileiro
SEEG	Brasil Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa Brasil
SF ₆	Hexafluoreto de Enxofre
SI	Sistema Isolado
SIN	Sistema Interligado Nacional
SIRENE	Sistema de Registro Nacional de Emissões
SRCCCL	<i>Special Report on Climate Change and Land</i>
SROCC	<i>Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate</i>
TSVCM	<i>Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets</i>
UAEs	Unidades de Alocação de Emissões
UE	União Europeia
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UREs	Unidades de Redução de Emissões
USP	Universidade de São Paulo
VCS	<i>Verified Carbon Standard</i>
VCUs	<i>Verified Carbon Units</i>
VERs	<i>Verified Emission Reductions</i>

VVB *Validation/Verification Body*
WBCSD *World Business Council for Sustainable Development*
WRI *World Resource Institute*
WWF *World Wide Fund for Nature*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1 APRESENTANDO O DEBATE SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS ..	20
2 MERCADO DE CARBONO ENQUANTO INSTRUMENTO ECONÔMICO DE POLÍTICA AMBIENTAL	40
2.1 Mercado de Carbono Voluntário (MCV)	50
2.2 Mercado de Carbono Compulsório (MCC).....	55
2.3 EU ETS como exemplo de prática internacional	62
2.4 Conclusão do Capítulo 2	85
3 MERCADO DE CARBONO NO BRASIL: UMA POLÍTICA PÚBLICA EM CONSTRUÇÃO	87
3.1 Panorama histórico do debate formal sobre as mudanças climáticas no Brasil	87
3.2 Perfil das emissões brasileiras de GEEs.....	104
3.3 Atual proposta de mercado de carbono regulado no Brasil.....	119
3.4 Conclusão	131
4 ESTUDO DE CASO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	133
4.1 Visão geral do setor elétrico brasileiro	134
4.2 Caráter social do acesso à eletricidade: pobreza energética e perfil de consumo residencial no Brasil	145
4.3 Faz sentido incluir o setor elétrico brasileiro em eventual MCC?	153
4.4 Conclusão	164
CONCLUSÃO.....	166
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	168

INTRODUÇÃO

Em décadas mais recentes, a literatura científica concernente às questões ambientais é praticamente unânime em concordar que a concentração de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera chegou a níveis inéditos em dezenas de milhares de anos. Estudos recentes indicam que o aquecimento global provavelmente alcançará 1,5°C entre 2030 e 2052 caso continue a aumentar no ritmo atual (Masson-Delmotte *et al.*, 2018, p. 4). Isto não somente ameaça a estabilidade dos ecossistemas globais, como também gera uma série de externalidades negativas para a economia e para a sociedade civil. Diante da necessidade de ações rápidas e eficientes no tocante à situação climática do planeta, organismos internacionais e nações soberanas procuram vias de mitigar este problema, promovendo a transição de uma economia carbono-dependente para uma menos nociva para com o meio ambiente. Este processo está diretamente associado a mudanças na estrutura da matriz energética mundial, dinâmica que pode ser denominada transição energética.

Sendo bens públicos os componentes de um meio ambiente saudável e estável (ar limpo e puro, ecossistemas funcionais, oceanos e rios despoluídos, entre outros), se faz pertinente criar incentivos para que indivíduos os mantenham. Um dos caminhos para esta finalidade está na regulação estatal: é onde se insere a discussão sobre a adoção da regulação sobre emissões de carbono, política pública crescente nos últimos anos em várias localidades. Atualmente são 73 iniciativas de precificação de carbono já implementadas no mundo, e calcula-se que elas cubram 23% das emissões de GEEs no planeta (The World Bank, 2023).

Entre as diferentes ferramentas para regulação das emissões a partir da precificação do carbono, uma se destaca pela expectativa de escala e de eficiência a nível global: a do comércio de emissões compulsório ou “mercado regulado de carbono”, como é popularmente conhecido. Sumariamente, na modalidade clássica de comércio de emissões, o regulador (nesse caso, o governo) precifica os GEEs emitidos em tonelada de carbono equivalente e estabelece teto de emissões, requerendo dos agentes econômicos posicionados acima do nível fixado a obrigação de adquirir títulos de permissão para emitir GEE e facultando aos agentes econômicos posicionados abaixo deste nível a possibilidade de comercializarem o nível de permissão que sobrou. Esta modalidade, todavia, pode admitir diferentes dinâmicas a depender do contexto no qual ela é aplicada. Por isso, um dos desafios centrais de sua escalabilidade é aliar o caráter multifacetado das iniciativas com regras que permitam a equivalência dos diferentes modelos de mercado de carbono existentes em um único mercado internacional.

Por um lado, embora ainda restem inúmeros pontos de decisão para a formatação e estruturação de um mercado regulado de carbono a nível internacional, as intenções pela institucionalização deste mecanismo são cada vez maiores por conta do processo de transição energética em curso acelerado. Entidades governamentais têm sido cada vez mais pressionadas a atuarem na direção de desenvolver políticas públicas relacionadas à precificação de carbono e, no caso do Brasil, que está entre as maiores economias do planeta, não haveria de ser diferente. O tema enquanto política pública, no entanto, não se consolidou nacionalmente, e – a exemplo de diversas frentes no mundo – ainda é cercado de incertezas e especulações.

Por outro lado, o caso brasileiro é absolutamente peculiar quando comparado às maiores economias globais, que admitem na criação de mercados de carbono a possibilidade de avançar, mormente, na transição para uma economia de baixo carbono. A causa central do aquecimento global nos países desenvolvidos – que via de regra pautam o debate ambiental no mundo – é diferente daquela notada no Brasil, que não encontra no setor de energia seu maior desafio à descarbonização. Mais que isso: a matriz elétrica brasileira, uma das mais renováveis do mundo, depende, mesmo que pontualmente, da complementação da geração termelétrica (majoritariamente fóssil) para garantir a segurança energética. Por isso – enquanto política pública interferente no custo dos combustíveis fósseis – o mercado de carbono compulsório para geração de energia elétrica repassaria o ônus da compensação de emissões à tarifa de energia paga pelo consumidor final. Este ponto, quando aplicado para um Brasil ainda marcado pela pobreza energética, pode impactar diretamente o poder aquisitivo (e, por conseguinte, o bem-estar social) de milhões de brasileiros.

Frente à problemática exposta, o objetivo principal da dissertação é responder se o mercado de carbono compulsório no Brasil deve contemplar o setor elétrico brasileiro, considerando as suas especificidades em termos de emissão versus seu impacto social. A hipótese deste trabalho considera que perante uma matriz elétrica nacional altamente renovável (e, por este motivo, ímpar em relação ao padrão mundial), a adoção de um mercado de carbono compulsório não é o modelo mais eficiente para redução de emissões no setor elétrico brasileiro.

Enquanto abordagem interpretativa, a dissertação trata-se, assim, de pesquisa qualitativa associada a estudo de caso analítico, englobando dados, literatura e documentos disponibilizados até dezembro de 2023. Diante de um cenário em que a produção acadêmica sobre precificação de carbono no Brasil é ainda recente e baixa (Santos; Angelo, Cordeiro, 2021, p. 77307), muito embora crescente desde 2015, o estudo do tema aplicado à realidade nacional se torna ainda mais relevante e pertinente.

O **Capítulo 1** descreve a evolução histórica do debate formal sobre as mudanças climáticas, com maior enfoque ao Protocolo de Quioto (1997), ao Acordo de Paris (2015) e ao Pacto Climático de Glasgow (2021). Em conjunto, estes tratados trazem as bases para criação de um mercado internacional de carbono, que – apesar de ainda não ser formalizado – segue seu curso para se tornar realidade.

O **Capítulo 2** sintetiza a teoria econômica que embasa os instrumentos econômicos para redução de emissões de GEEs já convencionados no mundo, classificados como voluntários e compulsórios, com especial enfoque na análise do mercado de carbono europeu, o pioneiro, maior e melhor desenvolvido regime comunitário de licenças de emissão existente.

O **Capítulo 3** tem como foco o debate climático brasileiro, com destaque para as principais políticas públicas já cunhadas para combater o aquecimento global no país – da PNMC às atuais NDCs – bem como a governança brasileira para essa temática. É examinada a atual proposta de mercado de carbono estudada para o país, analisando sua adesão às boas práticas e princípios que devem nortear esse tipo de política pública. Para fundamentar esta análise, é apresentado o perfil das emissões brasileiras de GEEs por setor econômico, permitindo identificar onde estão os principais desafios do Brasil à descarbonização, deduzindo-se as razões pelas quais nosso caso é diferente do das economias desenvolvidas.

No **Capítulo 4**, parte-se do funcionamento do setor elétrico brasileiro, tanto sob a ótica da demanda (com destaque para a pobreza energética nacional), quanto da ótica da oferta (com enfoque à dinâmica do despacho, para evidenciar a dependência da matriz renovável das usinas termelétricas a combustíveis fósseis), para responder à hipótese central da dissertação.

A conclusão central deste trabalho é que abranger o setor elétrico brasileiro em eventual mercado compulsório não se configura como o melhor formato de incentivo à redução de emissões neste segmento, dadas suas especificidades e potencial impacto socioeconômico. Esse argumento se dá sem prejuízo à criação de programas específicos que contribuam para redução de emissões dos agentes econômicos envolvidos, promovendo um ambiente de negócios estável e alinhado à situação climática mundial. Isso suscita o debate de que por mais que os riscos envolvendo a situação climática global sejam urgentes e incontestáveis, suas causas variam de país para país e – como tal – seus remédios também podem variar. Se o mercado de carbono compulsório pode ser funcional ao dilema europeu, no Brasil ele não necessariamente se afeiçoa como escolha ótima para todos os setores.

Com a dissertação, espera-se contribuir para o desenvolvimento de um instrumento econômico de redução de emissões regulado sensível às mudanças climáticas, mas que esteja adaptado às particularidades do Brasil.

1 APRESENTANDO O DEBATE SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Como contextualização à dissertação, o **Capítulo 1** apresentará a conjuntura histórica que culminou na necessidade de políticas públicas para regulação de emissões de GEEs. Para tanto, ele demarcará os principais marcos transcorridos entre o início da concepção teórica do debate climático e a atual situação do planeta, ressaltando aqueles mais relevantes para o posterior estudo do mercado de carbono.

Se o debate formal sobre as mudanças climáticas no planeta é relativamente recente, as discussões concernentes aos instrumentos econômicos para redução de emissões são ainda mais atuais. Embora seja desafiador indicar o exato marco inicial das preocupações climáticas no mundo, a produção científica delineou um amplo consenso sobre a existência do aquecimento global e seus efeitos.

Nesse ínterim, a análise da evolução histórica sobre o tema tem sido objeto de estudo de competentes cientistas, como o historiador James Rodger Fleming e o físico Spencer Weart (Junges; Massoni, 2018, p. 463). O parágrafo seguinte comprime a evolução cronológica da pesquisa sobre mudanças climáticas e aquecimento global realizada por esses autores, ressaltando alguns de seus principais marcos históricos.

Fundamentado por Fleming e Weart (2008) e Junges e Massoni (2018), é possível convenicionar que as origens da ciência sobre a interferência da ação humana no clima datam de 1824, quando o matemático e cientista francês Jean Babtiste Joseph Fourier sugeriu que a temperatura terrestre poderia ser aumentada pela interposição da atmosfera. Em 1859, as conclusões de Fourier foram aperfeiçoadas pelo engenheiro inglês John Tyndall, que não somente atestou que gases como o dióxido de carbono exibiam propriedades de absorção de radiação infravermelha, mas também indicou que estes atributos poderiam oferecer explicação para mudanças de temperatura ora verificadas no planeta. Em 1896, o físico sueco Svante Arrhenius publicou o artigo quantificando a influência do ácido carbônico sobre a temperatura da Terra. Dali em diante, os trabalhos de Guy Stewart Callendar (1938 e 1941), de Gilbert Plass (1956), de Roger Revelle e Hans Suess (1957), de Charles David Keelling (1957) e de Murray Mitchell (1963) paulatinamente calcificaram o conceito que hoje chamamos de aquecimento global (e seus efeitos) como consenso acadêmico, fato que pode ser ilustrado pela recente publicação de carta aberta de 378 cientistas (dos quais 30 ganhadores de prêmios Nobel) alertando para os riscos das mudanças climáticas¹.

¹ *An Open Letter Regarding Climate Change From Concerned Members of the U.S. National Academy of Sciences;*

A mudança climática causada pelo homem não é uma crença, uma farsa ou uma conspiração. É uma realidade física. Os combustíveis fósseis impulsionaram a Revolução Industrial. Mas a queima de petróleo, carvão e gás também causou a maior parte do aumento histórico nos níveis atmosféricos de gases de efeito estufa que retêm o calor. Esse aumento nos gases de efeito estufa está mudando o clima da Terra. (Members of the U.S. National Academy of Sciences, 2016, p.1).

Em paralelo ao desenvolvimento científico do tema, o ambiente político-institucional internacional se mobilizava para pautar o debate ambiental de maneira mais incisiva no entorno dos anos 1970. Em maio de 1968, o governo sueco formalizou memorando à Organização das Nações Unidas (ONU) assinalando que as mudanças provocadas pelo homem no meio-ambiente haviam se convertido em um problema urgente para os países, sejam eles desenvolvidos, estejam eles em desenvolvimento, e que este problema só poderia ser resolvido a partir da cooperação internacional (United Nations, 1972a).² Na esteira da proposta, à época apoiada por 55 países membros, foi submetido um projeto de resolução para apreciação do Conselho Econômico e Social da ONU (ECOSOC).

Em dezembro daquele mesmo ano, durante a 23ª Sessão da Assembleia Geral da ONU, foi aprovada a Resolução ECOSOC nº 2398 (XXIII) (United Nations, 1969a), que decidiu pela convocação de Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em 1972 e encarregou o então Secretário-Geral da entidade – o birmanês Maha Thray Sithu U Thant – não somente de coordenar a apresentação de um relatório sobre o tema, mas também indicar data e local para a conferência. Ato contínuo, em dezembro de 1969 é aprovada a Resolução ECOSOC nº 1448 (XLVII) (United Nations, 1969b), que muito resumidamente detalha as diretrizes da conferência e sugere a Suécia como sede do encontro. Entre novas resoluções preparatórias e reuniões do comitê responsável pelo evento, em junho de 1972 foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano³, em Estocolmo, na Suécia, motivo pelo qual também é conhecida como “Conferência de Estocolmo”.

Considerado o primeiro encontro de chefes de Estado organizado com esta temática, a Conferência de Estocolmo foi marcada pelo lema “Uma Só Terra”⁴. Ela reuniu membros de 113 países, que foram divididos em um grupo de trabalho e três comissões. Enquanto o grupo de trabalho se encarregou na elaboração de um manifesto sobre o meio-ambiente e o ambiente humano, as comissões se dividiram entre seis matérias de estudo: (i) planejamento e gestão de assentamentos humanos do ponto de vista da qualidade ambiental; (ii) aspectos educacionais, informativos, sociais e culturais das questões ambientais; (iii) ordenação dos recursos naturais

² Conforme registros da *Audiovisual Library of International Law* da ONU;

³ Tradução nossa para *United Nations Conference on the Human Environment*;

⁴ Tradução nossa para “*Only One Earth*”.

e sua relação com o meio ambiente; (iv) desenvolvimento e meio-ambiente; (v) definição dos agentes poluentes e o combate a eles; e (vi) implicações institucionais das propostas de ação no cenário internacional.

Os esforços resultaram na chamada “Declaração de Estocolmo sobre o Ambiente Humano”⁵ (United Nations, 1972a), um documento elaborado considerando “*a necessidade de visão geral e princípios comuns para inspirar e guiar as pessoas do mundo na preservação e aprimoramento do meio ambiente humano*” (p. 9). A declaração formalizou 26 princípios básicos que traduziam a necessidade de cooperação global para aliar desenvolvimento socioeconômico e científico com a conservação do meio ambiente, destacando-se como exemplos: manutenção dos ecossistemas, responsabilidade com o uso dos recursos naturais, mitigação do impacto das atividades humanas, entre outros.

Além da Declaração de Estocolmo, como ficou conhecida, foi elaborada uma lista de 109 recomendações para a ação em plano internacional. Naquela ocasião, em verdade, não havia menção expressa à questão climática, apesar do Princípio 6 exprimir preocupação com níveis mundiais de poluição e da Recomendação 57-a) aconselhar o acompanhamento das emissões do que atualmente intitulamos GEEs:

Princípio 6 – A descarga de substâncias tóxicas ou de outras substâncias e a liberação de calor, em quantidades ou concentrações tais que excedam a capacidade do ambiente de torná-las inofensivas, deve ser interrompida para garantir que não sejam infligidos danos graves ou irreversíveis aos ecossistemas. A justa luta dos povos de todos os países contra a poluição deve ser apoiada. (ONU, 1972, tradução nossa)

Recomendação 57 – É recomendável que o Secretário-Geral adote medidas para garantir que os dados sobre os efeitos ambientais do uso e produção de energia. (a) O projeto e a operação destas redes devem incluir, em particular, o monitoramento dos níveis ambientais resultantes do dióxido de carbono, do dióxido de enxofre, de oxidantes, de óxidos de nitrogênio (NO_x), calor e emissão de partículas, bem como os efeitos dos derramamentos de petróleo e da radioatividade (ONU, 1972, tradução nossa).

Por sua competência de promover, de maneira inédita, a formalização e organização do debate ambiental no mundo, não é exagero afirmar que a Conferência de Estocolmo representa um ponto de inflexão na organização da agenda ambiental dos países. “*A Declaração de Estocolmo de 1972 conseguiu modificar o foco do pensamento ambiental do planeta, mesmo não se revestindo da qualidade de tratado internacional*” (Mazzuoli, 2004, p. 168).

Ainda em 1972, durante a 27ª Sessão da Assembleia Geral da ONU, foi aprovada a Resolução nº 2997 (XXVII) (United Nations, 1972b) criando o chamado Programa das Nações

⁵ Internacionalmente denominada *Declaration of the United Nations Conference on the human environment*.

Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)⁶, um conselho governamental formado por 58 membros eleitos a cada três anos pela plenária da entidade. Os objetivos do PNUMA acordados à época podem ser resumidos em: (i) promover a cooperação internacional na esfera ambiental, inclusive a partir de políticas públicas; (ii) fornecer diretrizes políticas para coordenação de programas ambientais da ONU; (iii) vigilar a situação ambiental global, assegurando que eventuais problemas recebam atenção apropriada dos governos; (iv) estimular a contribuição da comunidade científica para aquisição, avaliação e intercâmbio de conhecimentos e dados relacionados ao meio ambiente; (v) manter em contínua revisão o impacto das políticas e medidas ambientais nacionais e internacionais sobre os países em desenvolvimento; e (vi) administrar um fundo para programas ambientais de interesse geral, gerindo a distribuição de seus recursos.

Atuante até a contemporaneidade, o PNUMA tem sido a principal autoridade global no que concerne a agenda ambiental no planeta. A instituição coordena pesquisas e atividades em inúmeras áreas que compõem a preservação do meio-ambiente, o que inclui a publicação de relatórios, a divulgação de dados e o gerenciamento de inúmeros projetos no mundo.

Em 1983, foi aprovada a Resolução nº 38/161 (United Nations, 1983) da 38ª Sessão da Assembleia Geral da ONU determinando a criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento⁷. A organização foi pensada com objetivo de desenhar estratégias de longo prazo para o desenvolvimento sustentável e recomendar maneiras de traduzir a preocupação com o meio ambiente em maior cooperação internacional. Presidida pela médica e primeira-ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland, o órgão foi dissolvido em 1987 após a divulgação do documento intitulado *Nosso Futuro Comum*⁸ (United Nations, 1987), também conhecido como Relatório de Brundtland, em alusão à presidente da Comissão.

O relatório ganhou notoriedade pelo sucesso em introduzir, de forma consistente e fundamentada, a noção de desenvolvimento sustentável no debate público, ali delineado como “*o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades*” (United Nations, 1987, p. 41). Vale frisar que o conceito de “desenvolvimento sustentável” ou “sustentabilidade” já constava na literatura acadêmica e, por isso, não surge no Relatório de Brundtland. É no relatório, contudo, que ela é pautada de forma ampla entre a comunidade internacional, se popularizando entre as nações soberanas e adentrando de forma significativa no imaginário global.

⁶ Internacionalmente denominado *United Nations Environment Programme (UNEP)*.

⁷ Tradução nossa para *World Commission on Environment and Development* ou *Brundtland Commission*, como também é conhecida.

⁸ Tradução nossa para *Our Common Future* ou *Brundtland Report*, como também é conhecido.

Àquela altura, aliás, a poluição a partir do gás carbônico já era um receio concreto. Em 1985 já havia sido promulgada a “Convenção de Viena para a proteção da camada de ozônio”⁹, tratado assinado por 28 países em sua cerimônia de adoção. A Convenção reconheceu a problemática em torno das alterações de temperatura e do clima a partir das emissões de “substâncias do grupo do carbono” – caso do monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) – de “substâncias do grupo do nitrogênio” – como o óxido de nitrogênio (NO) e o óxido nitroso (N₂O) – e de substâncias do grupo do cloro e do bromo. Ao indicar que estes componentes químicos possuíssem “*presumidamente o potencial de modificar as propriedades químicas e físicas da camada de ozônio*”, a Convenção criou as bases para a assinatura, em 1987, do “Protocolo de Montreal sobre substâncias que destroem a camada de ozônio”¹⁰. Trata-se do primeiro e mais importante tratado internacional sobre o tema.

Como desdobramentos do “Nosso Futuro Comum”, a preocupação climática adentrou, progressivamente, o debate público dos países. Em junho de 1988, o presidente do Comitê de Energia e Recursos Naturais do Senado dos Estados Unidos, o senador democrata Tim Wirth, convidou o climatologista estadunidense James Hansen a participar de audiência sobre mudanças climáticas e aquecimento global no Congresso. Naquela oportunidade, Hansen trouxe à luz um discurso contundente de alerta sobre o aquecimento global. O pronunciamento acabou amplamente divulgado pela mídia, o que para muitos representou um símbolo histórico de conscientização sobre as preocupações climáticas.

Sr. Presidente e membros do comitê, obrigado pela oportunidade de apresentar os resultados da minha pesquisa sobre o efeito estufa que foi realizada com meus colegas da NASA Goddard Institute for Space Studies. Gostaria de tirar três conclusões principais. Número um, a Terra é mais quente em 1988 do que em qualquer momento da história das medições instrumentais. Número dois, o aquecimento global é agora grande o suficiente para que possamos atribuir com um alto grau de confiança uma relação de causa e efeito ao efeito estufa. E número três, nossas simulações de clima por computador indicam que o efeito estufa já é grande o suficiente para começar a afetar a probabilidade de eventos extremos, como as ondas de calor do verão. (Hansen, 1988, tradução nossa).

Em agosto de 1988, em iniciativa conjunta da Organização Meteorológica Mundial (OMM) e do PNUMA, é fundado o Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC), organização que fornece avaliações regulares da base científica das alterações climáticas, dos seus impactos e riscos futuros, bem como opções de adaptação e mitigação.

⁹ Internacionalmente denominada “*The Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer*” ou simplesmente “*The Vienna Convention*”. Promulgada no Brasil a partir do Decreto nº 99.280/1990.

¹⁰ Internacionalmente denominado “*Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*.” ou tão somente “*Montreal Protocol*”. Promulgado no Brasil também a partir do Decreto nº 99.280/1990.

Os relatórios de avaliação periodicamente divulgados pelo IPCC são mundialmente reconhecidos e utilizados por formuladores de políticas climáticas nacionais e internacionais. Desde sua fundação, seis relatórios foram integralmente divulgados: *The First IPCC Assessment Report – FAR* (1990); *The Second Assessment Report – SAR* (1995); *The Third Assessment Report – TAR* (2001); *The Fourth Assessment Report – AR4* (2007); *The Fifth Assessment Report – AR5* (2014) e, mais recentemente, *The Sixth Assessment Report – AR6* (2023). O IPCC também divulga relatórios de caráter extraordinário. É o caso do *Special Report Global Warming of 1.5 °C – SR15* (2018), do *Special Report on Climate Change and Land – SRCCL* (2019) e do *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate – SROCC* (2019). Historicamente, os relatórios do IPCC convergiram para o consenso em torno da ação antropogênica sobre o aumento da concentração de GEEs no planeta.

Em continuidade às preocupações com o meio ambiente e o clima, em 1989, durante a 44ª Sessão da Assembleia Geral da ONU, foi aprovada – por intermédio da Resolução nº 44/228 (Brasil, 1989) – a realização da dita Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD)¹¹.

Realizada em junho de 1992 na cidade do Rio de Janeiro (explicação para a alcunha “Rio-92”, como também é referenciada), a “Cúpula da Terra” – como também ficou conhecido o evento – trouxe a deterioração da camada de ozônio como uma de suas motivações centrais, reforçando a instituição do aquecimento global na agenda internacional. Tempos depois, a CNUMAD se desdobraria em duas novas conferências nos seus aniversários de 10 anos (Rio+10, em 2002) e de 20 anos (Rio+20, em 2012). A Rio+30, que deveria ocorrer em 2022, não aconteceu, em função da desistência do governo brasileiro.

Registrando 179 delegações, a CNUMAD de 1992 já seria um marco histórico por ser o primeiro grande encontro entre países desde o final da Guerra Fria, que acabara formalmente em dezembro de 1991. Ainda assim, ganhou especial notabilidade pelos consensos obtidos no evento. Foram eles a publicação da “Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”¹², a assinatura da chamada “Agenda 21” e a celebração da “Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima”¹³.

A “Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” (Brasil, 1992) pode ser considerada como uma atualização da manifestação realizada pela Declaração de Estocolmo

¹¹ Tradução nossa para *United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), Earth Summit, Eco-92* ou Rio-92, como também é conhecida.

¹² Internacionalmente denominada *Rio Declaration on Environment and Development*.

¹³ Tradução nossa para *United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC* ou “Convenção do Clima”, como também é conhecida. Promulgada no Brasil a partir do Decreto nº 2.652/1998.

(1972). O texto adotado para nortear o debate vinte anos antes era restritivo e obsoleto por trazer maior enfoque à temática ambiental e não explorar as nuances sociais e econômicas do desenvolvimento sustentável. Em termos práticos, a redação convencionada em solo carioca elencou 27 princípios “*com objetivo de estabelecer uma nova e justa parceria global mediante a criação de novos níveis de cooperação entre os Estados*”. Insta salientar que não há, nos princípios, menção direta ao clima.

A “Agenda 21” (Brasil, 1992), em paralelo, alvitrou um caráter mais propositivo. Como o nome indica, o escrito se propôs a ser – de fato – uma agenda de trabalho para o século XXI, identificando “*os problemas prioritários, os recursos e meios para enfrentá-los e as metas para as próximas décadas*”. Ela é dividida em 40 capítulos que, individualmente, introduzem seus temas e se subdividem em espécies de subseções qualificadas como “*áreas de programas*”. Cada área de programa é destrinchada em “*bases para ação*”, “*objetivos*”, “*atividades*” e “*meios de implementação*”, que em conjunto almejam desenvolver cada item da agenda, do estado da arte aos passos necessários à sua resolução. Apesar de nem todas as metas proverem meios de medição tangíveis, a Agenda 21 se sobressaiu como o mais concreto produto das discussões ambientais presenciadas até ali realizado em escala mundial.

Entre as 475 páginas que compõem a Agenda 21, dois capítulos se relacionam de modo mais efetivo com o tema da presente dissertação. O Capítulo 9, “*Proteção da atmosfera*”, em maior importância, e o Capítulo 35, “*A ciência para o desenvolvimento sustentável*”. Concisamente, ambos analisam o problema do efeito estufa e a importância de quantificá-lo cientificamente e combatê-lo por intermédio de “*sumidouros de gases do efeito estufa*”. É interessante assinalar que o documento tratou da possibilidade de utilização de imposto ambiental como instrumento econômico a ser eventualmente adotado pelos governos. Também tratou de sistemas de depósito de restituição, sugerindo as bases preliminares do comércio de emissões no debate internacional. Esse é um adendo pertinente para posicionar os modelos de instrumento econômico para redução de emissões, melhor detalhados ao longo deste trabalho, no debate histórico internacional.

Outro grande resultado da Rio-92, a “*Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*” (CQNUMC) (United Nations, 1992) representou um ponto de inflexão no debate ambiental do planeta, uma vez que pautou as alterações climáticas como prioridade para a comunidade internacional. O tratado internacional – assinado por 197 países – não somente determinou que todas as nações signatárias elaborassem, atualizassem e publicassem inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e das remoções por sumidouros de todos os

GEEs, mas também incentivou que os países desenvolvidos (listados no Anexo II do documento¹⁴) contribuíssem com os países em desenvolvimento para redução de emissões e aumento de remoções de GEEs no mundo. Este passo pode ser interpretado como a legitimação voluntária do protagonismo das nações desenvolvidas no processo de recuperação dos danos climáticos ora realizados ao planeta. Assim, destaca-se a seguinte parte do documento:

O objetivo final desta Convenção e de quaisquer instrumentos jurídicos com ela relacionados que adote a Conferência das Partes é o de alcançar, em conformidade com as disposições pertinentes desta Convenção, a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Esse nível deverá ser alcançado num prazo suficiente que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente à mudança do clima que assegure que a produção de alimentos não seja ameaçada e que permita ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável. (ONU, 1992, grifo nosso).

Em seu Artigo 7º, a CQNUMC deliberou sobre a criação da Conferência das Partes¹⁵ (COP), órgão supremo formado pelas partes signatárias da convenção. A proposta foi de que a COP se reunisse periodicamente (geralmente, a cada ano) para analisar o progresso da CQNUMC e deliberasse sobre eventuais tomadas de decisão no âmbito do acordo. Realizada desde 1995 em variadas sedes ao redor do mundo, a COP caminha para sua 29ª edição (COP-29), a ser realizada no Azerbaijão entre novembro e dezembro de 2024.

Entre expectativas e realizações, progressos e frustrações, as COPs são o principal fórum para o debate climático do mundo, semeando inúmeras matérias pertinentes à gestão dos desafios relativos ao aumento da temperatura do planeta. Aqui cumpre abrir breve parênteses para mencionar, ainda que brevemente, outros importantes simpósios que ocorreram para além delas (o que também inclui os já supracitados Rio+10, em 2002, e Rio+20, em 2012).

Em 1995, foi realizada em Copenhague – por efeito da Resolução ONU nº 47/92, (United Nations, 1993) aprovada durante a 47ª sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas – a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Social¹⁶, com enfoque em medidas para reduzir a pobreza, aumentar o acesso à educação e à saúde combater o desemprego e promover a igualdade de gênero e o respeito aos direitos humanos.

Em 1997 foi convocada a “Cúpula da Terra+5”¹⁷, em Nova Iorque. O evento de caráter extraordinário – aprovado durante a 50ª sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas por

¹⁴ Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, União Europeia, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Luxemburgo, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, Irlanda do Norte, Suécia, Suíça e Turquia.

¹⁵ Tradução nossa para *Conference of the Parties*.

¹⁶ Internacionalmente denominada “*World Summit for Social Development*”.

¹⁷ Internacionalmente denominada “*United Nations Earth Summit+5*”.

meio da Resolução ONU nº 50/116 (United Nations, 1996) – objetivou reforçar o compromisso dos países participantes da Rio-92 com a Agenda 21 e avaliar o andamento da implementação desses mesmos compromissos, catalisando ações para acelerar o cumprimento das intenções outrora formalizadas no encontro de 1992.

Em 2000, transcorreu a Cúpula do Milênio das Nações Unidas¹⁸, também em solo novaiorquino e por força da Resolução ONU nº 54/175 (United Nations, 2000), aprovada no âmbito da 54ª sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas. A conferência foi marcada pela adoção dos chamados Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs)¹⁹, um conjunto de oito objetivos que seriam alcançados pelos 189 signatários até 2015: (i) erradicar a extrema pobreza e a fome; (ii) atingir o ensino básico universal; (iii) promover a igualdade de gênero e a autonomia das mulheres; (iv) reduzir a mortalidade infantil; (v) melhorar a saúde materna; (vi) combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças; (vii) garantir a sustentabilidade ambiental; e (viii) estabelecer uma parceria global para o desenvolvimento.

Em 2015, diante do insucesso no cumprimento dos 8 ODMs até 2015, foi convocada a Cúpula das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável²⁰ ou “Cúpula ODS”, como ficou conhecida. Aprovada pela Resolução ONU nº 66/288 da 66ª sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas (United Nations, 2012), ela ficou marcada pela celebração da “Agenda 2030”²¹, um plano de ação global para cumprimento, até 2030, de 169 metas que compõem os intitulados 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs)²². São eles (1) erradicação da pobreza; (2) fome zero e agricultura sustentável; (3) saúde e bem-estar; (4) educação de qualidade; (5) igualdade de gênero; (6) água potável e saneamento; (7) energia limpa e acessível; (8) trabalho decente e crescimento econômico; (9) indústria, inovação e infraestrutura; (10) redução das desigualdades; (11) cidades e comunidades sustentáveis; (12) consumo e produção sustentáveis; (13) ação contra a mudança global do clima; (14) vida na água; (15) vida terrestre; (16) paz, justiça e instituições eficazes; e (17) parcerias e meios de implementação.

A volumosa quantidade de eventos transcorridos nos últimos anos pode tornar o estudo do panorama histórico do debate formal sobre as mudanças climáticas amplo e exaustivo. Nesse sentido, a **Figura 1** tem como objetivo sintetizar tanto os fatos que já foram abordados ao longo desta seção, tanto aqueles ainda supervenientes neste capítulo.

¹⁸ Internacionalmente denominada “*United Nations Millennium Summit*”.

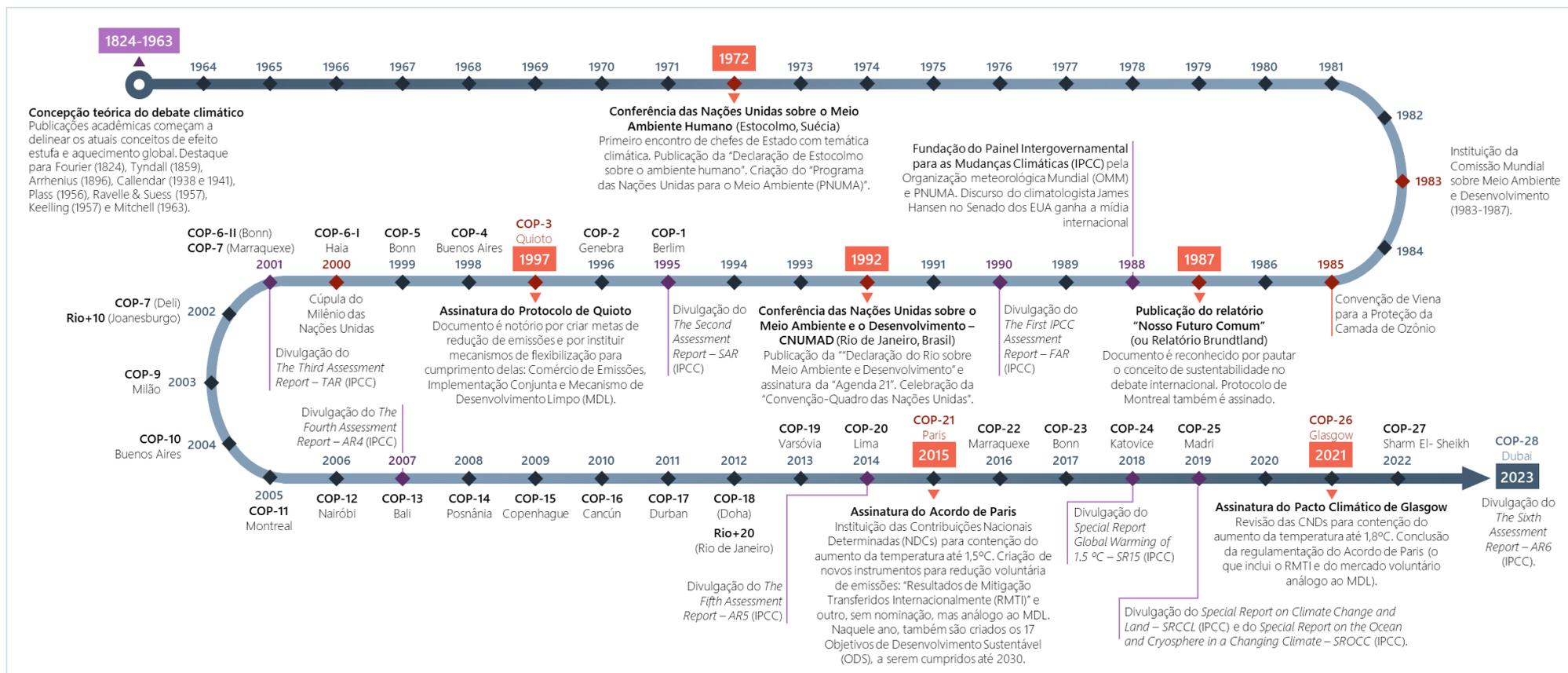
¹⁹ Internacionalmente denominados “*Millennium Development Goals (MDGs)*”.

²⁰ Internacionalmente denominada “*United Nations Sustainable Development Summit*”.

²¹ Internacionalmente denominada “*2030 Agenda*”.

²² Internacionalmente denominados “*Sustainable Development Goals (SDGs)*”.

Figura 1 — Panorama histórico do debate formal sobre as mudanças climáticas: principais marcos internacionais (1824-2023)



Fonte: elaboração própria

Fechados os parênteses e sem eximir a relevância de todos os tópicos já levantados no decorrer das 27 edições de COP, os próximos parágrafos evidenciarão aqueles diretamente alusivos aos instrumentos econômicos para redução de emissões, objetos centrais desta dissertação. Nesse contexto, se torna tempestivo abordar, com merecido destaque, os desdobramentos da COP-3, em Quioto (1997), da COP-21, em Paris (2015), e da COP-26, em Glasgow (2021).

Realizada em dezembro de 1997 em Quioto, no Japão, a COP-3 tinha como objetivo postular ações para mitigação das mudanças climáticas e foi marcada, sobretudo, pela celebração do tratado internacional denominado “Protocolo de Quioto das Nações Unidas sobre a Mudança Climática”²³ (United Nations, 1998).

O Protocolo de Quioto (1997) pode ser resumido em dois avanços principais. O primeiro deles – instituído pelo Artigo 3º e regulamentado pelo Anexo B do documento – é o estabelecimento de metas de redução de emissões em comparação com as anotadas em 1990 (em média 5,2%) para 38 países industrializados até o ano de 2012. Aqui é válido pontuar que a maior parte dos países signatários do Protocolo não atingiu suas metas formuladas²⁴. O segundo deles concerne à criação de três mecanismos de flexibilização para auxiliar as nações a cumprirem suas metas de emissão: (i) o Comércio de Emissões²⁵ e (ii) a Implementação Conjunta²⁶ (United Nations, 2013) – restritos a países do Anexo I da CQNUMC, os ditos “desenvolvidos” – e (iii) o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)²⁷ (United Nations, 2023a). No enquadramento proposto pela dissertação, estes três mecanismos merecem destaque.

Estabelecido no Artigo 17 do documento, o Comércio de Emissões almeja transformar as emissões de GEEs em uma *commodity* a partir da criação de um mercado para compra e venda de Unidades de Alocação de Emissões (UAEs)²⁸ para cada tonelada de CO₂. Simplificadamente, estando um grupo de países submetidos a um teto de emissões (Anexo B do Protocolo), este grupo com unidades de emissão “em superávit”, i.e., emitindo abaixo da meta, poderiam vender o excedente a países que estejam “em déficit”, i.e., emitindo acima da meta. Analogamente, a Implementação Conjunta, definida no Artigo 6º do Protocolo de Quioto, permite que os países deste mesmo Anexo B invistam em projetos conjuntos para atingimento das

²³ Tradução nossa para “*Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*”. Promulgado no Brasil a partir do Decreto nº 5.445/2005.

²⁴ Cumpriram as metas do Protocolo de Quioto até 2012: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Eslováquia, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Itália, Luxemburgo, Noruega, Nova Zelândia, Portugal, Reino Unido, República Tcheca, Suécia, Suíça.

²⁵ Tradução nossa para “*Emissions Trading (ET)*”.

²⁶ Tradução nossa para “*Joint implementation (JI)*”.

²⁷ Tradução nossa para “*Clean Development Mechanism (CDM)*”.

²⁸ Internacionalmente denominadas “*Assigned Amount Units (AAU)*”.

metas definidas. Nesse caso, não seriam geradas UAEs, mas Unidades de Redução de Emissões (UREs)²⁹ para cada tonelada de CO₂.

O MDL, por sua vez, é formulado no Artigo 12 do Protocolo de Quioto, permitindo que o grupo de países submetidos a um teto de emissões (Anexo B do Protocolo) implementem um projeto de redução de emissões em conjunto com um país em desenvolvimento. Nesse caso, são emitidas Reduções Certificadas de Emissões (RCEs)³⁰ para cada tonelada de CO₂. Os projetos elegíveis ao MDL são qualificados por um rigoroso processo de registro e análise para expedição de RCEs, de maneira que sua aprovação é dada por autoridades nacionais designadas (ANDs)³¹, ou seja, organizações especializadas e criadas para certificar a capacidade do projeto em atingir os objetivos de redução de emissão.

Quando surgiram, o Comércio de Emissões, a Implementação Conjunta e o MDL foram medidas inovadoras para fomentar o cumprimento das metas de emissão do Protocolo de Quioto. Por introduzirem a prática de precificação do carbono, elas pavimentaram a criação dos instrumentos econômicos voluntários para redução de emissões (os ditos “mercados de carbono”), o que será analisado posteriormente em maior profundidade.

Enquanto um dos marcos históricos de cooperação internacional no combate às mudanças climáticas – especialmente por seu caráter mais vinculativo em relação aos compromissos assumidos – o Protocolo de Quioto se notabilizou pela capacidade de instituir as bases do mercado de carbono e pela promoção de fontes de energia renovável, mas foi considerado insuficiente para limitar o aumento do aquecimento global a longo prazo. Diniz (2007) resumiu as lições tomadas a partir do tratado e apontou alguns problemas do acordo internacional, como a falta de precisão para medição de redução de emissões (“*baselines problem*”) ou a ausência de uma penalidade pelo não-cumprimento dos compromissos dos signatários. A delegação brasileira propôs, a propósito, a criação de um fundo³² remunerado pelas receitas de países que não cumprissem seus compromissos, mas a ideia foi convertida no atual MDL. Fato é que o Protocolo de Quioto (1997) rascunhou os primeiros mecanismos internacionais relacionados à precificação de carbono, se posicionando como um dos principais acontecimentos históricos para o estudo sobre mercado de carbono.

Seus mecanismos, aliás, foram posteriormente redesenhados em dois instrumentos convencionados pelo “Acordo de Paris sobre o Clima”³³ (Brasil, 2017a), tratado internacional

²⁹ Internacionalmente denominadas “*Emission Reduction Units (ERUs)*”.

³⁰ Internacionalmente denominados “*Certified Emission Reduction credits (CERs)*”.

³¹ Internacionalmente denominadas “*Designated National Authorities (DNA)*”.

³² Internacionalmente denominado “*Clean Development Fund (CDF)*”.

³³ Internacionalmente denominado “*Paris Agreement*”. Promulgado no Brasil a partir do Decreto nº 9.073/2015.

que representou novo progresso para a agenda climática. Assinado durante a COP-21, conferência transcorrida em Paris, na França, entre novembro e dezembro de 2015, o Acordo de Paris se pautou pelos objetivos de manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C e limitá-lo a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais, aumentar a capacidade de adaptação aos impactos negativos da mudança do clima e tornar os fluxos financeiros compatíveis com uma trajetória rumo a um desenvolvimento de baixa emissão de GEEs.

Na prática, o Acordo de Paris criou, em seu Artigo 4º, a figura das Contribuições Nacionais Determinadas (NDCs)³⁴, ou seja, as metas nacionais de emissão de GEEs aprovadas individualmente, em cada um dos países, para atingimento da meta mundial de limitar o aquecimento global a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais. Essas metas seriam reapresentadas a cada 5 anos e periodicamente examinadas, de modo que haveria revisão global das metas para avaliação do progresso coletivo quanto ao cumprimento dos objetivos descritos no parágrafo anterior. As NDCs distinguiram o Acordo de Paris dos tratados internacionais assinados até ali pelo aperfeiçoamento do acompanhamento das metas de emissão dos países signatários, o que representou um progresso na prestação de contas das nações soberanas sobre o combate às emissões de GEEs que causam o aquecimento global.

A primeira revisão global das NDCs estava prevista para a COP-26, em 2020, mas o evento acabou remarcado para 2021 em virtude da pandemia de COVID-19. Com isso, muitos países trabalharam para atualizar suas metas em 2020 ou 2021, alinhando-se com o primeiro ciclo quinquenal estabelecido pelo Acordo de Paris.

Relatórios recentes do PNUMA, no entanto, consideram que as revisões de NDCs apresentadas para o primeiro ciclo de revisão se mostraram muito aquém do esperado. Os novos compromissos enviados desde a COP-26 reduziram as emissões projetadas de GEEs para 2030 em apenas 0,5 gigatoneladas de CO₂ equivalente (GtCO_{2e}), quando a estimativa de emissões totais projetada para 2030 é de 58 GtCO_{2e}. Destaca-se o trecho a seguir:

(...) como mostra o Emissions Gap Report 2022 do PNUMA, as nações procrastinam. Desde a COP26 em Glasgow, em 2021, novas e atualizadas contribuições nacionalmente determinadas (NDCs) quase não tiveram impacto sobre as temperaturas que podemos esperar ver no final deste século. O relatório deste ano nos diz que as NDCs incondicionais apontam para um aumento de 2,6°C nas temperaturas até 2100, muito além das metas do Acordo de Paris. As políticas existentes apontam para um aumento de 2,8°C destacando uma lacuna entre os compromissos nacionais e os esforços para colocá-los em prática. (...) Para entrar no caminho certo para limitar o aquecimento global a 1,5°C, nós precisaríamos cortar 45% das emissões atuais de gases de efeito

³⁴ Internacionalmente denominada “Nationally determined contribution (NDC)” ou “intended Nationally Determined Contribution (iNDC)”, quando elas ainda estão em fase de aprovação pela CQNUMC.

estufa até 2030. Para 2°C, precisaríamos cortar 30 por cento, por cento. Uma abordagem gradual não é mais uma opção. Precisamos de transformação em todo o sistema. (UNEP PNUMA, 2022, p. 15, grifos e tradução nossos).

Outra importante medida firmada consta no Artigo 9º do Acordo de Paris, que prevê a criação de um fundo para auxílio aos países em desenvolvimento para cumprirem suas NDCs. Nesse ponto, o anúncio da intenção para criação de um fundo anual de US\$ 100 bilhões pelos países desenvolvidos ainda durante a COP-15 (2009) gerou a expectativa de que o montante dedicado rondasse este valor. No entanto, não há qualquer ponto do tratado firmando a quantia, apesar das pressões internacionais sobre o tema (Agência Brasil, 2023).

Na alçada deste trabalho, no entanto, um ponto específico do Acordo de Paris requer maior detalhamento. Como desdobramento do Protocolo de Quioto, o tratado também estabeleceu as bases iniciais de um futuro mercado de carbono mundial, muito mais amplo que aquele definido em 1997, que requeria a participação de um país desenvolvido para sua implementação. Isto se evidencia especificamente no Artigo 6º do documento, que prevê – em suma – dois desenhos de instrumentos econômicos voluntários de redução de emissões.

O primeiro deles, batizado “Resultados de Mitigação Transferidos Internacionalmente (RMTI)”³⁵, refere-se a um instrumento econômico bilateral de adesão voluntária. Em outros termos, o RMTI faculta que um país que cumpriu sua NDC (i.e., performou abaixo das metas de emissão) possa transferir seu “saldo” positivo para um país que não cumpriu sua NDC (i.e., performou acima das metas de emissão), mediante recebimento de créditos de redução de emissões. Comparável ao “Comércio de Emissões” e à “Implementação Conjunta” do Protocolo de Quioto, ele é discorrido nos itens 6.1. a 6.3. do Acordo:

Artigo 6º

1. As Partes reconhecem que algumas Partes poderão optar por cooperar de maneira voluntária na implementação de suas contribuições nacionalmente determinadas, a fim de permitir maior ambição em suas medidas de mitigação e adaptação e de promover o desenvolvimento sustentável e a integridade ambiental.

2. Ao participar voluntariamente de abordagens cooperativas que impliquem o uso de resultados de mitigação internacionalmente transferidos para fins de cumprimento das contribuições nacionalmente determinadas, as Partes devem promover o desenvolvimento sustentável e assegurar a integridade ambiental e a transparência, inclusive na governança, e aplicar contabilidade robusta para assegurar, inter alia, que não haja dupla contagem, em conformidade com orientação adotada pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Acordo.

³⁵ Tradução nossa para “*Internationally Transferred Mitigation Outcomes (ITMO)*”.

3. O uso de resultados de mitigação internacionalmente transferidos para o cumprimento de contribuições nacionalmente determinadas sob este Acordo será voluntário e autorizado pelas Partes participantes. (ONU, 2015, grifo nosso).

O segundo é análogo ao MDL do Protocolo de Quioto e possibilita a mitigação do impacto climático por intermédio de projetos de redução ou remoção de GEEs certificados por um mecanismo vinculado ao Acordo de Paris (nos moldes do que eram as ANDs).

Artigo 6° (...)

6.4. Fica estabelecido um mecanismo para contribuir para a mitigação de emissões de gases de efeito estufa e apoiar o desenvolvimento sustentável, que funcionará sob a autoridade e orientação da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Acordo, que poderá ser utilizado pelas Partes a título voluntário. O mecanismo será supervisionado por um órgão designado pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Acordo e terá como objetivos:

- (a) Promover a mitigação de emissões de gases de efeito estufa, fomentando ao mesmo tempo o desenvolvimento sustentável;*
- (b) Incentivar e facilitar a participação na mitigação de emissões de gases de efeito estufa de entidades públicas e privadas autorizadas por uma Parte;*
- (c) Contribuir para a redução dos níveis de emissões na Parte anfitriã, que se beneficiará das atividades de mitigação pelas quais se atingirão resultados de reduções de emissões que poderão também ser utilizadas por outra Parte para cumprir sua contribuição nacionalmente determinada; e*
- (d) Alcançar uma mitigação geral das emissões globais.*

5. Reduções de emissões resultantes do mecanismo a que se refere o parágrafo 4° deste Artigo não deverão ser utilizadas para demonstrar o cumprimento da contribuição nacionalmente determinada da Parte anfitriã, se utilizadas por outra Parte para demonstrar o cumprimento de sua contribuição nacionalmente determinada.

6. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Acordo deve assegurar que uma fração dos fundos advindos de atividades no âmbito do mecanismo a que se refere o parágrafo 4° deste Artigo seja utilizada para custear despesas administrativas, assim como para auxiliar Partes países em desenvolvimento particularmente vulneráveis aos efeitos negativos da mudança do clima para financiar os custos de adaptação.

7. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Acordo adotará regras, modalidades e procedimentos para o mecanismo a que se refere o parágrafo 4° deste Artigo em sua primeira sessão. (ONU, 2015, grifo nosso)

O Acordo de Paris abriu possibilidades mais promissoras do que o tratado anterior. De acordo com Oliveira (2019), “apesar de não conter obrigações precisas e vinculantes sobre o conteúdo das contribuições nacionalmente determinadas, o Acordo de Paris estabelece ainda de forma embrionária os mecanismos para assegurar o seu cumprimento”. Até o momento, não há indicativos de que as NDCs serão cumpridas, de maneira que os encaminhamentos decorrentes da revisão global das metas devem ser revestidos de grande expectativa. Além disso, o fundo de apoio aos países em desenvolvimento sugerido pelo Acordo precisa ser efetivamente

viabilizado pelas nações desenvolvidas, também como ato de assunção da parcela de responsabilidade que lhes é devida.

Os instrumentos econômicos para redução de emissões criados no Artigo 6º do Acordo, finalmente, não representaram grandes inovações em relação ao Protocolo de Quioto, e sua implementação ficou dependente de uma regulamentação posterior. Ainda assim, alguns países já se anteciparam à regulamentação do RTMI para costurar acordos bilaterais: é o caso da Suíça e do Peru, que em outubro de 2020 firmaram um compromisso com a finalidade de aumentar suas ambições climáticas, conforme indicado:

O acordo entre esses dois países prevê que a Suíça financiará projetos peruanos que implementem tecnologias e práticas com baixas emissões de GEE. Nesse sentido, o investimento de 20 milhões de euros por parte da Suíça é destinado ao programa Tuku Wasi, um programa para aprimorar fogões da população rural do Peru reduzindo não apenas emissões de GEE e de material particulado, como consequente redução de doenças pulmonares que afetam a população. Ao longo da implementação, o Peru irá trabalhar para definir as ações de monitoramento, relato e a verificação das reduções de GEE. Assim, observa-se que a assinatura do acordo entre Suíça e Peru configura-se como um exemplo de como a cooperação entre os países pode facilitar o cumprimento de suas metas climáticas, além de trazer prosperidade e bem-estar para a população. (ICC Brasil & Way Carbon, 2021, p. 8).

Com o chamado Pacto Climático de Glasgow (2021), as regras convencionadas pelo Artigo 6º do Acordo de Paris foram regulamentadas, pavimentando um instrumento econômico voluntário para redução de emissões diretamente validado por um padrão e por uma entidade definidos pela própria ONU.

Sediada em Glasgow, na Escócia, em novembro de 2021, a Conferência resultou no Pacto Climático de Glasgow³⁶ (United Nations, 2022a). Formalizado pela “*Decision 1/CM.A.3*” da COP-26, ele é dividido em 4 eixos: (i) “Mitigação”, centrado na redução das emissões; (ii) “Adaptação”, formulado para assistência aos já impactados pelas consequências das mudanças climáticas; (iii) “Financiamento”, focalizado na viabilização das metas climáticas de cada país e (iv) “Cooperação”, ou seja, a união de esforços para atingimento das NDCs (e objetivos supervenientes). Grosso modo, a narrativa restante foi de que o Pacto consolidou o Acordo de Paris e manteve viva a meta de limitar o aumento da temperatura média global a 1,5°C.

No eixo “Mitigação”, o evento registrou uma adesão quase global às NDCs, que hoje são compromissos firmados por 153 países e que, se cumpridos, manterão a elevação da temperatura global em 1,8°C até 2030. A depender do fortalecimento das ações, inclusive, esta

³⁶ Internacionalmente denominado “*The Glasgow Climate Pact*”.

elevação pode performar abaixo de 1,5°C, como preconizava o cenário ideal do Acordo de Paris. Nessa linha, variados protocolos de intenções já foram assinados. É o caso da *Powering Past Coal Alliance* (PPCA, 2023) – que preza pela redução gradual da participação da energia a carvão em suas matrizes – e passou a contar com 190 membros (excluindo o Brasil, mas incluindo duas empresas brasileiras: Eneva e Natura). 137 países (incluindo o Brasil) se comprometeram a interromper e reverter a perda de florestas e a degradação do solo até 2030, no âmbito da Declaração dos Líderes de Glasgow sobre Florestas e Uso do Solo³⁷. A aceleração da eletrificação e a redução das emissões de metano também foram considerados.

No eixo “Adaptação”, o destaque foi o lançamento da *Adaptation Research Alliance* (ARA), uma inédita iniciativa de colaboração para pesquisas em adaptação, com mais de 60 instituições de 30 países.

No eixo “Financiamento”, foram anunciados significativos aportes para financiamento climático por parte de países desenvolvidos. A promessa realizada ao largo da COP-15 (2009) para investimento de US\$ 100 bilhões anuais por países desenvolvidos em iniciativas climáticas para países em desenvolvimento deverá ser cumprida a partir de 2023, quando US\$ 106 bilhões estão previstos para esta finalidade.

Finalmente, no eixo “Cooperação”, cabe o realce à finalização do “Livro de Regras de Paris”³⁸, conjunto de normas e procedimentos concernentes à implementação do Acordo de Paris e cuja elaboração havia sido iniciada ainda na COP-22, em Marrakesh, Marrocos (2016). Isso é especialmente importante no escopo deste trabalho porque um dos itens em aberto no Livro de Regras de Paris era justamente a definição das regras, modalidades e procedimentos para o mecanismo estabelecido no Artigo 6º do Acordo de Paris (2015).

Na prática, o foco da “*Decision 2/CMA.3*”³⁹ da COP-26 (United Nations, 2022b, p. 12) era abordar o RTMI, item 6.2. do Acordo de Paris (mecanismo análogo ao Comércio de Emissões” e à “Implementação Conjunta” do Protocolo de Quioto). Ela impõe, em resumo, que os RTMIs sejam reais, verificados, e medidos em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e), e que as partes que adotarem seu uso apresentem um informe periódico sobre as atividades e condições dos projetos elegíveis aos títulos de redução de emissão. Feito isso, será realizado um exame técnico e documental por uma equipe de especialistas para que seja emitido o registro para rastreabilidade e cumprimento das NDCs dos países que o adotarem.

³⁷ Internacionalmente denominado “*Glasgow Leaders’s Declaration on Forests and Land Use*”.

³⁸ Internacionalmente denominado “*Paris Rulebook*”.

³⁹ *Guidance on cooperative approaches referred to in Article 6, paragraph 2, of the Paris Agreement*

A “*Decision 3/CMA.3*”⁴⁰ da COP-26 United Nations, 2022b, p. 27), por sua vez, teve como objetivo tratar do item 6.4. do Acordo de Paris (mecanismo análogo ao MDL do Protocolo de Quioto). Ela indicou o órgão responsável pela gestão do mercado internacional de créditos de carbono, o dito “Órgão de Supervisão”⁴¹, e determinou sua composição a partir de doze membros selecionados entre as partes assinantes do Acordo de Paris. Instituiu, em adicional, o chamado A6.4ER⁴² como título emitido para atestar mitigação de uma tonelada de dióxido de carbono equivalente. As regras para emissão também são delineadas pela decisão, com destaque para definição da validade dos A6.4ER (5 anos renováveis por duas vezes, ou seja, até 15 anos), das premissas de metodologia de cálculo e de validação da atividade que justifica a emissão do título por parte de entidade operacional independente a ser designada. Normas para transição dos créditos do antigo MDL para o novo instrumento econômico também foram elaboradas.

De maneira pragmática, as regras convencionadas pelo Pacto Climático de Glasgow alicerçam um instrumento econômico voluntário para redução de emissões e, por conseguinte, cumprimento das NDCs. A grande diferença, neste caso, é que os créditos de carbono serão diretamente validados por um padrão e entidade definidos pela própria ONU, conferindo credibilidade internacional à medida.

Para além do eixo das políticas públicas, a criação de fundos de financiamento às soluções de mitigação do impacto das ações climáticas tem se colocado como uma ferramenta crescente no cenário internacional. Nesse cenário, importa mencionar, mesmo que resumidamente, o Fundo Global para o Meio Ambiente⁴³, os Fundos de Investimento Climático⁴⁴ e o Fundo Verde para o Clima⁴⁵.

O Fundo Global para o Meio Ambiente (*GEF*, na sigla em inglês) é curado pelo Banco Mundial e é financiado por países desenvolvidos e em desenvolvimento. Criado em 1991, a partir de uma “fase piloto” (1991-1994), o GEF ostenta a marca de oito ciclos de financiamento, sendo o mais recente deles previsto para o quadriênio 2022-2026. Para o *GEF-8*, como é chamado, estão previstos US\$ 5,33 bilhões.

Os Fundos de Investimento Climático (*CIF*, na sigla em inglês), por sua vez, foram lançados em 2008 e já contaram com contribuições de 15 países desenvolvidos para destinar

⁴⁰ *Rules, modalities and procedures for the mechanism established by Article 6, paragraph 4, of the Paris Agreement.*

⁴¹ Intitulado *Supervisory Body*, o órgão é subordinado à *Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Paris Agreement (CMA)*, instituição paralela à COP que determina as regras do Acordo de Paris.

⁴² Termo proveniente da abreviação *Article 6, Paragraph 4, Emission Reduction*

⁴³ Internacionalmente denominado *Global Environment Facility (GEF)*.

⁴⁴ Internacionalmente denominado *Climate Investment Funds (CIF)*.

⁴⁵ Internacionalmente denominado *Green Climate Fund (GCF)*.

mais de US\$ 11,11 bilhões a ações de mitigação das mudanças climáticas em países de baixa renda. Isso posiciona o *CIF* (Brasil, 2021a) como um dos maiores fundos do gênero no mundo.

Apesar de operar de forma independente, o Fundo Verde para o Clima (*GCF*, na sigla em inglês) está ligado à CQNUMC: foi criado durante a COP-16, em Cancún, no México (2010) (United Nations, 2011, p. 17), e conta com contribuições voluntárias de governos e setores privados. Dados do próprio GCF indicam um financiamento comprometido da ordem de US\$ 12,8 bilhões para um portfólio de 228 projetos, dos quais 192 estão em implementação. A entidade estima ter evitado 2,9 bilhões de toneladas equivalentes de CO₂ para a atmosfera.

Nestes termos, a sucinta descrição da evolução histórica do debate formal sobre as mudanças climáticas abordada por este Capítulo tem como objetivo contextualizar cronológica e conceitualmente o tema da dissertação, demarcando seus principais acontecimentos e personagens. Também teve como objetivo apurar o estado atual do desenvolvimento de alternativas relacionadas a instrumentos econômicos de redução de emissões no mundo e citar alguns dos principais fundos de financiamento existentes no planeta.

Isto posto, é nítido que houve evolução no combate ao aquecimento global no planeta desde o início recente do debate formal sobre clima. No entanto, sem a cooperação internacional – o que inclui os indivíduos, as grandes corporações, o sistema financeiro e as nações independentes – os avanços podem se resumir a promessas não cumpridas.

Sumariamente, as alternativas facultadas para mitigação das emissões de GEEs no planeta germinam a partir de duas vias:

- i. a via político-institucional, que preza pela formalização de políticas públicas ou de dispositivos de cooperação para atingimento das metas climáticas; e
- ii. a via científico-tecnológica, que preconiza que o progresso das tecnologias de descarbonização (sem negligenciar as condições de preço, matéria prima e mão de obra) serão responsáveis por revolucionar a relação antrópica com o meio-ambiente.

Pelas incontáveis variáveis que regem o sucesso ou o fracasso de cada uma destas vias – que, cumpre reforçar, não são excludentes – seria inexato apontar qual delas será mais célere ou mais eficaz em contribuir para a contenção das mudanças climáticas, ou mesmo se ambos serão forças complementares nesse processo.

Helm (2016), por exemplo, adota certo grau de pessimismo ao tratar dos acordos internacionais existentes (via político-institucional) e aposta na via científico-tecnológica como alternativa mais tangível e eficiente para acelerar o progresso da descarbonização.

Os governos poderiam forçar a descarbonização, adotando políticas que retirem os combustíveis fósseis do mix de energia - por exemplo, colocando um preço no carbono; impondo regras de comando e controle, como padrões de emissões; e exigindo a captura e o armazenamento de carbono (CCS). No entanto, até o momento, as evidências indicam que as políticas existentes provavelmente não conseguirão preencher a lacuna. Nada de substancial foi alcançado no último quarto de século, apesar de todos os esforços e do capital político aplicado. O Acordo de Paris é uma continuação de Kyoto. As promessas individuais - no caso improvável de serem cumpridas - não atingirão a meta de 2°C, o transporte marítimo e a aviação estão excluídos e os principais países em desenvolvimento (China e Índia) não se comprometeram a limitar suas emissões por pelo menos mais uma década e meia (mais tempo no caso da Índia). Porém, se as políticas de descarbonização não estão funcionando na escala necessária e se é improvável que o façam em um futuro próximo, há apenas uma outra alternativa: novas tecnologias de baixo carbono que possam competir de frente com os combustíveis fósseis. (Helm, 2016, p. 192, tradução e grifo nossos).

Por outro viés, o histórico recente já apresentado – sobretudo aquele concernente à regulamentação de instrumentos econômicos para redução de emissões criados em Quioto (1997), aperfeiçoados em Paris (2015) e regulamentados em Glasgow (2021) – sugere que as soluções da via político-institucional estejam mais próximas de se tornarem concretas e escaláveis.

Neste debate, as indagações acerca da capacidade de contenção das mudanças climáticas com base no ritmo atual do progresso das políticas de descarbonização representam um expressivo sinal de alerta para a comunidade internacional. Se as projeções atuais apontam para o descumprimento das metas climáticas, é inquestionável que mais precisa ser feito.

Não há solução única: o combate ao aquecimento global é um exercício constante, a ser praticado por inúmeras frentes – sejam elas públicas ou privadas – e de variadas maneiras. Como uma dessas iniciativas, está a aplicação de instrumentos econômicos para redução das emissões de GEEs, escopo central do presente trabalho.

2 MERCADO DE CARBONO ENQUANTO INSTRUMENTO ECONÔMICO DE POLÍTICA AMBIENTAL

Conforme evidenciado no Capítulo 1, o debate climático internacional convergiu em torno da estruturação de políticas ambientais responsivas à periclitante situação do planeta. Por isso, complementarmente, o **Capítulo 2** a seguir almeja contextualizar o “mercado de carbono”, definindo conceitos teóricos e detalhando seu funcionamento prático a partir do EU ETS, o pioneiro e mais desenvolvido mercado de carbono compulsório do mundo.

Para tanto, o presente capítulo introduzirá as abordagens da teoria econômica para solucionar as externalidades negativas de um processo produtivo (abordagem pigouviana, de internalização do dano, e abordagem coaseana, de livre negociação), e tratará da evolução da política ambiental no mundo com base nas três etapas pactuadas pela literatura acadêmica. Também concluirá que duas são as principais opções de instrumento econômico para redução das emissões de GEEs: (i) a da **tributação das emissões**, respaldada no conceito de imposto pigouviano; e (ii) a do **comércio de emissões**, apoiada na concepção coaseana da livre negociação. Apresentará, finalmente, as duas modalidades genéricas de mercado de carbono, notadamente o “Mercado de Carbono Voluntário” (ou MCV) e o “Mercado de Carbono Compulsório” (ou MCC), detalhando a evolução do *European Union Emissions Trading System* (EU ETS), o regime comunitário de licenças de emissão da União Europeia.

Assim, a ideia central do presente capítulo é munir o leitor sobre a teoria econômica e a prática internacional sobre o mercado de carbono, permitindo embasar sua visão crítica sobre eventual instrumento econômico de redução de emissões, voluntário ou compulsório. Esse atributo é fundamental para compreender o problema e a hipótese central desta dissertação.

No estudo microeconômico, uma **externalidade** ocorre quando alguma atividade de produção ou de consumo tem um efeito indireto sobre outras atividades de consumo ou de produção que não se reflete diretamente nos preços de mercado (Pindyck; Rubinfeld, 2013, p. 619). Este descompasso pode ser classificado como uma **falha de mercado**, isto é, como uma ineficiência na alocação de bens e serviços de um determinado mercado que – por incorrer em perda líquida de bem-estar social – precisa ser corrigida a partir da **intervenção do Estado**.

Nesta conjuntura, a emissão dos poluentes se manifesta como evidente falha de mercado resultante da externalidade dos processos produtivos que se utilizam de combustível fóssil, uma vez que geram custos sociais pela poluição da atmosfera que não são compensados no preço final dos produtos. Dois são os principais embasamentos teóricos comuns ao estudo da economia da poluição (May, 2010, p. 79-98; Kupfer; Hasenclever, 2013, p. 341-352), ramificação

das ciências econômicas dedicada a compreender essa sistemática: (i) a abordagem pigouviana, de internalização do dano; e (ii) a abordagem coaseana, de livre negociação.

A **abordagem pigouviana** remonta às conclusões do economista inglês Arthur Cecil Pigou (1877-1959), que representava eventual externalidade negativa causada pela produção (e.g., a poluição) como um “custo social” da atividade produtiva do agente econômico poluidor⁴⁶ e prezava pela “internalização” deste dano no custo de produção.

Mais detalhadamente, o economista apresentou os conceitos de produto marginal social líquido (i.e., o valor adicional gerado para a sociedade por cada unidade adicional produzida de um determinado bem ou serviço) e produto marginal privado líquido (i.e., o valor adicional gerado para o produtor por cada unidade adicional produzida de um determinado bem ou serviço), de maneira que o produto marginal social líquido pode ser maior, igual ou menor ao produto marginal privado líquido.

O produto marginal social líquido é o produto líquido total de bens ou serviços devido ao incremento marginal de recursos em qualquer uso ou local determinado, independentemente de quem receba qualquer parte desse produto. Pode acontecer (...) que os custos recaiam sobre pessoas que não estejam diretamente envolvidas [no processo produtivo], por meio, por exemplo, de danos não compensados causados à floresta circundante por fâscas de motores ferroviários. **Todos esses efeitos devem ser incluídos – alguns deles serão positivos, outros serão elementos negativos – no cálculo do produto social líquido do incremento marginal de qualquer volume de recursos transformado em qualquer uso ou lugar.** Novamente, um aumento na quantidade de recursos empregados por uma empresa em um setor pode dar origem a economias externas no setor como um todo e, assim, diminuir os custos reais envolvidos na produção de um determinado produto por outras empresas. Tudo isso deve ser contabilizado. (...) **O produto privado marginal líquido é a parte do produto líquido total de bens ou serviços devido ao incremento marginal de recursos em qualquer uso ou local determinado que se acumula em primeira instância, ou seja, antes da venda, para a pessoa responsável por investir recursos nesse local. Em algumas condições, isso é igual a, em outras é maior do que, em outras, é menor do que o produto líquido marginal social.**” (Pigou, 1932 [1920], p. 134-135, tradução e grifos nossos).

Esta dinâmica é muito bem resumida por Salles e Matias (2022):

Pigou afirma que quando os produtos líquidos marginais privados e sociais forem iguais, o livre mercado tenderá a distribuir os recursos produtivos de tal maneira que o dividendo nacional se elevará a um máximo. Em consequência, o bem-estar econômico também. Na prática, porém, a igualdade dos produtos líquidos marginais privados e sociais dificilmente ocorre. (...) **quando A presta um serviço a B sem nenhuma recompensa, o produto marginal líquido social é maior do que o produto líquido marginal privado.** Pigou apresenta uma série de exemplos deste caso, tais como a construção de estradas e linhas de bonde que aumentam o valor de propriedades vizinhas, à criação de parques privados dentro das cidades que melhoram o ar da vizinhança e ao caso das pesquisas científicas que trazem descobertas que podem be-

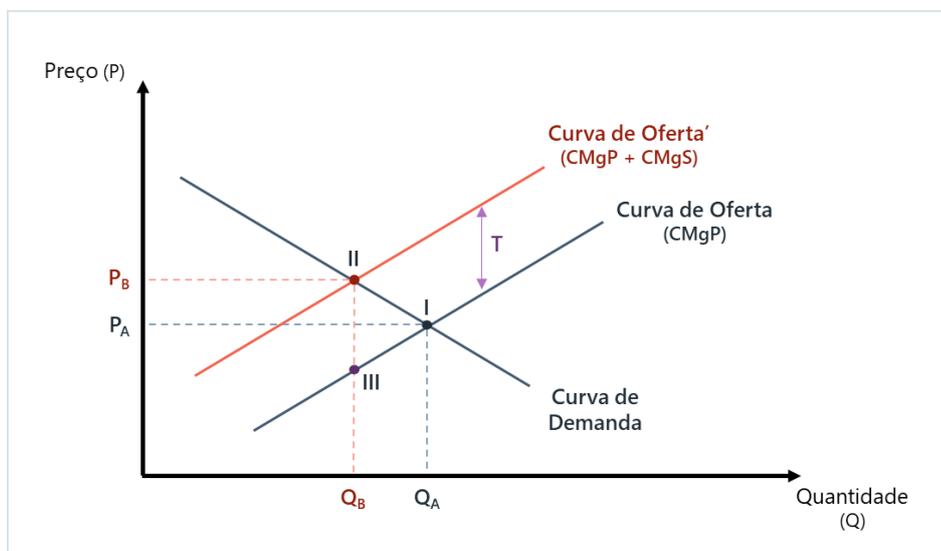
⁴⁶ Ver *Wealth and Welfare* (1912) e principalmente *The Economics of Welfare* (1920).

neficiar milhares de pessoas durante muito tempo. (...) **quando A presta um serviço a B sem nenhuma recompensa, o produto marginal líquido social é menor do que o produto líquido marginal privado.** Exemplos deste caso citados pelo autor são: a fumaça dos carros que polui o ar e atinge inúmeros indivíduos ou problemas que ocorrem quando se constrói uma fábrica em uma área residencial. Segundo ele, **este último tipo de externalidade tende a ser mais frequente já que os investidores estão especialmente interessados no que seus investimentos irão lhe render, ou seja, no produto líquido marginal privado.** Deste modo, quando há divergências entre o produto líquido marginal privado e social, o livre mercado não tenderá a aumentar o dividendo nacional a um máximo já que o interesse dos capitalistas não os faria agir de maneira a aumentar o produto líquido marginal social. Nestes casos, **Pigou defende que interferências no funcionamento do sistema econômico são bem-vindas a fim de elevar o dividendo nacional e, conseqüentemente, o bem-estar econômico. A solução por ele apresentada consistiria na intervenção estatal por meio de subsídios e impostos.** (Salles; Matias, 2022, p. 154-155, grifos nossos).

Logo, sob a ótica pigouviana, quando o produto marginal social líquido for inferior que o produto marginal privado líquido, a intervenção no mercado se faria bem-vinda. Ou seja, para corrigir esta distorção e refletir no preço do produto todos os custos de sua produção, inclusive aqueles à sociedade, Pigou defendia a aplicação de um imposto sobre cada unidade produzida (o popular imposto pigouviano ou tributo pigouviano). De forma simplificada, se antes o produtor teria apenas uma curva de oferta pautada nos custos marginais privados (CMgP), agora ele também teria que arcar com o custo marginal social (CMgS), o que poderia aumentar o preço final do produto e, conseqüentemente, diminuir a demanda pelo bem.

A **Figura 2** tem como objetivo ilustrar, ainda que simplificada, essa dinâmica (em um contexto onde a externalidade gerada pela produção é negativa).

Figura 2 — Esquemática geral da abordagem pigouviana



Fonte: elaboração própria a partir de May, 2010, p. 80.

Consideremos o ponto de equilíbrio I, ou seja, o ponto onde a soma lateral de todas as demandas dos indivíduos (Curva de Demanda) encontra a soma lateral de todas as curvas de custo marginal privados das firmas (Curva de Oferta com apenas CMgP). Em concorrência perfeita e na ausência de externalidades, este ponto I seria o Ótimo de Pareto do mercado. No caso do surgimento de uma externalidade negativa, isto é, um custo social (CMgS), será preciso um imposto T para corrigir distorções de custo. Com isso, se antes o equilíbrio era (P_A, Q_A) , agora é (P_B, Q_B) , onde $P_A < P_B$ e $Q_A > Q_B$.

Assim sendo, “*ao pôr em evidência a noção de custo social (externalidade negativa) e a consequente diferença entre custo marginal privado e custo marginal social, Pigou abriu o caminho para a introdução de problemas como o do meio ambiente na Teoria Econômica*” (May, 2010, p. 81). No contexto específico dos instrumentos econômicos para redução de emissões, a abordagem pigouviana se apresenta de forma um tanto quanto intuitiva, onde o agente poluidor compensa o dano gerado pela externalidade negativa “poluição” a partir do pagamento de tributação adequada – motivo pelo qual ela também é referida na literatura como “Princípio do Poluidor Pagador”⁴⁷. De outra forma, a tributação das emissões encarece o preço final de produtos que geram muitos GEEs com a finalidade de reduzir seu consumo (i.e., os agentes priorizam a solução mais econômica e, neste caso, menos poluente).

A **abordagem coaseana**, em paralelo, trata do postulado pelo teorema do também economista inglês Ronald Harry Coase (1910-2013), que sugeriu que a solução dos problemas ambientais pode ser provida a partir da livre negociação entre partes envolvidas⁴⁸ (nesse caso, poluidores e vítimas da poluição). Em menção expressa à obra pigouviana, Coase refuta contundentemente a análise do autor com base nos conceitos de produtos marginais líquidos (sejam eles privados ou sociais) pois preconiza que o debate deve ser pautado em produtos totais, e não sob uma ótica marginalista. Indo além, Coase propõe que a “natureza recíproca” de cada situação seja considerada para viabilizar a solução ótima entre as partes. Este entendimento também é perfeitamente sintetizado por Salles e Matias (2022):

Enquanto a visão tradicional se restringe a analisar os prejuízos causados por A (fábrica causadora da poluição) a B (agentes atingidos pela poluição), bem como as formas de evitá-los, Coase defende que é importante também considerar a natureza recíproca do problema. Isso porque **quando se toma medidas para evitar os prejuízos de A em B, estas medidas podem prejudicar A. Portanto, é necessário considerar tanto os prejuízos que A causa em B, quanto os danos que poderiam recair em A quando se recompensa B. Partindo dessa premissa, o autor defende que é preciso analisar o problema na totalidade e não na margem, como na análise pigouviana.**

⁴⁷ Tradução nossa para *Polluter Pays Principle*.

⁴⁸ Ver *The Problem of Social Cost*, 1960.

Assim, deve-se ponderar o valor do que é obtido com a atividade causadora da externalidade com o valor dos danos provocados por ela. (...) Só após essa análise poder-se-ia definir qual é a melhor solução para o caso. (Salles; Matias, 2022, p. 157, grifos nossos).

Ao longo do trabalho, outro componente trazido pelo autor diz respeito aos custos de transação do mercado, indicados como

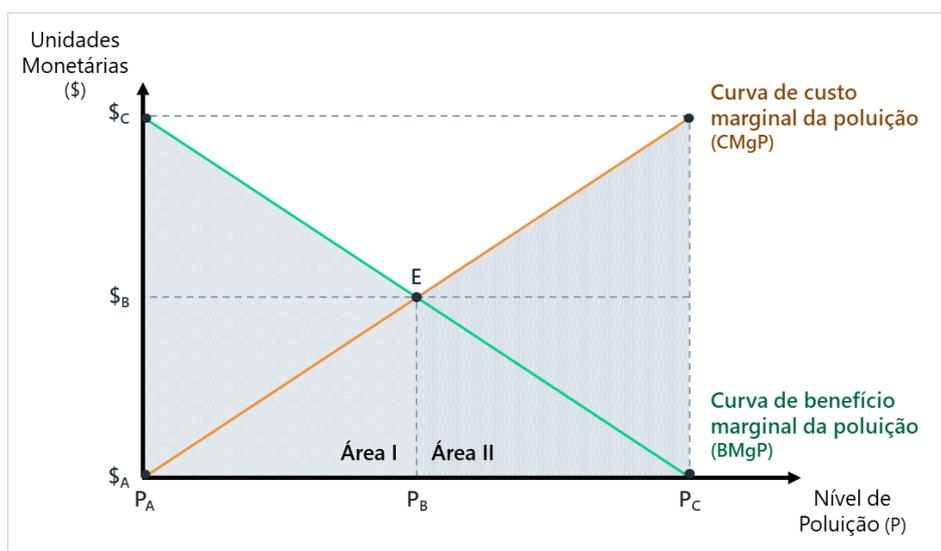
descobrir com quem se pretende negociar, informar (...) de que se pretende negociar e em que condições, conduzir negociações, redigir o contrato, efetuar as inspeções necessárias para se certificar de que os termos do contrato estão sendo respeitados, e assim por diante. (Coase, 1960, p. 15, tradução nossa).

Quando os custos das transações de mercado são levados em conta fica claro que esse rearranjo de direitos só será feito quando o aumento no valor da produção resultante do rearranjo for maior do que os custos envolvidos em sua realização. Quando for menor, a concessão de uma liminar (...) ou a responsabilidade pelo pagamento de indenizações pode resultar na interrupção de uma atividade (...) que seria realizada se as transações de mercado não tivessem custos. Nessas condições, a delimitação inicial dos direitos legais tem efeito sobre a eficiência com que o sistema econômico opera. (Coase, 1960, p. 15, tradução nossa).

Em síntese, o Teorema de Coase conclui que, estando os direitos de propriedade sobre qualquer recurso bem delineados, e sendo os custos de transação do mercado suficientemente baixos, a livre negociação entre as partes converge ao ponto de equilíbrio entre os custos e os benefícios de reduzir a poluição.

A **Figura 3** abaixo busca sintetizar a dinâmica coaseana de livre negociação sob a ótica de uma atividade produtiva que gera um nível de poluição P.

Figura 3 — Esquematização geral da abordagem coaseana



Fonte: elaboração própria a partir de Ponciano, Souza e Mata, 2008, p. 5.

Como premissa, ela considera que P aumenta conforme a produção aumenta. Sendo E o ponto de equilíbrio entre a curva de custo marginal da poluição ($CMgP$) e a curva de benefício marginal da poluição ($BMgP$), é plausível afirmar que E ($\$B$, P_B) é socialmente ótimo entre agente econômico poluidor e vítimas da poluição. Dito isso, vislumbram-se dois cenários: o de que as vítimas da poluição detêm os direitos de propriedade e o de que o agente econômico poluidor detém os direitos de propriedade. Em ambos os casos, presume-se que as partes envolvidas sejam totalmente racionais.

Neste primeiro cenário, o agente econômico poluidor se disporá a remunerar as vítimas da poluição até o valor compreendido pela Área I da figura (trapézio formado pelos pontos E , P_B , $\$A$, $\$C$), que aceitarão os recursos até o nível de poluição socialmente ótimo (nesse caso, P_B). Em outros termos, torna-se interessante para o agente poluidor ressarcir as vítimas da poluição, aqui detentoras dos direitos de propriedade, para produzir mais (e por conseguinte poluir mais).

No segundo cenário, as vítimas da poluição estarão aptas a pagar ao agente econômico poluidor até o valor compreendido pela Área II da figura (trapézio formado pelos pontos E , P_B , P_C , $\$C$), que aceitará os recursos até que o nível de poluição P_B socialmente ótimo seja contemplado. De outra forma, se faz pertinente para as vítimas da poluição desembolsarem quantia para que o agente poluidor, aqui detentor dos direitos de propriedade, produza menos (e consequentemente polua menos).

Este corolário também é bem dissertado por Santos (2014):

A hipótese básica do argumento é que quanto maior a redução na poluição, maior o custo marginal (CMg) de abatê-la, isto é, de diminuir uma parcela de poluição através de técnicas de controle ambiental, e menor é o benefício marginal (BMg) para a parte afetada. A partir do nível de atividade econômica Q' , que leva ao nível a um determinado nível de poluição, inicia-se um processo de barganha e as partes envolvidas negociarão até o ponto em que o custo marginal de reduzir a poluição seja igual ao benefício marginal de reduzi-la. (...) Nesse ponto, a vítima da poluição não estará mais disposta a pagar um valor adicional para o agente poluidor para que este reduza a poluição. Ou seja, ele prefere “suportar” um pouco de poluição a gastar mais (acima de p^*) e o poluidor só aceitará reduzir ainda mais seus níveis de poluição por uma quantia maior do que a vítima está disposta a pagar (Santos, 2014, p. 15).

Muito importa frisar que o que ficou conhecido como Teorema de Coase não foi um postulado direto da obra do autor britânico. Para parte dos economistas, aliás, ele se originou da interpretação neoclássica de George Stigler (1966)⁴⁹ e se calcificou a partir de publicações acadêmicas supervenientes sobre esta análise (McCloskey, 1998⁵⁰).

⁴⁹ Ver *The Theory of Price*, 1966.

⁵⁰ Ver *Other things equal: The So-Called Coase Theorem*, 1998.

Logo, as abordagens pigouviana e coaseana engendram o arcabouço teórico microeconômico por trás das possíveis soluções para redução de emissões. A bem da verdade, uma parte da literatura associa o imposto pigouviano à “solução de Estado” e a livre negociação coaseana à “solução de mercado”. Alguns economistas, no entanto, rejeitam essas alcunhas. É o caso de McCloskey (1998) e Herscovici (2012), como citam Salles e Matias (2022):

Porém, o que se convencionou a chamar de “Teorema de Coase” seria uma interpretação errônea do que Coase escreveu ou seja, uma tentativa de conformar as ideias deste autor com a Escola Neoclássica. Esta assume a ausência de incerteza forte, custos de transação nulos e a possibilidade de contratos completos para defender que o problema das externalidades deve ser tratado no âmbito do mercado através de uma negociação privada. (...) À luz desta análise, pode-se concluir que **é equivocada a interpretação de que Coase foi um defensor do livre mercado e que considerava sem importância a ação estatal; e, como corolário disto, que as falhas de mercado, tais como as externalidades, poderiam ser resolvidas somente pelas ações dos agentes privados. Para o autor, o Estado deveria atuar não através da taxação das externalidades, mas sim a partir da definição e da transferência dos direitos de propriedade.** (Salles; Matias, 2022, p. 157, grifos nossos).

De qualquer forma, sendo a poluição uma externalidade e precisando a externalidade de medidas corretivas, é natural vislumbrar qual ou quais seriam as respostas para este tipo de situação. Essas soluções podem derivar das políticas ambientais, conceito abordado na economia do meio ambiente (ramo das ciências econômicas que se debruça sobre a gestão ambiental dos recursos naturais de maneira a garantir sua eficiência alocativa mesmo em cenários de externalidade). Por definição, uma política ambiental é o conjunto de metas e instrumentos que visam a redução dos impactos negativos da ação antrópica, sendo necessária para induzir ou forçar os agentes econômicos a adotarem posturas e procedimentos menos agressivos ao meio ambiente (May, 2010, p. 341).

Cronologicamente, Lustosa, Cánepa e Young (2010) dividem a evolução da política ambiental no mundo em três grandes etapas. Compreendida entre o fim do século XIX e o final dos anos 1940, a primeira etapa é marcada pela judicialização (disputa em tribunais) entre a parte lesada (vítima da externalidade negativa) e os agentes econômicos poluidores. Esta dinâmica, contudo, verificou-se onerosa em termos financeiros e administrativos, perfazendo a necessidade de vislumbrar novas alternativas por parte do Estado.

É quando paulatinamente se inicia a segunda etapa, no início da década de 1950, manifestada pelas políticas de comando-e-controle⁵¹: a imposição, pela autoridade ambiental ao agente poluidor, de padrões de emissão incidentes sobre a poluição final, bem como a determinação da melhor tecnologia disponível para abatimento da poluição e cumprimento do padrão

⁵¹ Internacionalmente denominada “*Command and Control Policy*”.

de emissão. Esse modelo, contudo, também anotou algumas falhas, como a morosidade em torno da definição das regras ou a limitação de uso de tecnologias final de tubo⁵² (o que compromete melhorias de processo ou de matérias primas).

Diante de tais complexidades, iniciou-se – nos países desenvolvidos – a terceira etapa de política ambiental, perdurante até a contemporaneidade e caracterizada como uma mistura entre políticas de comando-e-controle e instrumentos econômicos de motivação à internalização de custos ambientais.

Nessa modalidade de política ambiental, os padrões de emissão deixam de ser meio e fim da intervenção estatal, como na etapa anterior, e passam a ser instrumentos, dentre outros, de uma política que usa diversas alternativas e possibilidades para a consecução de metas acordadas socialmente. Temos, assim, **a adoção progressiva dos padrões de qualidade dos corpos receptores como metas de política e a adoção de instrumentos econômicos – em complementação aos padrões de emissão – no sentido de induzir os agentes a combater a poluição e a moderar a utilização dos recursos naturais.** (May, 2010, p. 165, grifo nosso).

Nessa linha, para aplicação da política ambiental, a autoridade competente lança mão de instrumentos que, em si, também possuem tipologia específica. Lustosa, Cánepa e Young (2010) os classificam em três grupos: (i) os instrumentos de comando-e-controle; (ii) os instrumentos de comunicação e (iii) os instrumentos econômicos.

Os **instrumentos de comando-e-controle** (ou instrumentos de regulação direta) se viabilizam a partir do estabelecimento de regras, procedimentos e padrões por parte do órgão regulador competente (que também fiscaliza seu cumprimento por parte dos agentes poluidores e eventualmente os penaliza, caso necessário). Eles “*são eficazes no controle dos danos ambientais, mas podem ser injustos por tratar todos os poluidores da mesma maneira, sem levar em conta diferenças de tamanho da empresa e quantidade de poluentes que lança no meio ambiente*” (May, 2010, p. 169). São instrumentos de comando-e-controle a proibição ou regulação de um determinado produto, processo ou atividade, o controle do uso de certo recurso natural ou a obrigatoriedade de adoção de especificações tecnológicas no processo produtivo.

Os **instrumentos de comunicação**, nessa linha, são ferramentas de educação ambiental direcionadas aos agentes poluidores (ou mesmo ao grupo de indivíduos afetado pela externalidade) com a finalidade de facilitar a cooperação entre as partes interessadas em prol da otimização dos impactos do processo produtivo. O escopo informativo deste tipo de iniciativa, normalmente, abrange “*danos ambientais causados, atitudes preventivas, mercados de produtos*

⁵² Internacionalmente denominada “*end-of-pipe*”, diz respeito a equipamentos utilizados para o tratamento e o controle dos resíduos no final do processo produtivo (como filtros e lavradores).

ambientais e tecnologias menos agressivas ao meio ambiente” (May, 2010, p. 171). Modelos de instrumentos de comunicação são acordos, redes de cooperação, sistemas de gestão ambiental, selos ambientais ou mesmo *marketing* ambiental.

Os **instrumentos econômicos** (ou instrumentos de mercado), por fim, almejam a internalização, por parte do agente poluidor, dos custos sociais gerados como externalidades da produção. Eles se notabilizam pela sua capacidade de gerar receita de forma simultânea ao ganho ambiental (“duplo-dividendo”), provendo um sistema mais adaptável a diferentes realidades. Como exemplos, cabe citar taxas e tarifas, subsídios, certificados de emissão transacionáveis ou sistemas de devolução de depósitos. Estes serão o foco central do trabalho.

A adoção de instrumentos econômicos permite que um agente emita acima de um padrão médio estabelecido, desde que outros agentes decidam reduzir seu nível de emissão por meio de compensações financeiras, diretas (vendas de certificados de emissão) ou indiretas (redução do imposto a pagar). (May, 2010, p. 170).

Destarte, todos os instrumentos econômicos convencionados para redução das emissões de GEEs no planeta perpassam o conceito de precificação do carbono, isto é, a concepção de um racional de conversão do custo social gerado pelas emissões de GEEs em unidades monetárias. Simplificadamente, uma vez atribuído valor financeiro para cada unidade de emissão bem como determinado o volume de emissão permitido por agente econômico⁵³, se torna possível quantificar, objetivamente, tanto o ônus daqueles que emitirem demais, tanto o eventual bônus daqueles que emitirem de menos.

Em outros termos, uma vez delineadas as regras de precificação, se torna possível desenhar sistemas que remediem o excesso de emissões, ou mesmo premiem sua redução. Nesse contexto, apesar do conceito de precificação de carbono ser pouco controverso, o racional de conversão que embasa sua execução é rodeado de indagações, especialmente sobre a definição dos pesos de cada um dos fatores associados aos agentes emissores (localização, setor econômico, ano de produção) no cálculo. Logo, não é exagero afirmar que precificar adequadamente os GEEs emitidos é um passo elementar para estruturação de ferramentas que sejam eficientes na redução do impacto climático.

Dito isto, duas são as principais opções de instrumento econômico para redução das emissões de GEEs: (i) a da **tributação das emissões**⁵⁴, respaldada no conceito microeconômico de imposto pigouviano; e (ii) a do **comércio de emissões**, apoiada na concepção coaseana da livre negociação.

⁵³ Internacionalmente denominado *cap*.

⁵⁴ Internacionalmente denominada *carbon-tax*.

A primeira opção sugere a cobrança de um imposto sobre as emissões, o que baliza a competitividade de preço entre produtos semelhantes, mas com diferentes pegadas de carbono. A valer, o imposto funciona, muitas das vezes, de maneira a influenciar a parcela do consumo final que é afetada pelo preço, seja reduzindo a demanda de produtos com mais emissões associadas a seu processo de fabricação, seja aumentando a demanda de produtos com menos emissões associadas a seu processo de fabricação. Além disso, as receitas arrecadadas com o imposto podem ser diretamente revertidas em financiamentos de projetos mais limpos, criando um ciclo virtuoso em favor da descarbonização.

A segunda opção, por seu turno, é a que efetivamente engendra a solução a partir do dito mercado de carbono, isto é, da promoção de um sistema de comércio em que as emissões são tratadas como um ativo econômico negociável (sejam elas tratadas como créditos, sejam elas tratadas como permissões).

O conceito de comércio de emissões (...) engloba dois tipos de mecanismos: um conhecido como **sistemas de comércio de emissões do tipo de cap-and-trade (SCE)** e outro baseado na construção de uma **linha de base com posterior geração de créditos (baseline and credit schemes)**. (...) Um SCE consiste na definição de limites máximos de GEEs (teto ou cap) que podem ser emitidos por fontes sujeitas à regulação, localizadas em determinado país ou região, em dado horizonte de tempo (compliance period). Esse limite total é distribuído ou vendido – por meio de leilão – às empresas proprietárias das fontes reguladas sob o sistema, por meio de licenças ou quotas que representam o direito de emitir determinada quantidade de GEEs durante esse período. Ao final do período de cumprimento, as firmas devem apresentar ao órgão regulador as licenças ou cotas correspondentes às suas emissões. As empresas que não conseguirem chegar aos limites estipulados por meio de reduções das suas emissões (...) deverão comprar licenças ou permissões daquelas que emitiram menos que seu teto (...). Dessa transferência de licenças entre as firmas, surge o mercado de licenças ou quotas de emissão (trade); (...) Outra abordagem menos frequente de comércio de emissões, denominada linha de base e crédito, é aquela na qual são geradas reduções certificadas de emissão (RCEs) – comumente conhecidos como créditos de carbono – relativas a determinada linha de base previamente definida. Nesse caso, emissões abaixo da linha de base em dado ano geram créditos que podem ser vendidos a eventuais empresas que tenham emitido mais que o fixado em sua linha de base. (Melo; Silva, 2018, p. 360, grifos nossos)

Se por um lado a tributação das emissões é uma alternativa menos complexa e que facultaria maior previsibilidade dos custos de produção ao agente poluidor, por outro ela é menos eficiente no controle das emissões e se mistura com as metas fiscais que podem ser anticíclicas ao sistema econômico. Analogamente, enquanto o comércio de emissões é mais assertivo no controle das emissões, a volatilidade dos títulos de permissão pode resultar em desequilíbrio produtivo para os setores onde eles forem instaurados. Prova disso é que associações empresariais brasileiras, que ocupam a posição de representantes dos agentes econômicos, consideram que no caso do comércio de emissões – não obstante o risco da volatilidade potencial sobre o

preço do carbono – exista um leque maior de estratégias para os agentes emissores, provendo maior liberdade regulatória e institucional para preservar a competitividade de seus modelos de negócio (CEBDS, 2020, p. 3).

Neste ponto, já é admissível inferir que os mercados de carbono, escopo central deste trabalho, devem ser academicamente nomeados como **instrumentos econômicos de política ambiental**. Também é viável afirmar que, a despeito da pluralidade de desenhos de mercado de carbono, é possível segmentá-los enquanto compulsórios (que possuem caráter de política pública regulatória e, como tal, se notabilizam como soluções de Estado) ou voluntários (que nem sempre dependem da intervenção estatal). É o que se detalha a seguir.

2.1 MERCADO DE CARBONO VOLUNTÁRIO (MCV)

Como sugerido pela nomenclatura, o **Mercado de Carbono Voluntário (MCV)** – normalmente associado ao modelo “*baseline and credit schemes*” – se materializa a partir da ação espontânea do agente econômico, que por várias motivações (e.g. genuíno interesse na neutralização da poluição, posicionamento de mercado ou acesso a financiamento) passa a integrar um mercado administrado por uma instituição privada. Esta dinâmica requer, em primeiro lugar, que o agente econômico interessado desempenhe uma atividade que contribua para a redução de emissões. Seguidamente, as emissões dessa atividade são certificadas por entidade independente e conforme padrão pré-estabelecido. O resultado desse processo, grosso modo, confere aos agentes econômicos duas possibilidades: a de vender créditos pela redução de emissões promovida pela atividade (e certificada pelo organismo independente); ou a de comprar créditos com vistas a compensar emissões do seu processo produtivo.

Nessa conjunção, as possibilidades de atividades aptas à certificação são inúmeras, motivo pelo qual se torna conveniente agrupá-las em dois grandes eixos temáticos. O primeiro é composto pelas atividades de remoção de dióxido de carbono equivalente⁵⁵, que – como o próprio nome sugere – removem GEEs já emitidos à atmosfera (seja de forma natural, a partir de projetos de reflorestamento, ou de forma artificial, por intermédio de tecnologias de remoção). O segundo é formado, em síntese, por iniciativas que previnem novas emissões⁵⁶ à atmosfera (como por meio de tecnologias de captura, uso e armazenamento⁵⁷ do poluente).

⁵⁵ Internacionalmente denominada *carbon removal*.

⁵⁶ Internacionalmente denominada *carbon avoidance*.

⁵⁷ Internacionalmente denominada *carbon capture, use and storage (CCUS)*.

Continuadamente, a fiabilidade deste mercado preconiza que os participantes estejam sujeitos à adoção de um rigoroso padrão de regras e de metodologias de certificação, constantemente referidas como MRV (*Measurement, Reporting and Verification*⁵⁸). Também sugere que os membros sejam avaliados por uma terceira parte independente, recorrentemente conhecida pela sigla VVB (*Validation/Verification Body*⁵⁹). Este processo, quando bem-sucedido, homogeneiza os agentes económicos e possibilita a comercialização dos títulos de emissão, instituindo um mercado voluntário com credibilidade e escalabilidade.

Estima-se que presentemente existam 341 (Standards Map App, 2023) diferentes padrões registrados no mundo, a maioria surgente com o desenrolar das assinaturas do Protocolo de Quioto (1997), que facultou – a partir do MDL – o crescimento global do mercado voluntário de carbono, tal qual exposto na seção anterior. Dentre eles, cumpre destacar tanto o *Verified Carbon Standard* (2005), certificado pela *Verra*, quanto o *Gold Standard for the Global Goals* (2003), autenticado pela *Gold Standard*, como os padrões mais usados no cenário internacional.

Em geral, os Padrões exigem que as compensações de emissões sejam: (i) Reais: deve haver evidências de que o projeto realmente remove ou evita emissões; (ii) Mensuráveis: o volume das reduções de emissões pode ser medido com precisão; (iii) Verificáveis: um auditor terceiro neutro deverá verificar as reduções de emissões, e (iv) Adicionais: as reduções de emissões não ocorreriam sem o desenvolvimento do projeto. (EPE; BNDES, 2021, p. 38)

Antigo *Voluntary Carbon Standard* (2005) e atualmente denominado *Verified Carbon Standard* (VCS) (*Verra*, 2021), este padrão liderou o mercado voluntário de carbono dos anos 2000 e é considerado o principal programa de crédito de carbono no mundo. Administrado pela *Verra*, organização não-governamental e sem fins lucrativos concebida como *Verified Carbon Standard Association* em 2007, o VCS já expediu mais de 1 bilhão de créditos de carbono – os ditos *Verified Carbon Units (VCUs)* – em 3.134 projetos registrados. Há projetos certificados pelo VCS pulverizados por todo o planeta, mas a maior parte deles se concentra na Ásia (63%), que é seguida pelas América do Sul e Central (13%), pela África (11%), pela América do Norte (5%), pela Europa (7%) e, finalmente, pela Oceania (<1%).

As atividades certificadas pelo *VCS Program* são focalizadas em redução ou captura de emissões no grupo agricultura, silvicultura e outros usos da terra⁶⁰, ou seja, que se concentram na conservação de florestas e ecossistemas sob risco de desmatamento. São subclassificações deste grupo os projetos conhecidos como REDD (*Reduced Emissions from Deforestation and*

⁵⁸ Mensuração, Relato e Verificação, em tradução nossa.

⁵⁹ Organismo de Validação/Verificação, em tradução nossa.

⁶⁰ Internacionalmente denominado *Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)*.

*Forest Degradation*⁶¹), ARR (*Afforestation, Reforestation and Revegetation*)⁶²⁶³, ALM (*Agricultural Land Management*)⁶⁴), IFM (*Improved Forest Management*)⁶⁵) e de carbono azul⁶⁶ (armazenamento de carbono em ecossistemas costeiros).

O atualmente denominado *Gold Standard for the Global Goals* (GS4GG, 2023) começou a ser desenvolvido no âmbito do *The Gold Standard Project* (2003), hoje *Gold Standard*, um conjunto de organizações não-governamentais capitaneadas pela *World Wide Fund for Nature* (WWF), entidade ambiental fundada em 1961 e atuante no Brasil desde 1971. A primeira versão do padrão, à época intitulada pelo homônimo *Gold Standard*, foi lançada em maio de 2006; ela seria atualizada dois anos depois, em julho de 2008. Em julho de 2017, finalmente, foi publicada a mais recente versão do documento, já adotando o nome atual. A *Gold Standard* possui 1652 projetos certificados em mais de 100 países e calcula que tenha emitido 238,3 milhões de créditos de carbono – aqui designados *Verified Emission Reductions (VERs)* – um para cada tonelada de CO₂e reduzida no mundo.

O escopo dos negócios autenticados pelo GS4GG, por sua vez, é mais centrado no setor de energia renovável, tendência especialmente notada nos últimos três anos. A exemplo do VCS, a parte mais significativa dos projetos certificados está localizada na Ásia (68% das emissões reduzidas/sequestradas), que é sucedida pela África (24%), pela América Latina (6%), pela Europa (<1%), pela América do Norte (<1%) e pela Oceania (<1%).

Por outras palavras, o VCS e o GS4GG carregam um conjunto de requisitos que – uma vez que comprovadamente cumpridos – conferem ao agente econômico uma certificação (*VCUs* ou *VERs*, respectivamente) por parte da *Verra* ou da *Gold Standard*, conforme o caso. Com ela, é possível atestar o compromisso e a efetividade das atividades desempenhadas pelo agente certificado, conferindo segurança ao mercado de que elas foram verificadas por uma terceira parte especializada e independente. Também é possível quantificar, em unidades monetárias, o valor dos títulos emitidos, que são negociados entre os agentes voluntariamente interessados em compensar suas emissões.

Logo, a certificação não somente viabiliza a constituição de mercados voluntários de carbono, mas contribui para trazer segurança a investidores ou financiadores adeptos de empreendimentos comprometidos com os ODS da ONU. Por isso, ela pode ser fundamental não só

⁶¹ Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, em tradução nossa.

⁶² Florestamento, Reflorestamento e Revegetação, em tradução nossa.

⁶³ Quando REDD e ARR são citados em conjunto, frequentemente são designados “REDD+”.

⁶⁴ Manejo Agrícola de Terras, em tradução nossa.

⁶⁵ Manejo Florestal Aprimorado, em tradução nossa.

⁶⁶ Internacionalmente denominado *blue carbon*.

para neutralizar emissões, mas para custear projetos que comunguem com as NDCs. Sendo assim, o mercado de créditos se viabiliza, afinal, por meio de uma via de mão dupla: a emissão de títulos rastreáveis, negociáveis e finitos e a aposentadoria desses títulos, de maneira tal que uma vez que o crédito de carbono é aposentado do mercado, ele não pode mais ser negociado. Na prática, portanto, as empresas podem comprar os créditos de carbono com intuito de revendê-los para outros agentes econômicos, almejando ganhos financeiros com a transação, ou aposentá-los, alvitando tão somente o ganho ambiental.

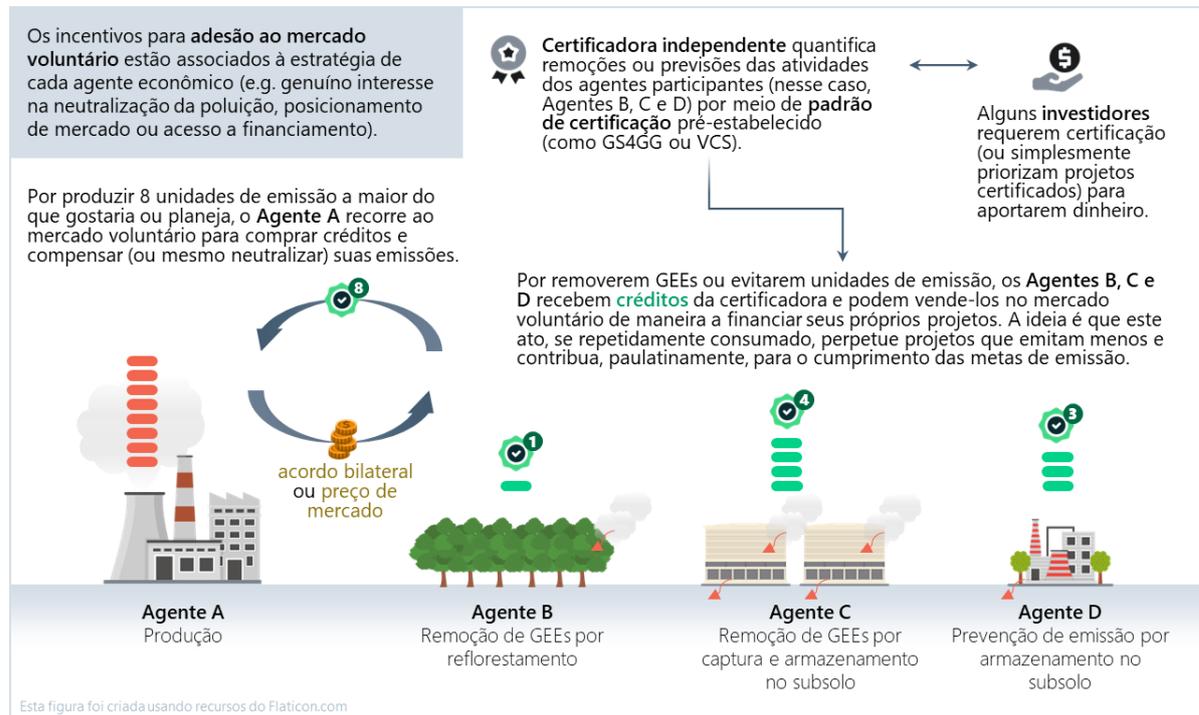
Como parte de suas estratégias climáticas, muitas empresas, organizações, cidades, regiões e instituições financeiras estão contando com a compensação voluntária de carbono - pagamento para receber crédito por uma unidade certificada de redução ou remoção de emissões realizada por outro ator. (...) Embora alguns atores possam, de forma viável, eliminar todas as suas emissões para chegar ao "zero absoluto", alguns atores terão emissões residuais. Por exemplo, as emissões de processos biológicos na agricultura, alguns processos industriais e a combustão de combustíveis fósseis para a aviação provavelmente serão difíceis de eliminar totalmente até 2050. Portanto, vários atores incluem "compensações de carbono" em sua estratégia climática. Esses são créditos comprados que representam uma unidade certificada de redução de emissões ou remoção de carbono realizada por outro ator. (Oxford University, 2020).

Neste último cenário, seu comprador o aposenta para sempre, compensando suas emissões. A ideia é que este ato, se repetidamente consumado, perpetue projetos que emitam menos e contribua, paulatinamente, para o cumprimento das metas de emissão. Por este funcionamento, aliás, que os MCVs também são intitulados como “mercado de créditos de carbono”.

As empresas podem atuar de diferentes maneiras no mercado voluntário de carbono. Uma forma comum é acessar esse mercado e comprar os créditos disponíveis através de plataformas de comercialização, brokers ou diretamente com os desenvolvedores de projetos. No entanto, algumas majors tem preferido atuar de forma mais participativa, que garanta maior controle do projeto e da geração de crédito. De acordo com Belletti & Schelble (2022), existem três principais rotas utilizadas por essas empresas: (1) Parceria com o desenvolvedor do projeto; (2) Desenvolvimento de novos projetos; (3) Aquisição de empresas terceirizadas que produzem créditos de alta qualidade (Prade & Amaral, 2023).

De outra forma, os MCVs são constituídos a partir da expedição de créditos lastreados em padrões certificados por entidades independentes e qualificadas, que quantificam a eficácia (ou ineficácia) dos empreendimentos em compensarem (ou mesmo neutralizarem) voluntariamente suas emissões. A **Figura 4**, de elaboração própria, ilustra esta dinâmica:

Figura 4 — Esquematisação genérica e simplificada de Mercado de Carbono Voluntário (MCV)



Fonte: elaboração própria.

No vácuo das incertezas em torno dos mecanismos compulsórios para redução de emissões e em meio às pressões pela conscientização sobre as mudanças climáticas, os MCVs têm crescido galopantemente nos últimos anos. A última grande pesquisa realizada pelo tema, capitaneada pelo *Institute of International Finance* (IIF) e intitulada “*Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets*” (TSVCM), inferiu que o volume de créditos de carbono emitidos no mercado voluntário mais que dobrou entre 2017 e 2020 (TSVCM, 2021).

Também é oportuno destacar as externalidades positivas dos projetos enquadrados no MCV para além da esfera climática. Paiva, Fernandez, Ventura, Alvarez e Andrade (2015) realizaram extensa revisão de literatura e promoveram estudo de caso para quatro projetos de redução voluntária de emissões para avaliar a geração de cobenefícios do MCV. Os autores identificaram, por exemplo, utilização eficiente dos recursos naturais e geração de empregos locais/regionais como cobenefícios de todos os projetos estudados.

Apesar da existência de um “mercado secundário” para revenda interempresarial dos créditos, ainda não há meios diretos de negociação no mercado financeiro, o que restringe as operações sobre o tema a mercados futuros e a índices de preço na bolsa de valores (conforme narrado na seção anterior).

Aqui se faz fundamental virgular que, apesar do seu crescimento, os MCVs ainda carecem de condições que permitam sua escalabilidade e, acima de tudo, que garantam seu protagonismo na neutralização das emissões. Alguns dos pontos de atenção mapeados pela literatura recente⁶⁷ envolvem o descompasso entre demanda e oferta, os desafios em torno da qualidade dos créditos emitidos, a ausência de condições comerciais uniformes, a insegurança jurídico-regulatória que cerca o tema e as incertezas em torno da incompatibilidade do mercado voluntário com eventual mercado compulsório.

Por estes e outros fatores, muitos especialistas reconhecem os MCVs como uma medida complementar ou paliativa, incapaz de substituir ou abnegar o desenvolvimento de um instrumento econômico compulsório para redução de emissões. Corrobora para esta tese a projeção de que, com o ritmo atual de crescimento, o mercado voluntário não seria suficiente para zerar as emissões líquidas até 2030 (TSVCM, 2021, p. 43). Em poucas palavras, melhor que compensar as emissões é reduzi-las.

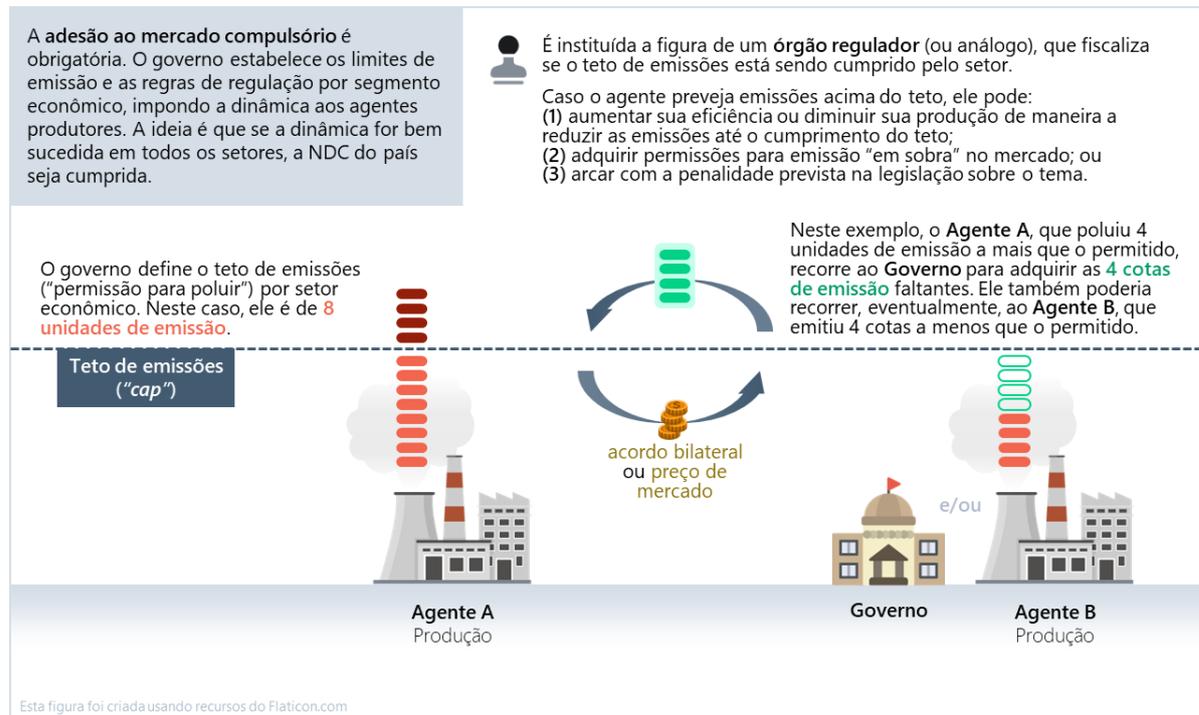
Por isso, é substancial assegurar que o crescimento dos MCVs não canibalize o avanço das discussões para instituição de instrumentos econômicos compulsórios (quando aplicáveis) e sim siga servindo como ferramenta acessória para atingimento das metas climáticas globais, especialmente para aqueles setores classificados como de difícil abatimento, ou seja, aqueles para os quais a redução de emissões via regulação é particularmente desafiadora por não haver tecnologia economicamente viável atualmente disponível.

2.2 MERCADO DE CARBONO COMPULSÓRIO (MCC)

Tal qual indica sua denominação, o **Mercado de Carbono Compulsório (MCC)** se materializa a partir de determinação legal de uma autoridade competente junto ao agente econômico, que para evitar uma penalização por descumprimento (i.e., um sobrecusto de produção e, portanto, redução da margem de lucro) se torna parte integrante de um mercado administrado e regulado por um aparato governamental. A ideia do mecanismo – comumente associado ao modelo “*cap-and-trade*” – é regular forçadamente as emissões de agentes ou atividades econômicas, beneficiando as empresas posicionadas abaixo do teto de emissões estabelecido pelo governo (na intenção de comercializar suas permissões em “sobra”) e penalizando aquelas que não atingirem a meta pré-determinada.

⁶⁷ Ver *Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets (2021)*.

Figura 5 — Esquematização genérica e simplificada de Mercado de Carbono Compulsório (MCC)



Fonte: elaboração própria.

Pormenorizadamente, o MCC se concretiza com a definição de um limite de emissões de GEEs por parte do regulador para cada setor econômico. A partir disso, o agente poluidor recebe as permissões (ou as adquire via leilão, a depender da decisão governamental) e – caso exceda o volume de emissões pré-determinado para o setor econômico que integra – pode reduzir suas emissões (aumento da eficiência), adquirir permissões para emissão no mercado (seja diretamente do sistema, seja de outras empresas que possuem saldo positivo de permissões) ou arcar com a penalidade prevista na legislação em tela – ver **Figura 5**.

Esta breve apresentação permite concluir que é notória a relação entre a criação de um MCC e a regulação. Nesse âmbito, aqui se torna útil abrir breves parênteses com a finalidade de indagar o que são, de fato, as melhores práticas regulatórias e como elas se devem ser aplicadas no mercado de carbono compulsório.

Baldwin, Cave e Lodge (2012) indicam que a palavra regulação é usualmente utilizada em três diferentes sentidos: (i) como um conjunto específico de comandos, significado que reduz a regulação enquanto tão somente a aplicação de regras vinculativas por um órgão regulador; (ii) como influência estatal deliberada, acepção que preconiza sentido mais amplo à atividade de regulação, abrangendo o uso de incentivos econômicos ou poderes jurídicos para influenciar o comportamento social ou empresarial; e (iii) como todas as formas de influência social ou econômica, noção mais abrangente que considera todos os mecanismos capazes de afetar o

comportamento dos agentes – sejam do Estado ou do mercado – como mecanismos regulatórios. Outra ressalva importante realizada pelos autores – ilustrada a partir da alegoria do “semáforo vermelho” ou do “semáforo verde” – aponta que embora a regulação seja muitas vezes lembrada por seu poder de restringir comportamentos e prevenir atividades indesejáveis (semáforo vermelho), há uma visão mais ampla que posiciona a regulação como facilitadora da consolidação de um determinado mercado (semáforo verde). Isto é expressivo por inverter a lógica do regulador como mero agente burocrático para torná-lo organizador de mercados e, assim, fomentador de determinado comportamento ou atividade econômica.

Os autores ressaltam que as estratégias regulatórias dependem do contexto em que são aplicadas e não só não precisam ser excludentes entre si, como é recomendado que não sejam. Reforçam, adicionalmente, o caráter dinâmico destas estratégias, que devem almejar seu aperfeiçoamento com o passar do tempo. (Baldwin *et al.*, 2012, p. 132). Estes pontos são relevantes por calcificarem uma conclusão iniciada ainda nas resenhas anteriores: a de que a atividade de regular é complexa e – como tal – dispensa receita padrão ou dogmatismos para sua aplicação prática. Requer, portanto, um constante processo de aperfeiçoamento.

É justamente neste ponto que os autores se propõem a esmiuçar as etapas necessárias à formulação, execução, avaliação e aprimoramento de dada política regulatória. Em inglês, eles intitulam este processo de “*D.R.E.A.M. Framework*” (abreviação composta das primeiras letras dos termos que sugerem o passo-a-passo: *Detecting – Responding – Enforcement – Assessment – Modifying*). Simplificadamente, o DREAM Framework se trata de um ciclo composto de (1) detecção do comportamento indesejado (ou do problema regulatório); (2) do desenvolvimento de instrumento regulatório para lidar com o comportamento indesejado; (3) da aplicação do aludido instrumento regulatório desenhado; (4) da avaliação de impacto dos resultados do instrumento regulatório proposto e (5) da eventual necessidade de ajuste do instrumento regulatório a partir da avaliação realizada. Na esteira deste debate, aliás, é conveniente pontuar que embora estas etapas muitas vezes sejam negligenciadas não apenas na formulação de instrumentos regulatórios, como também no desenho de políticas públicas, o cumprimento integral de cada uma delas é crucial para trazer uma característica relevante às ações do governo: legitimidade. (Baldwin *et al.*, 2012, p. 258). Esta dinâmica de definições é interessante por sugerir que o exercício da regulação pode ultrapassar não apenas processos e normas, mas também pode sobrepujar os limites da influência estatal, se tornando um instrumento de mercado. É o caso de eventual MCC.

A leitura de Baldwin, Cave e Lodge, aliás, responde questões mais básicas concernentes à atividade de regulação. A primeira delas – “por que regular?” – expande as fronteiras tradicionais do papel da regulação como mero mecanismo estatal de correção de falhas de mercado (entre as quais os autores citam monopólios naturais, lucros excedentes, externalidades, assimetrias de informação, qualidade de prestação de serviço, práticas anticoncorrenciais, bens públicos e risco moral, poder de negociação desigual e escassez e racionamento) para posicioná-la como instrumento de proteção dos direitos humanos e de promoção solidariedade social. Se por um lado esta visão possa soar polêmica por indicar certo “ativismo regulatório” ou por permitir indagações quanto aos limites da ação do regulador, por outro ela encontra respaldo na premissa de que os reguladores sempre agem almejando determinado objetivo, e não apenas como simples corretores das distorções de mercado. (Baldwin *et al.*, 2012, p. 22).

A segunda pergunta – “o que é boa regulação?” – é respondida a partir da ênfase de que o grau de qualificação de uma regulação varia de acordo com as premissas tidas como relevantes nesta avaliação. Neste caso, os autores desfazem a dicotomia entre a regulação que maximiza a riqueza (tida muitas vezes como a mais eficiente por economistas) e a regulação que age em favor do interesse público. Por considerarem que as melhores práticas regulatórias se dão no equilíbrio destes extremos, Baldwin, Cave e Lodge elencam cinco testes para a boa regulação: (i) se a ação regulatória é respaldada pela esfera legal; (ii) se a ação regulatória pode ser avaliada em esquema apropriado de *accountability* (práticas de prestação de contas por parte dos formuladores de política pública); (iii) se os procedimentos regulatórios são justos, acessíveis e transparentes; (iv) se o regulador possui experiência suficiente para regular e (v) se a ação regulatória é suficiente para atingir o fim para o qual foi desenhada. Também alertam para os desafios de se mensurar a “boa regulação” somente pela dicotomia “maximização da riqueza versus maximização do bem-estar”. Isso é fundamental para compreender que toda análise de impacto regulatório partirá de alguma premissa envolvendo o papel do regulador, cujo ideal parece residir no equilíbrio entre o lucro dos agentes econômicos e o retorno à sociedade civil.

Ora, se é difícil determinar o que seria “boa regulação”, é conveniente imaginar que será difícil definir o que seria “má regulação” (ou, em outros termos, a falha regulatória). Para discutir sobre o tema, os autores dividem a falha regulatória em dois níveis, o retórico e o analítico. O nível retórico sugere três estratégias comumente utilizadas para contestar normas: a futilidade (quando uma medida regulatória é inábil em promover a mudança desejada), o risco (quando os ganhos de determinada medida regulatória arriscam ganhos mais amplos já trazidos por outras medidas regulatórias) e – finalmente – a perversidade (quando uma medida regulatória incorre no oposto dos resultados inicialmente pretendidos). O nível analítico, por sua vez,

se trata da limitação da racionalidade dos indivíduos para tomada de decisão dada a multiplicidade de cenários e efeitos para uma determinada política regulatória. Na prática, os autores reforçam tanto que o regulador está constantemente suscetível a erros, quanto que a regulação está cotidianamente exposta às suas próprias limitações. Esta noção é importante para continuidade do aperfeiçoamento regulatório, pautado sobretudo na aceitação de que dificilmente existem remédios únicos para um mesmo problema.

Feita esta contextualização teórica, torna-se relevante acordar quais são os princípios e práticas basilares para o desenho bem-sucedido desta política pública. Eles constam no **Quadro 1**, elaborado a partir da literatura consultada nas referências bibliográficas deste trabalho.

Quadro 1 — Princípios e Práticas para Mercado de Carbono Compulsório (MCC) genérico

Princípio	Práticas
Credibilidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboração de diretrizes alinhadas ao propósito inegociável de reduzir emissões de GEEs e integradas aos compromissos nacionais e internacionais assumidos para cumprimento das NDCs; ▪ Estruturação legal e infralegal robusta, precedida de amplo processo de participação pública, que observe a curva de aprendizagem internacional, mas reconheça as idiossincrasias nacionais; ▪ Designação de autoridade governamental competente para gestão do MCC, munida de estrutura organizacional sólida e de corpo técnico qualificado e multidisciplinar; ▪ Promoção da transparência e da acessibilidade das informações e dos dados do MCC, facilitando o acompanhamento e a verificação da sociedade civil.
Universalidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliação da inclusão de todas as atividades econômicas emissoras de GEEs no MCC, refulando exceções, ponderando o grau de contribuição de cada setor com base na realidade local e considerando as especificidades de cada segmento para evitar desequilíbrios socioeconômicos. Mercados mais abrangentes, via de regra, reduzem lacunas legais e infralegais que favorecem o comportamento oportunista por parte de alguns agentes.
Previsibilidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Convenção de faseamento para o MCC, o que também abarca “Fase Piloto”, permitindo expansão consistente e gradual da política pública; ▪ Viabilização de período de transição após aprovação do MCC, proporcionando melhor planejamento e gestão de risco por parte dos agentes econômicos; ▪ Determinação de regras e métricas claras e objetivas de curto, médio e longo prazo para o MCC, o que inclui instauração de fator linear de redução de permissões (ou análogo).
Efetividade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acepção prévia de penalidades aos agentes econômicos inadimplentes, o que pode englobar advertência, multa, divulgação das pessoas jurídicas detratadoras e suspensão (temporária ou definitiva) das operações no país; ▪ Vinculação das receitas obtidas com a venda de permissões, seja para fomento de políticas públicas de caráter socioambiental, seja para o financiamento de fundos de pesquisa e inovação de tecnologias de descarbonização; ▪ Indicação de prazo de validade para as licenças de emissão, estimulando os agentes econômicos a acelerarem o processo de descarbonização e evitando acúmulo de permissões por parte de empresas com maior capital; ▪ Atribuição gratuita de uma parcela das licenças de emissão para agentes econômicos expostos à inviabilização de suas atividades, como pequenos negócios ou setores estratégicos; ▪ Sensibilização com o impacto socioeconômico gerado pelo MCC, atentando para as consequências de sua aplicação em regiões carentes de investimento ou setores incipientes. ▪ Padronização de documentos e obrigações em favor da simplificação e da eficiência.

Princípio	Práticas
Responsividade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construção de ferramentas de resposta ao fenômeno de “fuga de carbono”, isto é, o comportamento dos agentes que – sujeitos a sobrecustos do MCC – transferem sua produção para o exterior; ▪ Ordenação de mecanismos de estabilização de mercado, sobretudo para os preços das licenças de emissão (e.g., a criação de fundo de reserva de estabilidade, transferindo permissões do mercado para a reserva quando há licenças em sobra e devolvendo-as ao mercado quando há escassez); ▪ Previsão de espaços periódicos de avaliação de impacto da política pública, sem prejuízo a eventuais correções de rumo, se necessárias.
Fungibilidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidade de conciliação do MCC com mercados voluntários e compulsórios existentes; ▪ Cooperação internacional para que MCCs não sejam canibalizados por flexibilizações paralelas em outras nações (“<i>offshoring</i>”).

Fonte: elaboração própria.

Direto ao ponto, é preferível que a criação se dê via aprovação de lei, uma vez que ela é resultado da discussão do Poder Executivo e do Poder Legislativo e, como tal, possui maior força normativa (em detrimento de um decreto, que se dá tão somente via ação do Poder Executivo). É intuitivo imaginar que quanto maior a força normativa empregada na aprovação de uma política pública, maior será a expectativa por estabilidade para as partes envolvidas, e, conseqüentemente, maior será a segurança jurídica da iniciativa.

É verdade que o objetivo geral de um mercado de carbono é promover a compensação ambiental dos agentes econômicos. Por isso, sua gênese pode suscitar reações adversas em parte dos investidores, que naturalmente temem que as regras atrofiem demasiadamente o lucro resultante de suas atividades.

Nessa conjuntura, a criação deste tipo de iniciativa deve estar idealmente associada à uma sinalização de **Credibilidade** ao mercado, fator diretamente ligado, por sua vez, (i) à elaboração de diretrizes alinhadas ao propósito inegociável de reduzir emissões de GEEs e integradas aos compromissos nacionais e internacionais assumidos para cumprimento da NDCs; (ii) à robusta estruturação legal e infralegal, precedida de amplo processo de participação pública, que observe a curva de aprendizagem internacional, mas reconheça as idiossincrasias nacionais; (iii) à designação de autoridade governamental competente para gestão do MCC, munida de estrutura organizacional sólida e de corpo técnico qualificado e multidisciplinar; e (iv) à promoção da transparência e da acessibilidade das informações e dos dados do MCC, facilitando o acompanhamento e a verificação da sociedade civil.

O princípio da **Universalidade**, por seu turno, condiz com o empenho de abranger o maior contingente possível de atividades econômicas emissoras de GEEs no MCC. É natural

imaginar que haverá mobilizações com o objetivo de retirar setor ou outro do mercado, e algumas dessas mobilizações pode ser acompanhada de argumentos que, de fato, justifiquem a excepcionalidade. Será papel do formulador de políticas públicas, portanto, ponderar o grau de contribuição de cada setor para o MCC, considerando as especificidades de todo e qualquer segmento com vistas a evitar desequilíbrios socioeconômicos. O pano de fundo dessas decisões, todavia, deve ser guiado pelo propósito de abarcar a maior quantidade possível de atividades reguladas, já que quanto maior for a gama de agentes incluídos no mercado, maior será o leque de opções de gestão das emissões por parte da autoridade governamental e menor será o espaço para comportamentos oportunistas por parte dos agentes econômicos.

Continuadamente, talvez um dos mais importantes princípios para a implantação de um MCC seja a **Previsibilidade**. Com ela, a autoridade governamental provê aos agentes regulados a capacidade de antecipar os eventos com base nas informações disponíveis, proporcionando melhor planejamento e gestão de risco por parte dos agentes econômicos e reduzindo incertezas. Práticas indicadas para conferir previsibilidade ao mercado são inúmeras, a saber: (i) convenção de faseamento para o MCC, o que também abarca “Fase Piloto”, permitindo expansão consistente e gradual da política pública; (ii) viabilização de período de transição após aprovação do MCC; e (iii) determinação de regras e métricas claras e objetivas de curto, médio e longo prazo, o que inclui instauração de fator linear de redução de permissões (ou análogo).

O princípio da **Efetividade** concerne à capacidade do MCC de produzir o efeito desejado, isto é, a redução das emissões. Este princípio conversa tanto com a necessidade de embasamento técnico para as regras que compõem o mercado, tanto com a previsão de mecanismos de coerção aos agentes inadimplentes. As regras do MCC devem ser pautadas pela razoabilidade (para que o nível de emissões definido não inviabilize completamente a atividade econômica) e pela proporcionalidade (para que cada segmento econômico contribua de acordo com o impacto de sua pegada de carbono). A determinação de penalidades em caso de descumprimento, por sua vez, precisa ser calibrada de maneira a incentivar os agentes de mercado a cumprirem o teto de emissões em detrimento de acatarem a sanção.

As práticas associadas a este princípio, entre outras, são as seguintes: (i) aceção prévia de penalidades aos agentes econômicos inadimplentes, o que pode englobar advertência, multa, divulgação das pessoas jurídicas detratadoras e suspensão (temporária ou definitiva) das operações no país; (ii) vinculação das receitas obtidas com a venda de permissões, seja para fomento de políticas públicas de caráter socioambiental, seja para o financiamento de fundos de pesquisa e inovação de tecnologias de descarbonização; (iii) indicação de prazo de validade para as li-

cenças de emissão, estimulando os agentes econômicos a acelerarem o processo de descarbonização e evitando acúmulo de permissões por parte de empresas com maior capital; (iv) atribuição gratuita de uma parcela das licenças de emissão para agentes econômicos expostos à inviabilização de suas atividades, como pequenos negócios ou setores estratégicos; e (v) sensibilização com o impacto socioeconômico gerado pelo MCC, atentando para as consequências de sua aplicação em regiões carentes de investimento ou setores incipientes.

A **Responsividade** é a qualidade do MCC em reagir rapidamente a uma situação ou estímulo que possa comprometer ou acelerar seus objetivos. A curva de aprendizagem sobre o EU ETS indica que as seguintes práticas devem ser consideradas: (i) construção de ferramentas de resposta ao fenômeno de “fuga de carbono”, isto é, o comportamento dos agentes que – sujeitos a sobrecustos do MCC – transferem sua produção para o exterior; (ii) ordenação de mecanismos de estabilização de mercado, sobretudo para os preços das licenças de emissão (e.g., a criação de fundo de reserva de estabilidade, transferindo permissões do mercado para a reserva quando há licenças em sobra e devolvendo-as ao mercado quando há escassez); e (iii) previsão de espaços periódicos de avaliação de impacto da política pública, sem prejuízo a eventuais correções de rumo, se necessárias.

O último princípio, nomeadamente **Fungibilidade**, diz respeito à capacidade de conciliação do MCC com mercados voluntários e compulsórios existentes, ou seja, sobre a constituição de ferramentas de intercâmbio entre as iniciativas que, na prática, comungam o objetivo de redução de emissões. Outro ponto relacionado a este princípio é a cooperação internacional para que MCCs não sejam canibalizados por flexibilizações paralelas em outras nações (efeito similar ao “*offshoring*”, quando um outro país oferece vantagens competitivas a agentes econômicos para abocanhar operações, processos ou negócios).

2.3 EU ETS COMO EXEMPLO DE PRÁTICA INTERNACIONAL

Há 36 MCCs implementados no mundo, que juntos representam 17,64% das emissões globais de GEEs (The World Bank, 2023). Entre eles, o mercado pioneiro e melhor desenvolvido é o regime comunitário de licenças de emissão da União Europeia (UE), o ***European Union Emissions Trading System (EU ETS)***. Por conta disso, os próximos parágrafos se aterão a detalhar o funcionamento do EU ETS, utilizando-o como exemplo prático de MCC.

Doutrinado inicialmente pela Diretiva nº 2003/87/CE, o EU ETS estreou em 2005 e se consolidou como o um relevante e maduro caso de sucesso quando comparado aos demais MCCs, motivo pelo qual se torna pertinente aprofundar a análise sobre sua origem, seu funcionamento e seus impactos. É sobre o que discorrem os parágrafos seguintes.

Em verdade, o EU ETS começa a nascer em março de 2000, como um dos frutos do próprio Protocolo de Quioto e a partir da publicação de um Livro Verde⁶⁸ sobre a transação de direitos de emissão de gases com efeito de estufa na UE (Comissão das Comunidades Europeias, 2000). Os Livros Verdes são documentos de discussão publicados pela UE, sobre os mais variados temas, com a finalidade de promover um processo de consulta e debate entre a organização política e outras entidades; até por isso, por estimularem amplo processo de participação social, eles funcionam, muitas vezes, como ponto de partida para o desenvolvimento de políticas públicas no continente. Por meio dele, indagações foram postas a público, como quais setores seriam abrangidos pelo MCC, qual seria o grau de abrangência (comunitário ou coordenado) ou qual seriam os termos de adesão ao sistema (modelo *opt-in* ou modelo *opt-out*).

Um outro ponto interessante é que o Anexo 1 deste mesmo Livro Verde expôs estatísticas empíricas indicando que quanto maior fosse a adesão de partes e segmentos no MCC, maior seria a redução de custo do cumprimento do Protocolo de Quioto no continente. Os estudos feitos pelo relatório concluíram que o comércio comunitário de emissões entre setores com elevada intensidade energética reduziria os custos do cumprimento do Protocolo (de € 9 bilhões para € 6,9 bilhões); e que a transação dos direitos de emissão entre todos os setores da UE mitigaria ainda mais os custos do cumprimento do Protocolo (de € 9 bilhões para € 6 bilhões).

Em junho daquele mesmo ano, a UE lança o Programa Europeu para as Alterações Climáticas (PEAC)⁶⁹, uma ação governamental com objetivo de identificar e avaliar as políticas e medidas mais eficazes (considerando as reduções ambientais e seus respectivos custos) para reduzir as emissões de GEEs e atingir as metas ora estipuladas no Protocolo de Quioto. O PEAC acabou dividido em duas fases: a primeira (I PEAC), transcorrida entre 2000 e 2004, e a segunda (II PEAC), em vigor desde 2005. É justamente no desenrolar das discussões do supramencionado Livro Verde e no âmbito do I PEAC que é aprovada a Diretiva nº 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho Europeu, deliberação que criou o EU ETS no continente.

Preliminarmente, convém antecipar que o EU ETS é dividido em quatro fases. A Fase I, considerada uma fase de teste e adaptação, ou “fase piloto” (2005-2007); a Fase II (2008-2012), pensada para coincidir com o prazo máximo estabelecido pelo Protocolo de Quioto para

⁶⁸ Internacionalmente denominado *Green Paper*.

⁶⁹ Internacionalmente denominado *European Climate Change Programme (ECCP)*.

redução de emissões em 8% em relação aos níveis de 1990; a Fase III (2013-2020) – mais restritiva e encerrada em 2020 para adequação do EU ETS às metas climáticas europeias – e a Fase IV (2021-2030), atualmente vigente. As Diretivas que detalham as mudanças normativas de cada Fase serão posteriormente abordadas por este trabalho.

A primeira delas é a Diretiva nº 2003/87/CE, de 13 de outubro de 2003 (European Union, 2003), que instituiu um **regime comunitário** de comércio de licenças (permissões) de emissão de GEEs, vigente a partir de 1º de janeiro de 2005 e obrigatoriamente aplicável aos setores indicados no Anexo I da Diretiva (à época, composto por atividades no setor de energia, produção e transformação de metais ferrosos, indústria mineral e outras atividades, que incluem sobretudo aquelas relacionadas à celulose). Outros setores poderiam aderir voluntariamente ao EU ETS após 2008.

O documento considerava GEEs o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), os hidrofluorcarbonetos (HFC), os perfluorcarbonetos (PFC) e o hexafluoreto de enxofre (SF₆). A partir da Fase III, a redação foi alterada para considerar também outros constituintes gasosos da atmosfera, tanto naturais como antropogênicos, que absorvam e reemitem radiação infravermelha.

Era determinado, adicionalmente, o conceito de **licença de emissão** como “*a licença de emitir uma tonelada de equivalente dióxido de carbono durante um determinado período, que só é válido para efeitos do cumprimento da presente Diretiva e que é transferível em conformidade com as suas disposições*”. Na prática, as ditas licenças de emissão – individualmente intituladas como “*European Union Allowances*” (EUAs) – são solicitadas à autoridade competente pelos próprios operadores, que devem listar suas instalações, a tecnologia desempenhada, as matérias-primas utilizadas, as fontes de emissão do empreendimento e as medidas de monitoramento e comunicação das emissões ao regulador. Com essas informações, a autoridade competente emite uma licença de emissão (ou título de emissão) contendo nome e endereço do operador, a descrição das atividades e emissões da instalação, os requisitos acordados para monitoramento das emissões (incluindo metodologia e periodicidade), a definição das regras de comunicação de informações e, sobretudo, a obrigação de devolver licenças de emissão equivalentes ao total das emissões da instalação em cada ano civil. Estes títulos podem, naturalmente, serem atualizados em caso de mudanças de empreendimento.

Até a Fase II do EU ETS, a validade das EUAs expedidas pelos países correspondia diretamente à duração das fases do MCC europeu. A partir da Fase III, as licenças de emissão possuem 8 anos de validade.

A Diretiva prezava que cada Estado-Membro da UE deveria elaborar um **Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão**⁷⁰ (PNALE) estabelecendo tanto a quantidade total de licenças que almeja emitir em cada uma das Fases do EU ETS, como de que modo pretendia fazê-lo. A quantidade de licenças a ser emitida prevista no PNALE deveria ser realista e compatível com o compromisso de redução de emissões do Estado-Membro no Protocolo de Quioto. A ideia era que, a partir dele, os agentes econômicos abrangidos pelos segmentos regulados a partir do MCC se adaptem de maneira a cumprirem o teto de emissões estabelecido pelo país. É importante frisar que a partir da Fase III do EU ETS o PNALE foi substituído por um **regime comunitário de atribuição de licenças de emissão** (“sistema harmonizado”), concentrando na União Europeia uma função antes pulverizada pelos Estados-Membros.

Cada Estado membro do EU ETS deve desenvolver um National Allocation Plan (NAP), estabelecendo a quantidade de licenças de emissão de GEE (GHG emission allowances - EUAs), a serem distribuídas pelos Governos para os diversos setores industriais. Cabe a cada empresa ajustar suas emissões para cumprir a cota estabelecida, e caso exceder esse limite, pode comprar licenças, e se estiver abaixo, é possível vendê-las. (Godoy & Saes, 2015, p. 146)

A Diretiva nº 2003/87/CE também previu **sanções** em caso de infrações ao EU ETS. Apesar do documento conceder aos países alguma discricionariedade para os tipos de penalidade em caso de descumprimento do sistema, ele já apresenta um pacote básico de medidas: (i) a divulgação dos nomes dos operadores que não devolvam licenças de emissão suficientes; e (ii) a multa por emissão excedentária (€ 40 por tonelada de dióxido de carbono equivalente na Fase I e € 100 por tonelada de dióxido de carbono equivalente a partir da Fase II). É essencial informar que o pagamento da multa por emissões excedentárias não exime o infrator da posterior apresentação de quantidade de licenças de emissão a elas equivalente. A evolução das diretivas também carrega possibilidade de correção monetária das multas e até mesmo proibição de operação para alguns setores econômicos.

A Diretiva nº 2003/87/CE define, em adicional, que os Estados-Membros designem uma ou mais **autoridades competentes** para gerir o EU ETS. Mais precisamente, portanto, este MCC é supervisionado pela Comissão Europeia, que indica um **administrador central**, com apoio de autoridades nacionais competentes indicadas por cada país.

O documento exige que seja provido um registro de dados capaz de assegurar uma contabilidade exata da concessão, detenção, transferência e anulação das licenças de emissão. A

⁷⁰ Internacionalmente denominado *National Allocation Plan (NAP)*.

Diretiva preceitua, ademais, que cada país envie à Comissão Europeia, anualmente, um relatório sobre a aplicação do EU ETS, e incentiva o intercâmbio de informações entre as aludidas autoridades competentes. O texto apraza, além disso, que sejam celebrados acordos com países enumerados no Anexo B do Protocolo de Quioto (grosso modo, as economias ditas “desenvolvidas”) para reconhecimento mútuo das licenças de emissão entre o regime comunitário e outros regimes de comércio de emissões. Nesse ponto, o texto se refere à fungibilidade das licenças do EU ETS com os créditos de carbono relativos ao MDL, mas não esmiúça os critérios para equiparação destes títulos de emissão.

A fim de atingir os objetivos tanto de redução das emissões mundiais de gases de efeito de estufa como para melhorar a relação custo-benefício do regime comunitário, **é desejável e importante que haja uma articulação entre os mecanismos baseados em projetos, incluindo a Implementação Conjunta (IC) e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), e o regime comunitário, de maneira que os créditos de emissões provenientes dos referidos mecanismos devem ser reconhecidos para utilização no regime comunitário** de acordo com disposições aprovadas pelo Parlamento Europeu e o Conselho sob proposta da Comissão, que deverão aplicar-se em paralelo com o regime comunitário a partir de 2005. O recurso a estes mecanismos deverá complementar as ações nacionais, em conformidade com as disposições aplicáveis do Protocolo de Quioto e dos Acordos de Marraquexe. (Comissão Europeia, 2003, tradução e grifos nossos).

Tais critérios são detalhados em 27 de outubro de 2004, com a aprovação da Diretiva nº 2004/101/CE (European Union, 2004). Responsável pela primeira alteração relevante no texto original, ela integra os mecanismos de flexibilidade do Protocolo de Quioto ao EU ETS, permitindo que projetos de MDL e IC (e os respectivos títulos RCEs e UREs) sejam considerados dentro do mercado compulsório europeu. Isso significa que as empresas da UE podem financiar reduções de emissões em países fora da UE e usar essas reduções para cumprir seus próprios compromissos de redução sob o EU ETS. A redação também reforça a importância de evitar dupla contagem a partir do aproveitamento de RCEs e UREs para atender o EU ETS, assegurando que uma vez que um crédito seja usado no EU ETS, ele não possa ser contado novamente para cumprir os compromissos do Protocolo de Quioto.

Em 19 de novembro de 2008, outro importante ato normativo é publicado: a Diretiva nº 2008/101/CE (European Union, 2008). Mui resumidamente, o texto inclui as atividades de aviação (mais especificamente os voos com chegada ou partida em aeroporto situado em território de Estado-Membro da União Europeia) no EU ETS a partir de 1º de janeiro de 2012. Cabe lembrar que a inclusão do setor de aviação representou, à época, a abrangência de uma das atividades econômicas mais crescentes em termos de emissão na União Europeia.

Nesse sentido, cumpre ressaltar que as principais diferenças normativas entre a Fase I e a Fase II do EU ETS são as seguintes: (a) adesão de Romênia e Bulgária ao EU ETS; (b) inclusão do setor econômico “Aviação” a partir de 2012, ainda que com variadas exceções no segmento; (c) aumento do valor da penalidade por emissão excedentária (de €40 para €100 por tonelada de dióxido de carbono equivalente), podendo esta ser corrigida pela inflação; e (d) possibilidade de proibição de operação como penalidade para o setor de aviação.

A despeito da aprovação da Diretiva nº 2004/101/CE e da Diretiva nº 2008/101/CE, a publicação da Diretiva nº 2009/29/CE, de 23 de abril de 2009, foi o segundo principal marco normativo do EU ETS. Isso porque ele alterou profundamente a Diretiva nº 2003/87/CE para instituir a Fase III (2013-2020) do EU ETS, pensada para ser mais rigorosa que as anteriores.

Embora a experiência adquirida no primeiro período de comércio de licenças de emissão demonstre o potencial do regime comunitário e a finalização dos planos nacionais de atribuição para o segundo período de comércio de licenças de emissão permita obter reduções significativas das emissões até 2012, uma análise realizada em 2007 confirmou que **é imperativo um regime de comércio de licenças de emissão mais harmonizado, a fim de explorar melhor os benefícios do comércio de licenças de emissão, com vista a evitar distorções no mercado interno e facilitar a ligação dos regimes de comércio de licenças de emissão. Além disso, deverá assegurar-se maior previsibilidade e o âmbito do regime deverá ser alargado a novos sectores e gases, a fim de reforçar o preço sinal do carbono necessário para desencadear os investimentos necessários e proporcionar novas oportunidades de atenuação das emissões**, que levarão à redução dos custos gerais de atenuação e a uma maior eficiência do sistema. (Comissão Europeia, 2009, grifos nossos).

Como esperado, a Diretiva nº 2009/29/CE, de 23 de abril de 2009 (European Union, 2009), aperfeiçoou uma série de pontos do EU ETS, se consolidando como uma norma absolutamente transformadora do MCC europeu. As mais relevantes modificações trazidas pela supramencionada diretiva podem ser endereçadas nos itens a seguir: (a) adesão da Croácia ao EU ETS; (b) ampliação do escopo de GEEs para incluir qualquer gás que absorva e reemita radiação infravermelha; (c) modificação na exibição das atividades econômicas abrangidas pelo EU ETS, encerrando a exposição por grupos econômicos para enfatizar a disposição por atividades; (d) inclusão de diversas novas atividades econômicas abrangidas no EU ETS, sobretudo relacionadas à indústria mineral e à indústria química; (e) adição de captura/transporte/armazenamento de GEEs nas atividades econômicas abrangidas no EU ETS; (f) substituição do PNALE (alocação de licenças definida por cada Estado-Membro) por sistema harmonizado (alocação de licenças definida pela UE); (g) instituição dos leilões de permissões de emissão como método padrão de distribuição de licenças, estabelecendo inclusive regras norteadoras para sua realização (regras de distribuição de EUAs); (h) vinculação de ao menos 50% das receitas obtidas em leilões de licenças de emissão com investimentos em tecnologias de descarbonização;

(i) concepção de um fator linear de redução de expedição de licenças de emissão de 1,74% em comparação com a quantidade anual total média de licenças expedida na Fase II; (j) criação do programa “NER300” para financiar projetos de inovação em energia renovável (eólica, solar, oceânica e geotérmica) e captura e armazenamento de carbono; (k) apresentação de fórmula para cálculo de alocação gratuita das licenças de emissão, de modo que os setores ainda expostos a fuga de carbono recebam as permissões de emissão de forma 100% gratuita entre 2013 e 2020, o setor industrial receba as permissões de emissão de forma regressivamente gratuita entre 2013 e 2020 (de 80% em 2013 a 30% em 2020) e o setor elétrico não receba nenhuma permissão de emissão de forma gratuita; (l) determinação de validade de oito anos para licenças de emissão da Fase III; (m) vasto detalhamento da operação do EU ETS para o setor de aviação; (n) possibilidade de exclusão de pequenas instalações (aquelas com emissões inferiores a 25.000 toneladas de dióxido de carbono equivalente ou com potência térmica de combustão inferior a 35 MW) do EU ETS, mediante aprovação da autoridade competente; e (o) instituição de medidas em caso de flutuações excessivas dos preços, com a finalidade de estabilização das licenças de emissão (e.g., adiantamento de leilões de emissão e criação de reserva de estabilidade de mercado).

Todas as alterações trazidas pela diretiva indicam não apenas um enrijecimento da política pública em favor da descarbonização, como também um considerável aperfeiçoamento normativo do EU ETS. Importa notar a preocupação da UE com a mitigação da “fuga de carbono”, o fenômeno gerado pelo comportamento dos agentes que – sujeitos a sobrecustos gerados pelo EU ETS – transferem sua produção para fora do grupo econômico.

Em 14 de março de 2018 é publicada a Diretiva nº 2018/410/CE (European Union, 2018), que deu continuidade às mudanças no EU ETS para a vindoura e atual Fase IV (2021-2030) da iniciativa. Àquela altura, o Conselho Europeu já concluíra que um ETS “operacional e reformado, dotado de um instrumento de estabilização do mercado, será o principal instrumento europeu para atingir a meta de redução [de emissões]” ou, seria, ainda, “a pedra angular da política climática da União”. Não à toa, o ato normativo de 2018 traz visão ainda mais amadurecida deste MCC.

As principais transformações associadas à aprovação da Diretiva nº 2018/410/CE são as seguintes: (a) saída do Reino Unido do EU ETS; (b) inúmeras alterações pontuais de expressões ao longo do texto (e.g., “regime comunitário” torna-se “CELE”, “regime” torna-se “sistema”, “comunidade” torna-se “União”, entre outros); (c) alteração das regras de distribuição de EUAs; (d) expansão percentual do fator linear de redução de expedição de licenças de emissão, de 1,74% para 2,20%; (e) inclusão de prestação de apoio financeiro designado a aspectos sociais

(famílias de baixa renda) ao grupo vinculado ao uso de, no mínimo, 50% das receitas obtidas em leilões de licenças de emissão (antes tão somente dedicado a investimentos em tecnologias de descarbonização); (f) criação do “Fundo de Modernização” para financiar projetos de melhoria da eficiência energética e para modernização dos sistemas energéticos dos países mais pobres da UE (foco em fontes renováveis); (g) substituição do “NER300” pelo chamado “Fundo de Inovação”, iniciativa com escopo mais amplo e modelo de financiamento mais flexível para criação de fundo de apoio a tecnologias ambientalmente seguras que contribuam de forma substancial para atenuar as alterações climáticas; (h) atualização de fórmula para cálculo de alocação gratuita das licenças de emissão, contemplando critérios de definição de taxa de redução anual para EUAs desse gênero; e (i) determinação de validade de dez anos para licenças de emissão da Fase IV (a partir de 2021) e indefinição de validade para as licenças emitidas na Fase III (2013-2020), diferentemente do que fora definido pela Diretiva anterior.

Dois anos após o início da Fase IV do EU ETS, todavia, uma nova Diretiva é publicada pela UE. Trata-se da Diretiva nº 2023/959/CE, de 10 de maio de 2023, o último ato normativo relativo ao EU ETS publicado até a data do presente trabalho. Endossado pelo compromisso formal da UE de alcançar a neutralidade climática em toda a economia até 2050, com redução de pelo menos 55% das emissões em comparação com os níveis de 1990, o documento engendrou uma proposta de EU ETS ainda mais ambiciosa que as anteriores.

Entre as inovações trazidas pela supracitada Diretiva, cabe citar (a) inclusão de diversas novas atividades econômicas abrangidas no EU ETS, como (i) transporte marítimo (a partir de 2026), (ii) instalações de combustão com potência térmica nominal superior a 20 MW para incineração de resíduos sólidos urbanos (a partir de 2024) e (iii) produção de alumina; (b) mudanças pontuais nos critérios de abrangência de produção de ferro/aço, de produção de gesso/gipsita, de produção de negro de fumo e de produção de hidrogênio e de aviação civil; (c) previsão para inclusão do consumo de combustíveis utilizados nos setores de construção civil, transporte rodoviário e outros a partir de 2025, com tratamento diferenciado em relação ao restante do EU ETS; (d) expansão percentual do fator linear de redução de expedição de licenças de emissão, de 2,20% (entre 2021 e 2023) para 4,30% (entre 2024 e 2027) e 4,40% (a partir de 2028); (e) estabelecimento de dois marcos temporais para redução nominal de licenças de emissão: menos 90 milhões de EUAs em 2024 e menos 27 milhões em 2026; (f) indicação de medidas de atenuação para o setor de transporte marítimo: em 2024, a quantidade de EUAs expedidos para a atividade aumenta 78,4 milhões, e entre 2026 e 2027 aumenta o suficiente para cobrir outros GEEs gerados pelo segmento; (g) definição de fator linear diferido para setores de construção civil, transporte rodoviário e outros entrantes a partir de 2024: a quantidade

de licenças de emissão emitidas anualmente deve diminuir à taxa de 5,10% entre 2024 e 2027 e reduzir à taxa de 5,38% a partir de 2028, sem prejuízo a futuros reajustes; (h) fim da obrigatoriedade de aplicação de 50% das receitas provenientes com leilões de EUAs para cada Estado-Membro, contanto que elas sejam empregadas em desenvolvimento de tecnologias que contribuam para descarbonização (energias renováveis, evitação de desflorestamento, aumento do florestamento, sequestro de carbono, captura e armazenamento de CO₂, entre outras), em prestação de apoio financeiro designado a aspectos sociais (famílias de baixa renda e formação de mão de obra) ou em ação de mitigação de risco de fuga de carbono; (i) encorajamento de uso de receitas obtidas com leilões de EUAs para aumentar financiamento internacional de ação climática em países vulneráveis; (j) ampliação das receitas do Fundo de Modernização e do Fundo de Inovação; (k) vasto detalhamento da operação do EU ETS para o setor de transporte marítimo; (l) empoderamento da Autoridade Europeia de Mercados de Valores Mobiliários (ESMA, na sigla em inglês) para acompanhamento constante do EU ETS, de modo que a fiscalização ainda se mantém a cargo da Comissão Europeia; (m) aplicação de fator de redução à atribuição de licenças de emissão a título gratuito (“fator CBAM”) para atividades sujeitas à fuga de carbono; (n) protelação do prazo para devolução de licenças de emissão suficientes para cobrir as emissões referentes ao ano anterior, de 31 de março de cada ano para 30 de setembro de cada ano, para o setor de transporte marítimo e o setor de aviação; e (o) estipulação de 31 de julho de 2026 como data limite para apresentação de relatório sobre aspectos específicos do EU ETS, com vistas a eventual revisão da política pública.

A exaustiva análise das normas associadas ao EU ETS permite afirmar que o MCC europeu foi paulatinamente (e substancialmente) encorpado desde sua criação, indo da posição de um regime comunitário restrito a uma parcela dos setores econômicos europeus à posição de protagonista de uma relevante política climática global.

O **Quadro 2** a seguir consolida a evolução normativa do EU ETS, considerando, para cada fase de implementação, (1) a(s) norma(s) principal(is) norteadora(s); (2) a quantidade de participantes do mercado; (3) o modelo teórico balizador; (4) os gases de efeito estufa considerados; (5) as atividades econômicas abrangidas; (6) as obrigações do operador; (7) as penalidades previstas para operadores inadimplentes; (8) as regras de atribuição de EUAs para cada Estado-Membro; (9) os métodos de obtenção de EUAs primados; (10) os critérios de distribuição de EUAs entre os participantes; (11) o fator linear de redução de EUAs, quando aplicável; (12) a vinculação das receitas obtidas com EUAs, incluindo a criação de programas e fundos, quando aplicável. Ela se coloca, indubitavelmente, como importante contribuição deste trabalho para debater a proposta nacional de MCC no Brasil.

Quadro 2 — Resumo da evolução normativa do EU ETS

	Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
Norma(s) Principal(is)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diretiva nº 2003/87/CE (13/10/2003); ▪ Diretiva nº 2004/101/CE (27/10/2004); 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diretiva nº 2003/87/CE (13/10/2003); ▪ Diretiva nº 2008/101/CE (19/11/2008); 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diretiva nº 2009/29/CE (23/04/2009). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diretiva nº 2018/410/CE (14/03/2018); ▪ Diretiva nº 2023/959/CE (10/05/2023).
Participantes	25 Estados-Membros da UE.	27 Estados-Membros da UE.	28 Estados-Membros da UE.	27 Estados-Membros da UE.
Modelo	<i>Cap-and-trade</i> (sistema de permissões).	<i>Cap-and-trade</i> (sistema de permissões).	<i>Cap-and-trade</i> (sistema de permissões).	<i>Cap-and-trade</i> (sistema de permissões).
GEEs	Dióxido de carbono (CO ₂); Metano (CH ₄); Óxido Nitroso (N ₂ O); Hidrofluorcarbonetos (HFC); Perfluorocarbonetos (PFC); Hexafluoreto de enxofre (SF ₆).	Dióxido de carbono (CO ₂); Metano (CH ₄); Óxido Nitroso (N ₂ O); Hidrofluorcarbonetos (HFC); Perfluorocarbonetos (PFC); Hexafluoreto de enxofre (SF ₆).	Dióxido de carbono (CO ₂); Metano (CH ₄); Óxido Nitroso (N ₂ O); Hidrofluorcarbonetos (HFC); Perfluorocarbonetos (PFC); Hexafluoreto de enxofre (SF ₆) e outros constituintes gasosos da atmosfera, tanto naturais como antropogênicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha.	Dióxido de carbono (CO ₂); Metano (CH ₄); Óxido Nitroso (N ₂ O); Hidrofluorcarbonetos (HFC); Perfluorocarbonetos (PFC); Hexafluoreto de enxofre (SF ₆) e outros constituintes gasosos da atmosfera, tanto naturais como antropogênicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha.
Atividades econômicas abrangidas	<u>Atividades no setor de energia</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ instalações de combustão com pot. térmica nominal superior a 20 MW (com exceção daquelas para resíduos perigosos ou resíduos sólidos urbanos); ▪ refinarias de óleos minerais; ▪ fornos de coque. <u>Produção e transformação de metais ferrosos</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ instalações de ustulação ou sinterização de minério metálico (incluindo sulfuretos); ▪ instalações para prod. de gusa/aço (fusão primária/secundária) com capacidade superior a 2,5 t/hora. <u>Indústria mineral</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ instalações de prod. de clínquer 	<u>Atividades no setor de energia</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ instalações de combustão com pot. térmica nominal superior a 20 MW (com exceção daquelas para resíduos perigosos ou resíduos sólidos urbanos); ▪ refinarias de óleos minerais; ▪ fornos de coque. <u>Produção e transformação de metais ferrosos</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ instalações de ustulação ou sinterização de minério metálico (incluindo sulfuretos); ▪ instalações para prod. de gusa/aço (fusão primária/secundária) com capacidade superior a 2,5 t/hora. <u>Indústria mineral</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ instalações de prod. de clínquer 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalações de combustão com pot. térmica nominal superior a 20 MW (com exceção daquelas para resíduos perigosos ou resíduos sólidos urbanos); ▪ Refinarias de óleos minerais; ▪ Fornos de coque; ▪ Instalações de ustulação ou sinterização de minério metálico (incluindo sulfuretos); ▪ Instalações para prod. de gusa/aço (fusão primária/secundária) com capacidade superior a 2,5 t/hora; ▪ Prod. ou transformação de metais ferrosos (incluindo ligas de ferro) em un. de combustão cuja pot. térmica nominal total seja superior a 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalações de combustão com pot. térmica nominal superior a 20 MW (com exceção daquelas para resíduos perigosos); ▪ Refinarias de petróleo em un. de combustão cuja pot. térmica nominal total seja superior a 20 MW; ▪ Fornos de coque; ▪ Instalações de ustulação ou sinterização de minério metálico (incluindo sulfuretos); ▪ Prod. de ferro ou aço (fusão primária/secundária) com capacidade superior a 2,5 t/hora; ▪ Prod. ou transformação de metais ferrosos (incluindo ligas de ferro) em un. de combustão cuja pot. térmica nominal total seja superior a

Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
<p>em fornos rotativos com capacidade de prod. superior a 500 t/dia ou de cal em fornos rotativos com capacidade de prod. superior a 50 t/dia;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ instalações de prod. de vidro, incluindo fibra de vidro, com capacidade de fusão superior a 20 t/dia; ▪ instalações de fabricação de produtos cerâmicos por cozedura, nomeadamente telhas, tijolos, tijolos refractários, ladrilhos, produtos de grés ou porcelanas, com capacidade de prod. superior a 75 t/dia e/ou uma capacidade de forno superior a 4 m³ e uma densidade de carga enforada por forno superior a 300 kg/m³. <p><u>Outras atividades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ instalações industriais de fabricação de pasta de papel a partir de madeira ou de outras substâncias fibrosas; ▪ instalações industriais de fabricação de papel e cartão com capacidade de prod. superior a 20 t/dia. 	<p>em fornos rotativos com capacidade de prod. superior a 500 t/dia ou de cal em fornos rotativos com capacidade de prod. superior a 50 t/dia;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ instalações de prod. de vidro, incluindo fibra de vidro, com capacidade de fusão superior a 20 t/dia; ▪ instalações de fabricação de produtos cerâmicos por cozedura, nomeadamente telhas, tijolos, tijolos refractários, ladrilhos, produtos de grés ou porcelanas, com capacidade de prod. superior a 75 t/dia e/ou uma capacidade de forno superior a 4 m³ e uma densidade de carga enforada por forno superior a 300 kg/m³. <p><u>Outras atividades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ instalações industriais de fabricação de pasta de papel a partir de madeira ou outras substâncias fibrosas; ▪ instalações industriais de fabricação de papel e cartão com capacidade de prod. superior a 20 t/dia. <p><u>Aviação (a partir de 2012)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ voos com chegada ou partida em aeroporto situado em território de Estado-Membro. 	<p>20 MW (inclui laminadores, reaquadadores, fornos de recozimento, ferrarias, fundições, un. de revestimento/decapagem);</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prod. de alumínio primário; ▪ Prod. de alumínio secundário em un. de combustão cuja pot. térmica nominal total seja superior a 20 MW; ▪ Prod. ou transformação de metais não ferrosos (incluindo prod. de ligas, refinação, moldagem em fundição) em un. de combustão cuja pot. térmica nominal total seja superior a 20 MW; ▪ Instalações de prod. de clínquer em fornos rotativos com capacidade de prod. superior a 500 t/dia ou noutros tipos de fornos com capacidade de prod. superior a 50 t/dia; ▪ Instalações de prod. de cal ou calcinação de dolomite e magnesite em fornos rotativos ou noutros tipos de fornos com capacidade de prod. superior a 50 t/dia; ▪ Prod. de vidro, incluindo fibras de vidro, com capacidade de fusão superior a 20 t/dia; ▪ Fabricação de produtos cerâmicos por cozedura, nomeadamente telhas, tijolos, tijolos refractários, ladrilhos, produtos de grés ou porcelanas, com capacidade de prod. superior a 75 t/dia; ▪ Fabricação de material isolante de lâ mineral utilizando vidro, rocha ou escória com capacidade de fusão superior a 20 t/dia; 	<p>20 MW (inclui laminadores, reaquadadores, fornos de recozimento, ferrarias, fundições, un. de revestimento/decapagem);</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prod. de alumínio primário ou alumina; ▪ Prod. de alumínio secundário em un. de combustão cuja pot. térmica nominal total seja superior a 20 MW; ▪ Prod. ou transformação de metais não ferrosos (incluindo prod. de ligas, refinação, moldagem em fundição) em un. de combustão cuja pot. térmica nominal total seja superior a 20 MW; ▪ Instalações de prod. de clínquer em fornos rotativos com capacidade de prod. superior a 500 t/dia ou noutros tipos de fornos com capacidade de prod. superior a 50 t/dia; ▪ Instalações de prod. de cal ou calcinação de dolomite e magnesite em fornos rotativos ou noutros tipos de fornos com capacidade de prod. superior a 50 t/dia; ▪ Prod. de vidro, incluindo fibras de vidro, com capacidade de fusão superior a 20 t/dia; ▪ Fabricação de produtos cerâmicos por cozedura, nomeadamente telhas, tijolos, tijolos refractários, ladrilhos, produtos de grés ou porcelanas, com capacidade de prod. superior a 75 t/dia; ▪ Fabricação de material isolante de lâ mineral utilizando vidro, rocha

Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secagem ou calcinação de gipsita ou prod. de placas de gesso/ produtos de gipsita, em un. de combustão cuja pot. térmica nominal total seja superior a 20 MW; ▪ Fabricação de pasta de papel a partir de madeira ou de outras substâncias fibrosas; ▪ Fabricação de papel ou cartão com capacidade de prod. superior a 20 t/dia; ▪ Prod. de negro de fumo com carbonização de substâncias orgânicas (resíduos de óleo, alcatrões, craqueamento/craker e destilação), em un. de combustão cuja pot. térmica nominal total seja superior a 20 MW; ▪ Prod. de ácido nítrico; ▪ Prod. de ácido adípico; ▪ Prod. de glioxal e ácido glioxílico; ▪ Prod. de amoníaco; ▪ Prod. de produtos químicos orgânicos a granel por craqueamento, reformação, oxidação parcial/completa, com capacidade de prod. superior a 100 t/dia; ▪ Prod. de hidrogénio (H₂) e gás de síntese por reformação/oxidação parcial com capacidade de prod. superior a 25 t/dia; ▪ Prod. de carbonato de sódio anidro (Na₂CO₃) e bicarbonato de sódio (NaHCO₃); ▪ Captura de GEEs para fins de transporte e armazenamento geológico; ▪ Transporte de GEEs por condutas para armazenamento geológico; 	<ul style="list-style-type: none"> ou escória com capacidade de fusão superior a 20 t/dia; ▪ Secagem ou calcinação de gipsita ou prod. de placas de gesso/ produtos de gipsita, com capacidade de prod. de gesso calcinado ou gesso secundário seco superior a 20 t/dia; ▪ Fabricação de pasta de papel a partir de madeira ou de outras substâncias fibrosas; ▪ Fabricação de papel ou cartão com capacidade de prod. superior a 20 t/dia; ▪ Prod. de negro de fumo com carbonização de substâncias orgânicas (resíduos de óleo, alcatrões, craqueamento/craker e destilação) com capacidade de prod. superior a 50 t/dia; ▪ Prod. de ácido nítrico; ▪ Prod. de ácido adípico; ▪ Prod. de glioxal e ácido glioxílico; ▪ Prod. de amoníaco; ▪ Prod. de produtos químicos orgânicos a granel por craqueamento, reformação, oxidação parcial/completa, com capacidade de prod. superior a 100 t/dia; ▪ Prod. de hidrogénio (H₂) e gás de síntese com capacidade de prod. superior a 5 t/dia; ▪ Prod. de carbonato de sódio anidro (Na₂CO₃) e bicarbonato de sódio (NaHCO₃); ▪ Captura de GEEs para fins de transporte e armazenamento geológico;

	Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Armazenamento geológico de GEEs; ▪ Voos com chegada ou partida em aeroporto situado em território de Estado-Membro. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte de GEEs por condutas para armazenamento geológico; ▪ Armazenamento geológico de GEEs; ▪ Voos com chegada ou partida em aeroporto situado em território de Estado-Membro; ▪ Transporte marítimo; ▪ Consumo de combustíveis dos setores de construção civil, transporte rodoviário e outros a partir de 2025.
Obrigações do operador	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Até 31 de março de cada ano: apresentar relatório de emissões referente ao ano anterior; ▪ Até 30 de abril de cada ano: devolver licenças de emissão suficientes para cobrir as emissões referentes ao ano anterior. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Até 31 de março de cada ano: apresentar relatório de emissões referente ao ano anterior; ▪ Até 30 de abril de cada ano: devolver licenças de emissão suficientes para cobrir as emissões referentes ao ano anterior. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Até 31 de março de cada ano: apresentar relatório de emissões referente ao ano anterior; ▪ Até 30 de abril de cada ano: devolver licenças de emissão suficientes para cobrir as emissões referentes ao ano anterior. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Até 31 de março de cada ano: apresentar relatório de emissões referente ao ano anterior; ▪ Até 30 de abril de cada ano (ou 30 de setembro de cada ano, para o setor de transporte marítimo e o setor de aviação): devolver licenças de emissão suficientes para cobrir as emissões referentes ao ano anterior.
Penalidade prevista para operadores inadimplentes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definidas por cada Estado-Membro, sendo obrigatórios (i) banimento de transferência de licenças entre operadores cujos relatórios de emissão não tenham sido aprovados; (ii) publicidade dos nomes dos operadores inadimplentes; e (iii) multa por emissões excedentárias (€ 40 por tonelada de dióxido de carbono equivalente). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definidas por cada Estado-Membro, sendo obrigatórios (i) banimento de transferência de licenças entre operadores cujos relatórios de emissão não tenham sido aprovados; (ii) publicidade dos nomes dos operadores inadimplentes; e (iii) multa por emissões excedentárias (€ 100 por tonelada de dióxido de carbono equivalente), podendo estas serem corrigidas pela inflação; e (iv) proibição de operação para o setor de aviação. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definidas por cada Estado-Membro, sendo obrigatórios (i) banimento de transferência de licenças entre operadores cujos relatórios de emissão não tenham sido aprovados; (ii) publicidade dos nomes dos operadores inadimplentes; e (iii) multa por emissões excedentárias (€ 100 por tonelada de dióxido de carbono equivalente), podendo estas serem corrigidas pela inflação; e (iv) proibição de operação para o setor de aviação. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definidas por cada Estado-Membro, sendo obrigatórios (i) banimento de transferência de licenças entre operadores cujos relatórios de emissão não tenham sido aprovados; (ii) publicidade dos nomes dos operadores inadimplentes; e (iii) multa por emissões excedentárias (€ 100 por tonelada de dióxido de carbono equivalente), podendo estas serem corrigidas pela inflação; (iv) proibição de operação para o setor de aviação e para o setor de transporte marítimo.

	Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
Atribuição de EUAs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definida por cada Estado-Membro (NAP/PNALE) a partir dos níveis de emissões indicados em relatório por cada operador (os relatórios são verificados e validados pelo respectivo Estado-Membro). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definida por cada Estado-Membro (NAP/PNALE) a partir dos níveis de emissões indicados em relatório por cada operador (os relatórios são verificados e validados pelo respectivo Estado-Membro). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definida pela União Europeia de forma comunitária (“sistema harmonizado”). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definida pela União Europeia de forma comunitária (“sistema harmonizado”).
Obtenção de EUAs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alocação gratuita das permissões de emissão (como método padrão); ▪ Leilões de permissões de emissão (como método alternativo, limitado a 5% do total). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alocação gratuita das permissões de emissão (como método padrão); ▪ Leilões de permissões de emissão (como método alternativo, limitado a 10% do total). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leilões de permissões de emissão (como método padrão); ▪ Alocação gratuita das permissões de emissão (como método alternativo). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leilões de permissões de emissão (como método padrão, representando no mínimo 57% das permissões); ▪ Alocação gratuita das permissões de emissão (como método alternativo).
Distribuição de EUAs entre os participantes	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 88% entre os Estados-Membros com base no respectivo percentual de emissões verificadas na Fase I; ▪ 10% entre os Estados-Membros para fins de solidariedade, crescimento e interconexões na União (beneficiários definidos no Anexo II-A); ▪ 2% entre os Estados-Membros que reduziram suas emissões de GEEs em pelo menos 20% (“bônus de Quioto”; beneficiários definidos no Anexo II-B). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 90% entre os Estados-Membros com base no respectivo percentual de emissões verificadas em 2005 ou na média do período entre 2005 e 2007, o que for maior; ▪ 10% entre os Estados-Membros para fins de solidariedade, crescimento e interconexões na União (beneficiários definidos no Anexo II-A);
Fator linear de redução de EUAs	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A quantidade de licenças de emissão emitidas anualmente a partir de 2013 deve diminuir por um fator linear de 1,74% em comparação com a quantidade anual total média de licenças emitida na Fase II. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2021-2023: a quantidade de licenças de emissão emitidas anualmente deve diminuir por um fator linear de 2,20% em comparação com a quantidade anual total média de licenças emitida na Fase II; ▪ 2024-2027: a quantidade de licenças de emissão emitidas anualmente deve diminuir por um fator linear de

	Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
				<p>4,30% em comparação com a quantidade anual total média de licenças emitida na Fase II;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2028-: a quantidade de licenças de emissão emitidas anualmente deve diminuir por um fator linear de 4,40% em comparação com a quantidade anual total média de licenças emitida na Fase II; ▪ São estabelecidos dois marcos temporais para redução nominal de licenças de emissão: menos 90 milhões de EUAs em 2024 e menos 27 milhões em 2026; ▪ Também são estabelecidas medidas de atenuação para o setor de transporte marítimo: em 2024, a quantidade de EUAs expedidos para a atividade aumenta 78,4 milhões, e entre 2026 e 2027 aumenta o suficiente para cobrir outros GEEs gerados pelo segmento; ▪ É definido um fator linear diferente para setores de construção civil, transporte rodoviário e outros entrantes a partir de 2024: a quantidade de licenças de emissão emitidas anualmente deve diminuir 5,10% entre 2024 e 2027 e reduzir 5,38% a partir de 2028, sem prejuízo a futuros reajustes.
Vinculação das receitas obtidas com EUAs	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pelo menos 50% das receitas provenientes com leilões de EUAs devem ser utilizadas em desenvolvimento de tecnologias que contribuam para descarbonização (energias renováveis, evitação de desflo- 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Discricionariedade de percentual de utilização de receitas provenientes com leilões de EUAs para cada Estado-Membro, contanto que elas sejam aplicadas em desenvolvimento de tecnologias que contri-

Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
		<p>restamento, aumento do floresta- mento, sequestro de carbono, cap- tura e armazenamento de CO₂, entre outras);</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ NER300: Distribuição de 300 mi- lhões de licenças de emissão com vistas à instituição de programa de financiamento de inovação em ener- gia renovável e captura e armazena- mento geológico de carbono. 	<p>buam para descarbonização (ener- gias renováveis, evitação de desflo- restamento, aumento do floresta- mento, sequestro de carbono, cap- tura e armazenamento de CO₂, entre outras), em prestação de apoio fi- nanceiro designado a aspectos soci- ais (famílias de baixa renda e for- mação de mão de obra) ou em ação de mitigação de risco de fuga de carbono;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Encorajamento de uso de receitas obtidas com leilões de EUAs para aumentar financiamento internacio- nal de ação climática em países vul- neráveis; ▪ Fundo de Modernização: Destina- ção de 2% das licenças de emissão vendidas em leilão entre 2021 e 2030 para criação de fundo desti- nado a melhorar a eficiência energé- tica e a modernizar os sistemas energéticos dos Estados-Membros mais pobres da UE (PIB per capita inferior a 60% da média do bloco econômico). Pelo menos 70 % dos recursos financeiros do fundo de modernização são utilizados para apoiar investimentos na produção e utilização de eletricidade proveni- ente de fontes renováveis. ▪ Entre 2024 e 2030 o Fundo de Modernização passa a ser incremen- tado com também 2,5% dos recur- sos auferidos pela quantidade total de EUAs comercializadas no perí- odo.

	Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundo de Inovação (em substituição ao NER300): Reserva de 450 milhões de licenças de emissão (sendo 325 milhões entre as atribuídas gratuitamente, 75 milhões entre as que seriam ofertadas em leilão e 50 milhões advindas de fundos de estabilização) para criação de fundo de apoio a tecnologias ambientalmente seguras que contribuam de forma substancial para atenuar as alterações climáticas; ▪ A partir de 2023, o Fundo de Inovação passou a contar com 425 milhões de licenças de emissão (sendo 345 milhões entre as atribuídas gratuitamente, 80 milhões entre as que seriam ofertadas em leilão e 50 milhões advindas de fundos de estabilização).
Principais alterações em relação à fase anterior	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adesão de Romênia e Bulgária ao EU ETS; ▪ Inclusão do setor econômico “Aviação” a partir de 2012, ainda que com variadas exceções no segmento; ▪ Aumento do valor da penalidade por emissão excedentária (de €40 para €100 por tonelada de dióxido de carbono equivalente), podendo esta ser corrigida pela inflação; ▪ Possibilidade de proibição de operação como penalidade para o setor de aviação. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adesão da Croácia ao EU ETS; ▪ Ampliação do escopo de GEEs para incluir qualquer gás que absorva e reemita radiação infravermelha; ▪ Modificação na exibição das atividades econômicas abrangidas pelo EU ETS, encerrando a exposição por grupos econômicos para enfatizar a disposição por atividades; ▪ Inclusão de diversas novas atividades econômicas abrangidas no EU ETS, sobretudo relacionadas à indústria mineral e à indústria química; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Saída do Reino Unido do EU ETS; ▪ Inúmeras alterações pontuais de expressões ao longo do texto (e.g., “regime comunitário” torna-se “CELE”, “regime” torna-se “sistema”, “comunidade” torna-se “União”, entre outros); ▪ Alteração das regras de distribuição de EUAs; ▪ Expansão percentual do fator linear de redução de expedição de licenças de emissão, de 1,74% para 2,20%; ▪ Inclusão de prestação de apoio financeiro designado a aspectos sociais (famílias de baixa renda) ao

Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adição de captura/transporte/armazenamento de GEEs nas atividades econômicas abrangidas no EU ETS; ▪ Substituição do PNALE (alocação de licenças definida por cada Estado-Membro) por sistema harmonizado (alocação de licenças definida pela UE); ▪ Instituição dos leilões de permissões de emissão como método padrão de distribuição de licenças, estabelecendo inclusive regras norteadoras para sua realização (regras de distribuição de EUAs); ▪ Concepção de um fator linear de redução de expedição de licenças de emissão de 1,74% em comparação com a quantidade anual total média de licenças expedida na Fase II; ▪ Vinculação de ao menos 50% das receitas obtidas em leilões de licenças de emissão com investimentos em tecnologias de descarbonização; ▪ Criação do programa “NER300” para financiar projetos de inovação em energia renovável (eólica, solar, oceânica e geotérmica) e captura e armazenamento de carbono; ▪ Apresentação de fórmula para cálculo de alocação gratuita das licenças de emissão, de modo que os setores ainda expostos a fuga de carbono recebam as permissões de emissão de forma 100% gratuita entre 2013 e 2020, o setor industrial receba as permissões de emissão de 	<p>grupo vinculado ao uso de, no mínimo, 50% das receitas obtidas em leilões de licenças de emissão (antes tão somente dedicado a investimentos em tecnologias de descarbonização);</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Criação do “Fundo de Modernização” para financiar projetos de melhoria da eficiência energética e para modernização dos sistemas energéticos dos países mais pobres da UE (foco em fontes renováveis); ▪ Substituição do “NER300” pelo chamado “Fundo de Inovação”, iniciativa com escopo mais amplo e modelo de financiamento mais flexível para criação de fundo de apoio a tecnologias ambientalmente seguras que contribuam de forma substancial para atenuar as alterações climáticas; ▪ Atualização de fórmula para cálculo de alocação gratuita das licenças de emissão, contemplando critérios de definição de taxa de redução anual para EUAs desse gênero; ▪ Determinação de validade de dez anos para licenças de emissão da Fase IV (a partir de 2021) e indefinição de validade para as licenças emitidas na Fase III (2013-2020), diferentemente do que fora definido pela Diretiva anterior; <p><i>Inclusões da Diretiva nº 2023/959/CE (10/05/2023) ↓</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inclusão de diversas novas atividades econômicas abrangidas no

Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
		<p>forma regressivamente gratuita entre 2013 e 2020 (de 80% em 2013 a 30% em 2020) e o setor elétrico não receba nenhuma permissão de emissão de forma gratuita;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinação de validade de oito anos para licenças de emissão da Fase III; ▪ Vasto detalhamento da operação do EU ETS para o setor de aviação; ▪ Possibilidade de exclusão de pequenas instalações (aquelas com emissões inferiores a 25.000 toneladas de dióxido de carbono equivalente ou com potência térmica de combustão inferior a 35 MW) do EU ETS, mediante aprovação da autoridade competente; ▪ Instituição de medidas em caso de flutuações excessivas dos preços, com a finalidade de estabilização das licenças de emissão (e.g., adiantamento de leilões de emissão e criação de reserva de estabilidade de mercado). 	<p>EU ETS, como (i) transporte marítimo (a partir de 2026), (ii) instalações de combustão com pot. térmica nominal superior a 20 MW para incineração de resíduos sólidos urbanos (a partir de 2024) e (iii) produção de alumina;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mudanças pontuais nos critérios de abrangência de produção de ferro/aço, de produção de gesso/gipsita, de produção de negro de fumo e de produção de hidrogênio e de aviação civil; ▪ Previsão para inclusão do consumo de combustíveis utilizados nos setores de construção civil, transporte rodoviário e outros a partir de 2025, com tratamento diferenciado em relação ao restante do EU ETS; ▪ Expansão percentual do fator linear de redução de expedição de licenças de emissão, de 2,20% (entre 2021 e 2023) para 4,30% (entre 2024 e 2027) e 4,40% (a partir de 2028); ▪ Estabelecimento de dois marcos temporais para redução nominal de licenças de emissão: menos 90 milhões de EUAs em 2024 e menos 27 milhões em 2026; ▪ Indicação de medidas de atenuação para o setor de transporte marítimo: em 2024, a quantidade de EUAs expedidos para a atividade aumenta 78,4 milhões, e entre 2026 e 2027 aumenta o suficiente para

Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
			<p>cobrir outros GEEs gerados pelo segmento;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição de fator linear diferido para setores de construção civil, transporte rodoviário e outros entrantes a partir de 2024: a quantidade de licenças de emissão emitidas anualmente deve diminuir à taxa de 5,10% entre 2024 e 2027 e reduzir à taxa de 5,38% a partir de 2028, sem prejuízo a futuros reajustes; ▪ Fim da obrigatoriedade de aplicação de 50% das receitas provenientes com leilões de EUAs para cada Estado-Membro, contanto que elas sejam empregadas em desenvolvimento de tecnologias que contribuam para descarbonização (energias renováveis, evitação de desflorestamento, aumento do florestamento, sequestro de carbono, captura e armazenamento de CO₂, entre outras), em prestação de apoio financeiro designado a aspectos sociais (famílias de baixa renda e formação de mão de obra) ou em ação de mitigação de risco de fuga de carbono; ▪ Encorajamento de uso de receitas obtidas com leilões de EUAs para aumentar financiamento internacional de ação climática em países vulneráveis; ▪ Ampliação das receitas do Fundo de Modernização e do Fundo de Inovação;

Fase I (2005-2007) – “Fase Piloto”	Fase II (2008-2012)	Fase III (2013-2020)	Fase IV (2021-2030)
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vasto detalhamento da operação do EU ETS para o setor de transporte marítimo; ▪ Empoderamento da Autoridade Europeia de Mercados de Valores Mobiliários (ESMA, na sigla em inglês) para acompanhamento constante do EU ETS, de modo que a fiscalização ainda se mantém a cargo da Comissão Europeia; ▪ Aplicação de fator de redução à atribuição de licenças de emissão a título gratuito (“fator CBAM”) para atividades sujeitas à fuga de carbono; ▪ Protelação do prazo para devolução de licenças de emissão suficientes para cobrir as emissões referentes ao ano anterior, de 31 de março de cada ano para 30 de setembro de cada ano, para o setor de transporte marítimo e o setor de aviação; ▪ Estipulação de 31 de julho de 2026 como data limite para apresentação de relatório sobre aspectos específicos do EU ETS, com vistas a eventual revisão da política pública.

Fonte: elaboração própria.

Assim, em resumo, todos os 27 Estados-Membros da UE participam do MCC europeu. A Comissão Europeia é o administrador central deste SCE, ainda que com o apoio do ESMA, e regula o mercado em conjunto com administradores nacionais. É papel da UE estabelecer, com base nas regras vigentes, a quantidade total de licenças a serem emitidas para cada país. Dentro do limite definido, as empresas recebem ou compram licenças de emissão (permissões ou EUAs) equivalentes a uma tonelada de dióxido de carbono, que podem ser comercializadas conforme necessário.

O limite diminui a cada ano, garantindo que as emissões totais diminuam. A abrangência dos setores econômicos participantes também aumenta, reforçando a movimentação rumo à descarbonização. As licenças de emissão são obtidas, prioritariamente, por meio de leilões realizados na plataforma EEX (*European Energy Exchange*)⁷¹, embora também possam ser atribuídas gratuitamente em circunstâncias menos comuns. O EU ETS é sujeito a um rigoroso processo de monitoramento. Até março de cada ano, os operadores devem apresentar um relatório de emissões que é verificado por uma entidade acreditada. Depois de comprovada a precisão dos dados, os operadores devem devolver o número correspondente de licenças de emissão até abril ou setembro (a depender do setor), comprovando que se mantiveram no teto de emissões ora estipulado.

No caso de inadimplência, existe uma sanção de €100 por cada tonelada de emissões não compensada. Os operadores em situação de não conformidade também têm suas informações divulgadas ao público e podem ser impedidos de realizar plenamente suas atividades, a depender do segmento econômico do qual fazem parte.

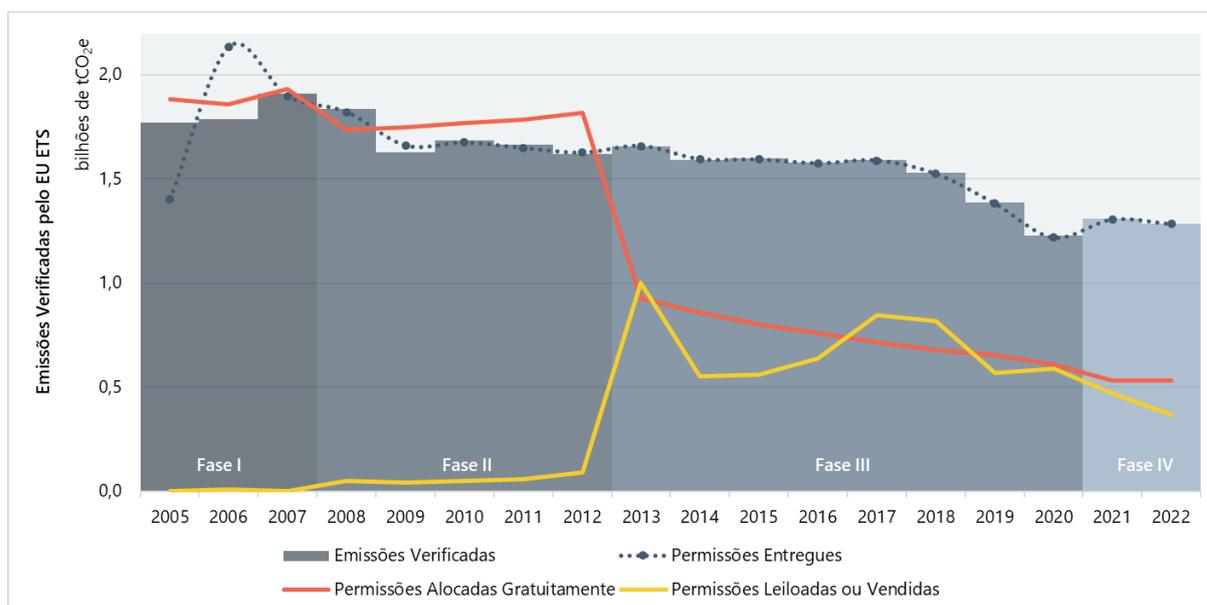
Outro ponto importante é que parte dos recursos auferidos com os leilões de licenças de emissão do EU ETS estão fixamente destinados a fundos de desenvolvimento de iniciativas responsivas às alterações climáticas e outras questões socioambientais, como o Fundo de Modernização e o Fundo de Inovação. Também há um encorajamento para que a outra parte dos recursos auferidos seja empregada em políticas públicas do gênero.

Uma vez entendido o funcionamento do EU ETS, se faz pertinente indagar se ele tem sido um instrumento econômico de política ambiental efetivo, isto é, se tem obtido sucesso na redução de emissões. Uma análise gráfica direta, como a exposta no **Gráfico 1**, indica que sim: as emissões verificadas pelo EU ETS, quando consideradas somente as instalações estacionárias do sistema – basicamente todas as atividades econômicas com exceção da recém-incluída aviação – reduziram 37,5% entre 2005, início do MCC europeu, e 2022. Se incluída a aviação,

⁷¹ Contrato em vigor desde 2013. Alemanha e Polônia possuem plataforma própria de leilão.

este número cai para 27,4%. Também é possível notar que desde o encerramento da Fase Piloto do mercado, o percentual de inadimplência anual do EU ETS (i.e., quando o total de permissões entregues é inferior ao volume de emissões verificadas) é baixo, com média inferior a 3%. Um último ponto relevante ilustrado pelo gráfico diz respeito à já destacada mudança do método de obtenção de licenças de emissão, com os leilões crescendo em detrimento da expedição gratuita pela autoridade governamental.

Gráfico 1 — Emissões verificadas pelo EU ETS (t CO₂e, 2005-2022, todas unidades estacionárias)



Fonte: elaboração própria a partir de dados de European Environment Agency (2023).

Quando os números do EU ETS são confrontados com as metas de emissão da União Europeia, todavia, o cenário atual se mostra insuficiente. Foi justamente esta percepção, ainda durante a Fase III do MCC, que implicou nas supracitadas revisões de Diretivas com vistas à uma Fase IV mais rígida e abrangente para o sistema.

As projeções atuais [janeiro de 2022] do EU ETS não mostram as reduções de emissões necessárias para alinhar o EU ETS com a nova meta para 2030 e para colocar as emissões da UE em um caminho para alcançar a neutralidade climática em 2050. (...) No entanto, em julho de 2021, a Comissão Europeia divulgou um pacote de políticas abrangente com o objetivo de alcançar uma redução de pelo menos 55% nas emissões líquidas de gases de efeito estufa para 2030, em comparação com 1990. Isso prepara o caminho para alcançar a neutralidade de carbono até 2050. **Uma parte importante desse pacote foi uma proposta para a revisão do EU ETS.** Essa proposta representa uma atualização importante do ETS da UE, ou seja, uma nova meta global de redução de 61% até 2030, em comparação com 2005, incluindo o ETS da aviação e o recém-integrado ETS do transporte marítimo. (European Environment Agency, 2022, tradução e grifos nossos).

Ante todo o exposto, resta claro que o EU ETS se mostrou um instrumento econômico de política ambiental funcional, muito embora ainda insuficiente. A expectativa é que a Fase IV do EU ETS, precedida por novo processo de aperfeiçoamento estrutural e normativo, permita não apenas resultados ainda mais significativos em termos de redução de emissões, mas faculte ao Brasil e ao mundo um estudo de caso para implementação de mercados compulsórios de carbono. Nesse ponto, calha refletir sobre os fundamentos e práticas que – com base na curva de aprendizagem trazida pelo EU ETS – deverão compor futuros MCCs.

2.4 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 2

O Capítulo 2 discorrido nas páginas anteriores almejou contextualizar o “mercado de carbono”, apresentando seu surgimento histórico no debate climático internacional, definindo conceitos teóricos e detalhando seu funcionamento prático a partir do EU ETS, o maior e mais desenvolvido mercado de carbono compulsório do mundo.

Como já evidenciado até aqui, o debate internacional convergiu em torno de políticas ambientais responsivas à periclitante situação do planeta. Essa tendência motivou a exposição tanto das abordagens da teoria econômica para solucionar as externalidades negativas de um processo produtivo (sabidamente abordagem pigouviana, de internalização do dano, e abordagem coaseana, de livre negociação), da evolução da política ambiental no mundo com base nas “três grandes etapas” pactuadas pela literatura acadêmica.

Dito isto, concluiu-se que duas são as principais opções de instrumento econômico para redução das emissões de GEEs: (i) a da tributação das emissões, respaldada no conceito microeconômico de imposto pigouviano; e (ii) a do comércio de emissões, apoiada na concepção coaseana da livre negociação. A primeira opção sugere a cobrança de um imposto sobre as emissões, o que baliza a competitividade de preço entre produtos semelhantes, mas com diferentes pegadas de carbono. A segunda opção, por seu turno, é a que efetivamente engendra a solução a partir do dito mercado de carbono, isto é, da promoção de um sistema de comércio em que as emissões são tratadas como um ativo econômico negociável (sejam elas tratadas como créditos, sejam elas tratadas como permissões). Nessa linha, também foram apresentadas as duas modalidades genéricas de mercado de carbono, notadamente o “Mercado de Carbono Voluntário” (MCV) e o “Mercado de Carbono Compulsório” (MCC).

O MCV é normalmente associado ao modelo *“baseline and credit schemes”* e se materializa a partir da ação espontânea do agente econômico, que por várias motivações (e.g.

genuíno interesse na neutralização da poluição, posicionamento de mercado ou acesso a financiamento) passa a integrar um mercado administrado por uma instituição privada.

O MCC, por sua vez, está comumente associado ao modelo “*cap-and-trade*” e tem como objetivo regular forçadamente as emissões de agentes ou atividades econômicas, beneficiando as empresas posicionadas abaixo do teto de emissões estabelecido pelo governo (na intenção de comercializar suas permissões em “sobra”) e penalizando aquelas que não atingirem a meta pré-determinada. Como exemplo prático de um MCC, foi detalhado o progresso do *European Union Emissions Trading System (EU ETS)*, o regime comunitário de licenças de emissão da União Europeia. A ideia era permitir ao leitor entender o funcionamento prático de um MCC, foco da dissertação, a partir do pioneiro, maior e mais desenvolvido mercado do gênero no mundo.

Isto posto, a leitura do Capítulo 2 aspira propiciar visão sólida sobre a situação climática global e sobre os instrumentos econômicos de redução de emissões prospectados para combater a tendência de aquecimento global, da teoria à prática, com destaque para aqueles regulados (como o EU ETS). Embora um mercado de carbono internacional ainda seja uma realidade cercada de incertezas, é fato que o assunto nunca esteve tão próximo a um desfecho. Isso motiva as nações ao redor do globo a se anteciparem a esta orientação e desenvolverem mecanismos de precificação de carbono próprios, e no caso do Brasil não é diferente. É o que será tratado no próximo capítulo.

3 MERCADO DE CARBONO NO BRASIL: UMA POLÍTICA PÚBLICA EM CONSTRUÇÃO

Notabilizado em 1922, o movimento modernista brasileiro cunhou o conceito de “antropofagia”, referindo-se à assimilação e reinterpretação das práticas estrangeiras para construção de algo novo e genuinamente brasileiro. Esta mentalidade – popularizada pelo “Manifesto Antropófago” (1928) de Oswald de Andrade – muito se relaciona à argumentação proposta por esta dissertação sobre a construção de um mercado de carbono compulsório no Brasil. É fato que o já estudado EU ETS é o maior e mais desenvolvido mercado de carbono do mundo, mas também é verdade que o distinto perfil de emissões do Brasil torna o problema climático nacional particular em relação ao europeu. Com isso, a construção do MCC brasileiro deve interpretar o EU ETS não como um modelo a ser seguido, mas como um caso a ser moldado para sua própria realidade climática, energética e socioeconômica.

Nessa linha, o **Capítulo 3** estudará a problemática do clima sob a perspectiva brasileira, apresentando o panorama histórico do debate formal no país e as políticas públicas nacionais já prospectadas nesta direção. O texto também apresentará a o perfil das emissões brasileiras de GEEs, diferenciando o desafio brasileiro do europeu para este caso concreto, e detalhará, enfim, a atual proposta de mercado de carbono regulado em tramitação no Congresso Nacional, estabelecendo uma visão crítica sobre o projeto de lei com base na experiência internacional.

3.1 PANORAMA HISTÓRICO DO DEBATE FORMAL SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL

A partir da análise da conjuntura histórica que culminou na cooperação global em favor da redução das emissões no mundo, apresentada no Capítulo 1, foi possível concluir não apenas que o debate político-institucional formal sobre as mudanças climáticas no planeta é recente, como que também são modernas as discussões concernentes aos instrumentos econômicos para redução de emissões. Pela relevância mundial do tema, é esperado que o ritmo do debate formal sobre mudanças climáticas no Brasil reflita o compasso do debate internacional, especialmente pelo papel ativo da política externa do país nos fóruns globais de discussão sobre o assunto. Ainda assim, esse item se propõe a discorrer sobre os principais marcos históricos relativos às mudanças climáticas no Brasil.

Inicialmente, é essencial pontuar que construção das relações internacionais relativas ao combate às mudanças climáticas no mundo foi pautada pelo princípio de “responsabilidades comuns, mas diferenciadas”. Grosso modo, este princípio indica maior responsabilização pelas mudanças climáticas aos países desenvolvidos (historicamente maiores causadores desse problema), em detrimento do dever dos países em desenvolvimento, que poderiam avocar contribuições voluntárias para o combate do aquecimento global Teixeira, Molleta e Luedemann (2016) bem sintetizaram esta aplicação à realidade nacional:

[Entre os princípios da CQNUMC], consta o de ‘responsabilidades comuns, porém diferenciadas’, segundo o qual **todas as partes assumem responsabilidade compartilhada sobre as emissões de GEE, ao passo que reserva aos países desenvolvidos a iniciativa do combate à mudança do clima e a seus efeitos.** (...) A participação do Brasil na construção de agenda multilateral de mitigação das mudanças do clima pautou-se pela **necessidade de garantir ao bloco de países em desenvolvimento, do qual faz parte, o reconhecimento de sua menor contribuição histórica no acúmulo de GEE na atmosfera.** A inserção do princípio de ‘responsabilidades comuns, mas diferenciadas’, (...) coroou este esforço e permitiu que este conjunto de nações passasse a contribuir diretamente no empenho multilateral de abordagem da questão climática, por meio de instrumentos como o MDL. (Teixeira; Molleta; Luedemann, 2016, p. 287-309, grifos nossos).

O primeiro grande fato histórico nacional neste debate data de junho de 1992, quando o país sediou a primeira CNUMAD pós-Guerra Fria na cidade do Rio de Janeiro/RJ, evento que ficou eternizado pela alcunha “Rio-92”. Como já exposto, esta CNUMAD se desenovelaria em duas novas conferências: a Rio+10, em 2002, e a Rio+20, em 2012. A Rio+30, que pela lógica deveria acontecer em 2022, não foi realizada. Tal qual já redigido, a Rio-92 se notabilizou pelas suas entregas à comunidade internacional: a publicação da “Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”, a assinatura da chamada “Agenda 21” e a celebração da CQNUMC, que criou a figura da Conferência das Partes (ou COP), que segue até a contemporaneidade.

Em publicação do IPEA, Barros-Platiau (2011) resumiu que desde a Rio-92 o Brasil tem assumido papel cada vez mais relevante no debate climático internacional, tanto em função de sua posição *sui generis*, como país mais rico em diversidade biológica do planeta, como em virtude da postura internacional, que é favorável à participação mais ativa de países emergentes, detentores de responsabilidade futura nas questões ambientais. Mas a autora sugere que se fora das suas jurisdições o país ganha destaque, internamente ainda se verifica dificuldade para conversão dos compromissos internacionais em políticas públicas efetivas.

Do ponto de vista legal, **o Brasil é signatário de quase todos os acordos ambientais multilaterais, mas seus compromissos internacionais são internalizados lentamente.** Portanto, muitas das obrigações internacionais do Brasil não são conhecidas pelos atores públicos dos Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário. Tal paradoxo é

tanto mais interessante que o Brasil tem um arcabouço legal ambiental bem consolidado, comparável com qualquer país desenvolvido. Aliás, é um dos poucos a ter um direito penal ambiental, instituído em 1998, que serve de modelo a outros países interessados em seguir o mesmo caminho. (Barros-Plataiu, 2011, p. 11, grifos nossos).

Um exemplo da morosidade da internalização da agenda internacional é a própria CQNUMC. Assinada ainda em 1992 durante a Rio-92, ela só foi ratificada em fevereiro de 1994, quando fora editado o Decreto Legislativo Federal nº 1/1994 (Brasil 1994), e oficialmente promulgada em julho de 1998, por meio do Decreto Federal nº 2.652/1998 (Brasil, 1998).

Em 7 de julho de 1999, fica instituída via decreto (Brasil, 1999) a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), com o propósito de justamente articular ações do governo para cumprimento da CQNUMC. Composta por integrantes de 11 diferentes ministérios e dirigida pelos Ministros de Estado de Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, o órgão possuía funções de (i) emitir parecer, sempre que demandado, sobre proposta de políticas setoriais, instrumentos legais e normas que contenham componente relevante para a mitigação da mudança global do clima e para adaptação do país aos seus impactos; (ii) fornecer subsídios às posições do Governo nas negociações no âmbito da CQNUMC ou foros semelhantes; (iii) atuar como Autoridade Nacional Designada (AND) do MDL, definindo critérios de elegibilidade e avaliando projetos candidatos ao mecanismo; e (iv) articular com entidades representativas da sociedade civil no sentido de promover as ações dos órgãos públicos e privados em cumprimento aos compromissos assumidos pelo Brasil perante a CQNUMC.

O advento da CIMGC foi um importante passo para o desenvolvimento de projetos do MDL no Brasil. O mecanismo, que contou com significativa atuação brasileira ao longo das negociações internacionais, criou as bases do MCV, como já detalhado. Também por ter sido um dos primeiros países a instituir os alicerces legais para internalização do MDL, o Brasil se destaca como um dos países com maior número de empreendimentos inscritos no mecanismo, apesar do complexo, lento e custoso processo para registro e aprovação de um projeto no mecanismo (Fernandes; Leite, 2021, p. 41).

O Brasil tem se destacado no cenário internacional como um importante ator ligado ao mecanismo de desenvolvimento limpo. O MDL foi criado com base na proposta brasileira de 1997 de estabelecimento de um Fundo de Desenvolvimento Limpo (...) sendo posteriormente modificada para mecanismo, cuja adoção se deu por meio do Protocolo de Quioto. Além disso, o Brasil foi um dos primeiros países a estabelecer localmente as bases jurídicas necessárias para o desenvolvimento de projetos no âmbito do MDL, com a criação da sua Autoridade Nacional Designada, por meio do Decreto Presidencial de 7 de julho de 1999. O Brasil foi, ainda, a primeira nação a formalizar a inscrição de sua AND no Conselho Executivo do MDL. A primeira metodologia aprovada no âmbito do MDL no seu Conselho Executivo também é brasileira (...) Posteriormente, foi o primeiro país a ter projeto efetivamente registrado no

âmbito do MDL – Projeto de Energia a partir de Gases de Aterro Sanitário. (Bittencourt; Busch; Cruz, 2018, p. 57).

O Decreto Federal de 10 de janeiro de 2006 (Brasil, 2006) alterou a CIMGC para incluir novos ministérios, como sugeria a mudança de governo. A entidade seria dissolvida apenas em 11 de abril de 2019, por meio do Decreto Federal nº 9.759/2019 (Brasil, 2019a), e restituída a partir do Decreto Federal nº 11.371/2023, de 1º de janeiro de 2023 (Brasil, 2023).

Em 20 de junho de 2000 é publicado o Decreto Federal nº 3.515/2000 (Brasil, 2000) (alterado naquele mesmo ano, em 28 de agosto de 2000 e em 14 de novembro de 2000) (Brasil, 2000). O instrumento delibera pela criação do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC), órgão composto por Ministros de Estado, por personalidades com notório conhecimento ou envolvimento com a matéria, pelo Diretor-Presidente da Agência Nacional de Águas (ANA) e por convidados, que incluíam chefes do Poder Executivo municipal e estadual, os presidentes da Câmara dos Deputados do Brasil e do Senado Federal do Brasil, e membros da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), da então Agência Nacional do Petróleo (ANP), do Banco Central do Brasil (BCB), do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), da Financiadora de Projetos (FINEP), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), entre outros. O Fórum possuía a função de promover Fóruns Estaduais de Mudanças Climáticas (modelo de audiências públicas), bem como de conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão e tomada de posição tanto sobre os problemas decorrentes da mudança do clima por GEEs, quanto sobre o MDL.

O FBMC foi alterado pela última vez em 26 de junho de 2017, por meio do Decreto Federal nº 9.082/2017 (Brasil, 2017b), e está vigente até os dias de hoje. Além de possuir uma cadeira permanente na instância interministerial que trata do tema, como será melhor descrito nos parágrafos seguintes, o Fórum segue tendo um caráter de articulação e mobilização em favor da internalização dos compromissos internacionais do Brasil junto à CQNUMC.

Na esteira das discussões da CNUMAD e enquanto obrigação assumida no Artigo 4º da CQNUMC, em meados dos anos 1990 se iniciaram os esforços nacionais para publicação do primeiro inventário nacional das emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros dos gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal do Brasil. O inventário, a bem da verdade, integra um compromisso mais amplo de comunicar às partes, periodicamente, sobre as circunstâncias nacionais, o inventário de emissões e as providências previstas

ou tomadas para implementação da CQNUMC no país. Não por menos, esse documento ficou conhecido como “Comunicação Nacional”⁷².

A 1ª Comunicação Nacional divulgada pelo Brasil – formalmente nominada “Comunicação Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima” – data de 27 de novembro de 2004 (período-base 1990-1994) (Brasil, 2004). O documento citou dificuldades metodológicas e de obtenção de dados, e sinalizou a complexidade de internalizar os critérios de países desenvolvidos para produção do inventário, que precisaram ser adaptados.

(...) as dificuldades metodológicas e de obtenção de dados/informações foram significativas. **Por sua própria origem, a metodologia do IPCC para estimar as emissões antrópicas de gases de efeito estufa tem, como referência, pesquisas realizadas e metodologias desenvolvidas por especialistas de países desenvolvidos, onde as a queima de combustíveis fósseis representa a maior parte das emissões de gases de efeito estufa. Em consequência, setores importantes para os países em desenvolvimento, como a Agropecuária e a Mudança no Uso da Terra e Florestas, não são tratados com a profundidade necessária.** (Brasil, 2004, p. 7, grifos nossos).

No que tange às providências previstas ou tomadas para implementação da CQNUMC no país, a 1ª Comunicação Nacional citou (i) o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), transcorrido entre 1975 e 2000, que se notabilizou pelo aumento da produção de veículos a álcool hidratado e pela substituição de gasolina por álcool anidro, reduzindo aproximadamente 400 milhões de toneladas de CO₂; (ii) o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), criado em 1985 e vigente até os dias atuais, que aumentou a eficiência energética; (iii) o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural (CONPET), instituído em 1991 e vigente até os dias atuais, com a finalidade de desenvolver e integrar as ações que visam a racionalização do uso de derivados de petróleo e do gás natural; e (iv) o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), instituído em 1994 e descontinuado em 2003, com o objetivo de promover o desenvolvimento energético em regiões remotas e isoladas, especialmente aquelas que não são atendidas pelo sistema interligado nacional (SIN).

O relatório frisou que essas políticas públicas existem apesar do Brasil não possuir, àquela altura, qualquer obrigatoriedade de redução de emissões. Também mencionou que a emissão de CO₂ do setor elétrico brasileiro está entre as mais baixas do mundo, considerando a população e o PIB. Ressalvou que, diferentemente de boa parte dos países, o Brasil utiliza carvão vegetal no segmento metalúrgico, o que reduziu a emissão de 50 milhões de toneladas de

⁷² Internacionalmente denominada *National Communication (NC)*.

CO₂ no setor industrial entre 1990 e 2000. Destacou, finalmente, a produção acadêmica brasileira sobre mudanças climáticas e atestou a participação do país nas discussões internacionais a partir do documento intitulado “Elementos propostos de um protocolo para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, apresentado pelo Brasil em resposta ao Mandato de Berlim”, submetido à CQNUMC em maio de 1997.

O governo salientou que constava em seu planejamento de médio e longo prazo o estabelecimento de programa específico sobre mudanças climáticas com recursos do orçamento fiscal para subsidiar a definição de uma política de atuação nacional. Vangloriou-se, em adicional, pelos programas de monitoramento e prevenção de queimadas, bem como pelas áreas com algum tipo de proteção ambiental no país, que equivaliam a 20,78% do território brasileiro, dos quais 94% se concentravam na área da Amazônia Legal. O país apontou, ainda, medidas de caráter financeiro e tributário (Protocolo Verde, responsabilidade ambiental dos bancos, restrições de crédito rural ao infrator ambiental, ICMS ecológico, entre outros) para reafirmar seu compromisso com o combate às mudanças climáticas.

Em 29 de dezembro de 2009, é instituída pela Lei Federal nº 12.187/2009 (Brasil, 2009b) a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), a principal política estratégica sobre o clima da história do Brasil. Na prática, a lei traz definições, objetivos e diretrizes para políticas públicas endereçadas à problemática da mudança climática. A PNMC foi diretamente regulamentada duas vezes desde sua criação – sabidamente pelo Decreto Federal nº 7.390/2010, de 9 de dezembro de 2010, e pelo Decreto nº 9.578/2018 – e teve sua disposição institucional alterada por variadas vezes até a contemporaneidade. No âmbito desta dissertação, serão enfocados os objetivos da política e a estrutura funcional que a compõe.

A primeira grande contribuição da PNMC é robustecer a governança das políticas climáticas no país. São redesenhadas as relações institucionais da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), do Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (FBMC), do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede CLIMA) e da Comissão de Coordenação das Atividades de Meteorologia, Climatologia e Hidrologia (CMCH). Embora os vínculos e papéis das entidades tenham sido pontualmente alterados desde 2009, se faz apropriado explicar sobre a CIM, a Rede CLIMA e a CMCH – uma vez que o teor da CIMGC e do FBMC já foi estudado.

No momento da publicação da PNMC, o CIM já havia sido constituído pelo Decreto Federal nº 6.263/2007 (Brasil, 2007b), de 21 de novembro de 2007. O CIM foi alvo de diversas mudanças desde sua instituição, tendo sido modificado pelo Decreto Federal nº 7.390/2010, de 9 de dezembro de 2010; pelo Decreto Federal nº 9.578/2018, de 22 de novembro de 2018, pelo

Decreto Federal nº 11.075/2022, de 19 de maio de 2022; e, por último, pelo Decreto Federal nº 11.550/2023, de 5 de junho de 2023 (Brasil, 2023). O grupo, de caráter permanente, detém uma atribuição absolutamente central no que concerne as diretrizes para o combate à mudança climática no Brasil. Atualmente, ele é composto por Ministros de Estado de 13 ministérios. Participam também – ainda que sem direito a voto – o Coordenador-Executivo do FBMC e o Coordenador-Científico da REDE Clima.

É incumbência do CIM (i) articular e definir linhas de ação, no âmbito federal, para os instrumentos previstos na PNMC; (ii) definir as diretrizes para o governo brasileiro nas políticas relacionadas à mudança do clima, o que inclui a CQNUMC e foros similares; (iii) orientar a elaboração das políticas dos órgãos e das entidades da administração pública federal que tenham impacto, direta ou indiretamente, na emissão e na absorção de GEEs; (iv) deliberar sobre as estratégias do Brasil para a elaboração, a implementação, o financiamento, o monitoramento, a avaliação e a atualização das políticas, dos planos e das ações relativos à mudança do clima, dentre os quais a definição das sucessivas NDCs do país no âmbito do Acordo de Paris; (v) propor atualizações da PNMC que contemplem (a) os planos setoriais de mitigação e de adaptação à mudança do clima; (b) os instrumentos institucionais; (c) o fomento de uma economia nacional de baixa emissão de GEEs; e (d) a promoção de maior articulação entre a governança da PNMC e os entes subnacionais; (vi) coordenar a elaboração, a implementação e o acompanhamento dos planos setoriais de mitigação e de adaptação no âmbito da PNMC, das CNDs, incluídas as respectivas metas, os meios de implementação e os instrumentos de MRV; (vii) elaborar propostas para mecanismos econômicos e financeiros a serem adotados para viabilizar a implementação das estratégias integrantes das políticas relativas à mudança do clima; (viii) harmonizar a PNMC com as ações, medidas e políticas de outras entidades, sejam elas públicas ou privadas; e, por fim, (ix) apoiar a formulação das políticas públicas, dos planos e das ações relativos à mudança do clima.

A Rede CLIMA, por sua vez, foi regulamentada pela Portaria MCT nº 728/2007 (Brasil, 2007), de 20 de novembro de 2007 (e posteriormente alterada pela Portaria MCTI nº 262/2011 (Brasil, 2011), de 2 de maio de 2011, pela Portaria MCTI nº 1.295/2013, de 16 de dezembro de 2013 (Brasil, 2013), e pela Portaria MCTI nº 787/2015, de 3 de setembro de 2015 (Brasil, 2015)). Guiada por um Conselho Diretor formado por membros do Governo Federal e de entidades de classe associadas à academia, à inovação e à ciência (e.g., Academia Brasileira de Ciências, Sociedade Brasileira para Progresso da Ciência, Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação, Conselho Nacional das Fundações de Amparo à Pesquisa, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e

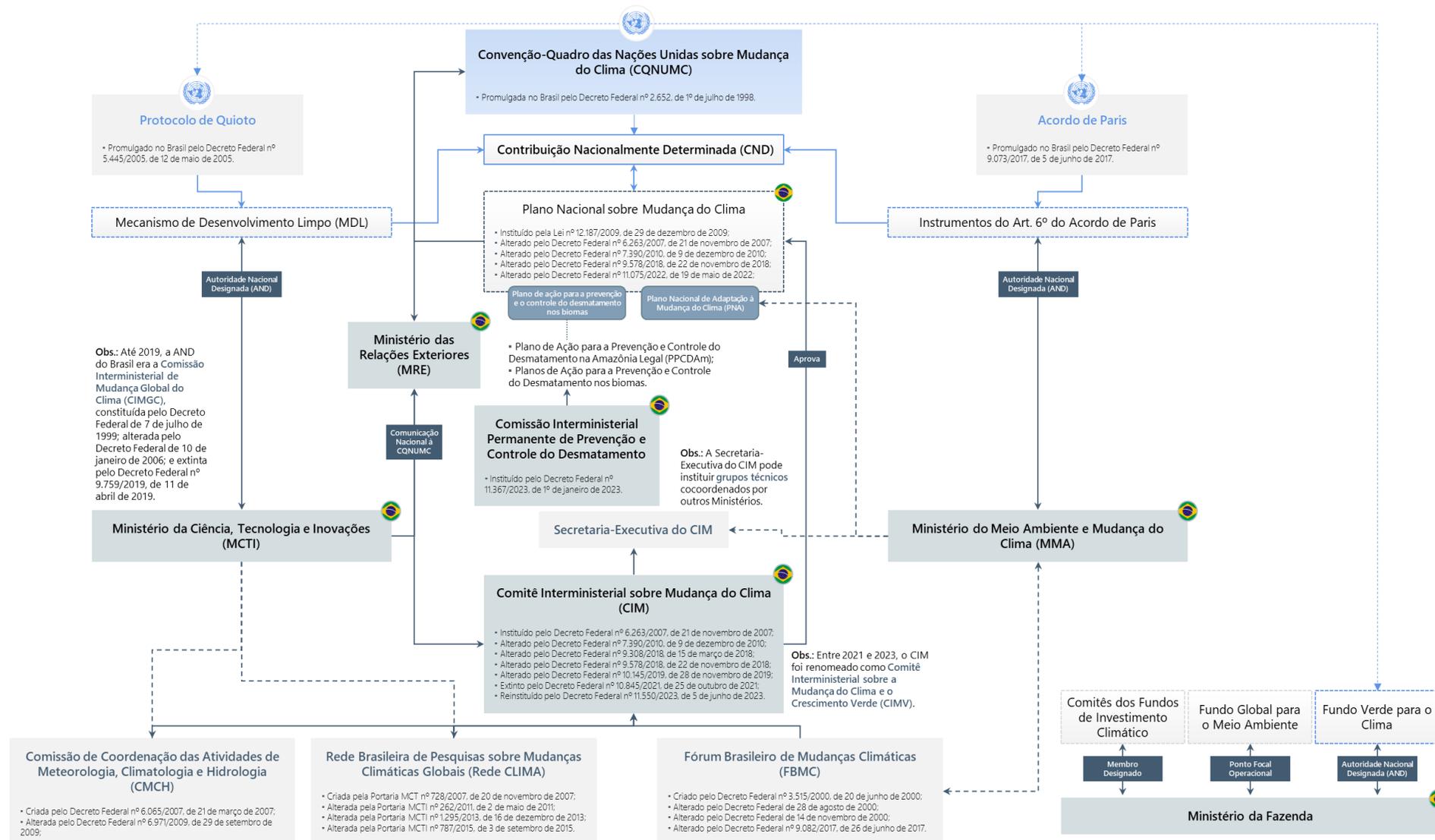
Agência Brasileira da Inovação), organizou-se a partir da constituição de 15 Sub-Redes temáticas, cada uma coordenada por um pesquisador com reconhecida competência nas respectivas áreas do conhecimento, e por um Comitê Científico, também composto por pesquisadores da Rede CLIMA. Não é exagero afirmar, em termos simples, que o fio condutor da Rede CLIMA é prover subsídios científicos aos tomadores de decisão.

A valer, o propósito do órgão é (i) gerar e disseminar conhecimentos e tecnologias responsáveis às causas e aos efeitos das mudanças climáticas globais; (ii) produzir dados e informações necessárias ao apoio da diplomacia brasileira nas negociações internacionais sobre mudanças climáticas; (iii) estudar impactos das mudanças climáticas globais e regionais no Brasil, avaliando alternativas de adaptação dos sistemas sociais, econômicos e naturais do país; (iv) pesquisar os efeitos de mudanças no uso da terra e nos sistemas sociais, econômicos e naturais nas emissões brasileiras de GEEs; (v) auxiliar na formulação e no acompanhamento de políticas públicas nacionais; (vi) contribuir para a concepção e a implementação de um sistema de monitoramento e alertas de desastres naturais para o país; (vii) realizar estudos sobre emissões de GEEs em apoio à realização periódica de inventários nacionais de emissões e (viii) apoiar a construção de sistemas observacionais para detecção de impactos das mudanças climáticas, atribuição de suas causas e de seus efeitos.

Finalmente, a CMCH – originada pelo Decreto Federal nº 6.065/2007, de 21 de março de 2007 (Brasil, 2007a) (em seguida alterado pelo Decreto Federal nº 6.971/2009, de 29 de setembro de 2009 (Brasil, 2009)) – almejava coordenar, acompanhar e contribuir para a formulação e avaliação da execução das políticas públicas relativas à meteorologia, à climatologia e à hidrologia. Sua governança interna conta não somente com representantes de variados Ministérios, como também com membros do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da Sociedade Brasileira de Meteorologia (SBMET), da Sociedade Brasileira de Agrometeorologia (SBA), da Sociedade Brasileira de Agrometeorologia (SBA), dos Centros Estaduais de Meteorologia e Recursos Hídricos e do Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM).

Em conjunto, as instituições supracitadas formam a estrutura funcional atual associada à problemática de mudanças climáticas no Brasil. Em benefício da melhor organização, o organograma a seguir apresentado pela **Figura 6** consolida as relações institucionais proposta pelos instrumentos legais e infralegais associados à PNMC. As normas que o embasaram também são descritas diretamente na imagem.

Figura 6 — Estrutura funcional associada aos assuntos climáticos no Brasil



Fonte: elaboração própria

Assim, o emaranhado organizacional que trata sobre as ações governamentais nacionais no tocante ao clima é ancorado pelos acordos internacionais e executado sob uma lógica interministerial. A partir da definição da NDC, é aprovado pela CIM um Plano Nacional sobre Mudança do Clima, de forma que seu cumprimento indica o sucesso das metas voluntárias assumidas internacionalmente. Para atingir seus objetivos, o CIM é diretamente apoiado pela REDE Clima, pelo FBMC e pelo CMCH.

Em maiores detalhes, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima foi instaurado no âmbito da PNMC e diretamente regulamentado pelo Decreto Federal nº 6.236/2007, de 21 de novembro de 2007 (Brasil, 2007b); pelo Decreto Federal nº 7.390/2010, de 9 de dezembro de 2010 (Brasil, 2010b); pelo Decreto Federal nº 9.578/2018, de 22 de novembro de 2018 (ainda vigente) (Brasil, 2018); e pelo Decreto Federal nº 11.075/2022, de 19 de maio de 2022 (revogado) (Brasil, 2022a). O Plano Nacional sobre Mudança do Clima deve ser elaborado a partir dos planos de ação para a prevenção e controle do desmatamento nos biomas e dos planos setoriais de mitigação e de adaptação à mudança do clima (notadamente Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAm; Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado - PPCerrado; Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC; e Plano Setorial de Redução de Emissões da Siderurgia). Suas revisões devem transcorrer previamente à elaboração dos Planos Plurianuais (PPAs), de quatro em quatro anos, e as edições dos planos setoriais e dos destinados à proteção dos biomas devem ser publicadas, no máximo, de dois em dois anos. O Plano Nacional sobre Mudança do Clima deve estar alinhado com o disposto na mais recente Comunicação Nacional do Brasil à CQNUMC.

O Decreto Federal nº 9.578/2018 também projeta que em 2020 as emissões brasileiras totalizariam 3.236 milhões toneladas equivalentes de CO₂, distribuídas entre os setores “Mudança de Uso da Terra” (1.404 milhões de toneladas equivalentes de CO₂, 43,3% do total); “Energia” (868 milhões de toneladas equivalentes de CO₂, 26,8% do total); “Agropecuária” (730 milhões de toneladas equivalentes de CO₂, 22,5% do total) e “Processos Industriais e Tratamento de Resíduos” (234 milhões de toneladas equivalentes de CO₂, 7,2% do total). A metodologia de cálculo das emissões foi disponibilizada no Anexo do Decreto. Definidas os volumes emitidos, o aludido Decreto determinava que fossem estruturadas ações que almejassem o cumprimento do compromisso voluntário de redução de emissões acordado na Lei nº 12.187/2009 (entre 36,1% e 38,9% de redução), o que ensejaria em diminuição situada entre 1.168 milhões de toneladas equivalentes de CO₂ e 1.259 milhões de toneladas equivalentes de CO₂ em 2020.

Para cumprimento desta meta, o Decreto sugeria que fossem consideradas – sem prejuízo à outras futuramente listadas nos planos setoriais – as seguintes ações: (i) redução de 80% dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal em relação à média verificada entre os anos de 1996 a 2005; (ii) redução de 40% dos índices anuais de desmatamento no Bioma Cerrado em relação à média verificada entre os anos de 1999 a 2008; (iii) expansão da oferta hidroelétrica, da oferta de fontes alternativas renováveis, notadamente centrais eólicas, pequenas centrais hidroelétricas e bioeletricidade, da oferta de biocombustíveis, e incremento da eficiência energética; (iv) recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas; (v) ampliação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares; (vi) expansão da prática de plantio direto na palha em 8 milhões de hectares; (vii) expansão da fixação biológica de nitrogênio em 5,5 milhões de hectares de áreas de cultivo, em substituição ao uso de fertilizantes nitrogenados; (viii) expansão do plantio de florestas em 3 milhões de hectares; (ix) ampliação do uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m³ de dejetos de animais; e (x) incremento da utilização na siderurgia do carvão vegetal originário de florestas plantadas e melhoria na eficiência do processo de carbonização. Tais ações, fiscalizadas pelo CIM e acompanhadas pelo FBMC, deveriam ser implementadas a partir da cooperação governamental e a partir do MDL (ou de outros mecanismos similares previstos na CQNUMC).

Neste ponto, convém indagar se estas ações foram, de fato, cumpridas. Em dezembro de 2019 a Comissão de Meio Ambiente (CMA) do Senado Federal divulgou um extenso documento de avaliação dos resultados PNMC. Uma das conclusões tiradas na ocasião é que o PNMC não foi eficiente em reduzir emissões, mas o Brasil cumpriria seu compromisso nacional voluntário até 2020 em face do desaquecimento da economia. É relevante pontuar, portanto, a otimista premissa de crescimento econômico a 5% a.a. trazida na metodologia de cálculo das emissões, que dificilmente se manteria entre 2009 e 2020. Este, indubitavelmente, foi um fator preponderante para cumprimento da PNMC:

(...) verifica-se que o Brasil realizou esforço imenso de redução das emissões, sobretudo a partir de 2004, e obteve resultados surpreendentes, particularmente no que tange à redução das emissões decorrentes do desmatamento na Amazônia. Contudo, os gráficos demonstram, também, que **não houve reduções de emissão significativas no intervalo de 2009-2015, período em que se iniciou a implementação da PNMC. O País está no rumo de cumprir o compromisso nacional voluntário até 2020, quanto a emissões de GEE, em grande parte pelo desaquecimento da economia**, haja vista que as emissões projetadas como referência tomavam por base crescimentos médios do PIB de 5% a.a. Entretanto, **já se observa que não será cumprida a meta específica de redução em 80% da taxa anual de desmatamento da Amazônia** (Brasil, 2019d, p. 65, grifos nossos).

Em 2023, o Observatório do Clima – principal rede da sociedade civil brasileira sobre a agenda climática, fundada em 2002, com mais de 80 organizações integrantes, entre ONGs ambientalistas, institutos de pesquisa e movimentos sociais – divulgou um relatório de análise das emissões de GEEs no Brasil entre 1970 e 2021. De maneira análoga ao relatório do Senado Federal, embora o documento reconheça o cumprimento da meta geral do PNMC, ele sugere que os anos 2010 foram uma “década perdida” para mudança climática no país.

Por um lado, a PNMC teve sua meta geral (36,8% de redução em 2020 em relação ao projetado em 2009 para aquele ano) cumprida no agregado. (...) Por outro, seus objetivos centrais, de reduzir o desmatamento na Amazônia e de alterar a trajetória de emissões do país, não foram cumpridos. (...) Entre a regulamentação da PNMC, em dezembro de 2010 (...) e o suposto primeiro ano de implementação da NDC, em 2021, o Brasil viu uma alta de 40% nas emissões brutas (de 1,7 GtCO₂e para 2,4 GtCO₂e) e de quase 55% nas emissões líquidas (de 1,3 GtCO₂e para 1,7 GtCO₂e). Desde a primeira edição do SEEG, em 2012, até a atual, em 2021, o aumento verificado nas emissões brutas foi de 30% e, nas líquidas, de 40%. **Esses números indicam que, embora a PNMC tenha produzido inovações importantes no ordenamento legal brasileiro e criado instrumentos para mensuração de emissões e combate à mudança do clima, do ponto de vista da atmosfera a década de 2010 foi perdida para o Brasil.** (Observatório do Clima, 2023, p. 9-39, grifos nossos).

O Observatório do Clima (2023) também reforçou o retrocesso na gestão do controle do desmatamento – fator preponderante para a redução das emissões de GEEs no Brasil.

Dos planos setoriais, o mais importante, que forneceria a maior parte das reduções de emissão previstas, consistia em cortar a taxa de desmatamento da Amazônia, chegando a 2020 com no máximo 3.925 km² de desmatamento por ano. (...) No entanto, como também se sabe, **o desmatamento na Amazônia ficou longe — muito longe — do estabelecido pelo decreto de 2010.** A taxa medida pelo Inpe foi de 10.851 km², valor quase 180% superior à meta da PNMC. Em 2019, o PPCDAm e o PPCerrado foram revogados pelo governo Bolsonaro. O desmatamento nos quatro anos do governo passado atingiria uma alta de 60% em relação aos quatro anos anteriores – a maior elevação relativa em um mandato presidencial desde o início das medições anuais do Inpe. **Em 2021, o desmatamento era 231% maior do que a meta da política nacional.** (Observatório do Clima, 2023, p. 40-41, grifos nossos).

Apesar do fracasso da PNMC em alterar a trajetória de emissões do Brasil, a política deliberou, de maneira inédita, sobre a criação do “Mercado Brasileiro de Redução de Emissões” (MBRE). Embora a lei não trouxesse maiores detalhes sobre o funcionamento do mercado, a tentativa de regulamentação do MBRE foi objeto de instrumentos legislativos supervenientes. Isso será melhor detalhado no item 3.1. da presente dissertação.

Art. 9º O Mercado Brasileiro de Redução de Emissões - MBRE será operacionalizado em bolsas de mercadorias e futuros, bolsas de valores e entidades de balcão organi-

zadas, 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)

Outro assunto significativo no concernente às mudanças climáticas são os fundos de financiamento. Em 9 de dezembro de 2009, pouco antes da homologação da lei da PNMC, foi aprovada a Lei Federal nº 12.114/2009 (Brasil, 2009a) criando o chamado Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC). Ela foi pontualmente alterada pela Lei Federal nº 13.800/2019, de 4 de janeiro de 2019 (Brasil, 2019b), e pela Lei Federal nº 14.590/2023, de 24 de maio de 2023 (Brasil, 2023). O Fundo foi regulamentado pelo Decreto Federal nº 7.343/2010, de 26 de outubro de 2010 (Brasil, 2010a), e pelo Decreto Federal nº 9.578/2018, de 22 de novembro de 2018 (Brasil, 2018).

O FNMC é mesclado por recursos financeiros advindos (i) do pagamento de Participação Especial por parte das empresas produtoras de hidrocarbonetos⁷³, (ii) de dotações consignadas pela União na Lei Orçamentária Anual (LOA), (iii) de recursos recorrentes de acordos, ajustes, contratos e convênios celebrados com órgãos e entidades da administração pública federal, estadual, distrital ou municipal; (iv) de doações realizadas por entidades nacionais e internacionais, públicas ou privadas; (v) de empréstimos de instituições financeiras nacionais e internacionais; (vi) de reversão dos saldos anuais não aplicados; (vii) de recursos oriundos de juros e amortizações de financiamentos; (viii) de rendimentos auferidos com a aplicação dos recursos do Fundo; e, finalmente, (ix) de outras fontes.

Por lei, o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) deverá elaborar plano anual de aplicação dos recursos do FNMC e, após ser aprovado pelo Comitê Gestor do FNMC, publicá-lo. O Comitê Gestor do Fundo envolve participantes de variados Ministérios, além de membros do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e de setores não-governamentais. O FNMC possui duas modalidades de operações: reembolsáveis e não reembolsáveis. O BNDES é responsável pela aplicação dos recursos reembolsáveis, enquanto o MMA encarrega-se pela destinação dos valores não reembolsáveis.

A título de FNMC, já foram desembolsados R\$ 1,27 bilhões pelo BNDES. A carteira de crédito do Fundo atingiu o recorde de R\$ 645,9 milhões em 2022, com média de R\$ 296,6 milhões entre 2013 e 2022 (BNDES, 2023, p. 5). Considerando o saldo da carteira ativa em 30 de junho de 2023, a distribuição dos projetos financiados é liderada pela finalidade “Energias Renováveis” (52,4%), que é seguida por “Máquinas e Equipamentos Eficientes” (29,4%), “Cidades Sustentáveis e Mudanças do Clima” (7,1%), “Projetos Inovadores” (4,2%), “Mobilidade

⁷³ Nos termos do inciso II do § 2º do Art. 50 da Lei no 9.478/1997, de 6 de agosto de 1997 (“Lei do Petróleo”).

Urbana” (3,8%), “Florestas Nativas” (2,3%) e “Resíduos Sólidos” (0,8%). As unidades federativas que mais recebem recursos são São Paulo (34,8%), Rio Grande do Sul (15,6%), Paraná (12,5%), Minas Gerais (12,3%), Rio de Janeiro (7,3%) e Goiás (5,9%). As demais recebem valores inferiores a 3,5%.

Em continuidade à cronologia, em 2010 o Brasil endereçou a 2ª Comunicação Nacional à CQNUMC (período-base 1990-2005) (Brasil, 2010c). Os destaques principais foram o compromisso nacional voluntário de redução de emissões materializado pela PNMC e a criação do FNMC. Como ações de mitigação, além destes, o governo (i) citou a incorporação do biodiesel à matriz energética brasileira; (ii) reafirmou o perfil renovável de sua matriz elétrica, majoritariamente hidrelétrica; (iii) mencionou o progresso do combate ao desmatamento, ostentando redução da área degradada em 73% (de 27.772 km² para 7.464 km²) entre 2004 e 2009; e (iv) enalteceu os programas de monitoramento e prevenção de queimadas, bem como pelas áreas com algum tipo de proteção ambiental no país, que equivaliam a 27,98% do território brasileiro. Também destacou a relevância do país em número de atividades abrangidas pelo MDL.

Desde 2014, o país passou a enviar também à CQNUMC o chamado Relatório de Atualização Bienal (*BUR*⁷⁴, na sigla em inglês) do Brasil. O BUR foi um compromisso assumido pelos países em desenvolvimento durante a COP-17, em Durban, na África do Sul. A demanda partiu da necessidade de prover maior transparência e flexibilização aos reportes realizados pelos Estados-Membros não listados no Anexo I da Convenção⁷⁵. Para além do BUR1 (2014) (Brasil, 2014), já foram encaminhados o BUR2 (2017) (Brasil, 2017), o BUR3 (2019) (Brasil, 2019c) e o BUR4 (2020) (Brasil, 2020a). Importa frisar que o Livro de Regras de Katowice⁷⁶ (United Nations, 2019), deliberado na COP-24, em Katowice, na Polônia, prevê a unificação de BRs e BURs em um único documento a partir de 2024: o Relatório de Transparência Bienal⁷⁷ (BTR, na sigla em inglês).

Em 2016, o Brasil destinou sua 3ª Comunicação Nacional à CQNUMC (período-base 1990-2010) (Brasil, 2016). O documento voltou a ressaltar o funcionamento da PNMC, destacando a redução das taxas de desmatamento anuais da Amazônia Legal e evidenciando o caráter renovável da matriz elétrica nacional. O documento também discorreu sobre a aprovação do Novo Código Florestal – ora aprovado pela Lei Federal nº 12.651/2012, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012), em substituição à Lei Federal nº 4.771/1965, de 15 de setembro de 1965 (Brasil,

⁷⁴ Internacionalmente denominado *Biennial Update Report (BUR)*.

⁷⁵ Importa ressaltar que os países desenvolvidos, isto é, aqueles listados no Anexo I da Convenção, já encaminhavam relatório bienal denominado *Biennial Report (BR)*.

⁷⁶ Internacionalmente denominado *Katowice Climate Package*.

⁷⁷ Internacionalmente denominado *Biennial Transparency Report (BTR)*.

1965) – que implementou medidas relevantes no combate ao desmatamento, como as Áreas de Preservação Permanente, as Reservas Legais, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA).

A 4ª Comunicação Nacional à CQNUMC (período-base 1990-2016), de 2020 (Brasil, 2021b), foi a mais recente mensagem sobre as mudanças climáticas endereçada à Convenção. Além das já abordadas iniciativas, o documento citou a promulgação da Política Nacional de Biocombustíveis, ou “RenovaBio” (Lei Federal nº 13.576/2017, de 26 de dezembro de 2017) (Brasil, 2017c) e a concepção do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), deliberado pelo Decreto Federal nº 9.172/2017, de 17 de outubro de 2017 (Brasil, 2017d).

O Brasil já iniciou, em maio de 2023, os trabalhos para formulação da 5ª Comunicação Nacional à CQNUMC. Na esteira da execução deste documento, o objetivo do governo é que o país apresente até 2024 seu primeiro BTR, em acordo ao preconizado pela comunidade internacional. Além disso, o Brasil sediará a COP-30 em Belém/PA no ano de 2025.

Em 19 de maio de 2022, foi publicado o Decreto Federal nº 11.075/2022 (Brasil, 2022a) como articulação conjunta dos então representantes do MMA e do Ministério da Economia (ME). Em resumo, o texto buscava criar bases (ainda que muito preliminares) para o advento de um SCE no país, regulamentando o MBRE a partir do envio de Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas. A solidez jurídica da matéria foi questionada, uma vez que ela trazia definições relevantes via decreto. Ele foi revogado em junho de 2023.

Nesse ínterim, alguns projetos recentemente desenvolvidos no Brasil para formulação de cenários de descarbonização merecem destaque. É o caso do “*Partnership for Market Readiness*” (PMR), um fórum de inovação e ação coletiva secretariado pelo Banco Mundial que fornece apoio para preparar e implementar políticas de mitigação das mudanças climáticas – incluindo instrumentos de precificação de carbono – a fim de ampliar a mitigação de GEE. Ativo desde 2013, o PMR conta com um fundo de US\$ 127 milhões e fomenta o intercâmbio de conhecimento entre organizações e especialistas de dezenas de países.

Nacionalmente, o PMR Brasil (Brasil, 2020b) – como ficou chamado – foi liderado pelo então Ministério da Economia em conjunto com um robusto Comitê Consultivo, composto por representantes de entidades do setor privado, da sociedade civil e de órgãos do Governo Federal⁷⁸. O programa transcorreu entre 2016 e 2020 e era orientado por duas perguntas centrais:

⁷⁸ Compunham o PMR Brasil (1) Ministério da Economia (ME); (2) Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI); (3) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); (4) Ministério do Meio Ambiente (MMA); (5) Ministério das Relações Exteriores (MRE); (6) Ministério de Minas e Energia (MME); (7) Empresa de Pesquisa Energética (EPE); (8) Casa Civil da Presidência da República; (9) Instituto de Pesquisa Econômica

“Seria viável e conveniente ter um instrumento de precificação de carbono como parte da política climática nacional do Brasil no período pós-2020?” e “Em caso afirmativo, quais são as principais características que o instrumento deve ter para otimizar a relação entre o cumprimento dos objetivos climáticos e o desenvolvimento socioeconômico?”. Para responde-las, o projeto – que contou com mais de 80 especialistas – se dividiu em três componentes.

O Componente 1, intitulado “*Elaboração de estudos setoriais e proposição de opções de desenho de instrumentos de precificação de carbono*”, baseou-se (i) na análise das estruturas econômicas e tecnológicas (com respeito à mitigação de emissões de GEE) dos principais setores brasileiros, bem como do cenário institucional e de políticas vigentes em cada um dos setores; e (ii) na proposição de diferentes desenhos de instrumentos para atingir as metas da NDC brasileira, com foco em instrumentos de precificação de carbono, à luz das análises descritas em (i) acima e de uma revisão das experiências internacionais no tema. Os setores analisados foram selecionados com base no perfil de emissões do país. São eles: Energia (energia elétrica e combustíveis), Indústria (química, papel e celulose, siderurgia, alumínio, cimento, cal, vidro, alimentos e bebidas, têxtil, mineração e cerâmica), Florestas e Agropecuária (pecuária de corte). Ele foi executado pelo consórcio formado por WayCarbon, Vivid Economics, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), da Universidade de São Paulo (USP), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), da Ricardo E&E e da Volga Consultoria.

O Componente 2, denominado “*Avaliação de Impactos*”, dividiu-se nos Componente 2A, “*Modelagem*”, que alvitrava estabelecer uma modelagem econômica para estimar os impactos socioeconômicos da implementação do pacote de instrumentos proposto; e 2B, “*Análise de Impacto Regulatório (AIR)*”, que visava o entendimento da repercussão destes instrumentos sob a ótica infralegal. A modelagem econômica foi executada pela UFRJ, pela EOS Consultoria e pelo *Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED)*, enquanto a AIR foi conduzida pela Fundação Getúlio Vargas (FGV).

O Componente 3, batizado “*Comunicação e engajamento de stakeholders*”, objetivou compartilhar os resultados dos estudos realizados nos Componentes 1 e 2, bem como consultar e engajar os agentes relevantes para o processo.

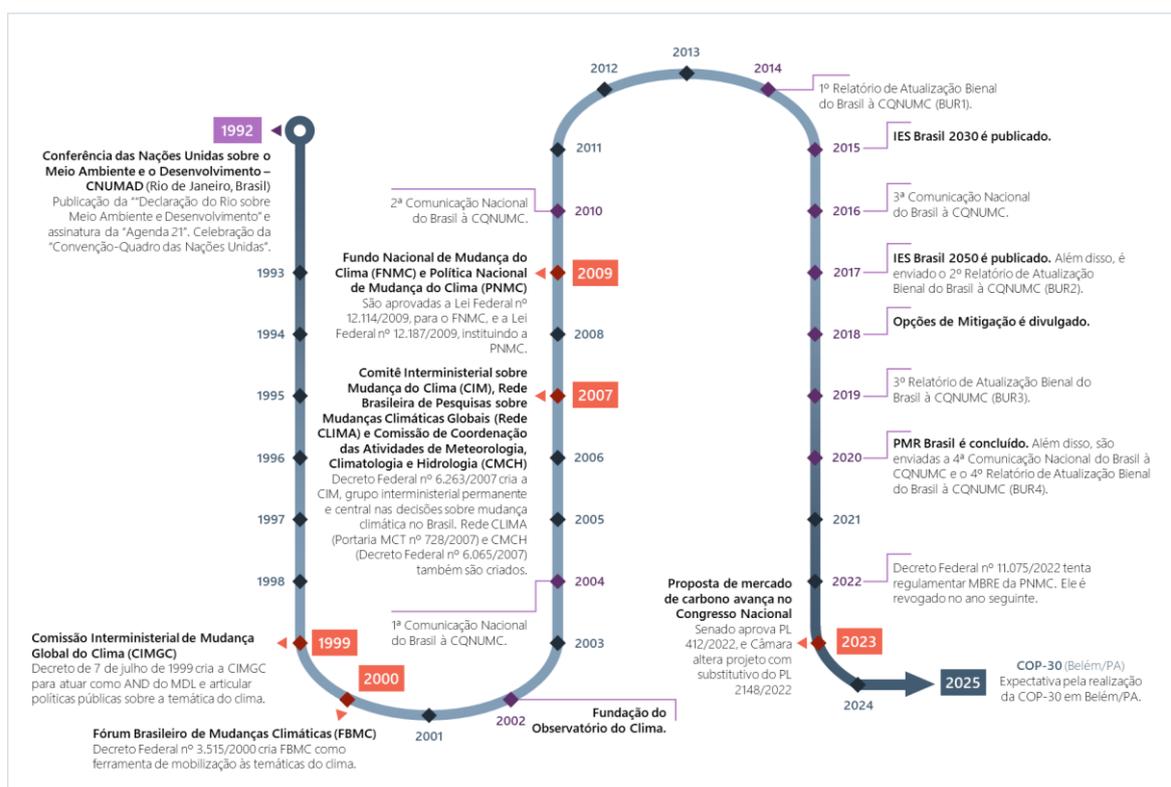
As conclusões do PMR Brasil para o SEB serão melhor detalhadas no Capítulo 4.

Aplicada (IPEA); (10) Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim); (11) Associação Brasileira de Empresas Aéreas (ABEAR); (12) Confederação Nacional da Indústria (CNI); (13) Confederação Nacional da Agricultura (CNA); (14) Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN); (15) Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS); (16) Iniciativa Empresarial em Clima (IEC); (17) Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP); (18) Fórum de Meio Ambiente do Setor Elétrico (FMASE); (19) Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (FBMC); (20) REDE Clima e (21) Observatório do Clima (OC).

Outro projeto cuja menção neste trabalho se faz fundamental é a iniciativa denominada “Opções de Mitigação de Emissões de GEE em Setores-Chave” (“Opções de Mitigação”) (Brasil, 2023), finalizada em 2018 e capitaneada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). A grande inovação trazida pelo estudo foi a análise integrada das diferentes opções de mitigação de emissões, considerando a não-aditividade dessas opções com suas consequentes implicações econômicas e sociais. Também foi precursor em incluir um cenário que considera curvas de aprendizado tecnológico para a redução das emissões de GEE.

Além do PMR Brasil (2020) e do Opções de Mitigação (2018), merece destaque, enfim, o trabalho denominado “Implicações Econômicas e Sociais de Cenários de Mitigação de Gases de Efeito Estufa no Brasil” (ou IES Brasil). Coordenado pelo FBMC, ele é fruto de esforços de diferentes setores da sociedade brasileira com especialistas na identificação de distintas trajetórias de desenvolvimento que alinhem objetivos socioeconômicos e ambientais. Na prática, o documento elabora cenários para o decênio 2020-2030 (no caso do IES Brasil 2030, finalizado em 2015) e para o período 2017-2050 (no caso do IES Brasil 2050 (Centro Clima, 2018), uma atualização do anterior, concluída em 2017), e identifica políticas de mitigação que revelem melhores respostas quanto aos impactos econômicos e sociais.

Figura 7 — Panorama histórico do debate formal sobre as mudanças climáticas no Brasil: principais marcos (1992-2023)



Fonte: elaboração própria

A **Figura 7** acima consolida os principais marcos internos registrados no panorama histórico do debate formal sobre as mudanças climáticas no Brasil.

O estudo destes marcos permite deduzir o claro amadurecimento do debate acadêmico sobre a descarbonização no Brasil, o que assegura que políticas públicas relacionadas ao clima no país possam ser substancialmente embasadas por evidências científicas. O grande desafio nacional neste momento parece ser, portanto, traduzir os sucessivos exercícios de planejamento e exaustivos modelos de impacto socioeconômico em práticas perenes para os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil. Antes de analisarmos a atual proposta de mercado de carbono prospectada no país, todavia, convém entendermos a fundo o perfil de emissões brasileiras de GEEs.

3.2 PERFIL DAS EMISSÕES BRASILEIRAS DE GEES

Seria impreciso abordar sobre emissões sem estudar as métricas utilizadas para exposição desses dados. Comumente, os GEEs agrupam variados componentes químicos, como o CO₂ (gás carbônico), o CH₄ (metano), o N₂O (óxido nitroso), o SF₆ (hexafluoreto de enxofre), os PFCs (perfluorocarbonetos) e os HFCs (hidrofluorcarbonetos). Com isso, em vistas de simplificar a análise destas informações, tornou-se oportuno convenciona-los em uma única unidade de medida intitulada carbono equivalente (CO₂e). Simplificadamente, existem duas abordagens para o cálculo do CO₂e: (i) o *Global Warming Potential* (GWP), mais utilizada em fóruns internacionais e que estabelece relação de equivalência entre os GEEs e o CO₂ a partir da capacidade de contribuição de cada gás para o aquecimento global, ou seja, a capacidade de aprisionar calor na atmosfera (balanço entre eficiência radiativa e vida útil); e (ii) o *Global Temperature Change Potential* (GTP), que determina vínculo de equivalência entre os GEEs e o CO₂ considerando o impacto de cada gás para a mudança de temperatura do planeta, isto é, a capacidade desses gases de alterarem a temperatura terrestre. Em ambos os casos se estabelece um horizonte temporal, normalmente de cem anos (motivo pelo qual as métricas também são conhecidas como GWP-100 e GTP-100).

As abordagens GWP e GTP, aliás, estão sujeitas a mudanças, uma vez que as variáveis que compõem o cálculo das equivalências podem ser revistas ao longo do tempo. Assim, é pertinente representa-las em conjunto com a sigla do Assessment Report (AR) do IPCC a que se referem. Por exemplo, de acordo com o IPCC AR6, o metano tem um GWP-100 de aproximadamente 27,9, o que significa que, ao longo de 100 anos, uma tonelada de metano tem o

mesmo potencial de aquecimento global que 27,9 toneladas de CO₂. Analogamente, de acordo com o mesmo relatório, o metano tem um GTP-100 de aproximadamente 5,38, o que sugere que, ao longo de 100 anos, a emissão instantânea de uma tonelada de metano tem o mesmo potencial de modificar a temperatura do planeta que 5,38 toneladas de CO₂.

Outra importante definição recorrente no estudo sobre o clima concerne aos chamados “escopos de emissão”, uma categorização que alvitra auxiliar as organizações públicas e privadas a compreenderem o perfil das suas emissões de GEEs. Eles são uma das definições instituídas pelo *Greenhouse Gas Protocol* (“GHG Protocol”) (WRI Brasil, 2018), um pacote de padrões (Greenhouse Gas Protocol, 2011), orientações, ferramentas e treinamentos para que empresas e governos mensurem e gerenciem as emissões antropogênicas responsáveis pelo aquecimento global. Criado a partir de uma parceria entre duas instituições privadas – sabidamente o World Resource Institute (WRI), fundado em 1982, e o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), estabelecido em 1995 – o GHG Protocol sugere um modelo de mensuração e reporte de emissões padronizado globalmente, permitindo o nivelamento das bases para os estudos sobre o tema.

Em síntese, o **Escopo 1** abrange as ditas “emissões diretas”, ou seja, as emissões antrópicas provenientes de fontes controladas ou de propriedade da organização emissora (e.g., instalações ou veículos do agente emissor). O Escopo 2 e o Escopo 3, por sua vez, dizem respeito às “emissões indiretas”, de maneira que o **Escopo 2** concentra as emissões antrópicas decorrentes da compra de energia da organização emissora (e.g., eletricidade, vapor, calor ou resfriamento) e o **Escopo 3** reúne as emissões antrópicas advindas dos demais meios (e.g., compra de bens e serviços, transporte e distribuição de produtos, edifícios alugados pela instituição, deslocamento de funcionários, tratamento de resíduos, investimentos em terceiros, entre outros).

A divisão em escopos considera **emissões não-fugitivas**, ou seja, aquelas intencionalmente liberadas pelo processo produtivo, e as **emissões fugitivas**, isto é, aquelas oriundas de pontos de emissão não-identificáveis, liberadas involuntariamente pelo emissor. Também é pertinente frisar que parte dos setores e escopos possuem emissões classificadas como difícil abatimento⁷⁹, ou seja, a característica que contempla os segmentos para os quais a redução de emissões é particularmente desafiadora. Esta terminologia, organicamente cunhada nas discussões sobre o clima, almeja reconhecer que – enquanto alguns setores possuem maior facilidade para transitar para tecnologias de baixo carbono – outros lidam com intercorrências tecnológicas,

⁷⁹ Internacionalmente denominado *hard-to-abate*.

econômicas e estruturais muito mais notáveis para consumarem sua trajetória de descarbonização. Essa diferenciação é central para a formulação de políticas públicas na área, já que, por vezes, a mitigação de emissões antrópicas vai além da mera intenção dos agentes, contemplando também variáveis exógenas inerentes à sua atividade econômica.

Feita esta breve introdução conceitual, é possível tratar diretamente do perfil de emissões brasileiras de GEEs. Uma boa maneira de iniciar a exposição sobre o tema é rememorar os compromissos climáticos assumidos pelo país junto à comunidade internacional. Conforme ora apresentado por este trabalho, o Acordo de Paris (2015) criou, em seu Artigo 4º, a figura das NDCs, isto é, as metas nacionais de emissão de GEEs aprovadas individualmente, em cada um dos países, para atingimento da meta mundial de limitar o aquecimento global a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais. Essas metas seriam revisadas a cada 5 anos para avaliação do progresso coletivo quanto ao cumprimento dos objetivos climáticos mundiais.

Historicamente, o Brasil apresentou quatro versões de NDCs: uma em 21 de setembro de 2016, outra em 9 de dezembro de 2020, a terceira em 7 de abril de 2022 e a última em 3 de novembro de 2023. Assim como as dos demais países, elas estão disponibilizadas em um registro público mantido pelo secretariado da CQNUMC, como preconizava o parágrafo 12 do Artigo 4º do Acordo. O **Quadro 2** abaixo resume o conteúdo de cada uma delas.

Quadro 3 — NDCs apresentadas pelo Brasil

Título	Data	Base de Cálculo	Contribuição 2025	Contribuição 2030
NDC do Brasil	21/09/2016 (arquivada)	2º Inventário Nacional de Emissões Antropogênicas (2005)	Reduzir emissões em 37% em comparação aos níveis de 2005 até 2025 (métrica GWP-100; IPCC AR5)	Reduzir emissões em 43% em comparação aos níveis de 2005 até 2030 (métrica GWP-100; IPCC AR5)
NDC do Brasil (1ª atualização)	09/12/2020 (arquivada)	3º Inventário Nacional de Emissões Antropogênicas (2020)	Reduzir emissões em 37% em comparação aos níveis de 2005 até 2025 (métrica GWP-100; IPCC AR5)	Reduzir emissões em 43% em comparação aos níveis de 2005 até 2030 (métrica GWP-100; IPCC AR5)
NDC do Brasil (2ª atualização)	07/04/2022 (arquivada)	4º Inventário Nacional de Emissões Antropogênicas (2020)	Reduzir emissões em 37% em comparação aos níveis de 2005 até 2025 (métrica GWP-100; IPCC AR5)	Reduzir emissões em 50% em comparação aos níveis de 2005 até 2030 (métrica GWP-100; IPCC AR5)
NDC do Brasil (3ª atualização)	03/11/2023 (ativa)	4º Inventário Nacional de Emissões Antropogênicas (2020)	Reduzir emissões em 48,4% em comparação aos níveis de 2005 até 2025 (métrica GWP-100; IPCC AR5)	Reduzir emissões em 53,1% em comparação aos níveis de 2005 até 2030 (métrica GWP-100; IPCC AR5)

Fonte: elaboração própria a partir do “NDC Registry” (United Nations, 2023b).

A primeira NDC apresentada pelo Brasil (2016) adotou uma meta de mitigação mais rigorosa que a apresentada pela PNMC (que estipulou redução entre 36,1% e 38,9% até 2020) e em todas as frentes da economia (“*economy-wide*”). O país – que havia registrado emissões de 2,1 GtCO₂e em 2005, almejava atingir 1,3 GtCO₂e até 2025 e 1,2 GtCO₂e até 2030, o que correspondia a uma redução de 37% e 43%, respectivamente, em relação aos valores base. Na ocasião, o país destacou que entre 2004 e 2012 a economia nacional havia crescido 32%, retirando 23 milhões de pessoas da pobreza, enquanto as emissões haviam despencado 52%. O documento também expôs redução de emissões *per capita* de 14,4 tCO₂e, em 2004, para 6,5 tCO₂e, em 2012, nivelando o Brasil às metas de países desenvolvidos para 2030. Importa salientar que todos os dados citados neste parágrafo correspondem à métrica GWP-100, IPCC AR5, muito embora o país tenha frisado – no corpo do relatório – o entendimento de que a métrica GTP-100, IPCC AR5 fosse mais adequada para o caso concreto.

As regras da CQNUMC obrigavam as partes a apresentarem, até 2020, uma NDC que contemplasse o horizonte temporal de até 2030. Como o Brasil já havia feito isso ainda em 2016, em 9 de dezembro de 2020 o país enviou a 1ª atualização da NDC ratificando os limites de emissão outrora comprometidos e convertendo-os em meta nacional. Naquele momento, entretanto, ao invés de manter o comparativo percentual ao Segundo Inventário Nacional de Emissões Antropogênicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal (2005), que relatava 2,1 GtCO₂e para 2005, o Brasil lastreou os percentuais aos dados do Terceiro Inventário Nacional de Emissões Antropogênicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal (2010), que calculava 2,8 GtCO₂e para o mesmo ano base. Isso acabou por reduzir o compromisso de emissões em valores absolutos, uma vez que a base de cálculo foi intencionalmente alterada pelo governo.

Em dezembro de 2020, o Brasil submeteu uma “primeira NDC atualizada” à UNFCCC, ratificando os percentuais da NDC original e transformando a meta indicativa em compromisso. **O documento indicava o Terceiro Inventário (apesar de já estar pronto a àquela altura o 4º inventário) como base de cálculo e afirmava que a meta “poderia ser” recalculada com base em novos inventários e metodologias. Os reajustes percentuais não foram aplicados, o que efetivamente aumentou em 400 milhões de toneladas de CO₂e o limite de emissão do Brasil em 2030. O excedente, que ficaria conhecido como “pedalada de carbono”, foi parar nos tribunais.** O consórcio Climate Action Tracker rebaixou a ambição da meta brasileira de “insuficiente” para “altamente insuficiente”, e o Pnuma (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) acusou formalmente o Brasil (...) de regredir na ambição de suas metas (Observatório do Clima, 2023, p. 43, grifo nosso).

Na esteira da “pedalada de carbono” e com a proximidade da COP-26, a 2ª atualização de NDC submetida pelo Brasil (2022) manteve a meta ora estipulada na primeira NDC para o horizonte de 2025 (redução de 37% em relação a 2005) e ampliou seu compromisso de redução de emissões para 2050 50% em relação aos valores base. Mais uma vez, o que poderia, à primeira vista, parecer um progresso, na verdade engendrou novo retrocesso em valores absolutos. Isso porque foram usados os dados do Quarto Inventário Nacional de Emissões Antropogênicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal (2020), que indicava 2,5 GtCO_{2e} para 2005. Por força dos números, a “pedalada” foi reduzida, mas não revertida. Em outras palavras, a atualização da linha de base da nova meta nacional aliada à manutenção das metas percentuais acabou por resultar em uma NDC que provê possibilidade de aumento absoluto das emissões até 2030 e 2050. Naquela ocasião, o Brasil era o único país do G20 com uma NDC que viola o princípio da progressão das metas de Paris (Observatório do Clima, 2023).

Em 3 de novembro de 2023, o governo brasileiro enviou nova revisão da NDC brasileira à CQNUMC. Ela retomou as metas anunciadas em 2015 e formalizadas em 2016, representando a correção das “pedaladas climáticas” ora vistas na 1ª e 2ª atualização das NDCs. Assim, não constituiu exatamente um avanço, mas um reparo nos rumos da descarbonização do país.

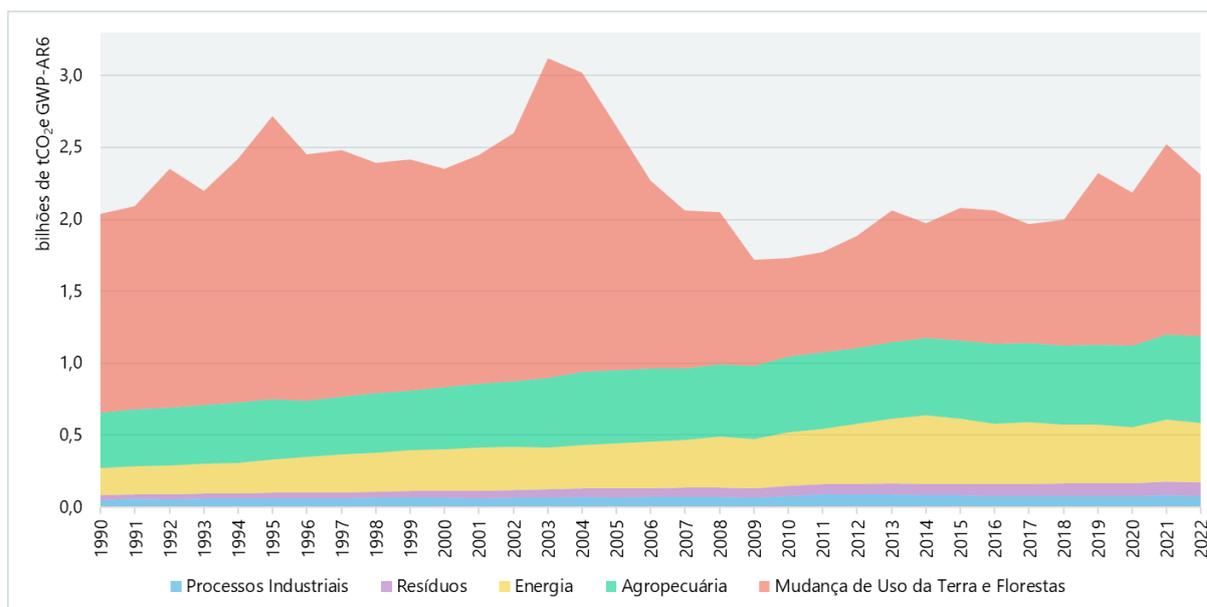
Os **Gráfico 2** e **Gráfico 3** abaixo ilustram as emissões brutas no Brasil por setor econômico. Os dados advêm do Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa Brasil (SEEG-Brasil), iniciativa do Observatório do Clima que estima as emissões antrópicas no país segundo as diretrizes do IPCC.

Por meio deles, é natural verificar que há um protagonismo do segmento de “Mudança de Uso da Terra e Florestas” como principal emissor de GEEs do Brasil. Em 2022, ano com dados mais recentes, o setor concentrou 48,47% das emissões, seguido por “Agropecuária” (26,27%), “Energia” (17,88%), “Resíduos” (3,94%) e “Processos Industriais” (3,45%), nessa ordem. Se considerarmos a média do percentual verificado a cada ano, tal tendência torna-se ainda mais clara, com 56,85% das emissões originárias de “Mudança de Uso da Terra e Florestas”. Assim, quando analisamos emissões brutas – diferentemente do que acontece na maior parte das economias que mais emitem no planeta – o setor energético não é o responsável central pela emissão desses gases no Brasil, mas sim as alterações de uso da terra dos biomas nacionais.

A bem da verdade, embora o SEEG-Brasil não contemple informações oficiais de governo, ele detém a base de dados sobre emissões antrópicas mais atualizada do país, motivo

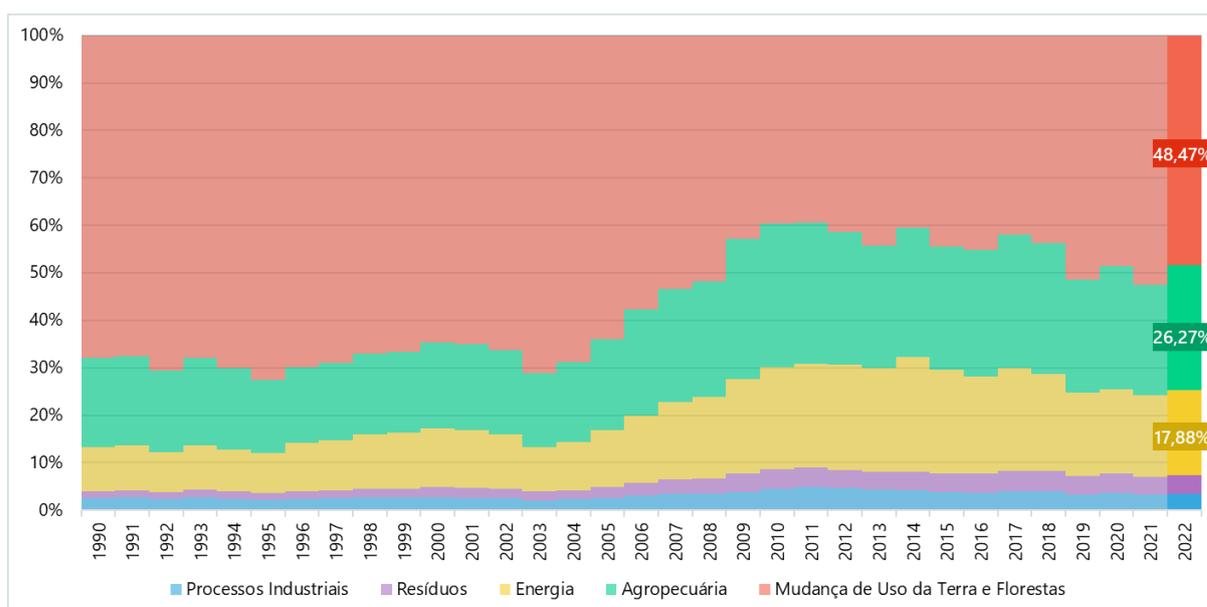
pele qual este trabalho terá como referência os números da SEEG-Brasil. Outra colocação importante é que as informações serão apresentadas em bilhões de toneladas de CO₂e (GWP-AR6), métrica mais recente para esse tipo de análise.

Gráfico 2 — Emissões brutas de GEEs por setor (Brasil, BtCO₂e, GWP-AR6, 1990-2022)



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SEEG-Brasil/Observatório do Clima (SEEG, 2024).

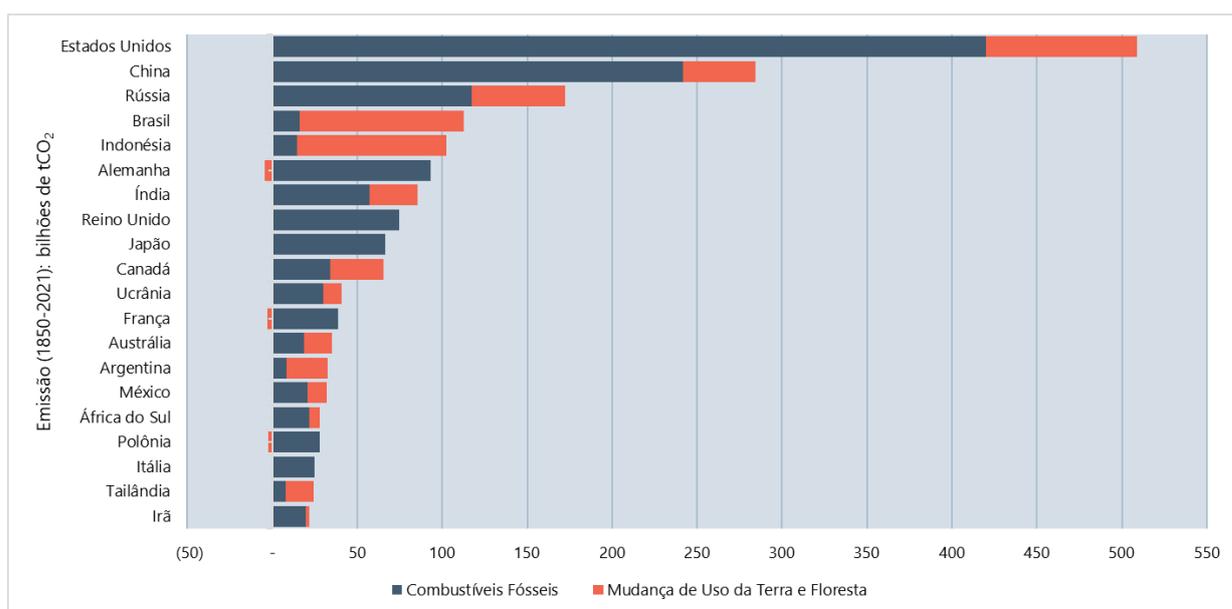
Gráfico 3 — Percentual das emissões brutas de GEEs por setor (Brasil, %, GWP-AR6, 1990-2022)



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SEEG-Brasil/Observatório do Clima (SEEG, 2024).

Isso encontra respaldo na literatura brasileira e na estrangeira. Chen, Timilsina e Landis (2013) concluíram que se o desmatamento for significativamente reduzido, o impacto da redução de emissões do uso da energia e dos processos industriais sobre as metas nacionais seria mínimo. Este ponto foi posteriormente reforçado por Rovere, Wills, Grottera, Dubeux e Gesteira (2018, p. 570), que convencionaram que a principal contribuição do Brasil para a redução de emissões está nas atividades relacionadas ao desmatamento, à colheita e à pecuária. Evans (2021), finalmente, consolidou os dados de emissões de CO₂ disponíveis para o período entre 1850 e 2021 para analisar quais seriam os países historicamente responsáveis pelas mudanças climáticas: o resultado é o **Gráfico 4**, que indica que 85,82% desta emissão, no Brasil, é proveniente do grupo “Mudança de Uso da Terra e Florestas”.

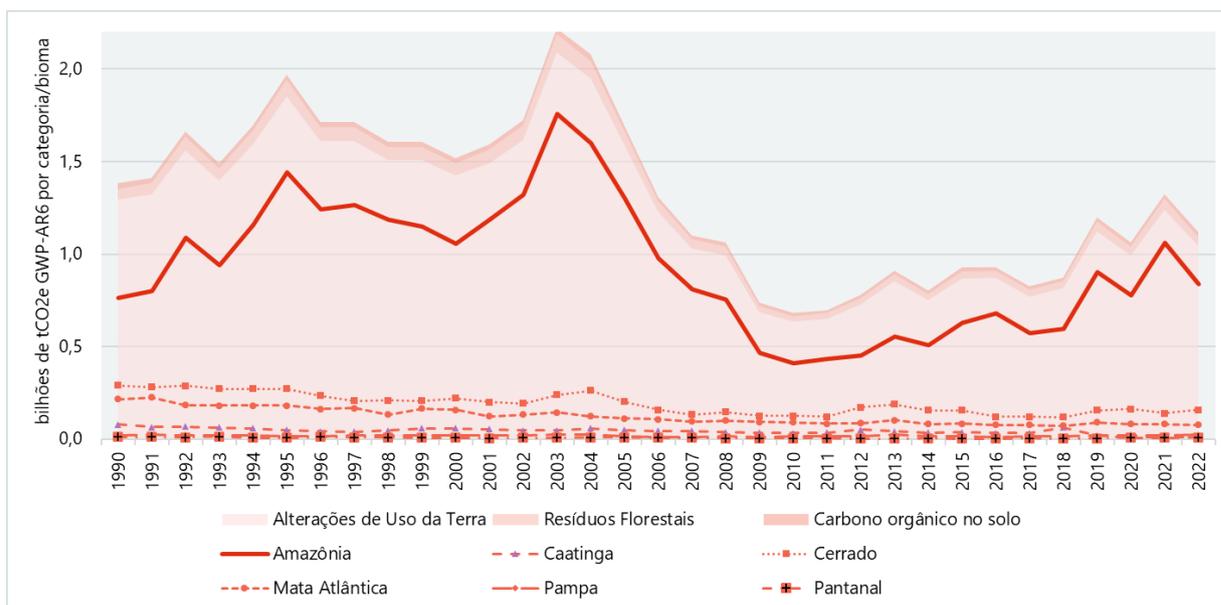
Gráfico 4 — Os países com a maior emissão cumulativa (BtCO₂, 1850-2021)



Fonte: Evans (2021)

Na prática, em apenas quatro dos vinte países com maior emissão cumulativa de gás carbônico entre 1850 e 2021 – quais sejam Brasil, Indonésia, Argentina e Tailândia – mais da metade das emissões estão associadas ao grupo “Mudança de Uso da Terra e Florestas”. Considerando os três maiores emissores, inclusive, a parcela de emissão advinda deste segmento é muito inferior: 17,5% nos Estados Unidos, 14,9% na China e 32% na Rússia.

Agora, analisemos cada um dos setores individualmente.

Gráfico 5 — Emissões brutas: Mudança de Uso da Terra e Florestas (Brasil, BtCO₂e, GWP-AR6, 1990-2022)

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SEEG-Brasil/Observatório do Clima (SEEG, 2024).

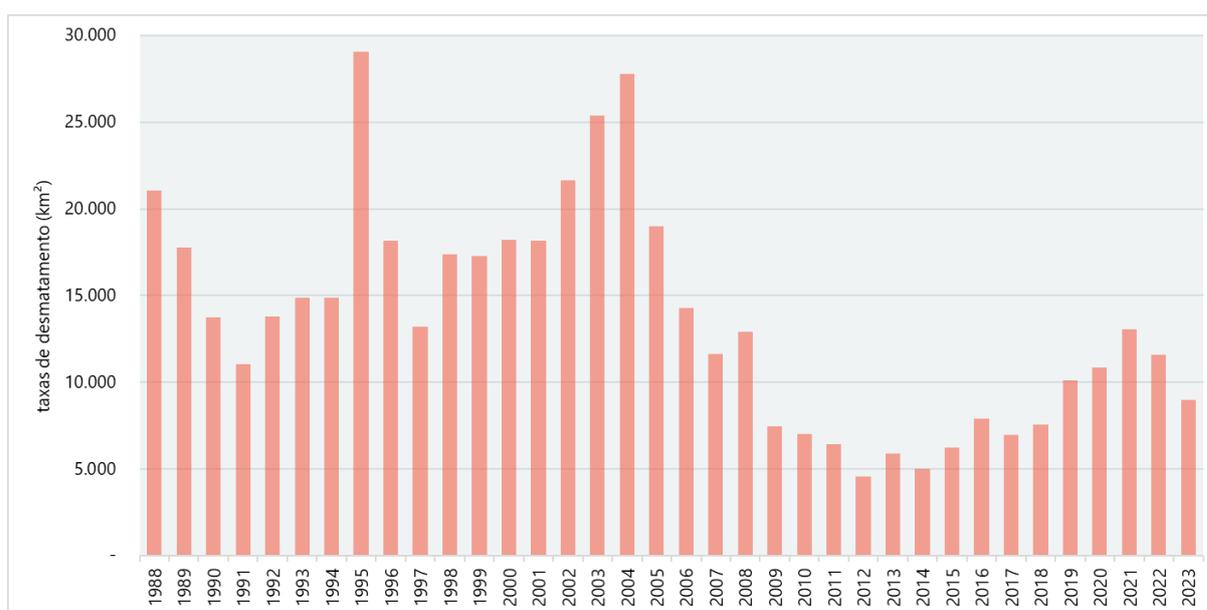
O setor “Mudança de Uso da Terra e Florestas” abrange duas principais categorias. A primeira delas é “Alterações de Uso da Terra”, que concerne à mudança na cobertura para um uso de terra de menor estoque de carbono por hectare (IPCC, 2003), como a conversão de floresta para pastagem ou agricultura (o que gera emissões pela perda de estoques de carbono) ou, alternativamente, sequestro de CO₂ quando acontece a conversão para um tipo de uso com maior estoque de carbono por hectare (recuperação de pastagem, por exemplo). Esta categoria foi responsável por 93,33% das emissões do setor em 2022 (ou de 45,24% do país no mesmo período). A segunda categoria é “Resíduos Florestais”, motivadora de 4,40% das emissões do setor em 2022 (ou de 2,13% das nacionais nesse ano). Ele diz respeito às emissões por queima de biomassa florestal para lenha ou para uso madeireiro. A terceira e última categoria, finalmente, é intitulada “Carbono Orgânico no Solo”, isto é, resíduos de plantas e animais em diferentes estágios de decomposição. Ela causou 2,26% das emissões do setor em 2022 (ou 1,10% das emissões do Brasil no período). Em termos simples, todas as categorias estão, sobretudo, associadas ao desmatamento, motivo pelo qual faz sentido estudar as emissões por bioma.

Sob a ótica dos biomas, a leitura do **Gráfico 5** acima clarifica que o principal vetor de emissões é o desmatamento na Amazônia, que é seguida por distantes Cerrado e Mata Atlântica, em segundo e terceiro lugares, respectivamente. A título de ilustração, o bioma “Amazônia” concentrou 74,83% das emissões de “Mudança de Uso da Terra e Florestas” em 2022, uma marca expressiva. Indubitavelmente, mitigar o desmatamento em todos os biomas é importante; parece evidente, contudo, que a situação amazônica mereça um olhar ainda mais especial por

parte dos formuladores de política pública do Brasil e do mundo. Parte das iniciativas estruturadas nessa direção foram discriminadas nesta dissertação, como é o caso do PPCDAm. Ainda assim, os números indicam que há espaço para uma melhor gestão dessa temática.

O **Gráfico 6** abaixo consolida o histórico do desmatamento na Amazônia Legal a partir de dados do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), uma iniciativa do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A “Amazônia Legal” é um conceito criado pelo governo brasileiro a partir das definições da Lei Federal nº 1.806/1953, de 6 de janeiro de 1953 (Brasil, 1953), e engloba todo bioma amazônico brasileiro em uma área de 5,2 milhões de quilômetros quadrados dividida em nove unidades federativas. Em verdade, embora a Amazônia Legal também abrigue parte dos biomas cerrado e pantanal, estampar a evolução histórica de suas taxas de desmatamento permitem dimensionar a problemática descrita nos parágrafos anteriores.

Gráfico 6 — Desmatamento na Amazônia Legal (taxas em km², 1988-2022)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da Plataforma Terra Brasilis, do PRODES/INPE.

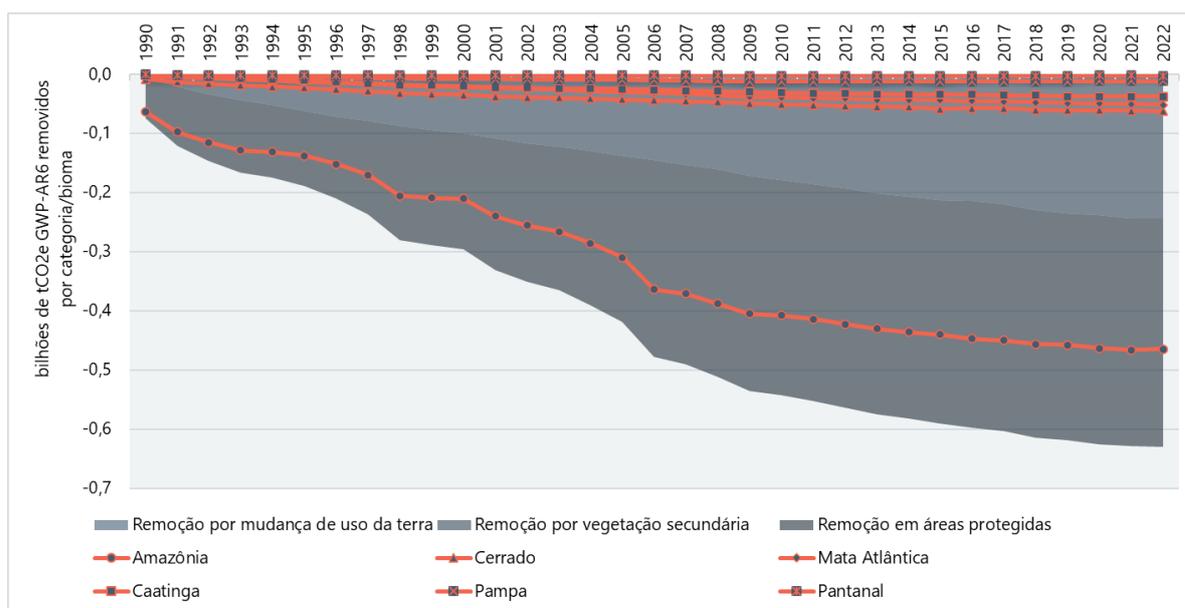
Com pico em 1995, o desmatamento da Amazônia Legal performou trajetória de queda entre 2004 e 2012, quando atingiu sua mínima histórica. Na última década – e especialmente entre 2017 e 2021 – ele voltou a crescer. Em 2023, dado mais recente divulgado pelo PRODES, a taxa de desmatamento da Amazônia Legal foi de 9.001 km², o correspondente, em valores aproximados, a 78,9% da área de Manaus/AM.

As políticas de controle do desmatamento que vigoraram entre 2004 e 2012 e, com mais dificuldades, até 2018, foram desmontadas a partir de 2019, quando o governo federal revogou o PPCDAm (Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia). Os órgãos ambientais, como o Ibama e o ICMBio, foram fragilizados, o controle social foi reprimido e tentativas de flexibilizar leis ambientais vêm sendo feitas. O resultado é a perda de controle do desmatamento, que não sofreu redução nem mesmo após as operações de Garantia da Lei e da Ordem do Exército na região (Observatório do Clima, 2023, p. 32).

Insta salientar que o setor de “Mudança de Uso da Terra e Florestas” também desempenha papel na direção contrária, isto é, também remove GEEs da atmosfera. Isso se dá, sobretudo, pela remoção em áreas protegidas pela legislação e pela chamada “remoção por vegetação secundária”, que trata da absorção de dióxido de carbono da atmosfera após eventos de perturbação, quando a área degradada se recupera (seja de maneira orgânica, seja por ação antrópica) e consome uma grande quantidade deste poluente.

O **Gráfico 7** abaixo detalha a evolução de remoções por subsegmentos e biomas entre 1990 e 2022. Por ele é possível perceber não somente que os subsegmentos e biomas que mais emitem também são os que mais removem, como também que a remoção tem crescido nas últimas décadas: em 2022, calcula-se que quase 0,7 bilhões de tCO₂e GWP-AR6 tenham sido removidos da atmosfera brasileira, sendo 61,31% por áreas protegidas, 38,26% por vegetação secundária e 0,43% por mudança de uso da terra.

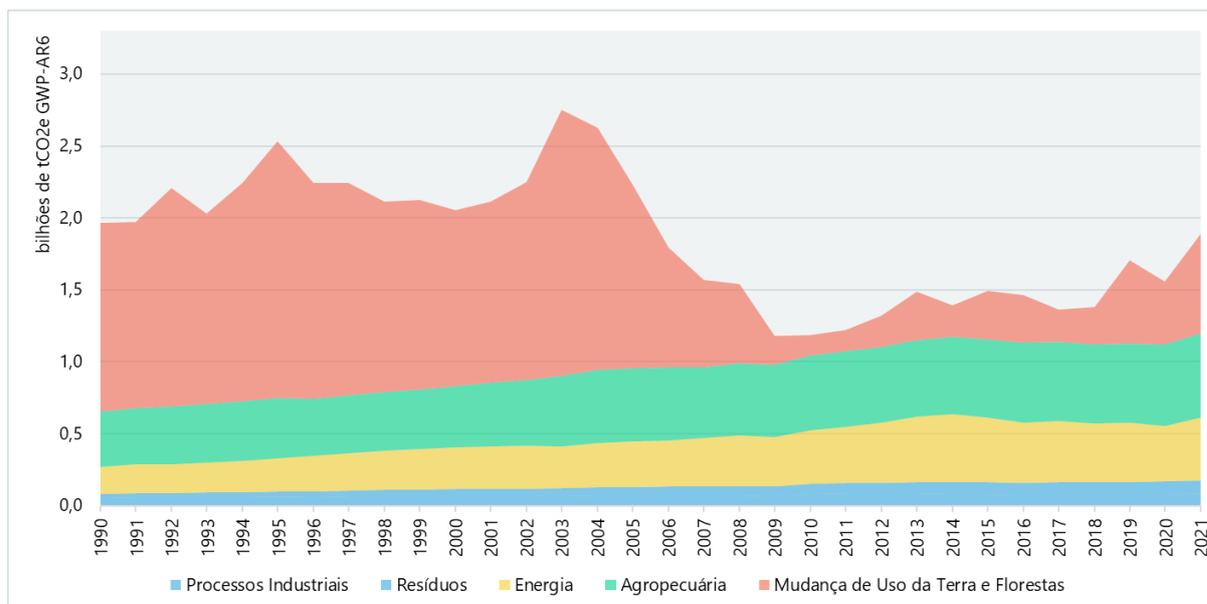
Gráfico 7 — Remoção: Mudança de Uso da Terra e Florestas (Brasil, BtCO₂e, GWP-AR6, 1990-2022)



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SEEG-Brasil/Observatório do Clima (SEEG, 2024).

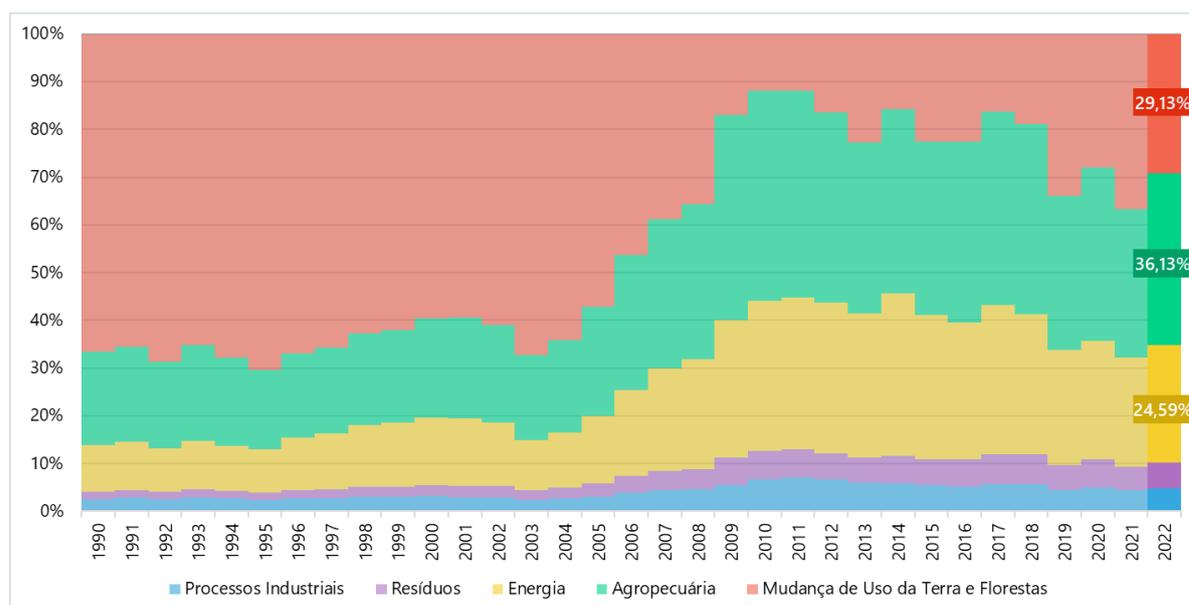
Esse papel dual do setor “Mudança de Uso da Terra e Florestas” sugere que o estudemos também a partir de suas emissões líquidas, que nada mais são que as emissões brutas ilustradas no Gráfico 2 subtraídas das remoções trazidas pelo Gráfico 7. É o que ilustram **Gráfico 8** e **Gráfico 9**, que ressignificam os Gráfico 2 e Gráfico 3 ora expostos:

Gráfico 8 — Emissões líquidas de GEEs por setor (Brasil, BtCO_{2e}, GWP-AR6, 1990-2022)



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SEEG-Brasil/Observatório do Clima (SEEG, 2024).

Gráfico 9 — Percentual das emissões líquidas de GEEs por setor (Brasil, BtCO_{2e}, GWP-AR6, 1990-2022)



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SEEG-Brasil/Observatório do Clima (SEEG, 2024).

Nessa linha, quando estudamos as emissões líquidas de GEEs, o cenário muda consideravelmente. Em 2022, ano com dados mais recentes, o setor com maiores emissões líquidas é o de “Agropecuária” (36,13%), seguido por “Mudança de Uso da Terra e Florestas” (29,13%), “Energia” (24,59%), “Resíduos” (5,41%) e “Processos Industriais” (4,75%), nessa ordem.

É fundamental frisar, todavia, que a análise a partir de emissões líquidas possui duas grandes lacunas. A primeira delas é a confiabilidade das informações, uma vez que a contabilização das remoções é complexa e possui significativo grau de incerteza. A segunda lacuna é a transitividade das remoções, que muitas vezes não são constantes ao longo do tempo (e.g., o sequestro de carbono engendrado pelo crescimento de vegetação secundária pode se perder a partir de novos desmatamentos). A solução unicamente cunhada a partir do reflorestamento – sem a redução efetiva das emissões brutas – também apresenta fragilidades, seja pela limitação de escala (restrição espacial sobre quantas árvores podem ser plantadas), seja pela qualidade das remoções (preservar a biodiversidade existente deve ser preferível ao replantio, ainda que as emissões dessas atividades possam se anular no tempo).

Por isso, baixas emissões líquidas possivelmente são uma falsa impressão de que as atividades econômicas não são problemáticas. Em outras palavras, o melhor caminho para contenção de danos climáticos ainda é a mitigação das emissões brutas de GEEs.

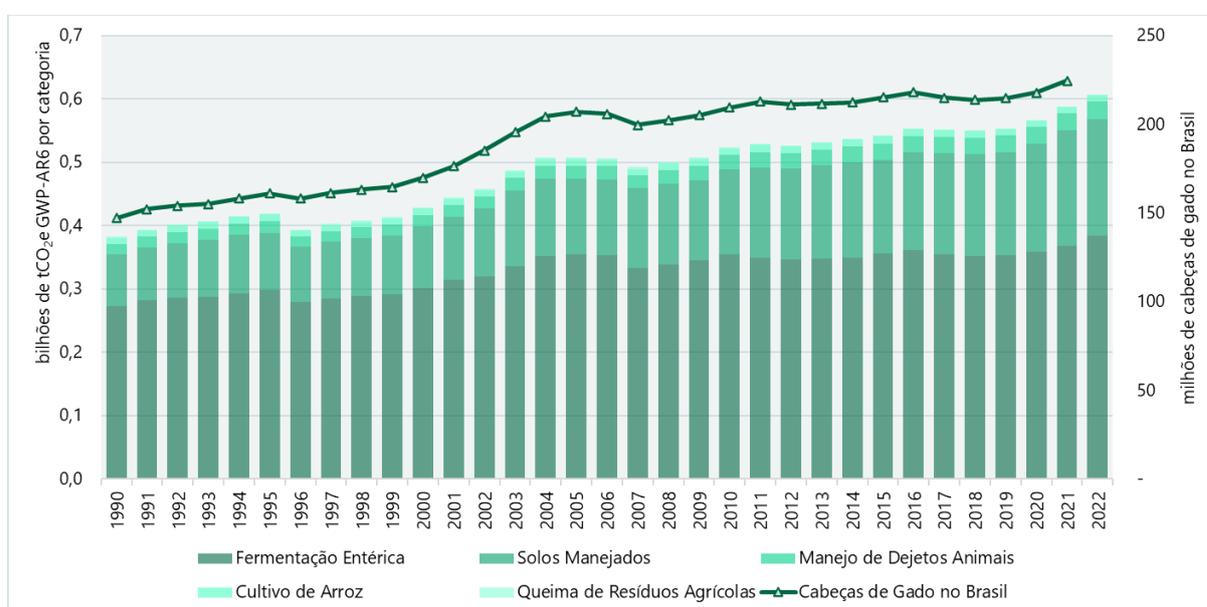
(...) redução significativa do desmatamento custaria muito pouco ao Brasil, em comparação com países como a China. Seria talvez 3% do produto interno bruto (PIB) e teria efeitos importantíssimos sobre a contabilidade nacional de emissões de gases. Por isso mesmo, o elo entre o regime do clima e o de florestas é de importância capital para o Brasil. (Barros-Platiau, 2011, p. 62).

O segundo maior setor emissor de GEEs no Brasil é o “Agropecuária”, que pode ser dividido pelos subsegmentos “Fermentação Entérica” (63,37% do total em 2022), “Solos Manejados” (30,27%), “Manejo de Dejetos Animais” (4,64%), “Cultivo de Arroz” (1,66%) e “Queima de Resíduos Agrícolas” (0,05%). É o que se reflete no **Gráfico 10** abaixo.

Segundo o SEEG Brasil, a “Fermentação Entérica” agrupa as emissões causadas pela digestão de animais herbívoros ruminantes (como bovinos, búfalos, ovelhas e cabras) que possuem estômago compartimentado (rúmen e retículo). Quando o animal se alimenta, o material vegetal ingerido é fermentado por micróbios no rúmen, num processo anaeróbico em que os carboidratos celulósicos são convertidos em ácidos graxos de cadeia curta, que viram fonte de energia para o animal. Esse processo gera gases que, quando expelidos pelos animais, se convertem em GEEs. A fermentação entérica é a maior fonte de emissão de metano do Brasil.

Complementarmente, “Solos Manejados” condizem com a aplicação de fertilizantes nitrogenados, da deposição de dejetos animais não submetidos a manejo e dos resíduos agrícolas que passam por decomposição. “Manejo de Dejetos Animais”, por sua vez, indica as emissões a partir do material orgânico dos dejetos que é decomposto sob condições anaeróbias. “Cultivo de Arroz” e “Queima de Resíduos Agrícolas”, finalmente, são autoexplicativas. Válido perceber que as emissões do setor “Agropecuário” têm crescido galopantemente no país, com aumento de 58,5% desde 1990 e recorde histórico em 2022. Isso se explica pelo crescente aumento do rebanho bovino no país, que contava com 147,1 milhões de cabeças de gado em 1990 e em 2021 registrou 224,6 milhões de cabeças (IBGE, 2022) um aumento de 52,6%.

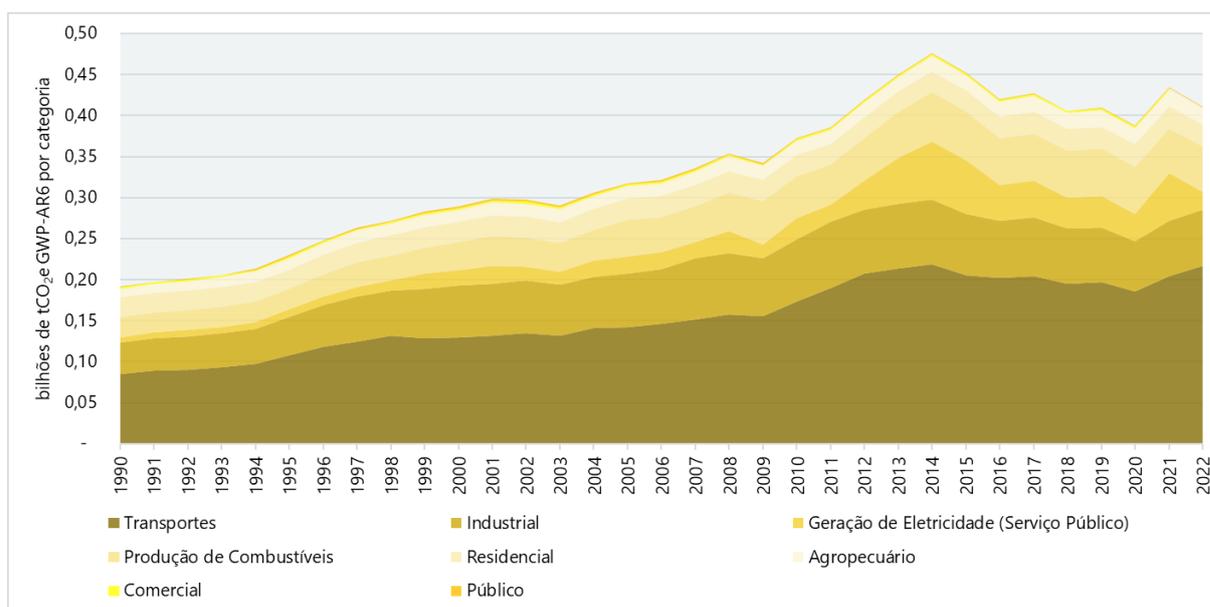
Gráfico 10 — Emissões brutas: Agropecuária (Brasil, BtCO₂e, GWP-AR6, 1990-2022)



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SEEG-Brasil/Observatório do Clima (SEEG, 2024) e PPM/IBGE

O segmento “Energia” – terceiro maior emissor bruto do país – é subdividido pela SEEG Brasil entre os setores agropecuário, comercial, de geração pública de eletricidade, industrial, de produção de combustíveis, público, residencial e de transportes). O **Gráfico 11** abaixo introduz a dinâmica setorial.

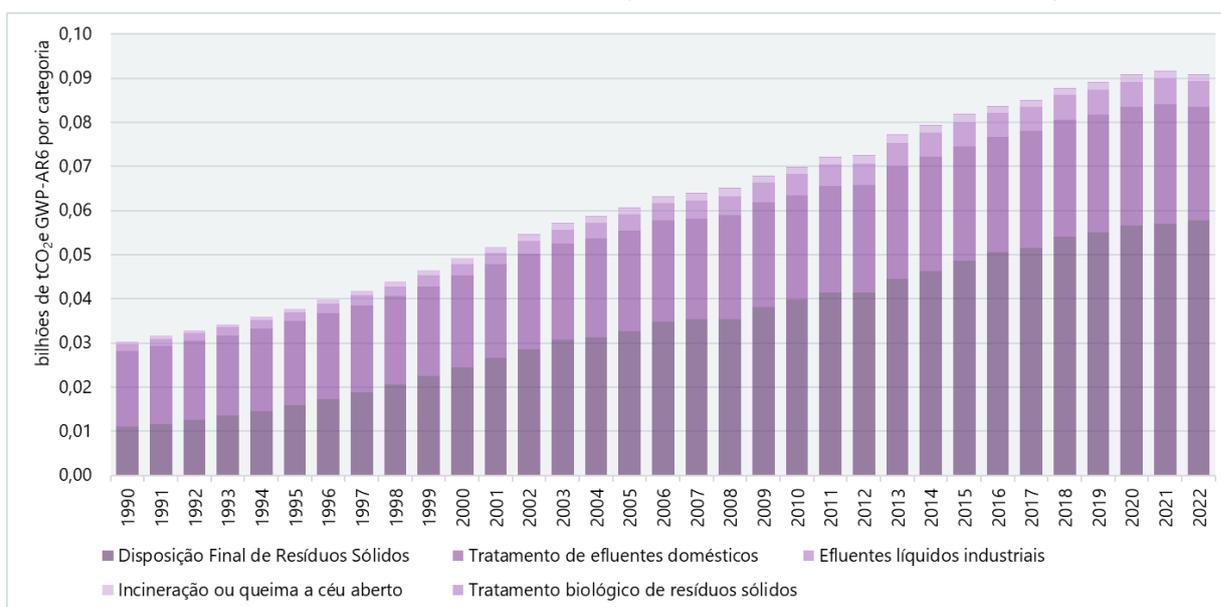
Hierarquicamente, a categoria “Transporte” é o que mais polui, com 52,60% das emissões do setor em 2022. Ela foi seguida pelas categorias “Industrial” (16,41%), “Produção de Combustíveis” (13,21%); “Residencial” (6,53%), “Geração de Eletricidade” (5,38%), “Agropecuário” (5,14%), “Comercial” (0,52%) e “Público” (0,21%). A denominação reflete os dados do Balanço Energético Nacional (BEN) da EPE.

Gráfico 11 — Emissões brutas: Energia (Brasil, BtCO₂e, GWP-AR6, 1990-2022)

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SEEG-Brasil/Observatório do Clima (SEEG, 2024)

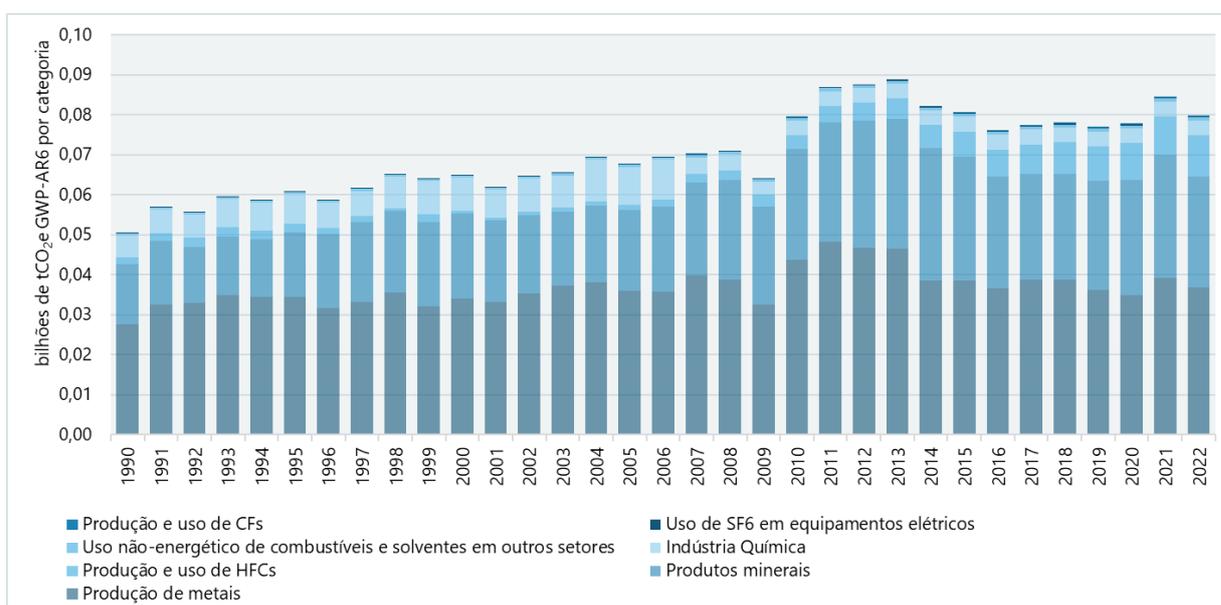
Quando são estudadas as emissões relativas à geração de eletricidade, números importantes para este trabalho, calcula-se que elas correspondam – pelos dados mais recentes – a 0,96% de todas as emissões nacionais. O baixo volume de emissões no setor elétrico nacional é explicado, precipuamente, pela limpa matriz elétrica do Brasil, cuja participação de fontes renováveis registra incríveis 87,9% (2022). Comparativamente, no mundo e nos países da OCDE este percentual corresponde a 26,6% (2020) e 30,8% (2021), respectivamente (EPE, 2023b). Este tema será melhor trabalhado na próxima seção.

O setor “Resíduos”, segundo menor emissor do Brasil, é seccionado pelo SEEG Brasil nas categorias “Disposição Final de Resíduos Sólidos” (63,55% do total em 2022), “Tratamento de Efluentes Domésticos” (28,41%), “Efluentes Líquidos Industriais” (6,34%), “Incineração e Queima a Céu Aberto” (1,61%) e “Tratamento Biológico de Resíduos Sólidos (0,08%), tal qual ilustra o **Gráfico 12** a seguir. O primeiro segmento aglomera as emissões provenientes dos resíduos sólidos municipais (resíduos domésticos em áreas urbanas ou rurais), dos resíduos de serviços de saúde (materiais relacionados à saúde humana ou animal) e dos resíduos dos serviços públicos de saneamento básico (estações de tratamento de esgoto). Também por isso, se apresenta de maneira crescente ao longo do tempo, acompanhando a tendência demográfica. O segundo, por sua vez, é formado por efluentes líquidos domésticos (basicamente o consumo doméstico de água), enquanto o terceiro por efluentes líquidos industriais (sabidamente a fração de água residuária industrial tratada antes do descarte). Os demais são autoexplicativos.

Gráfico 12 — Emissões brutas: Resíduos (Brasil, BtCO₂e, GWP-AR6, 1990-2022)

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SEEG-Brasil/Observatório do Clima (SEEG, 2024)

O setor “Processos Industriais”, menor emissor de GEEs do país neste recorte (ver **Gráfico 13**), contempla as emissões de GEEs associadas à atividade industrial. Por acumular atividades intensivas em capital, com infraestruturas de longo prazo, bem como em face do moroso ritmo da implementação do progresso tecnológico no fluxo produtivo, o segmento “Processos Industriais” se caracteriza pela complexidade de mitigações de emissão, sendo um bom exemplo de setor *hard-to-abate*.

Gráfico 13 — Emissões brutas: Processos Industriais (Brasil, BtCO₂e, GWP-AR6, 1990-2022)

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SEEG-Brasil/Observatório do Clima (SEEG, 2024)

Ele é subdividido pelo SEEG Brasil em “Produção de Metais” (46,29% do total em 2022), que refere-se à produção de ferro-gusa e aço, ferroligas, alumínio, magnésio e outros metais não ferrosos; “Produtos Minerais” (34,78%), que incluem produção de cal, cimento e vidro; “Emissões de HFCs” (12,84%); “Indústria Química” (4,72%), abrangendo produção de ácido adípico, ácido fosfórico, ácido nítrico, acrlonitrila, amônia, caprolactama, carbureto de cálcio, cloreto de vinila, eteno, metanol, negro-de-fumo, óxido de eteno, coque de petróleo calcinado e outros petroquímicos; “Uso Não-Energético de Combustíveis e Uso de Solventes” (0,90%); e, por fim, “Uso de SF₆ ou CFs” (0,47%).

O objetivo central desta seção foi apresentar o panorama geral das emissões de GEEs no Brasil por setor econômico (e seus respectivos subsegmentos). As informações exibidas nos parágrafos anteriores indicam que, no Brasil, as emissões brutas estão fundamentalmente associadas ao desmatamento, fato já convencionado pela literatura acadêmica.

Por exemplo, se a última revisão de NDC apresentada pelo Brasil se compromete a reduzir as emissões de 2005 registradas pelo 4º Inventário Nacional de Emissões Antropogênicas (2020) em 48,4% e 53,1% até 2025 e 2030, respectivamente, ela calcula (em GWP-AR5) atingir 1,32 BtCO_{2e} até 2025 (redução de 0,98 BtCO_{2e}) e 1,20 BtCO_{2e} até 2030 (redução de 1,11 BtCO_{2e}). Nesse sentido, sendo o setor “Mudança de Uso da Terra e Florestas” responsável por 1,19 BtCO_{2e} das emissões nessas mesmas bases de cálculo, cumprir as metas de 2025 e 2030 significaria – tão somente – acabar com as emissões de um único segmento. Naturalmente, como isso é praticamente impossível, a gestão de mitigação de emissões por parte do governo brasileiro deverá abarcar todos os setores da economia (“*economy wide*”), mas precisa elencar aquelas do segmento “Mudança de Uso da Terra e Florestas” como foco principal.

3.3 ATUAL PROPOSTA DE MERCADO DE CARBONO REGULADO NO BRASIL

Até aqui, a presente dissertação almejou contribuir para calcificar as concepções gerais sobre a situação climática global, expor as idiossincrasias da problemática nacional a partir do setor elétrico brasileiro e consolidar os princípios e práticas que devem nortear eventual instrumento econômico de regulação de emissões. Com isso, já se torna viável analisar as políticas públicas de regulação de emissões de GEEs prospectadas a nível nacional.

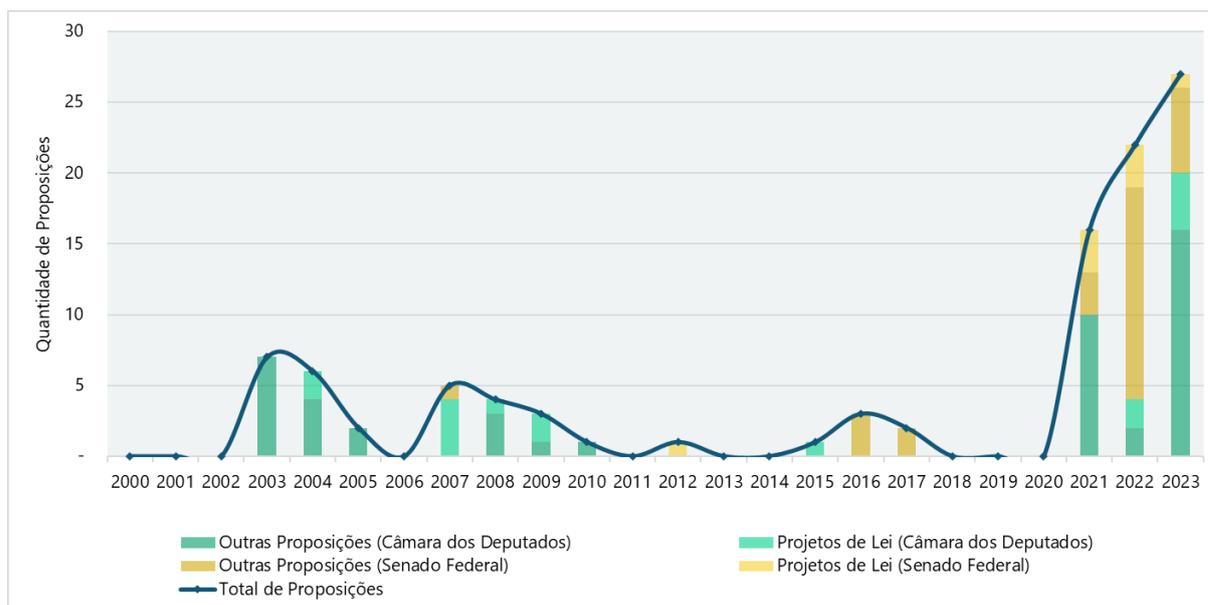
A discussão sobre a criação de um instrumento econômico de regulação de emissões é relativamente recente no Brasil. Apesar da definição do MBRE trazida pela PNMC, ainda em 2009, o debate se afunilou no país sobretudo entre 2016 e 2020, com o desenrolar do programa

PMR Brasil. Capitaneado pelo Banco Mundial e fruto da mobilização de um grupo interministerial auxiliado por representantes de entidades do setor privado, da sociedade civil e de outras entidades governamentais, o programa concluiu que a adoção de um SCE compoendo a política climática nacional é desejável.

Conforme antecipado, a análise técnica do PMR Brasil depreendeu alguns princípios norteadores para eventual sistema de comércio de emissões no Brasil: (i) implementação gradual, inclusive com primeira fase curta (de 2 a 5 anos) e focada no aprendizado dos participantes, no desenvolvimento de instituições e no aprimoramento de dados e informações; (ii) flexibilidade e garantia de competitividade, contando com mecanismos como a alocação gratuita de permissões, a permissão de uso de *offsets* para conciliação das emissões a isenção do produto exportado e a inibição de picos de preços com mecanismos de estabilidade; (iii) contenção do custo regulatório, sobretudo a partir de patamares mínimos de emissão que reduzam o número de agentes regulados sem abrir mão da representatividade das emissões; (iv) neutralidade fiscal, garantindo um instrumento extrafiscal sem viés arrecadatório, com reversão completa de eventuais receitas para medidas como o fomento de ações de inovação e adoção de medidas de baixo carbono nos setores regulados; (v) arcabouço institucional com regulação de administração pública, mas implementada por entidade privada; e (vi) instrumento legal, isto é, eventual marco regulatório deve ser criado – prioritariamente – a partir de projeto de lei. Também foi aventado o retorno da receita para classes mais baixas, de modo a reduzir quaisquer distorções econômicas e contribuir para correção de desigualdades.

Clarificada a iminência da adoção de um instrumento regulado de redução de emissões no Brasil, seja pela conjuntura internacional, seja pela aceleração das discussões sobre o tema em solo nacional, torna-se pertinente revisar as propostas de políticas públicas para controle de emissões já prospectadas no Brasil.

Busca realizada em janeiro de 2024 a partir da ferramenta da Câmara dos Deputados do Brasil (Câmara dos Deputados, 2024a) e do instrumento de buscas do Senado Federal do Brasil (Senado Federal, 2024b) quantifica toda a atividade legislativa já registrada sobre “mercado de carbono” no Brasil em 100 proposições, sendo 24 projetos de lei (16 da Câmara dos Deputados e 8 do Senado Federal). As 76 proposições restantes são, sobretudo, requerimentos de variados tipos, não configurando propostas concretas de política pública *per se*. Nota-se grande crescente de proposições a partir de 2021, com recorde em 2023. Essa dinâmica é ilustrada pelo **Gráfico 14** a seguir; ela desconsidera movimentações do Poder Executivo de criação e regulamentação do mercado ora expostas.

Gráfico 14 — Evolução da atividade legislativa relacionada a “mercado de carbono” no Brasil

Fonte: elaboração própria a partir de dados da Câmara dos Deputados do Brasil e do Senado Federal do Brasil

É possível observar, portanto, clara ascensão da atividade legislativa relacionada a “mercado de carbono” no Brasil sobretudo desde 2021. Esse fato evidencia que – apesar do tema ser tratado no país desde 1998, via MDL, ou mesmo em 2009, pelo MBRE da PNMC – há interesse cada vez maior em entender ou legislar sobre a temática.

Grosso modo, quando um projeto de lei é recebido por uma das casas legislativas, ele é distribuído para apreciação em comissões temáticas. Uma vez criada redação consensual nestas comissões (sem prejuízo a audiências públicas, debates e possíveis emendas), o texto segue para votação pelos parlamentares e, em caso de aprovação, é encaminhado à outra casa legislativa (que assume papel de casa revisora) para passar por um processo semelhante. Uma vez aprovado em ambas as casas, o texto é enviado ao Poder Executivo para sanção ou veto (parcial ou integral). Importa lembrar que há mecanismos para acelerar o processo de aprovação de uma matéria, como a tramitação em urgência.

No caso do mercado de carbono brasileiro, portanto, o Senado Federal aprovou o PL nº 412/2022 em 17 de outubro de 2023 (casa proponente), e o texto prosseguiu para avaliação da Câmara dos Deputados (casa revisora). Em 21 de dezembro de 2023, última sessão legislativa do ano, o PL nº 412/2022 foi aprovado na forma do substitutivo ao PL nº 2148/2015. O texto agora volta para nova apreciação do Senado antes de seguir à sanção presidencial.

Em maiores detalhes, o PL nº 412/2022 foi publicado pelo Senador Chiquinho Feitosa (DEM/CE) em fevereiro de 2022 (Brasil, 2022c), sendo encaminhado à análise da Comissão de Assuntos Econômicos do Senado Federal (CAE) e, posteriormente, à apreciação da Comissão

de Meio-Ambiente do Senado Federal (CMA). Na CAE, a proposta foi relatada pelo Senador Tasso Jereissati (PSDB/CE), que propôs parecer favorável ao seu substitutivo para o PL. Ele foi aprovado pela CAE em novembro de 2022 e seguiu para a CMA, onde a proposição foi relatada pela Senadora Leila Barros (PDT/DF). A proposta sofreu obstruções por parlamentares ligados à Frente Parlamentar da Agropecuária (FPA), o que acabou tornando o processo de negociação intenso. Apesar disso, em 4 de outubro de 2023 a CMA entrou em acordo e aprovou, por 17 votos a 0, a versão final do substitutivo, em aprovação terminativa. Na prática, o texto aprovado pela CMA foi o texto definitivamente adotado pelo Senado Federal, facultando o prosseguimento da matéria à apreciação da Câmara dos Deputados.

Na Câmara dos Deputados, o texto mudou e foi aprovado em 21 de dezembro de 2023 na forma do substitutivo do PL nº 2148/2015, originalmente apresentado pelo Deputado Jaime Martins (PSD/MG), mas presentemente relatado pelo Deputado Aliel Machado (PV/PR). Diretamente apreciado em Plenário, o substitutivo foi objeto de 35 emendas, das quais somente 4 foram acatadas pelo relator. O texto foi aprovado por 299 votos, com 103 votos contrários e 1 abstenção. Embora as alterações não tenham desconfigurado a essência da redação do projeto de lei, elas modificaram, objetivamente, o mérito da proposta, obrigando o retorno à casa proponente (neste caso, o Senado Federal).

Considerada a maturidade legislativa da proposta, este trabalho se dedicará a analisar o disposto nas versões aprovadas do PL nº 412/2022/PL nº 2148/2015, fundamentado nos princípios elencados no Quadro 1 da dissertação (i.e., Credibilidade, Universalidade, Previsibilidade, Efetividade, Responsividade e Fungibilidade). Para facilitar, intitularemos o texto atual da proposta, isto é, aquele aprovado em dezembro de 2023, como “PL do Mercado de Carbono”.

O PL do Mercado de Carbono trata tanto do MCV, tanto do MCC, por intermédio do chamado Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), aplicável a todas as atividades, fontes e instalações localizadas em território nacional que emitam ou possam emitir GEEs. A única exceção retirada do texto foram as atividades, fontes ou instalações relativas à “*produção primária agropecuária, bem como bens, benfeitorias e infraestrutura no interior de imóveis rurais a ela diretamente associados*”. A valer, portanto, as pressões políticas pela retirada do setor “Agropecuária” surtiram efeito, abrindo brecha para sua exclusão do mercado.

No âmbito do SBCE, seriam instituídos e negociados dois ativos representativos de uma tonelada de dióxido de carbono equivalente: (i) as Cotas Brasileiras de Emissões (CBE), que nada mais são que as permissões de emissão de GEEs concedidas no âmbito do MCC (modelo *cap-and-trade*) e (ii) os Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVE), que se tratam dos créditos de carbono obtidos no MCV (modelo *baseline and credit schemes*)

a partir da verificação de resultados de descarbonização por meio de metodologia credenciada pelo sistema. A vantagem, nesse caso, é que CRVES poderão ser utilizados para conciliação obrigatória de obrigações, isto é, para complementar as CBEs de um agente ou instalação que tenha emitido além do teto permitido no mercado compulsório.

A exemplo do EU ETS, as CBEs poderão ser distribuídas tanto de forma gratuita, tanto a título oneroso (mediante leilão). Os CRVES, por sua vez, serão emitidos com base em metodologia definida pelo Órgão Gestor do SBCE, e poderão contemplar terras indígenas, unidades de conservação, projetos de assentamentos, florestas públicas ou outras áreas que atenderem a metodologia definida pelo Órgão Gestor. O texto também refuta a possibilidade de “dupla contagem” ao determinar que créditos utilizados para cumprimento de metas voluntárias de redução de emissões sejam excluídos do SBCE. Um ponto relevante é que a redação final garante aos povos e comunidades tradicionais (e.g., terras indígenas e quilombolas) o direito de comercializar os CRVES gerados com base no desenvolvimento dos projetos em seus próprios territórios (no mínimo 40% das receitas advindas de projetos de remoção de GEE e no mínimo 60% das receitas decorrentes de projetos associados a REDD+).

Outro ponto é que o texto delibera que os ativos integrantes do SBCE e os créditos de carbono sejam negociados em mercado organizado, estando sujeitos à regulação da Comissão de Valores Mobiliários (CVM). Cumpre rememorar que no EU ETS a Autoridade Europeia de Mercados de Valores Mobiliários (ESMA, na sigla em inglês) foi empoderada como órgão de acompanhamento constante do MCC europeu.

Além da CBE e do CRVE, o texto atual também considera a negociação de “créditos de carbono”, isto é, os títulos do mercado voluntário emitidos em metodologia externa àquela do SBCE. Institui, em adicional, a figura do Certificado de Recebíveis de Créditos Ambientais (CRAM), certificado lastreado em créditos de carbono, emitido por companhia securitizadora, que representa a diminuição ou a remoção de GEEs. A valer, o CRAM é um título executivo extrajudicial de livre negociação que representa uma “promessa de pagamento”. O diferencial é que esta promessa poderá ser quitada ou com dinheiro, ou com créditos de carbono. De todo modo, só poderão ser transacionados internacionalmente (i.e., no próprio mercado de carbono instituído pelo Acordo de Paris e atualmente em regulamentação) os CRVES.

O SBCE seria gerido por uma governança partilhada entre três entidades: o “Órgão Superior e Deliberativo do SBCE”, subordinado ao já existente CIM; o “Órgão Gestor do SBCE”, autoridade nacional executora a ser indicada; e o “Comitê Técnico Consultivo Permanente”, formado por representantes do poder público e de entidades setoriais representativas dos operadores, da academia e da sociedade civil com notório conhecimento sobre a matéria.

Integrado à governança, estaria o Plano Nacional de Alocação (PNA), instrumento central do MCC e diretamente relacionado ao cumprimento da NDC brasileira. Ele estabeleceria, para cada período de compromisso, (i) o limite máximo de emissões; (ii) a quantidade de CBEs a serem alocadas entre os operadores (assim como a modalidade de obtenção das cotas – gratuita ou onerosa); (iii) o percentual máximo de CRVEs admitidos na conciliação periódica de obrigações; (iv) a gestão e operacionalização dos mecanismos de estabilização de preços dos ativos integrantes do SBCE, garantindo o incentivo econômico à redução ou remoção de emissões de GEEs; (v) os critérios para transações de remoções líquidas de emissões de GEEs e (vii) outros dispositivos relevantes para implementação do SBCE.

Com abordagem gradual e enfoque na proporcionalidade de emissões de GEEs dos operadores regulados e as emissões totais do Brasil, o PNA teria que ser aprovado pelo menos um ano antes do início de sua vigência, estimando a trajetória dos limites de emissão de GEEs para os dois períodos de compromisso subsequentes.

Todas as informações e dados sobre o mercado, incluindo as transações realizadas, serão disponibilizadas em plataforma digital intitulada “Registro Central do SBCE”, que visa receber e consolidar informações sobre emissões e remoções de GEEs, assegurar a contabilidade precisa de concessão, aquisição, detenção, transferência e cancelamento dos ativos integrantes do SBCE, como também rastrear as transações nacionais e internacionais a eles associadas. Na prática, o Registro Central funcionará como repositório do sistema, prestando contas e informações relevantes ao acompanhamento de sua operação.

O “Órgão Superior e Deliberativo do SBCE” será, portanto, uma instituição interministerial composta por um representante do Ministério da Fazenda, que o presidirá, um do representante Ministério da Casa Civil, um representante do Ministério do Meio Ambiente, um representante do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, um representante do Ministério da Ciência e Tecnologia, um representante do Ministério da Agricultura e Pecuária, um representante do Ministério das Relações Exteriores, um representante do Ministério do Planejamento e Orçamento, um representante do Ministério da Gestão e Inovação, um representante do Ministério dos Povos Indígenas, um representante da Câmara dos Deputados, um representante do Senado Federal, dois representantes dos Estados e um representante dos Municípios. Suas atribuições serão (i) estabelecer as diretrizes gerais do SBCE; (ii) aprovar o Plano Nacional de Alocação (PNA); (iii) instituir grupos técnicos para fornecimento de subsídios e apresentação de recomendações para aprimoramento do SBCE; (iv) aprovar o plano anual de aplicação dos recursos oriundos da arrecadação do SBCE; e (v) reportar ao CIM os avanços e os desafios para a implementação do SBCE.

O “Órgão Gestor” será, por sua vez, a instância executora do SBCE, concentrando a maior parte das funções de ordem prática do mercado. Com caráter normativo, regulatório, executivo, sancionatório e recursal, a entidade será objeto de regulamentação futura. Ainda assim, serão suas funções (i) regular o mercado de ativos do SBCE e a implementação de seus instrumentos; (ii) definir metodologias de monitoramento e apresentação de informações sobre emissões, redução de emissões e remoção de GEEs; (iii) definir atividades, instalações, fontes e gases a serem regulados sob o SBCE a cada período de compromisso; (iv) estabelecer os patamares anuais de emissão de GEEs acima dos quais os operadores das respectivas instalações ou fontes passam a se sujeitar ao dever de submeter plano de monitoramento e de apresentar relato de emissões e remoções de GEEs; (v) estabelecer os patamares anuais de emissão de GEEs acima dos quais os operadores das respectivas instalações ou fontes passam a se sujeitar ao dever de conciliação periódica de obrigações; (vi) definir requisitos e procedimentos de MRV; (vii) estabelecer requisitos para conciliação periódica de obrigações; (viii) submeter ao Órgão Superior e Deliberativo do SBCE a proposta de PNA; (ix) implementar o PNA; (x) criar e manter o Registro Central do SBCE; (xi) emitir CBEs; (xii) realizar leilões para emissão de CBEs; (xiii) avaliar planos de monitoramento apresentados pelos operadores; (xiv) receber e avaliar relatos de emissões e remoções de GEEs; (xv) realizar a conciliação periódica de obrigações; (xvi) definir e implementar mecanismos de estabilização de preços de CBEs; (xvii) estabelecer requisitos, procedimentos e metodologias para geração de CRVEs; (xviii) definir metodologias para definição de valores de referência dos leilões dos ativos do SBCE; (xix) disponibilizar, em ambiente digital, as informações do mercado; (xx) estabelecer regras para interligação do SBCE com mercados internacionais; (xxi) apurar infrações e aplicar sanções; (xxii) julgar, em primeira instância, eventuais recursos apresentados; (xxiii) criar regras e parâmetros para definir volume de CRVEs a serem aceitos para conciliação periódica das obrigações; (xxiv) criar regras, limites e parâmetros para outorga onerosa de CBEs (com base no PNA); (xxv) propor medidas para a defesa da competitividade dos setores regulados; e (xxvi) elaborar arcabouço normativo associado ao mercado, com eventuais consultas à Câmara de Assuntos Regulatórios do SBCE.

A Câmara de Assuntos Regulatórios do SBCE será um órgão consultivo, instituído pelo Órgão Superior e Deliberativo do SBCE, e com composição paritária do governo e das instituições representativas do setor privado, comunidade científica e sociedade civil. Além dela, a entidade poderá criar outras Câmaras Temáticas e Setoriais, caso julgue necessário. A sistemática de consulta a estas câmaras será definida em regulamento superveniente.

O Comitê Técnico Consultivo Permanente, finalmente, teria papel de órgão consultivo especializado, com vistas a subsidiar o Órgão Gestor do SBCE e o CIM com recomendações relevantes à melhoria do SBCE. Sua principal atribuição será apresentar subsídios para aprimoramento do mercado e elaboração do PNA.

A valer, estariam sujeitos à regulação do SBCE os operadores responsáveis por instalações que emitissem acima de 10.000 tCO₂e/ano. Estes agentes regulados definidos pelo Órgão Gestor seriam obrigados a submeterem anualmente plano de monitoramento que, uma vez aprovado, precisaria ser cumprido. A fiscalização se daria a partir do envio do relato de emissões e remoções de GEEs e do relato de conciliação periódica de obrigações. Fundamental registrar que os operadores responsáveis por instalações que emitissem acima de 25.000 tCO₂e/ano estariam sujeitos, além de todas as obrigações supracitadas, ao envio do relato de conciliação periódica de obrigações. Direto ao ponto, é por este relato que o Órgão Gestor verifica se o agente cumpriu o teto de emissões ora estabelecido a partir da averiguação do nível de emissões e dos títulos (ativos) obtidos ou transacionados no mercado.

Em caso de inadimplência, o PL do Mercado de Carbono denuncia infrações e penalidades, que podem ser advertência, multa, publicidade da decisão condenatória e embargo, suspensão da atividade e restrição de direitos (suspensão de registro, licença ou autorização; perda ou restrição de benefícios fiscais e financiamentos; proibição de contratação com a administração pública por até 3 anos). A multa, que não pode superar 3% do faturamento bruto do operador (ou, em caso de reincidência, 4%), vai de R\$ 50.000,00 (cinquenta mil reais) a R\$ 20.000.000,00 (vinte milhões de reais).

A redação projeta que as receitas do SBCE advirão dos leilões de CBEs, da arrecadação com multas e encargos setoriais, de convênios celebrados com empresas públicas e privadas e de doações. Eles deverão ser empenhados da seguinte maneira: até 15% à operacionalização e manutenção do SBCE e do fundo gestor de seus recursos; no mínimo 5% ao Fundo Geral do Turismo (FUNGETUR), utilizados em atividades de turismo sustentável; e no mínimo, 80% depositados em fundo privado específico a ser criado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES).

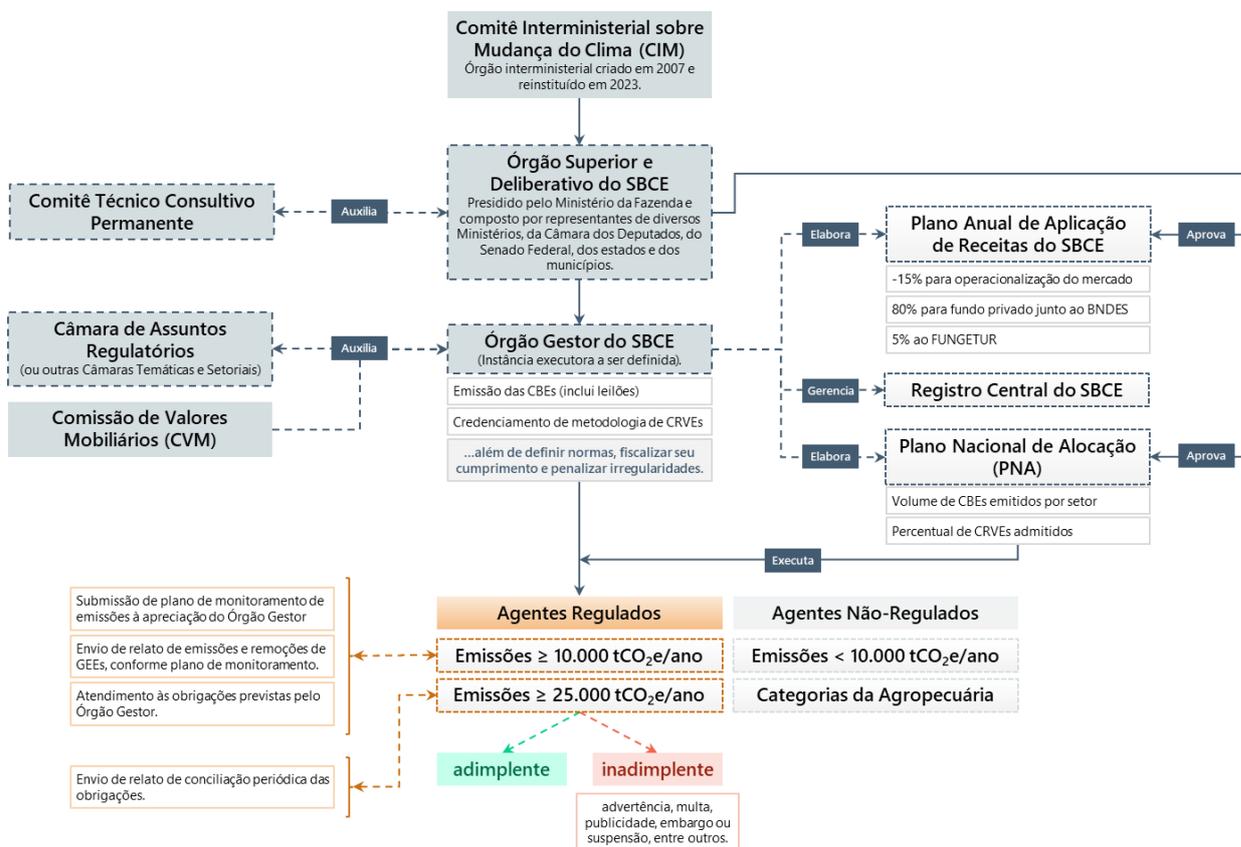
Os recursos deste fundo serão objeto de um plano anual de aplicação de recursos proposto em conjunto pelo BNDES e o Órgão Gestor do SBCE. Ele priorizará (i) fomento à inovação tecnológica para o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono voltadas para os setores regulados; (ii) subvenção para apoio a investimentos para a implantação de novas tecnologias de descarbonização em fontes e instalações de operadores regulados; (iii) estabelecimento de parcerias estratégicas para o desenvolvimento de soluções voltadas para atender aos

desafios tecnológicos para a descarbonização das fontes e instalações reguladas no âmbito do SBCE; (iv) formação e capacitação de mão de obra para os setores regulados; e (v) alternativas tecnológicas voltadas para a remoção de GEEs por parte dos agentes regulados.

Finalmente, o texto define que a implementação do SBCE seja faseada, da seguinte maneira: (i) Fase I, com duração de 12 meses prorrogáveis por mais 12 meses, para regulamentação da lei; (ii) Fase II, com duração de 1 ano, para operacionalização dos instrumentos para relato de emissões; (iii) Fase III, com duração de 2 anos, para submissão – por parte dos operadores – do plano de monitoramento e apresentação de relato de emissões e remoções de GEEs ao órgão gestor do SBCE; (iv) Fase IV, para vigência do primeiro PNA, com distribuição não onerosa de CBEs; e (v) Fase V, com implementação plena do SBCE, ao fim da vigência do primeiro PNA.

A **Figura 8** a seguir resume a esquematização atualmente proposta para o SBCE.

Figura 8 — Esquematização do SBCE com base na atual proposta de mercado de carbono no Brasil



Fonte: elaboração própria a partir do substitutivo do PL nº 2148/2015 aprovado em 21 de dezembro de 2023.

O **Quadro 4** resume os pontos centrais da atual proposta. Muito embora muitos temas ainda careçam de regulamentação futura por parte do Órgão Gestor, o que se desenha é um MCC semelhante ao EU ETS, associado a um MCV ainda robusto e regulado pelo governo.

Quadro 4 — Destaques da atual proposta de mercado de carbono no Brasil

	Mercado Compulsório	Mercado Voluntário
Denominação	Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE).	
Governança	<p>O SBCE estará sujeito à governança composta por três entidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Órgão Superior e Deliberativo: instituição interministerial presidida pelo Ministério da Fazenda e subordinada ao CIM. Suas principais atribuições serão estabelecer as diretrizes gerais do SBCE; aprovar o PNA; e aprovar o plano anual de aplicação das receitas do SBCE. ▪ Órgão Gestor: instância executora do SBCE, implementará o PNA. Suas principais atribuições serão regular o mercado de ativos do SBCE; definir metodologias de monitoramento e apresentação de informações sobre emissões; determinar e avaliar procedimentos de MRV e de conciliação periódica de obrigações; criar e gerir o Registro Central do SBCE; emitir as CBEs (incluindo realização dos leilões); instituir regras para geração do CVRE; elaborar e editar normas associadas ao exercício das competências normativas; julgar em primeira instância; entre outros. ▪ Comitê Técnico Consultivo Permanente: órgão consultivo do SBCE. Sua principal atribuição será apresentar subsídios para aprimoramento do mercado e elaboração do PNA. ▪ Comissão de Valores Mobiliários (CVM): órgão paralelo ao SBCE, suportará a organização de mercado para negociação dos ativos. Sua principal atribuição será, portanto, regular a negociação dos ativos integrantes do SBCE, dos créditos de carbono e dos certificados de recebíveis de créditos ambientais (CRAM) no âmbito do mercado financeiro e de capitais. 	
GEEs	Gases naturais ou antrópicos que, na atmosfera, absorvem e reemitem radiação infravermelha, incluindo dióxido de carbono (CO ₂); metano (CH ₄); óxido nitroso (N ₂ O); hexafluoreto de enxofre (SF ₆), hidrofluorcarbonetos (HFC); e perfluorocarbonetos (PFC). Novos gases podem ser incluídos se considerados pela CQNUMC.	
Vinculação de receitas	Até 15% à operacionalização e manutenção do SBCE e do fundo gestor de seus recursos; no mínimo, 5% ao FUNGETUR (atividades de turismo sustentável); e no mínimo, 80% depositados em fundo privado específico a ser criado pelo BNDES e utilizados no financiamento e subvenção de investimentos e atividades de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico com a finalidade de promover a descarbonização das atividades reguladas no âmbito do SBCE.	
Abrangência	<p>Serão regulados pelo SBCE todos os operadores cujas instalações emitam mais de 10 mil tCO₂e/ano, independentemente das atividades, fontes e instalações. As únicas exceções são (i) da “<i>produção primária agropecuária, bem como bens, benfeitorias e infraestrutura no interior de imóveis rurais a ela diretamente associados</i>” e (ii) das “<i>emissões indiretas decorrentes da produção de insumos ou de matérias-primas agropecuárias</i>”. Emissões líquidas poderão ser contabilizadas, desde que integradas aos processos de produção.</p>	Todas atividades, fontes e instalações localizadas em território nacional que emitam ou possam emitir GEEs. Emissões líquidas poderão ser contabilizadas, desde que integradas aos processos de produção.
Ativos	<p>Cota Brasileira de Emissões (CBE): ativo fungível, transacionável, representativo do direito de emissão de uma tonelada de CO₂e outorgada pelo Órgão Gestor do SBCE, de forma gratuita ou onerosa, para as instalações ou fontes reguladas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Certificado de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVE): ativo fungível, transacionável, representativo da efetiva redução de emissões ou remoção de GEEs de uma tonelada de CO₂e, seguindo metodologia credenciada e registrado no SBCE. ▪ Crédito de Carbono: ativo transacionável, autônomo, representativo de efetiva redução de emissões ou remoção uma tonelada de CO₂e, com natureza jurídica de fruto civil, obtido a

	Mercado Compulsório	Mercado Voluntário
		partir de projetos ou programas de redução de emissões ou remoção de GEEs submetidos a metodologias nacionais ou internacionais que adotem critérios e regras para mensuração, relato e verificação de emissões, externos ao SBCE (e.g., manutenção e preservação florestal, retenção de carbono no solo ou na vegetação, reflorestamento, manejo florestal sustentável ou a restauração de áreas degradadas). ▪ Certificado de Recebíveis de Créditos Ambientais (CRAM): título de crédito nominativo, de livre negociação, representativo de promessa de pagamento em dinheiro ou em entrega de créditos de carbono, que constitui título executivo extrajudicial.
Atribuição dos ativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantidade de CBEs definida pelo Plano Nacional de Alocação (PNA); ▪ CBEs outorgadas pelo Órgão Gestor do SBCE, de modo gratuito ou oneroso (leilões). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CRVEs obtidos com base em metodologia credenciada pelo Órgão Gestor do SBCE.
Obrigações do operador	<p><u>Operadores cujas instalações emitam mais de 10 mil tCO₂e/ano:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Submeter plano de monitoramento de emissões à apreciação do Órgão Gestor; ▪ Enviar relato de emissões e remoções de GEEs, conforme plano de monitoramento; ▪ Atender outras obrigações previstas em decreto ou em ato específico do Órgão Gestor do SBCE; <p><u>Operadores cujas instalações emitam mais de 25 mil tCO₂e/ano:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Além de todas as obrigações acima, enviar o relato de conciliação periódica das obrigações. 	N/A
Penalidade prevista para operadores inadimplentes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Advertência; ▪ Multa de R\$ 50 mil a R\$ 20 milhões (não pode ultrapassar 3% do faturamento bruto do operador, ou 4% em caso de reincidência); ▪ Publicidade da decisão condenatória por 2 dias seguidos (de 1 a 3 semanas consecutivas); ▪ Embargo da atividade, fonte ou instalação; ▪ Suspensão da atividade, fonte ou instalação; ▪ Restrição de direitos do operador (suspensão de registro, licença ou autorização; perda ou restrição de benefícios fiscais e financiamentos; proibição de contratação com a administração pública por até 3 anos). 	N/A

Fonte: elaboração própria a partir do substitutivo do PL nº 2148/2015 aprovado em 21 de dezembro de 2023.

A bem da verdade, ainda que a proposta seja aprovada, muitos dos pontos do SBCE ainda serão regulamentados. Entre eles, destacam-se as regras de funcionamento da governança do SBCE; a sistemática de consulta ao Comitê Técnico Consultivo Permanente e à Câmara de Assuntos Regulatórios; a aplicação de 80% dos recursos obtidos pelo SBCE; a definição de metodologias de monitoramento e apresentação de informações sobre emissões; a determinação

de atividades, instalações, fontes e gases a serem regulados; a transferência de titularidade e o cancelamento de operações sobre os ativos integrantes do SBCE; a metodologia para emissão do CVRE; as condições para autorização de transferência internacional de resultados de mitigação (ITMO); entre outros pontos. Por isso, não é exagero afirmar que o período seguinte à aprovação do PL deve ser demarcado por intenso debate legal e infralegal.

De todo modo, convém avaliar, ponto a ponto, se os princípios e práticas adotados pela proposta seguem as melhores práticas definidas por esta dissertação.

O PL do Mercado de Carbono atende ao princípio **Credibilidade**. Já em seu Artigo 4º, a proposta prevê que o SBCE observe o alinhamento do SBCE às metas da PNMC e da CQNUMC, conte com participação e cooperação entre União, Estados, Municípios, setores regulados e sociedade civil e seja guiado pela transparência e segurança jurídica. Além disso, estabelece uma governança técnica robusta, criando o Órgão Superior e Deliberativo do SBCE (Artigo 7º) conjuntamente com um Órgão Gestor, que executará suas determinações (Artigo 8º), e com Comitê Técnico Consultivo Permanente, formado por personalidades com notório conhecimento sobre a matéria (Artigo 9º). Além disso, o texto prevê a criação do Registro Central do SBCE (Artigo 24), garantindo a acessibilidade das informações e dados do MCC. Naturalmente, a indefinição sobre o referido Órgão Gestor indica que ele será matéria de proposição futura, o que acaba se colocando – inevitavelmente – como ponto de atenção.

O PL do Mercado de Carbono atende parcialmente ao princípio **Universalidade**, uma vez que exclui as atividades agropecuárias do texto final e indica que tão somente após a instituição do Órgão Gestor do SBCE se dará a definição das instalações contempladas pelo MCC. É preciso se atentar para que a exceção não se torne regra e o SBCE não termine esvaziado a partir de múltiplas concessões a diversos agentes econômicos.

O PL do Mercado de Carbono atende ao princípio **Previsibilidade**. O Artigo 5º da proposta prevê implementação gradual do SBCE e o Artigo 50 detalha seu faseamento. Nessa linha, o Artigo 21 também determina não só a publicação do PNA com um ano de antecedência ao início de sua vigência, mas também a divulgação da estimativa da trajetória dos limites de emissão de GEEs para dois períodos de compromisso subsequentes. O texto não define regras e métricas claras e objetivos de curto, médio e longo prazo para o MCC, o que deve ser determinado em âmbito infralegal pelo Órgão Gestor do SBCE.

O PL do Mercado de Carbono atende ao princípio **Efetividade**, pois determina infrações e penalidades em caso de inadimplência (Artigos 35 a 41); traz a vinculação de parte das receitas do SBCE à iniciativas relacionadas à pesquisa e inovação de tecnologias de descarbonização nos setores regulados (Artigo 28). O texto não detalha, contudo, o prazo de vencimento das

permissões, o que provavelmente será escopo de regulamentação futura. Também deixa para tratativas futuras a regulamentação de 80% dos recursos auferidos com o SBCE.

O PL do Mercado de Carbono atende parcialmente ao princípio **Responsividade**. A proposta delega ao Órgão Gestor do SBCE a função de conjecturar mecanismos de estabilização de preços (Artigo 8º), o que é reforçado como objetivo do PNA (Artigo 21), mas não antevê mecanismos periódicos de avaliação de impacto para a política pública. O texto também não menciona alternativas para evitar o fenômeno de “fuga de carbono”, muito embora no Brasil – diferentemente da União Europeia – tal problemática dependeria da cooperação internacional (e não somente de determinações aplicáveis ao conjunto de Estados-Membro).

O PL do Mercado de Carbono, em contornos finais, atende ao princípio **Fungibilidade**. O Artigo 4º da proposta define que o SBCE observe compatibilidade e articulação junto aos instrumentos criados pela CQNUMC, e o Artigo 8º determina que isso seja uma das funções do Órgão Gestor do SBCE. O Artigo 51 trata da fungibilidade de forma mais direta, definindo que regulamentação futura estabeleça condições para ITMO. A proposta também prevê que um percentual de ativos obtidos no mercado voluntário seja admitido para cumprimento do PNA (Artigo 12), o que indica fungibilidade entre MCC e MCV.

Assim sendo, o PL do Mercado de Carbono é positivo e atende a maior parte dos princípios e práticas considerados pertinentes por este trabalho. A redação também parece congrega a curva de aprendizado notada no EU ETS, espelhando a estrutura geral do MCC europeu. O grande ponto de atenção é que muitas das definições importantes do SBCE, caso aprovado, serão objeto de regulamentação futura, que pelo texto poderiam sair em até 24 meses.

3.4 CONCLUSÃO

O Capítulo 3 teve como objetivo central “nacionalizar” a discussão sobre mercado de carbono. Para tanto, as últimas páginas pincelaram o panorama histórico do debate formal sobre as mudanças climáticas no Brasil, traçaram o perfil das emissões brasileiras de GEEs e detalharam a atual proposta de mercado de carbono regulado prospectado no país.

A seção 3.1. enumerou os principais fatos históricos associados à descarbonização no Brasil. Muito além dos compromissos internacionais, o país ostentou a PNMC (2009), uma política pública com compromissos voluntários de redução de emissões. Com premissas irrealistas e metas pouco ousadas, concluiu-se que a PNMC, embora cumprida, fracassou em alterar a

trajetória de emissões do Brasil. Ainda assim, a política deliberou, de maneira inédita, sobre a criação do primeiro mercado de carbono nacional – o “Mercado Brasileiro de Redução de Emissões” (MBRE) – e estruturou as bases da governança climática atual. A curva de aprendizagem associada à PNMC arquiteta a expectativa de que futuras políticas públicas nacionais associadas à descarbonização sejam mais maduras, ambiciosas e eficientes.

Isso esbarra, indubitavelmente, nas revisões de NDCs por parte do governo brasileiro, que anunciou em 2023 a correção das “pedaladas de carbono” notadas em compromissos de redução de emissão anteriores. Com este plano de fundo, a seção 3.2. esmiuçou o perfil das emissões nacionais de GEEs, setor a setor e subsegmento a subsegmento, no afã de concluir quais atividades econômicas representam os maiores desafios à descarbonização. E diferentemente do que acontece na maior parte das economias que mais emitem no planeta – o setor energético não é o responsável central pela emissão desses gases no Brasil, mas sim as alterações de uso da terra dos biomas nacionais (grosso modo, o desmatamento).

A seção 3.3. inferiu qual é o fio condutor de um bom MCC, quer dizer, quais são os alicerces básicos que definem boas práticas em torno desta política pública. Se utilizando destes alicerces e exibindo revisão histórica das proposições legislativas sobre o tema no Brasil, a seção empenhou análise da proposta de mercado de carbono hoje protagonista no país. E concluiu que – por atender aos princípios Credibilidade, Universalidade, Previsibilidade, Efetividade, Responsividade e Fungibilidade – se trata de política pública alinhada às melhores práticas. O grande ponto de atenção é que muitas das definições importantes do SBCE, caso aprovado, serão objeto de regulamentação futura, que pelo poderiam sair em até 24 meses.

O grande desafio nacional neste momento parece ser, portanto, traduzir os sucessivos exercícios de planejamento e exaustivos modelos de impacto socioeconômico se converterem em práticas perenes para os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil. O PL do Mercado de Carbono caminha nessa direção, mas o desenrolar das deliberações infralegais será fundamental para garantir um mercado de carbono de alto padrão.

O sentido do presente capítulo foi posicionar o leitor no debate atual sobre mercado de carbono no Brasil. Com o estudo conjunto dos Capítulo 2 e Capítulo 3, já é possível inferir que o país apresenta um problema climático *suis generis* quando comparado ao do restante do globo (sobretudo ao das economias desenvolvidas, que pautam o debate climático mundial). A proposta de mercado de carbono no país, no geral, segue a cartilha do que se considera eficaz e moderno, mas a amplitude de encaminhamentos deixados para o âmbito infralegal ainda ronda o sucesso da política pública de incertezas.

4 ESTUDO DE CASO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Em prosseguimento às conclusões exaradas no capítulo anterior, o **Capítulo 4** proporrá um estudo de caso da aplicação de um MCC sobre o setor elétrico brasileiro. A ideia é ressaltar que por mais que os riscos envolvendo a situação climática global sejam urgentes e incontestáveis, suas causas variam de país para país e – como tal – seus remédios também podem variar. Se o mercado de carbono compulsório pode ser funcional ao dilema europeu, no Brasil ele não necessariamente se afeiçoa como escolha ótima para todos os setores, como o próprio setor elétrico. Esta conclusão é fundamentada na seguinte linha de raciocínio:

- (i) que o caráter renovável da matriz elétrica brasileira sugere – haja vista o “trilema”⁸⁰ do setor – constante necessidade de complementação termelétrica, fato que impede o país de prospectar um futuro para o setor elétrico nacional, ao menos no curto prazo, que desconsidere totalmente combustíveis fósseis;
- (ii) que, no compasso das discussões internacionais, já há proposta de mercado de carbono regulado em tramitação no Brasil, e ela se baseia em modelo “*cap-and-trade*”;
- (iii) que diferentemente dos países desenvolvidos, que em geral pautam o debate climático no planeta, o Brasil não encontra nem no setor de energia nem no setor elétrico seu maior desafio à descarbonização, especialmente por ostentar uma das matrizes elétricas mais renováveis do mundo;
- (iv) que os significativos índices de pobreza energética no Brasil, aliados ao perfil do consumo de eletricidade no país e ao potencial impacto do preço da energia ao bem-estar dos brasileiros, conferem ao setor elétrico um viés único quando comparado aos demais setores passíveis de inclusão em eventual mercado de carbono regulado.

Como ainda não há desenho final de mercado de carbono no Brasil, a análise foi principalmente teórica e qualitativa, se valendo de simulações da dinâmica de despacho e revisão de literatura.

⁸⁰ Como será melhor detalhado adiante, a gestão do despacho pelo ONS é reconhecida academicamente como um “trilema” por parte do operador, que precisa optar por uma solução que equilibre sustentabilidade ambiental (i.e., reduza os impactos ambientais da geração, sobretudo em termos de emissões de GEEs), acessibilidade econômica (i.e., preço da energia ao consumidor final, o que inclui também o consumidor de baixa renda) e segurança de fornecimento (i.e., garantia de confiabilidade do sistema, minimizando interrupções e evitando blecautes).

4.1 VISÃO GERAL DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O setor elétrico brasileiro (SEB) é complexo, altamente regulado e constituído por uma variedade de entidades, de órgãos governamentais e de agentes privados. Sua cadeia de valor – sintetizada em geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica – envolve decisões de planejamento centralizadas que se pulverizam até as milhões de unidades consumidoras do Brasil. Por conta da sua extensão, bem como diante da temática central do presente trabalho, a presente seção não abordará o SEB de forma exaustiva, mas focalizará em expor – ainda que em linhas gerais – seu funcionamento, clarificando a governança setorial, retratando o perfil da oferta nacional e apresentando a dinâmica de atendimento à demanda.

A atual governança do setor elétrico brasileiro é relativamente recente e remonta à virada do milênio. A imposição de políticas de racionamento de energia no Brasil logo após as reformas liberalizantes do final do século XX ensejaram no aperfeiçoamento jurídico-regulatório do segmento já no início do século XXI. Apesar da instabilidade inicial da abertura do mercado de energia, as ações governamentais se mostraram responsivas e bem-sucedidas em formular um setor sólido e em constante aprimoramento.

A literatura indica que, historicamente, a indústria de energia elétrica foi organizada sob a estrutura de integração vertical, em que empresas monopolistas verticalmente integradas desenvolviam todas as atividades da cadeia de suprimento de energia elétrica (Santos, 2016). Com o passar do tempo e no eco do “receituário” trazido pela experiência inglesa na década de 1980, diversos países promoveram mudanças estruturantes no setor na direção de atacar o monopólio verticalmente integrado e introduzir práticas concorrenciais nas pontas da cadeia, notadamente geração e consumo (Lisbona, 2014).

No Brasil, esse movimento foi marcado pelas reformas liberalizantes empenhadas pelo governo nos anos 1990 (que, como apontam o autor, foram materializadas pela Lei Federal nº 8.631/1993, que extinguiu a equalização tarifária; pela Lei Federal nº 8.987/1995, que possibilitou a entrada de capital privado no setor; pela Lei Federal nº 9.074/1995, que criou as figuras do consumidor livre e do produtor independente; pela Lei Federal nº 9.427/1996, que criou a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL; pela Lei Federal nº 9.478/1997, que instituiu o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE; pela Lei Federal nº 9.648/1998, que reestruturou o grupo Eletrobrás e criou o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS). A valer, a aprovação destes marcos legais redesenhou as relações intrasetoriais em favor da reestruturação vertical e horizontal da indústria, impondo um novo ambiente de negócios no país. Também

por isso, o setor elétrico foi o segmento que mais contribuiu para o Programa Nacional de Desestatização: foram privatizadas 23 empresas, totalizando uma receita de US\$ 22 bilhões (Losekann, 2003, apud Lisbona, 2014).

Além disso, tal qual resume Lisbona (2014), o então governo tentou apoiar a expansão da matriz elétrica nacional em térmicas a gás natural em ciclo combinado – *“menos poluentes e mais eficientes do que as movidas a carvão ou a combustíveis líquidos; e ainda mais vantajosas do que as nucleares por se adequarem à escala desejada”*. Apesar dos esforços governamentais, os planos foram frustrados pela condição cambial do final do século XX, que inviabilizou a economicidade dos contratos de suprimento de combustível (usualmente cotados em moeda estrangeira).

A reforma liberalizante esperava aumentar o nível dos investimentos e induzir alocações eficientes dos recursos, resultando em queda nas tarifas. Entretanto, **não conseguiu atingir nenhum de seus objetivos e ainda levou o sistema a um colapso com o suprimento não garantido. Privilegiou-se a privatização antes de se estruturar e consolidar um aparato regulatório-institucional robusto. Mais ainda, a reforma negligenciou as singularidades do sistema brasileiro, supondo que o modelo inglês seria facilmente transplantável.** (...) O Brasil não apresentava três importantes fatores para introduzir competição em seu sistema elétrico: excesso de capacidade instalada; demanda estável com baixo crescimento e gás abundante e barato. Com a necessidade de expansão da oferta frente ao crescimento da demanda e as dificuldades de viabilizar a instalação de térmicas, o racionamento em 2001 tornou-se incontornável, interrompendo a reforma liberalizante em curso. (Lisbona, 2014, p. 70-71, grifos nossos).

O fracasso da replicação do “modelo inglês” motivou nova reestruturação no início do milênio. A demanda por uma rápida resposta ao racionamento por parte do novo governo resultou na aprovação da Lei Federal nº 10.847/2004, que fundou a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), e na aprovação da Lei Federal nº 10.848/2004, que introduziu alterações significativas no SEB, promovendo a abertura do mercado de energia elétrica, instituindo o “Ambiente de Contratação Livre” (ACL) e o “Ambiente de Contratação Regulada” (ACR) e estabelecendo regras para a realização de leilões de energia. É plausível afirmar, nesse cenário, que a nova legislação manteve parte da estrutura funcional das reformas liberalizantes dos anos 1990, mas aperfeiçoou sua governança com a entrada de novos atores.

É esta estrutura organizacional, vindoura de 2004, que permanece vigente até a hoje. Muito resumidamente, ela é formada pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), pelo Ministério de Minas e Energia (MME), pelo Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) e pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que formam seu núcleo duro. Outras instituições relevantes para o setor são a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e o Operador Nacional do Sistema

(ONS). Muito simplificada, o CNPE é a entidade responsável por formular as diretrizes da política energética nacional. Estas diretrizes são executadas pelo MME, que as concretiza com o apoio de dois órgãos a ele vinculados: do CMSE, que monitora e avalia a segurança e a continuidade do suprimento de energia elétrica em todo o país (assumindo, inclusive, decisões estratégicas em casos de emergência ou crise no setor); e da EPE, que subsidia o Ministério com estudos e pesquisas destinados à melhor eficiência do planejamento do setor energético. Em segundo plano, o setor é operacionalizado em tempo real pelo ONS e regulado pela ANEEL. A CCEE se dedica às atividades relativas à comercialização.

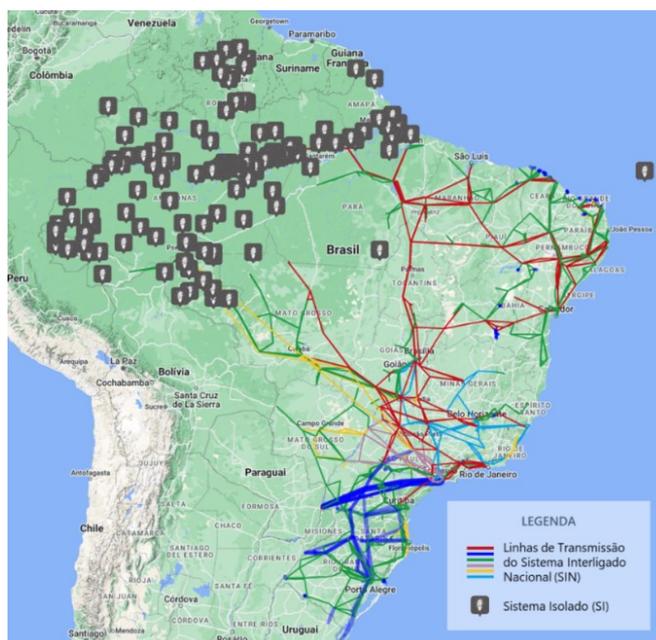
Uma vez pincelada a governança do setor elétrico brasileiro, é pertinente conhecer sua infraestrutura. No Brasil, o acesso à eletricidade é praticamente universal, sendo provido – via de regra – pelas distribuidoras de energia. O elétron chega à distribuidora de duas formas: (i) principalmente via Sistema Interligado Nacional (SIN), rede integrada de produção e transmissão de energia elétrica, que conecta usinas geradoras aos centros consumidores e permite uma gestão eficiente da oferta e demanda nacionais; e (ii) em raros casos por um sistema isolado (SI), que por variadas razões – normalmente ligadas à desafios logísticos – operam de maneira independente ao SIN.

Em breve parênteses, cabe pontuar que atualmente há 212 localidades consideradas isoladas no Brasil, majoritariamente presentes na região Norte. O consumo nessas localidades representa menos de 1% da carga total do país, e desde 2017 – a partir da aprovação da Lei Federal nº 13.360/2016 – as atribuições de previsão de carga e de planejamento da operação dos sistemas isolados também estão a cargo do ONS. Um fato curioso é que ainda há uma capital brasileira não interligada ao SIN: Boa Vista/RR. A expectativa, contudo, é que uma linha de transmissão (popularmente denominada “Linhão de Tucuruí”) conecte a capital roraimense a Manaus/AM, em um impasse que já dura mais de dez anos.

Fato é que tanto o SIN, tanto o SI, são operados pelo ONS, que – à luz da regulação da ANEEL – visa compatibilizar acesso universal, modicidade tarifária e garantia do suprimento para os consumidores, priorizando a geração de fontes mais baratas (comumente as provenientes de fontes renováveis) em detrimento das mais caras (habitualmente as advindas de combustíveis fósseis). Em termos concretos, o ONS dispõe de um parque gerador contratado sob inúmeras modalidades de suprimento, o que permite a correta gestão – “segundo a segundo” – do fornecimento de eletricidade ao ACR.

A **Figura 9** ilustra, geograficamente, a infraestrutura nacional de energia elétrica, diferenciando cada uma das modalidades de suprimento.

Figura 9 — Infraestrutura do SEB: Sistema Interligado Nacional (SIN) e Sistemas Isolados (SI)



Fonte: elaboração própria a partir de mapa do ONS

O parque gerador brasileiro, aliás, se destaca em relação ao cenário internacional pela representatividade de fontes renováveis. Dados da ANEEL apontam que entre os 196 GW em potência fiscalizada no Brasil, mais da metade (52,64%) advém de usinas hidrelétricas ou “UHEs”. Elas são seguidas, em participação percentual na potência, pelas usinas térmicas ou “UTEs” (23,71%), pelos aerogeradores eólicos (13,87%), pelas placas solares-fotovoltaicas (5,37%), pelas pequenas centrais hidrelétricas ou “PCHs” (2,95%), pelas usinas nucleares (1,02%) e pelas centrais geradoras hidrelétricas ou “CGHs” (0,44%). Em termos práticos, é dito que o Brasil dispõe de uma matriz “termo-renovável”, mas heterogênea.

A vocação da matriz brasileira à geração hidrelétrica explica-se, sobretudo, pelo potencial técnico de aproveitamento da energia hidráulica. Segundo o Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro (SIPOT, 2016), esse potencial está entre os cinco maiores do mundo, estimado em cerca de 250 GW. (...) O parque térmico brasileiro é altamente heterogêneo, composto por usinas a biomassa e usinas a combustíveis fósseis variados: carvão mineral, gás natural, calor de processo e derivados de petróleo. Essas usinas apresentam custos variáveis e impactos de emissões (GEE) muito distintos, o que requer um ações bem estruturadas do ONS para garantir o suprimento energético sem onerar demasiadamente o consumidor, em sistema de *trade-off*. (Ribeiro, 2017, p. 10;13).

Isso propicia uma gama de combinações de despacho ao ONS, o que é positivo para a melhor gestão do sistema. “Despacho” é o termo utilizado para denominar a ação do ONS de determinar quais usinas de geração de energia elétrica devem ser acionadas (e em qual proporção) para atender a demanda por eletricidade em tempo real.

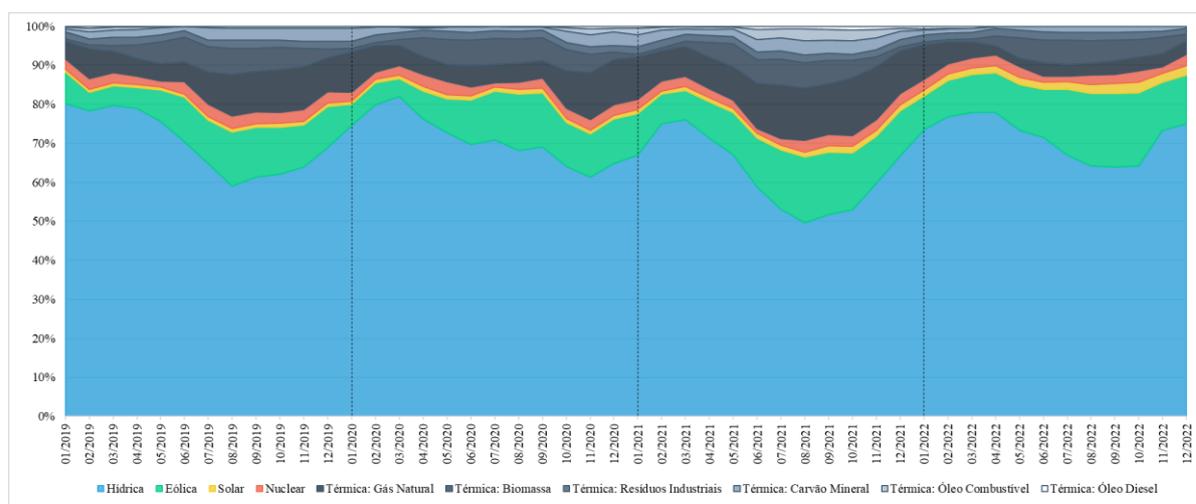
Ele é definido pelo conceito de “Ordem de Mérito”, um conjunto de critérios cunhados pelo ONS para posicionar a ordem de prioridade de acionamento das usinas de geração de energia elétrica em situações de despacho, ou seja, quando é necessário decidir quais usinas devem ser ligadas ou desligadas para atender à demanda de eletricidade. Nessa definição, o operador considera, sobretudo, que usinas mais econômicas (i.e., aquelas com menor custo de operação e, por conseguintes, mais baratas ao consumidor final) sejam acionadas primeiro. Outro importante critério para despacho é a disponibilidade da usina para a programação do ONS (i.e., usinas que estão prontas para operar imediatamente têm prioridade sobre aquelas que precisam de mais tempo para entrar em operação). Essas duas premissas são centrais na decisão de despacho por ordem de mérito, mas outros tópicos – como questões técnicas, restrições de infraestrutura ou contratos específicos – também podem ser considerados.

Fato é que a ordem de mérito é determinada em tempo real pelo ONS a partir das condições operacionais verificadas para o momento.

Para tanto, o SEB dispõe de duas principais modalidades de contratação: “Quantidade” – isto é, a aquisição de uma quantidade específica de energia elétrica de uma usina, medida em megawatts-hora (MWh) – e “Disponibilidade” – ou seja, a aquisição da capacidade de geração de energia elétrica de uma usina, medida em megawatts (MW). Em outros termos, enquanto no produto “Quantidade” a empresa contratada compromete-se a fornecer uma quantidade fixa de eletricidade, não obstante as condições de geração ou disponibilidade de sua usina, no produto “Disponibilidade” a empresa contratada compromete-se a disponibilizar sua usina e mantê-la operacional, de modo que ela esteja pronta para gerar energia quando necessário, independentemente da quantidade de energia efetivamente produzida.

Esse balanço realizado pelo ONS determina quais usinas (e conseqüentemente quais fontes) serão usadas para gerar energia e atender a demanda nacional. Na prática, a gestão do despacho é reconhecida academicamente como um “trilema” por parte do operador, que idealmente precisa optar por uma solução que equilibre **sustentabilidade ambiental** (i.e., reduza os impactos ambientais da geração, sobretudo em termos de emissões de GEEs), **acessibilidade econômica** (i.e., preço da energia ao consumidor final, o que inclui também o consumidor de baixa renda) e **segurança de fornecimento** (i.e., garantia de confiabilidade do sistema, minimizando interrupções e evitando blecautes).

O **Gráfico 15** a seguir traduz a evolução da participação percentual de cada fonte na geração de energia no Brasil. Como a eletricidade é gerada sob demanda, o gráfico serve como um grande retrato do despacho do ONS nos últimos quatro anos.

Gráfico 15 — Evolução percentual da geração de energia elétrica no Brasil por fonte (2019-2022)

Fonte: elaboração própria a partir de dados do Operador Nacional do Sistema (ONS)

O que se percebe, inicialmente, é um despacho sustentado pelas fontes hídricas, com expressiva participação da fonte eólica e crescente (embora ainda tímida) presença da fonte solar. Não obstante a alta volatilidade inerente à dinâmica de despacho, esse cenário elevou o Brasil ao patamar de 87,9% de participação de renováveis na matriz elétrica nacional no ano passado, quando o mundo registrou tão somente 26,6% em 2020 (EPE, 2023b). Em suma, o Brasil já alcançou, em 2023, a meta vinculada ao *net zero* que o mundo almeja atingir em 2050 (Castro; Amaral; Brandão, 2023). Isso ocorre não só pela vocação nacional, mas especialmente porque os empreendimentos renováveis – via de regra – são mais baratos.

É verdade que a diferença de preço entre os empreendimentos de geração pode se dar por inúmeras razões, como fatores operacionais (e.g., eficiência da tecnologia utilizada), causas concorrenciais (e.g., contexto e modalidade do leilão vencido) ou mesmo condições logísticas (e.g., localização geográfica, complexidade no fornecimento do combustível, entre outras). Também é verdade que todo empreendimento de geração renovável apresenta duas vantagens comuns: (i) a “gratuidade” de combustível, uma vez que – por utilizarem recursos naturais renováveis (e.g., água, vento, sol) – as plantas de geração renovável não possuem custo associado à matéria prima geradora (com exceção de biomassa), diferentemente das termelétricas a combustível fóssil, que precisam internalizar os preços dessas fontes (e.g., gás natural, carvão mineral, óleo combustível); e (ii) o apoio de políticas governamentais de incentivo, como subsídios, além de maior facilidade de acesso a crédito no mercado privado.

Ora, sendo as renováveis mais baratas e sendo o custo de geração um importante critério usado pelo ONS para definir a supramencionada ordem de mérito, é lógico indagar por quais

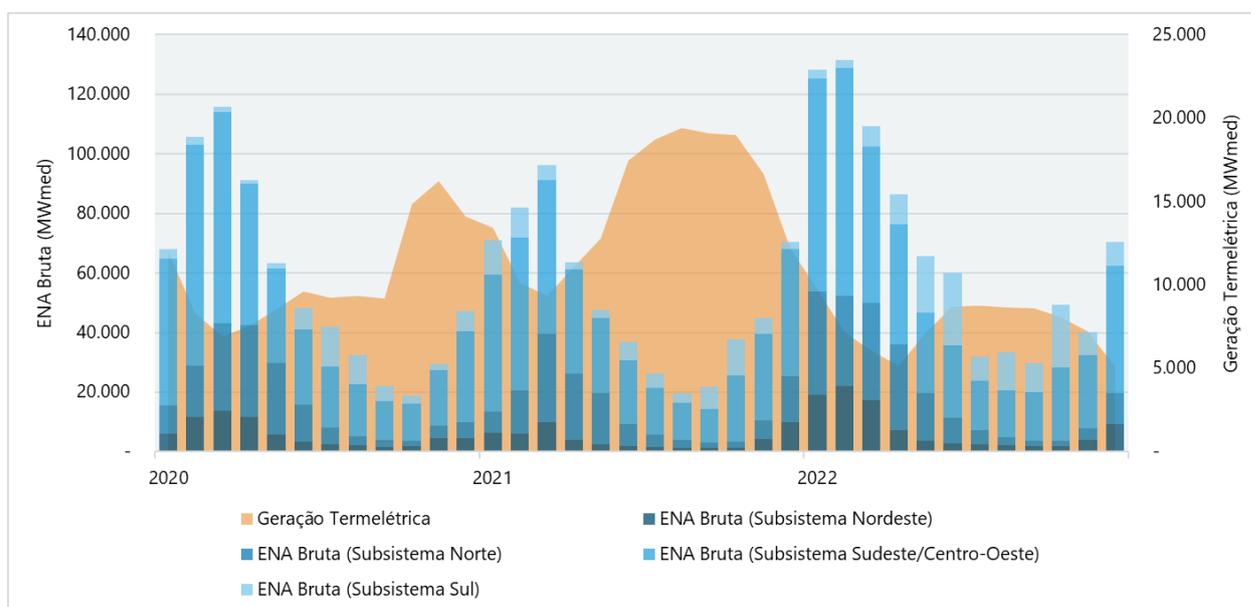
razões o despacho nacional não é integralmente renovável (ou o que justifica o despacho térmico no Brasil).

A geração termelétrica é acionada porque as entidades responsáveis pela coordenação e controle das operações nacionais de geração e transmissão – no caso do Brasil, o ONS – ainda se veem obrigados a vislumbrar soluções para os casos em que as condições de produção de energia elétrica a partir das fontes renováveis (como as inconsistências de incidência de ventos e raios solares, a falta de chuva ou a ausência de uma tecnologia adequada de armazenamento) não desempenham conforme esperado. É o que pode se chamar “Geração Fora da Ordem de Mérito (GFOM)”.

Simplificadamente, é dito que as fontes renováveis são “variáveis” ou “intermitentes”, isto é, não produzem de maneira linear ao longo do tempo, impedindo um despacho controlável. Em que pese estas fontes, via de regra, possuem menor custo de geração, a necessidade de prezar pela segurança do abastecimento impede que os países abram mão da geração termelétrica, uma vez que ela independe de condições naturais (já que o combustível é administrado pelo gerador) e é capaz de realizar a modulação da oferta, garantindo o suprimento. Na direção contrária, a geração termelétrica é controlável e, por isso, é utilizada somente quando a geração renovável – que ainda não possui tecnologias viáveis de armazenamento – não performa de forma a atender a demanda satisfatoriamente.

Uma forma ilustrativa de perceber a complementação térmica é contrapondo a energia gerada por termelétricas com Energia Natural Afluyente bruta (ENA bruta). Como vimos, nossa matriz é essencialmente sustentada por geração hídrica, e nos momentos de menor precipitação total (e conseqüente redução dos níveis de reservatórios nacionais), a produção de eletricidade a partir de fontes hidráulicas ficaria comprometida. Para evitar tal instabilidade, em épocas mais secas as termelétricas são acionadas a fim de garantir a segurança de abastecimento no sistema.

O **Gráfico 16** em seguida ilustra justamente essa situação: ele compara a geração térmica de eletricidade entre 2018 e 2022 com a ENA bruta (MWmed), que é basicamente a quantidade de energia elétrica que pode ser gerada para o SIN por meio do nível de água disponível nos reservatórios nacionais, desconsideradas eventuais restrições operativas ou limitações legais. Por ele, depreende-se que os momentos de menor participação hídrica são acompanhados da complementação da geração termelétrica no sistema.

Gráfico 16 — Comparação entre ENA Bruta e geração termelétrica no SIN (Brasil, MWmed, 2020-2022)

Fonte: elaboração própria a partir de dados do ONS

Pelo gráfico acima é possível notar que em tradicionais épocas de seca no Brasil – variadas por região, mas costumeiramente na metade do ano – chove menos, reduzindo o nível dos reservatórios e, por conseguinte, a ENA Bruta. Nesse momento, o ONS determina o despacho das usinas termelétricas, que não estão sujeitas às condições da natureza e podem garantir o fornecimento aos brasileiros. É um balanço constante, ministrado pelo ONS, para garantir o menor preço aos consumidores sem negligenciar a segurança energética. Foi o que aconteceu, mais recentemente, em 2021, quando o país atravessou significativa crise hídrica e registrou recordes de geração de energia termelétrica.

No Brasil, a geração térmica pode ser organizada em seis grupos de combustíveis: (i) gás natural, fonte de energia fóssil composta principalmente por hidrocarbonetos leves, como o metano; (ii) biomassa, fonte de energia de origem biológica, resíduos de madeira (lenha), culturas agrícolas (bagaço-de-cana e lixívia), resíduos de alimento, esterco animal e outros materiais biodegradáveis; (iii) resíduos industriais, subprodutos ou materiais residuais gerados a partir de processos industriais que podem ser aproveitados para a produção de energia; (iv) carvão mineral, fonte de energia fóssil que consiste principalmente em carbono, com pequenas quantidades de hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e enxofre; (v) óleo combustível, fonte de energia fóssil composta por hidrocarbonetos mais pesados e viscosos, que se formam a partir do refino do petróleo bruto; e (vi) óleo diesel, fonte de energia fóssil formada por hidrocarbonetos da fração intermediária do processo de destilação do petróleo bruto.

Sob a ótica de emissões, o **Quadro 5** abaixo discrimina a taxa de emissão média para as termelétricas a combustíveis fósseis do SIN em 2020, 2021 e 2022 por combustível principal e ciclo de potência (tCO₂e/GWh). A partir dela, é possível concluir que as UTEs a gás natural podem ser consideradas, em média, as menos poluentes, seguidas pelas a óleo diesel, pelas a óleo combustível e pelas a carvão mineral, nessa ordem. Também é notória a diferença na taxa de emissão entre a tecnologia que menos emite (gás natural a ciclo combinado) e a que mais emite (carvão mineral a ciclo Rankine): na média, as usinas a carvão despachadas no período analisado emitiram mais que o dobro que aquelas a gás natural. Isso suscita o debate sobre políticas públicas de incentivo à substituição de tecnologias nas térmicas existentes (e.g., combustível carvão por gás natural ou ciclo simples por combinado, neste caso).

Quadro 5 — Taxa de emissão média para as termelétricas a combustíveis fósseis do SIN por combustível principal e ciclo de potência (tCO₂e/GWh, 2020-2022)

Combustível	Ciclo	Taxa de Emissão (tCO ₂ e/GWh) no SIN por ano-base		
		2020	2021	2022
Gás Natural	Ciclo combinado	422	397	415
	Motor de combustão	482	494	517
	Ciclo Brayton (ou aberto)	578	564	573
Óleo Diesel	Ciclo combinado	-	593	594
	Motor de combustão	667	623	606
Óleo Combustível	Motor de combustão	663	654	671
Carvão Mineral	Ciclo Rankine	1.061	1.017	1.102
Taxa de Emissão média das UTEs do SIN		608	582	637

Fonte: Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA)

Esses dados acabam por se relacionar – especialmente nos casos extremos (i.e., UTEs a gás natural em ciclo combinado e UTEs a carvão em ciclo Rankine) – com a eficiência energética média da tecnologia associada à usina.

Também calculada pelo IEMA, a eficiência energética indica a parcela da energia liberada pelo combustível convertida em eletricidade, de modo que quanto menor a eficiência, maior é a parcela de energia contida no combustível rejeitada para o meio ambiente na forma de calor e, portanto, não convertida em eletricidade. Em termos mais concretos, usinas mais eficientes queimam menos combustível e possuem menor taxa de emissão. É o que apresenta o **Quadro 6** a seguir para os anos de 2020, 2021 e 2022.

Uma observação pertinente, ainda que trivial, é que a eficiência energética média do sistema não varia tanto nem entre as tecnologias, nem entre os anos, o que reforça o caráter paulatino do ganho tecnológico no setor elétrico brasileiro.

Quadro 6 — Eficiência energética média e geração de eletricidade total por ciclo de potência e combustível das termelétricas de serviço público do SIN em 2020 (%; 2020-2022)

Combustível	Ciclo	Eficiência Energética Média no SIN por ano-base		
		2020	2021	2022
Gás Natural	Ciclo combinado	48%	52%	49%
	Motor de combustão	42%	41%	39%
	Ciclo Brayton (ou aberto)	35%	36%	36%
Óleo Diesel	Ciclo combinado	-	41%	41%
	Motor de combustão	37%	39%	40%
Óleo Combustível	Motor de combustão	42%	43%	42%
Carvão Mineral	Ciclo Rankine	33%	34%	32%
Eficiência energética média das UTEs do SIN		41%	42%	40%

Fonte: IEMA

Do ponto de vista de preço, é pertinente abrir um rápido parênteses sobre a receita das geradoras. Tal qual já vimos, as usinas termelétricas podem ser contratadas tanto no produto “Quantidade”, como no produto “Disponibilidade”. Nesse último caso, elas são remuneradas por uma parcela fixa, declarada pela contratada no ato do leilão, e por uma parcela variável, definida pelo despacho do ONS e intitulada Custo Variável Unitário (CVU):

No eventual despacho de uma usina que vende um produto por disponibilidade, os custos variáveis de produção associados à operação da usina são repassados às distribuidoras participantes do referido leilão. Portanto, o custo da energia atrelada a um contrato por disponibilidade é composto por duas parcelas, uma fixa e outra variável.

A parcela fixa representa valor de remuneração anual da usina apresentado pelo vendedor no leilão, expresso em reais por ano, que inclui, dentre outros, a critério do vendedor: (i) custo e remuneração do investimento (taxa interna de retorno); (ii) custos de conexão e uso do sistema de distribuição e transmissão; (iii) custos decorrentes do consumo de combustível e da operação e manutenção da usina correspondentes à declaração de inflexibilidade; (iv) custos de seguros e garantias da usina e dos compromissos financeiros do vendedor; e (v) tributos e encargos diretos e indiretos necessários à execução do objeto do contrato.

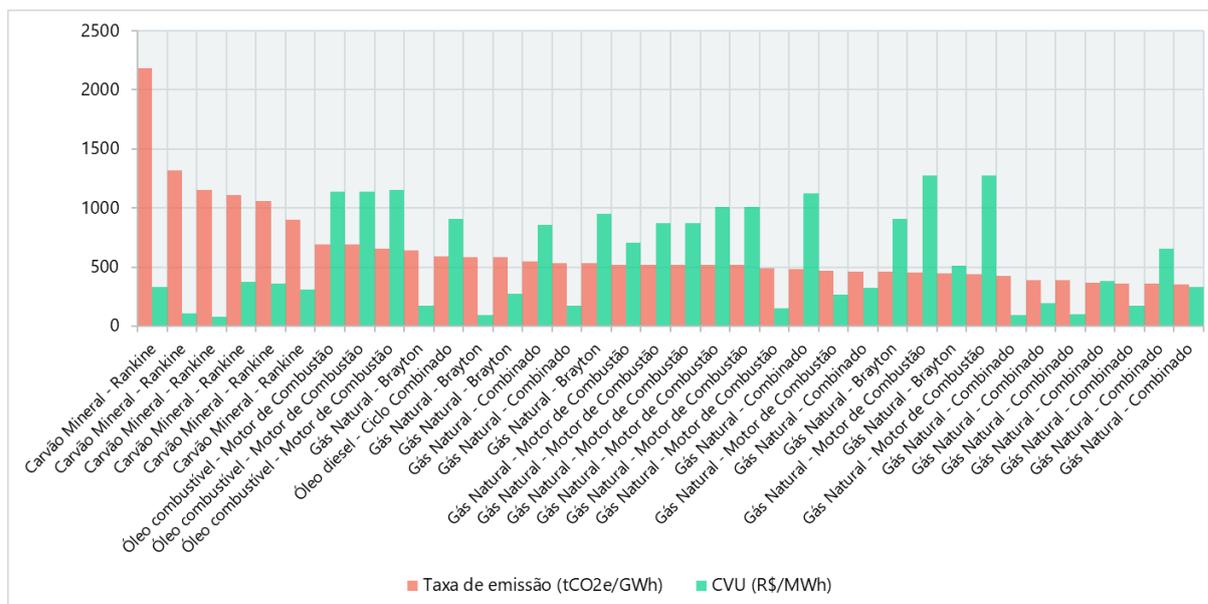
Já a parcela variável é obtida pela geração do empreendimento flexível ao Custo Variável Unitário - CVU. Estes custos não são gerenciáveis pela parte compradora, uma vez que a operação destas usinas é coordenada pelo ONS. (CCEE, 2023, p. 3, grifos nossos).

Entendido o conceito de CVU como parâmetro de preço final das usinas termelétricas despacháveis, se torna possível a análise comparativa de remuneração e taxa de emissão média entre as usinas termelétricas brasileiras e suas respectivas fontes de emissão.

O **Gráfico 17** abaixo busca estabelecer esta relação, respondendo se as térmicas mais baratas são as que mais poluem. Essa relação é fundamental para a hipótese central desta dissertação, já que – em caso de aplicação de eventual mecanismo de precificação de carbono, como um MCC – elas serão as principais afetadas em termos de preço. Para elaboração do

gráfico, foram considerados os dados de taxa de emissão específica por termelétrica fóssil do SIN em 2022, do IEMA, e os valores de CVU mais recentes⁸¹ para cada uma das usinas contempladas na análise. O resultado do gráfico, contudo, foi inconclusivo para os parâmetros considerados, não havendo relação linear clara entre a taxa de emissão das usinas e seu preço.

Gráfico 17 — Comparação entre taxa de emissão e CVU por usina



Fonte: elaboração própria a partir de dados do IEMA e do ONS

De todo modo, o exposto até aqui permite concluir que – consideradas as condições tecnológicas atuais – a flexibilidade operativa das usinas termelétricas e a baixa elasticidade do seu grau de produtividade são elementares para atender a demanda por eletricidade, já que o curto tempo para acionamento e desativação das plantas permite despachar ou interromper a geração de energia quando requisitadas, estando aptas a corrigir variações inesperadas na oferta ocasionadas pela sazonalidade das fontes renováveis. Sob a ótica de emissões, este processo de complementação térmica deveria priorizar usinas a gás natural em ciclo fechado, mais eficientes e menos poluentes, em detrimento – acima de tudo – das usinas a carvão mineral, menos eficientes e mais poluentes.

⁸¹ 36 das 45 UTEs estudadas pelo IEMA foram contempladas na análise. Por limitações na disponibilização dos dados, foram excluídas da análise 9 UTEs: UTEPERO027887-4, UTEPEGO028654-0, UTEGNAM029272-9, UTEPEAM029276-1, UTEGNAM029432-2, UTEPEAM029499-3, UTEGNAM029361-0, UTEGNPR027733-9, UTEGNMT027003-2. Para as demais UTEs, os dados foram retirados do Informe do Programa Mensal de Operação (IPMO), do ONS – Semana Operativa de 14/10/2023 a 20/10/2023. Adaptações pontuais foram necessárias para compatibilizar a base de dados do IEMA e do ONS.

No que concerne à demanda, o futuro reserva um paulatino crescimento. Mesmo com um indicativo de retomada econômica moderada, ainda em recuperação após o advento da pandemia de COVID-19, a continuidade de expansão da demanda por energia requererá o aumento do parque de geração nacional. Pesquisas indicam crescimento do consumo de eletricidade a uma taxa de 3,5% ao ano entre 2021 e 2031, totalizando 40,67% de incremento da demanda brasileira na rede no período (EPE, 2022b).

Ademais, prospecta-se para 2031 uma conjuntura semelhante à atual para geração centralizada (90% da demanda atual), com protagonismo renovável e complementação térmica. As expectativas no horizonte decenal se voltam à geração distribuída (produção de energia elétrica em uma escala menor e mais localizada, geralmente próxima ao ponto de consumo), cuja representatividade deve aumentar dos atuais 10% para 15% da demanda nacional em 2031, puxada sobretudo pela fonte solar, que deve quintuplicar sua participação no período.

Dito isto, é possível concluir que, puxado pelo crescimento da demanda por energia, o setor elétrico brasileiro caminha – resguardada significativa distorção tecnológica ou alteração dos rumos da política energética nacional – para expansão das fontes renováveis (com enfoque na geração distribuída) acompanhada da complementação termelétrica (com destaque para usinas cada vez mais flexíveis). Sob a ótica socioambiental, essa manutenção é positiva, pois conserva a matriz elétrica brasileira enquanto um exemplo internacional.

Finalmente, a dinâmica apresentada nesta seção impede prospectar um futuro para o setor elétrico nacional, ao menos no curto prazo, que desconsidere a geração termelétrica. Na verdade, a própria expansão adequada da geração renovável no país é assegurada pela geração termelétrica, o que torna esses atores complementares, e não excludentes. Este ponto, quando associado ao trilema do setor elétrico, é central para justificar a hipótese desta dissertação.

4.2 CARÁTER SOCIAL DO ACESSO À ELETRICIDADE: POBREZA ENERGÉTICA E PERFIL DE CONSUMO RESIDENCIAL NO BRASIL

Em se tratando de uma indústria estruturante e intensiva em capital, o setor elétrico é caracterizado pela grandiosidade de seus investimentos: a título de ilustração, se materializado cenário de crescimento econômico moderado, o governo brasileiro vislumbra inversões da or-

dem de R\$ 530 bilhões no segmento até 2031 (Brasil, 2022b, p. 7). Vis-à-vis à sua valia econômica, o segmento provê o acesso a um bem essencial para a população, especialmente diante do cotidiano de um mundo cada vez mais globalizado.

Embora o acesso à eletricidade, no Brasil, beire a universalidade – mais de 99% dos brasileiros possuem alcance à energia elétrica (IBGE, 2022) – a discussão relativa ao bem no país precisa tratar não apenas da qualidade do serviço prestado, mas também do perfil do consumo (e seus impactos na renda dos brasileiros). É onde se encaixa a chamada “pobreza energética” – também refletida indiretamente no ODS 7 da Agenda 2030 (“assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos”).

Na literatura produzida na Europa, está consolidado o conceito de Pobreza Energética. Ele é baseado na noção de que energia é um fator essencial para o desenvolvimento de uma vida plena, pois é fundamental para a satisfação das necessidades de iluminação, cocção (cozinhar os alimentos) e a manutenção de uma temperatura confortável dentro de casa (conforto térmico), principalmente em regiões muito quentes ou muito frias. Essas são necessidades básicas. Evidentemente, energia é fundamental também para a prestação de quase todos os serviços básicos coletivos, principalmente de educação e saúde. Os debates sobre Pobreza Energética apontam, quase sempre, essa sua natureza transversal, ou seja, o fato dela interferir em vários aspectos da vida de uma pessoa, individualmente e em sociedade e, ao se utilizar o conceito de ‘pobreza’, os relaciona diretamente a fatores econômicos. (... Nos países pobres ou em desenvolvimento, a pobreza energética é geralmente entendida como a falta de acesso a serviços modernos de energia para manter o conforto térmico, a iluminação e o uso de seus eletrodomésticos (THOMSON et al., 2020; SOKOŁOWSKI, 2019; SOVACOO, 2012), enquanto nos países desenvolvidos é entendida em termos dos gastos com energia em relação às rendas domiciliares (BUZAR, 2007).” (EPE, 2022, p. 12, grifos nossos)

Essa não é uma preocupação exatamente nova no Brasil. Iniciativas governamentais como a Tarifa Social de Energia Elétrica – TSEE (2002)⁸² e o Programa Luz Para Todos (2003), que almejavam, respectivamente, a desoneração da conta de luz para consumidores de baixa renda e a universalização do acesso à energia elétrica no país, foram delineados. Como será mencionado a seguir, apesar de terem progredido na solução da pobreza energética no Brasil, essas políticas públicas não foram capazes de mitigar este problema no país.

Na tentativa de quantificar esse conceito, Nussbaumer, Bazilian & Modi (2011, apud. Feitosa *et al.*, 2022) desenvolveram o Índice Multidimensional de Pobreza Energética (MEPI, na sigla em inglês⁸³), cuja proposta é calcular a privação energética a qual uma família está submetida ao invés de mensurar a conexão de seu domicílio à eletricidade. Eles destacam a natureza multidimensional da pobreza energética para sugerirem cinco dimensões (preparação

⁸² Criada pela Lei Federal nº 10.438/2002, de 26 de abril de 2002, e regulamentada pela Lei Federal nº 12.212/2010, de 20 de janeiro de 2010 e pelo Decreto Federal nº 7.583/2011, de 13 de outubro de 2011.

⁸³ The Multidimensional Energy Poverty Index (MEPI).

de alimentos, iluminação, serviços providos por eletrodomésticos, entretenimento/educação e comunicação) e seis indicadores (fonte de cocção, poluição interna, acesso à eletricidade, posse de eletrodoméstico, posse de aparelhos para entretenimento ou educação e posse de meios de telecomunicação) relativos ao tema, por meio dos quais desenvolveram o índice.

Bezerra *et al.* (2022) calcularam o MEPI para o Brasil entre 2002 e 2018. Embora o artigo tenha verificado melhora no índice ao longo do tempo, ele concluiu que 11% das residências brasileiras vivem atualmente em condições de pobreza energética; nas áreas rurais, esse número chega a 16%.

Em primeiro lugar, sugerimos que os governos atuais deveriam considerar a possibilidade de fazer mais ajustes em seus programas para reduzir a pobreza energética, concentrando-se em sua dimensão de acessibilidade. Especificamente, **mostramos que o acesso físico à energia foi insuficiente para reduzir a privação de serviços essenciais de energia. Os gastos com energia ainda representam uma grande parcela das despesas totais das famílias de baixa renda.** A incapacidade de pagar pela energia ou comprar aparelhos novos e eficientes pode forçar as famílias a usar a energia tradicional para cozinhar ou não atender às necessidades de conforto térmico. **Os esforços governamentais, como o Bolsa Família e a Tarifa Social de Energia Elétrica – TSEE, não forneceram meios suficientes para alterar a relação entre os gastos com energia e a renda total das famílias de baixa renda, que permaneceu quase constante ao longo do tempo.** (Bezerra, Cruz, Mazzone, Lucena, Cian & Schaeffer, 2022, grifos nossos).

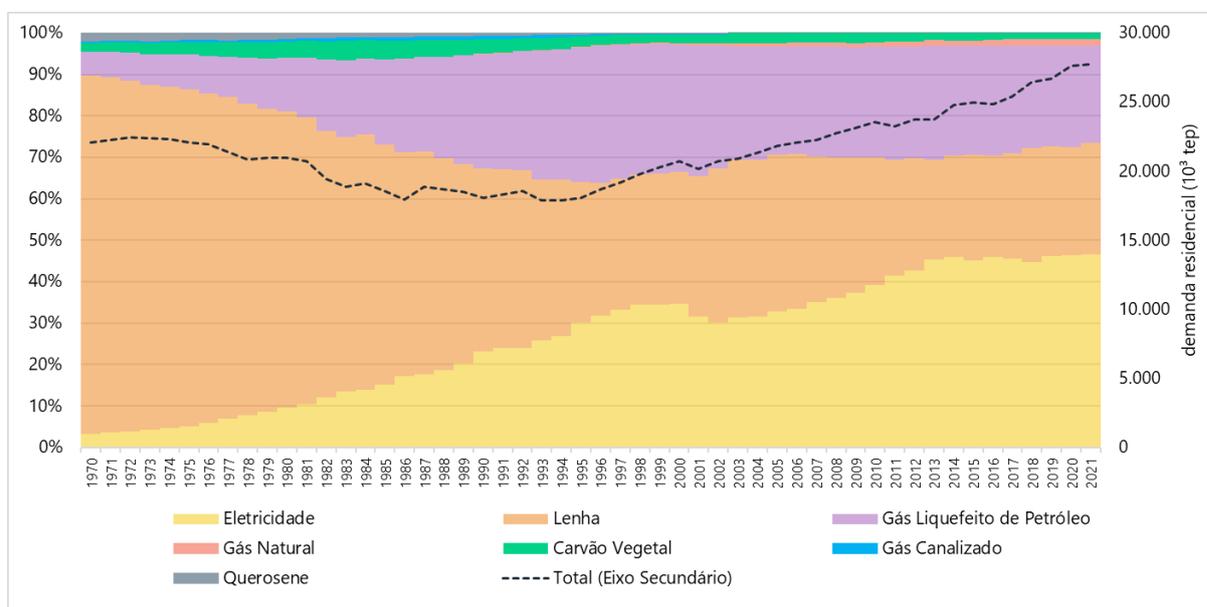
Esse cálculo também já havia sido feito por Poveda, Losekann e Silva (2021), que chegaram a números semelhantes: a proporção de domicílios em condição de pobreza energética é de 11,5%. Os autores também calcularam a intensidade da pobreza nacional em 39,6%, ou seja, que as famílias em situação de pobreza energética têm privações, em média, de 39,6% dos indicadores estipulados por Nussbaumer.

As estimativas são heterogêneas no país, **sendo os estados das regiões Nordeste e Norte os mais pobres energéticos.** No meio rural os índices de pobreza energética são expressivos se comparados com o meio urbano. **Os agregados familiares do Brasil se mostram vulneráveis na dimensão capacidade de pagamento,** especialmente na área urbana. Na zona rural, o uso de combustíveis para cozinhar é o indicador com maior contribuição na pobreza energética. (Losekann, Poveda & Silva, 2021, p. 18, grifos nossos)

Exposto o conceito de pobreza energética de forma mais ampla, é conveniente entender o perfil exato do consumo residencial de eletricidade no Brasil. Em 2021, 47% do consumo final residencial de energia no país correspondeu à eletricidade; a projeção, aliás, é que esse número alcance 56% até 2031 (Brasil, 2022b, p. 43). Convém notar que as outras principais fontes que compuseram o consumo residencial, em 2021, foram GLP (25%) e lenha (25%),

sendo esta última mais sujeita à substituição pela energia elétrica no horizonte decenal. É o que ilustra o **Gráfico 18** a seguir.

Gráfico 18 — Demanda de energia residencial por fonte (1970-2021)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da EPE

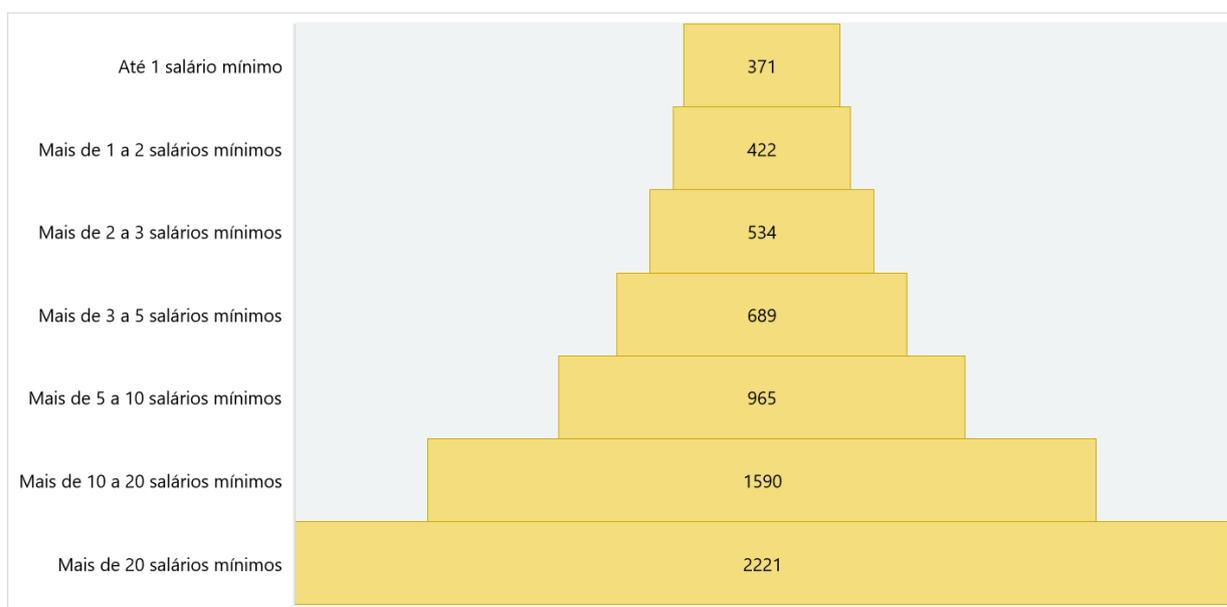
Em termos simples, o brasileiro médio tem consumido cada vez mais energia, e a eletricidade é a grande protagonista, em valores absolutos, deste consumo. Também é possível perceber, desde 1970, a substituição gradativa da lenha, do carvão vegetal e do querosene pela energia elétrica (e, em menor grau, pelo gás liquefeito de petróleo, o “gás de cozinha”).

Aqui cabe abrir um parêntese: a despeito da supracitada substituição gradativa, quase um terço do consumo residencial ainda advém, sobretudo, da lenha. Esta proporção é temerária pois além de ser fonte menos eficiente, seu uso residencial está associado à causa de doenças respiratórias (OMS, 2022). Isso se verifica porque a exposição domiciliar à poluição (comumente associada ao preparo de alimentos) pode levar a enfermidades pulmonares que foram responsáveis pela morte de 3,2 milhões de pessoas em 2020. Mais que isso: mulheres e crianças, normalmente responsáveis por tarefas domésticas como cozinhar e coletar lenha, são as que mais sofrem com o uso de combustíveis poluentes nos lares. Esse entendimento é importante para pontuar que muito além de uma questão meramente financeira, o acesso à eletricidade pode estar associado a questões de saúde pública. Isso será novamente abordado em parágrafos posteriores, com uma ótica voltada para a realidade brasileira.

Fechado o parêntese, a caracterização da demanda residencial de energia considerando atributos sociais, econômicos, regionais e culturais da população é muito importante para realização de estudos de demanda no planejamento energético (Brasil, 2022b, p. 34). Nesse tópico, o estudo dos resultados do “Modelo de Projeção da Demanda de Energia do Setor Residencial (MSR)”, calculado pela EPE, permite conclusões interessantes sobre o perfil da demanda por eletricidade no Brasil.

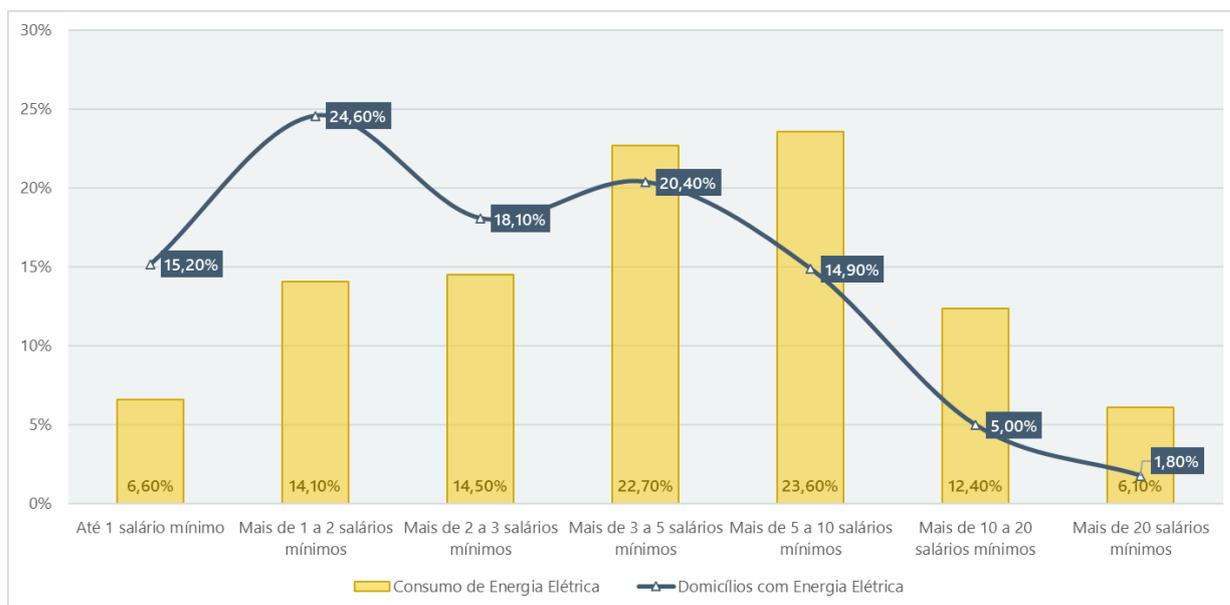
A primeira conclusão é que o consumo *per capita* de energia elétrica é diretamente proporcional à renda dos brasileiros, ou seja, quanto maiores forem os proventos de uma família, maior tende a ser o consumo individual de cada um de seus integrantes. Essa relação – apresentada pelo **Gráfico 19** a seguir – também evidencia que o consumo *per capita* das famílias mais ricas no Brasil é quase seis vezes maior que o das mais pobres.

Gráfico 19 — Consumo per capita de energia elétrica no Brasil por faixa de renda (2019, KWh)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da EPE

Outra conclusão é que famílias brasileiras com mais de 20 salários mínimos de renda (1,8% dos domicílios com acesso à eletricidade) correspondem a 6,1% de todo consumo por energia elétrica, praticamente o mesmo montante de todas as famílias com renda até 1 salário mínimo (15,2% dos domicílios), que consomem 6,6% do total (vide **Gráfico 20**).

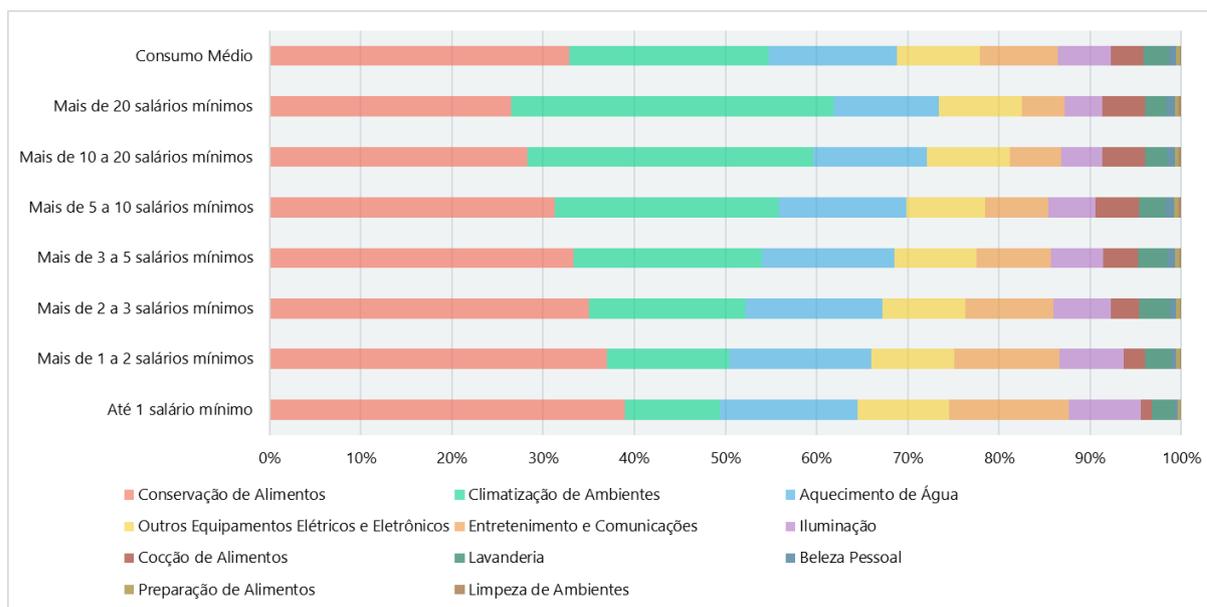
Gráfico 20 — Consumo percentual de energia elétrica no Brasil por faixa de renda (2019, %)

Fonte: elaboração própria a partir de dados da EPE

Isso em um cenário onde as projeções da ANEEL indicam que as famílias pobres comprometem 20% da renda média mensal para pagar a conta de luz, mesmo com a TSEE, enquanto as famílias ricas envolvem somente 3% dos seus proveitos com a conta de luz.

Projeções da ANEEL indicam que o número de beneficiários [da TSEE] pode atingir mais de 20 milhões de famílias até o final de 2022. Hoje, cerca de metade das famílias inscritas no cadastro se encontram em situação de extrema pobreza, com renda mensal inferior a R\$89,00 per capita. Nesse contexto, **caso essas famílias venham a atingir o consumo residencial médio nacional (172 kWh/mês), uma família com acesso à Tarifa Social pode comprometer mais de 20% da sua renda média mensal para pagar a conta de luz. As famílias de mais alta renda, por outro lado, comprometem menos de 3% de sua renda com essa despesa.** Essa realidade, aponta para uma necessidade do aperfeiçoamento do programa que, atualmente, não atende de maneira efetiva a demanda das famílias que necessitam da Tarifa Social. (Instituto Pólis, 2022, grifos nossos).

Um olhar mais aprofundado para o perfil de consumo de eletricidade das residências brasileiras enseja novas deduções. O **Gráfico 21** abaixo dispõe o consumo de eletricidade por uso final nos domicílios brasileiros por faixa de renda. Ele também apresenta a destinação de eletricidade do “consumidor médio” brasileiro.

Gráfico 21 — Consumo de energia elétrica no Brasil por uso final (2019, %)

Fonte: elaboração própria a partir de dados da EPE

Por meio dele, é possível depreender que a maioria absoluta do consumo médio de energia elétrica no Brasil é destinada à conservação de alimentos (32,91%), seguida pela climatização de ambientes (21,87%), pelo aquecimento de água (14,16%), por equipamentos elétricos e eletrônicos (9,0%), por entretenimento e comunicações (8,54%), pela iluminação (5,81%), pela cocção de alimentos (3,54%), por lavanderia (2,80%), por beleza pessoal (0,71%), pela limpeza de ambientes (0,19%) e pela preparação de alimentos (0,46%).

Quando analisamos as camadas mais pobres da população brasileira, a subcategoria climatização de ambientes perde representatividade percentual, indicando priorização de classes de menor renda à conservação de alimentos e ao aquecimento de água, principalmente. Aqui reside um assunto relevante: a ligação intrínseca entre acesso à eletricidade e segurança alimentar. Em camadas familiares até 1 salário mínimo, as subcategorias “conservação de alimentos”, “cocção de alimentos” e “preparação de alimentos” correspondem a 40,7% do uso final da eletricidade. Direto ao ponto, garantir a acessibilidade do acesso à energia elétrica, no Brasil, também significa garantir melhores oportunidades sanitárias para o combate à fome.

Esta realidade encontra eco em algumas pesquisas de campo já realizadas no Brasil. Uma delas, coordenada pelo Inteligência em Pesquisa e Consultoria Estratégica (IPEC, 2023) em novembro de 2021 levantou a opinião da população brasileira sobre a então crise hídrica vivida pelo país, que acabou por aumentar o valor da conta de luz da população. Naquela ocasião, somente 9% da população declarou que deixou de pagar a conta de luz, mesmo diante do aumento nos preços; a maioria dos entrevistados mudou hábitos de consumo, o que incluiu

diminuir ou deixar de comprar alimentos básicos (22%), produtos de limpeza (16%), produtos de higiene e beleza (14%) ou remédios e medicamentos (13%). Isso permite concluir que consumir eletricidade é uma prioridade entre as famílias brasileiras, mesmo em cenários de inflação. Nas camadas mais pobres, 30% dos entrevistados de famílias de baixa renda declararam reduzir ou deixar de comprar alimentos básicos para pagar a conta de luz e, assim, garantir a manutenção do acesso à eletricidade.

Esta seção, até aqui, permitiu inferir quatro ilações centrais: (i) que o Brasil ainda possui índices significativos de pobreza energética, ameaçando um dos ODS da ONU; (ii) que apesar da ampliação histórica do acesso à eletricidade, quase um terço dos consumidores do país ainda utiliza outras fontes de energia, como a lenha, mais poluentes e até nocivas à saúde; (iii) que o consumo de eletricidade no Brasil reflete as desigualdades econômicas do país e (iv) que existe um vínculo claro entre a demanda por eletricidade e a segurança alimentar, mormente nas camadas mais pobres da população brasileira.

Tais conclusões, embora expressivas para a hipótese deste trabalho, exploram somente a importância da eletricidade sob a ótica do consumo residencial. O consumo residencial corresponde a 30% da demanda setorial em 2022, sendo superada somente pelo setor industrial (36,2%) e sendo seguida pelos setores comercial (18,2%), público (9,1%) e rural (5,9%) – o restante da demanda, 0,6%, foi destinado a consumo próprio (Brasil, 2023). Isso pode suscitar indagações sobre como o impacto da variação do preço da energia elétrica nos setores industrial, comercial, público e rural afeta o bem-estar social do brasileiro (e, por conseguinte, quais motivações sugerem a retirada de todo SEB do MCC, e não somente do segmento de demanda residencial).

Por seu consumo de caráter transversal, é natural imaginar que qualquer impacto na cadeia de valor da eletricidade seja refletido na rotina de toda a sociedade. Por exemplo, o segundo maior consumidor de eletricidade no segmento industrial é o setor de “produtos alimentícios”, de modo que torna plausível inferir que eventual aumento dos custos de eletricidade sejam automaticamente repassados para as mesas dos brasileiros e brasileiras.

Em outras palavras, alterações no custo da energia incorrem em pressões inflacionárias em inúmeros produtos comuns a centenas de milhões de cidadãos. Quando tais pressões se concentram nos preços de energia e alimentos, estas tendem a penalizar, de sobremaneira, aqueles de menor renda, já que comprometem uma parcela maior do orçamento doméstico destes estratos sociais (Raeder, Grottera, Rodrigues e Melo, 2022).

Embora seja difícil mensurar exatamente este repasse, a Ex Ante Consultoria Econômica (2022) estimou o impacto dos preços da energia elétrica na economia brasileira: o trabalho

calculou que 23,1% do preço final da cesta básica no Brasil é afetado por variações no preço da eletricidade. O estudo também concluiu que a cada unidade de energia elétrica consumida diretamente pelas famílias (paga na conta de luz), são consumidas quase outras duas unidades adicionais via bens e serviços (consumo indireto).

O perfil de consumo de energia elétrica das empresas brasileiras e o padrão de consumo de mercadorias e serviços das famílias brasileiras revelam que, **para cada unidade de energia elétrica consumida diretamente pelas famílias brasileiras e pagas na conta de luz, são consumidas quase que duas unidades adicionais de energia elétrica embutidas nas mercadorias e serviços consumidos no país e nos bens públicos ofertados à população** (educação, saúde, segurança, pública, etc.). Isso indica que **a energia indireta contida nas mercadorias e serviços é quase o dobro da energia abastecida nas residências e cobrada na conta de luz.** (ABRACE, 2022, p. 29-30, grifos nossos).

Ante o exposto, fica evidente não apenas o conceito de pobreza energética no Brasil, mas também a capacidade do preço da energia em afetar o bem-estar no país. É notório que entre todos os segmentos passíveis de inclusão em política pública de precificação de carbono, apenas o setor elétrico brasileiro detém um viés social tão amplo e transversal. Por isso, muito além das virtudes econômicas (e.g., geração de emprego e renda) – comuns a praticamente todas as atividades potencialmente reguladas – a inclusão do SEB em eventual MCC pode acentuar desigualdades e afetar, de forma regressiva, as camadas mais pobres da população. Entender esse ponto é fundamental para compreender as razões que justificam o diferimento no tratamento do setor elétrico em relação aos demais setores econômicos.

4.3 FAZ SENTIDO INCLUIR O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO EM EVENTUAL MCC?

A presente dissertação foi estruturada de maneira a corroborar a hipótese de que um mercado de carbono compulsório sobre o setor elétrico brasileiro não se configura como o melhor formato de incentivo à redução de emissões de GEEs neste segmento, dadas suas especificidades e potencial impacto socioeconômico. Até aqui, concluiu-se, em síntese:

- (i) Que o debate climático internacional convergiu para a necessidade de ações governamentais responsivas à situação do planeta e, entre elas, têm crescido as soluções via instrumentos econômicos de política ambiental para regulação de emissões, como o mercado de carbono compulsório;

- (ii) Que, no compasso das discussões internacionais, já há proposta de mercado de carbono em tramitação no Brasil para instituir um MCC no país, e ela se baseia em modelo *cap-and-trade*, nos moldes da experiência europeia;
- (iii) Que diferentemente dos países desenvolvidos, que em geral pautam o debate climático no planeta, o Brasil não encontra nem no setor de energia nem no setor elétrico seu maior desafio à descarbonização, especialmente por ostentar uma das matrizes elétricas mais renováveis do mundo;
- (iv) Que o caráter renovável da matriz elétrica brasileira impõe – haja vista o “trilema” do setor – constante necessidade de complementação termelétrica, fato que impede o país de prospectar um futuro para o setor elétrico nacional, ao menos no curto prazo, que desconsidere totalmente combustíveis fósseis;
- (v) Que os significativos índices de pobreza energética no Brasil, aliados ao perfil do consumo de eletricidade no país e ao potencial impacto do preço da energia ao bem-estar dos brasileiros, conferem ao setor elétrico um viés único quando comparado aos demais setores passíveis de inclusão em eventual MCC.

Ou seja, por um lado não há dúvidas que um MCC, por se tratar de política de precificação de carbono, afetará, ao menos no curto prazo, os custos dos setores a eles submetidos. Por outro lado, também está claro que o setor elétrico brasileiro – de matriz extremamente renovável e cujas emissões correspondem a menos de um por cento do total nacional – depende da geração a combustíveis fósseis para garantir segurança ao fornecimento de energia. Estes pontos, quando analisados em conjunto com o caráter social do setor elétrico brasileiro, engendram a justificativa central para o diferimento no tratamento deste segmento em caso de eventuais políticas públicas de regulação de emissões no país.

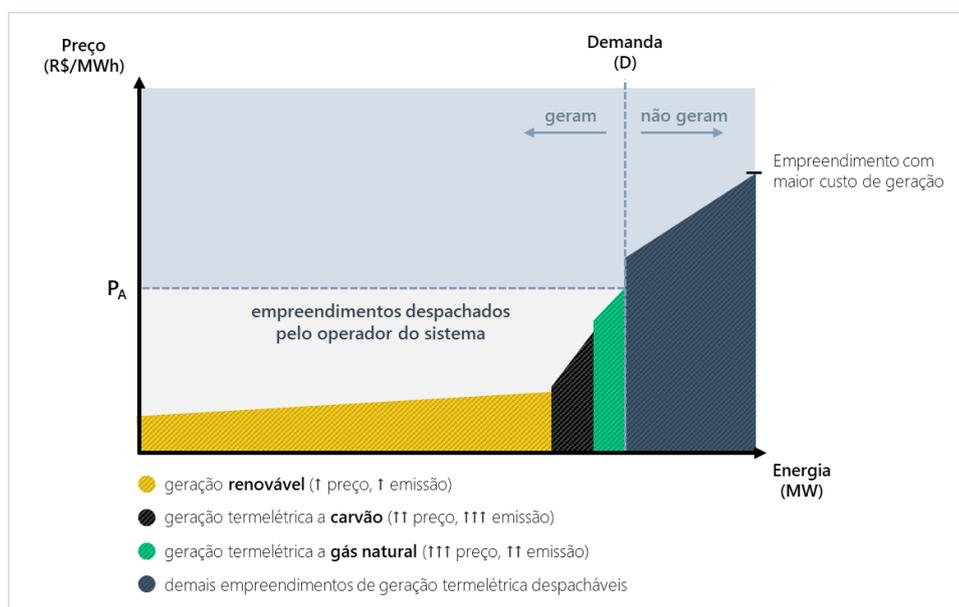
Isso porque o sobrecusto gerado por instrumento econômico de regulação de emissões no Brasil (como um MCC), se imposto ao setor elétrico brasileiro, seria diretamente repassado ao consumidor. Isso é sensível, em particular, no retrato de um Brasil ainda subdesenvolvido e do qual a demanda por eletricidade está associada às necessidades básicas da população.

Em outras palavras, o benefício esperado de um mecanismo de controle de emissões sobre o setor elétrico no Brasil – a depender do desenho de política pública proposto – pode incorrer em grande redução de bem-estar social para pequena contrapartida de despoluição.

Para ilustrar como um eventual instrumento econômico de regulação de emissões afetaria os preços finais do setor elétrico brasileiro, este trabalho se utilizará de uma simulação (muito simplificada, é verdade) da dinâmica de despacho antes e após possível mercado de carbono. Como ainda não há desenho definido de MCC nacional, este modelo foi a solução encontrada para traduzir as tendências gerais a serem observadas.

O modelo simplificado segue as tendências do despacho nacional expostas na seção 4.1., em que o operador do sistema privilegia as fontes renováveis, mais baratas, mas depende da geração termelétrica a combustíveis fósseis para garantir a segurança do suprimento. Ele estabelece, assim, três grupos de empreendimentos: (i) “geração renovável”, composto pelas fontes hídrica, eólica e solar, mais baratas e menos poluentes; (ii) “geração termelétrica a gás natural”, de preço e emissão intermediários; e (iii) “geração termelétrica a carvão”, de menor preço entre as fontes termelétricas, mas mais poluente entre todas as fontes.

Figura 10 — Simulação teórica simplificada da dinâmica de despacho: cenário inicial



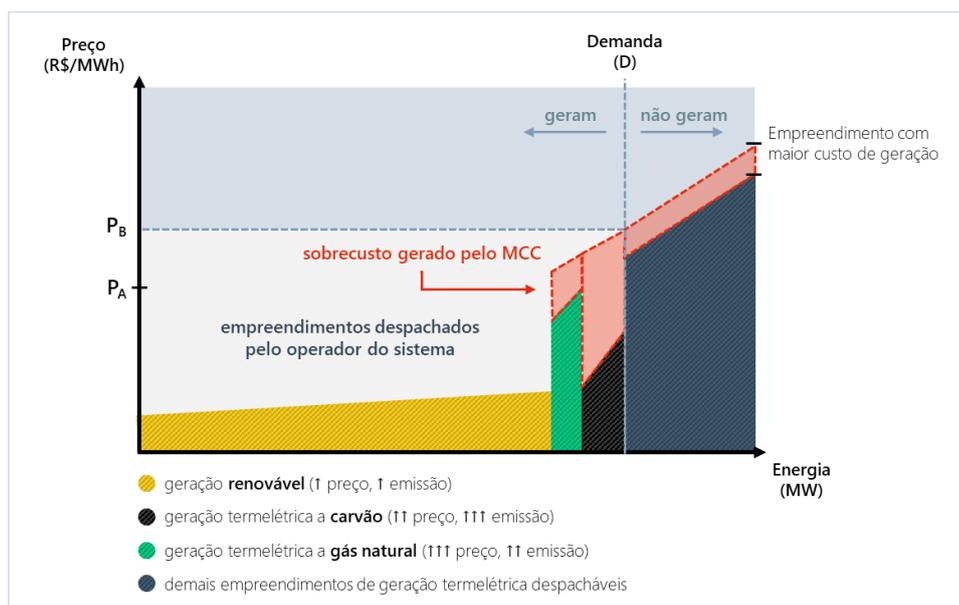
Fonte: elaboração própria

Como já vimos, sendo a Demanda (D) variável exógena a ser atendida pelo operador do sistema, ele priorizará o despacho das renováveis, mais baratas, até onde for possível. Uma vez despachadas todas as alternativas menos onerosas aos consumidores, ele ordena o despacho do

segundo grupo de empreendimentos mais baratos entre a geração termelétrica. É o que ilustra a **Figura 10**, que demonstra o cenário inicial da simulação teórica simplificada da dinâmica de despacho antes da aplicação de instrumento econômico de regulação de emissões. Nela, resta nítido que o operador despacha a um preço máximo P_A , resultado de ordem de despacho que preza pelo menor custo de geração sem negligenciar a segurança do abastecimento. Essa gestão não considera, ao menos em primeiro plano, o nível de emissões de GEEs como requisito.

Uma vez instituído um MCC, esta dinâmica muda. As usinas menos poluentes, como o gás natural, se tornam mais competitivas que as mais poluentes, como o carvão, e ganham prioridade no despacho. Mesmo assim, a geração termelétrica passa a internalizar o custo de compra de permissões, o que impõe um sobrecusto às fontes poluentes. Essa lógica acaba por afetar o preço máximo de geração, que passa a ser P_B , tal que $P_B > P_A$ (já que a demanda D , exógena, se mantém). É o que evidencia a **Figura 11** abaixo.

Figura 11 — Simulação teórica simplificada da dinâmica de despacho: cenário pós mercado de carbono compulsório aplicado ao setor elétrico



Fonte: elaboração própria

Esta conclusão, embora teórica, encontra respaldo na experiência internacional. Um modelo regressivo rodado pelo MIBEL (2020) atestou que, na União Europeia, as variações no preço das licenças de emissão do EU ETS impactaram o preço da eletricidade de forma diretamente proporcional em Portugal e na Espanha (coeficiente de regressão positivo para os períodos analisados). Convém mencionar que a matriz elétrica portuguesa é semelhante à brasileira, com complementaridade térmica à geração renovável.

Na análise referente ao Período 1 (2007-2012), verificou-se que com o aumento de 1 €/ton no preço da variável independente EUA [European Union Allowance], o preço da eletricidade em Espanha sofreria um aumento de 0,29 €/MWh (coeficiente de regressão $\beta_4 = +0,29$), o que representa uma taxa de repercussão de 29%. Para o Período 2 (2013-2019) esse impacto seria de um aumento de 0,49 €/MWh no preço da eletricidade (coeficiente de regressão $\beta_4 = +0,49$), uma taxa de repercussão de 49%. Diante do exposto, verifica-se que o aumento do preço das licenças a partir de 2016 acabou por se refletir nos preços da eletricidade (...) Interessante notar que a evidência da relação do preço da eletricidade ao preço do carbono significa que **o preço da energia elétrica no mercado ibérico, além de estar sujeito à volatilidade do preço dos combustíveis, pode também ser condicionado por um fator de risco internacional associado ao preço do carbono**. Tal constatação é relevante para fins da definição de estratégias de cobertura de risco (hedging), seja do lado da procura, seja do lado da oferta. (MIBEL, 2020, p. 63, grifos nossos).

Assim, não é precipitado concluir que a criação de um mecanismo de regulação de emissões de GEEs provavelmente aumentaria o preço da energia elétrica aos consumidores cativos, ainda que fosse acompanhada da redução das emissões daquele segmento. Esta dinâmica de deslocamento preço-emissões pode até ser aplicável para o setor elétrico europeu, que ainda possui uma matriz essencialmente fóssil e majoritariamente responsável pelas emissões daquele continente. A realidade brasileira, contudo, é diferente, uma vez que a maior parte da geração nacional é de fontes renováveis e a mudança de custos relativos teria baixa contribuição em deslocar fontes relativamente mais emissores.

De outra forma, por mais que o “preço do carbono” eventualmente deslocasse a geração termelétrica a carvão ou a diesel em favor da geração termelétrica a gás natural, a baixa representatividade de fontes fósseis na matriz elétrica brasileira indica não somente que o impacto em termos de redução de emissões seria irrisório, como também que ele seria acompanhado de aumento nos preços da energia ao consumidor final. Essa dinâmica, quando associada às externalidades negativas do aumento de custo de energia já apresentadas na seção 4.2., permite afirmar que é temerário pensar em um MCC como alternativa à redução do setor elétrico brasileiro.

Assim, entende-se **que o setor elétrico brasileiro é um potencial gerador de créditos de carbono, mas dificilmente seria viável uma política intrasetorial, pois no mercado regulado de energia elétrica a geração não está sob o comando dos agentes, mas sim do Operador Nacional do Sistema (ONS), o que impede os agentes termelétricos de gerenciarem suas emissões**. Ademais, dada alta participação de renováveis na matriz elétrica, um mercado setorial segregado tenderia a ser “vendedor” ou “ofertante” de créditos de carbono, gerando um viés de baixa nos preços ou requerer uma meta muito elevada para viabilizar a entrada de tecnologias que pudessem realizar os serviços que as termelétricas prestam para a confiabilidade do sistema. Por outro lado, o setor elétrico brasileiro como um todo se beneficiaria em mecanismos de mercado de carbono intersetoriais ou abrangentes e, principalmente, mecanismos internacionais. (EPE, 2020, p. 57, grifos nossos).

Aqui é importante ressaltar que os resultados do Componente 2 do já apresentado PMR Brasil (ver Capítulo 3) trazem contribuições significativas para esta seção. Detalhadamente, o projeto traçou sete cenários de instrumentos de precificação (Cenário de Referência – REF, Cenário Pacote Base – CPB, Cenário Pacote Distributivo – CPD), Cenário Pacote de Ajuste de Fronteira – CAF, Cenário Pacote Segmentado – CPS, Cenário com Isenção de Combustíveis Sensíveis – ICS e Cenário com Precificação da Pecuária – CPP) e os contrastou com o chamado “Cenário Tendencial – TEND”, i.e., aquele em que as medidas de mitigação seguem o caminho atual. Importa ressaltar que, apesar de cada cenário partir de diferentes premissas, todos alcançavam, igualmente, as metas absolutas de emissão da NDC do Brasil vigente à época do estudo (1,3 Gt CO₂e em 2025 e 1,2 Gt CO₂e em 2030). Vale notar, em adicional, que o cenário REF é o único em que as políticas ambientais são respaldadas totalmente em instrumentos de comando e controle, sem uso de iniciativas de precificação de carbono.

O **Quadro 7** a seguir resume as premissas de cada um dos cenários. A metodologia completa pode ser consultada diretamente no Produto 4 do Componente 2 do PMR Brasil.

Quadro 7 — PMR Brasil: premissas dos cenários estudados pelo Componente 2

Cenário	Setores econômicos com precificação	Choques simulados	Isenções	Proteção à competitividade	Limite de emissões	Reciclagem das receitas
Tendencial (TEND)	-	-	-	-	-	-
Referência (REF)	-	Investimentos adicionais em medidas de mitigação.	-	-	Atingir NDC com Comando e Controle.	-
Pacote Base (CPB)	Indústria, combustíveis e geração elétrica , além de, indiretamente, todos os consumidores de combustíveis e energia.	(1) Investimentos adicionais em medidas de mitigação. (2) Precificação de CO₂e.	50% de alocação gratuita na 1ª fase para todos os setores; exportações	5% a 10% adicionais para os setores vulneráveis.	Relativo ao preço para atingir a NDC.	Redução de encargos trabalhistas.
Pacote Distributivo (CPD)	Indústria, combustíveis e geração elétrica , além de, indiretamente, todos os consumidores de combustíveis e energia.	(1) Investimentos adicionais em medidas de mitigação. (2) Precificação de CO₂e.	50% de alocação gratuita na 1ª fase para todos os setores; exportações	5% a 10% adicionais para os setores vulneráveis.	Relativo ao preço para atingir a NDC.	Transferência para a classe de renda mais pobre.
Pacote de Ajuste de Fronteira (CAF)	Indústria, combustíveis e geração elétrica , além de, indiretamente, todos os consumidores de combustíveis e energia.	(1) Investimentos adicionais em medidas de mitigação. (2) Precificação de CO₂e.	50% de alocação gratuita na 1ª fase para todos os setores	Ajuste de fronteira com base no conteúdo de carbono nacional.	Relativo ao preço para atingir a NDC.	Redução de encargos trabalhistas.
Pacote Segmentado (CPS)	Indústria, combustíveis e geração elétrica , além de, indiretamente, todos os consumidores de combustíveis e energia.	(1) Investimentos adicionais em medidas de mitigação. (2) Precificação de CO₂e.	50% de alocação gratuita na 1ª fase para todos os setores	Ajuste de fronteira com base no conteúdo de carbono nacional.	Esfôrço de redução percentual igual entre os setores regulados para atingir a NDC.	Redução de encargos trabalhistas.

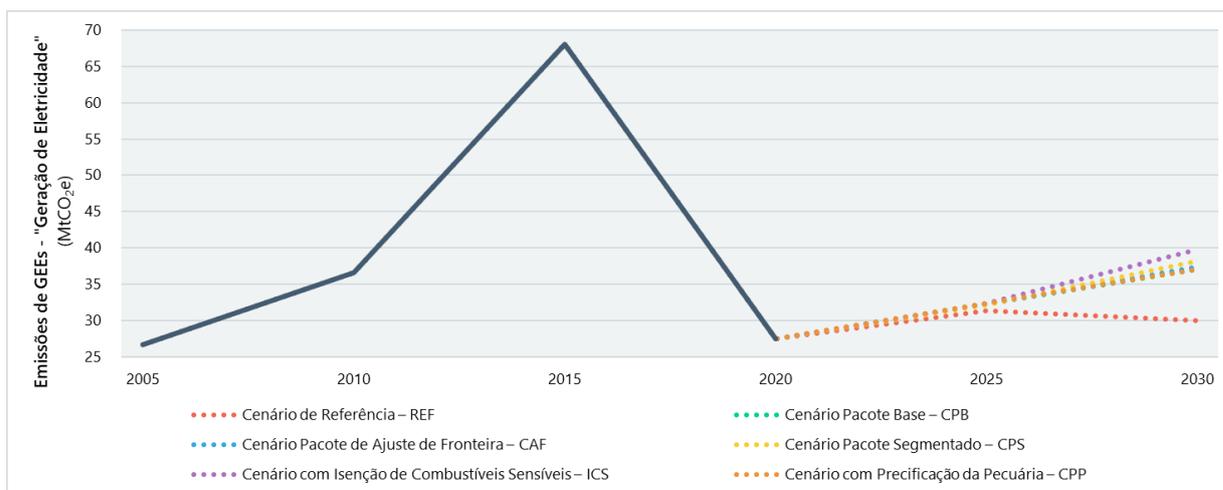
Isenção de Combustíveis Sensíveis (ICS)	Indústria, combustíveis e geração elétrica, além de, indiretamente, todos os consumidores de combustíveis e energia. Os seguintes combustíveis foram isentos de precificação: gasolina, GLP e Diesel.	(1) Investimentos adicionais em medidas de mitigação. (2) Precificação de CO₂e.	50% de alocação gratuita na 1ª fase para todos os setores; exportações	5% a 10% adicionais para os setores vulneráveis.	Relativo ao preço para atingir a NDC.	Redução de encargos trabalhistas.
Precificação da Pecuária (CPP)	Indústria, combustíveis e geração elétrica , além de, indiretamente, todos os consumidores de combustíveis e energia. Também inclui precificação da pecuária.	(1) Investimentos adicionais em medidas de mitigação. (2) Precificação de CO₂e.	50% de alocação gratuita na 1ª fase para todos os setores; exportações	5% a 10% adicionais para os setores vulneráveis.	Relativo ao preço para atingir a NDC.	Redução de encargos trabalhistas.

Fonte: Componente 2 do PMR Brasil (2020, p.33).

Resumidamente, para o setor de energia (“Setor Oferta de Energia”), a iniciativa simulou os cenários a partir do modelo computacional intitulado “Modelo de Projeção de Matriz Energética” (MATRIZ), ferramenta de apoio ao MME e EPE já existente para estudos de planejamento da expansão do sistema energético.

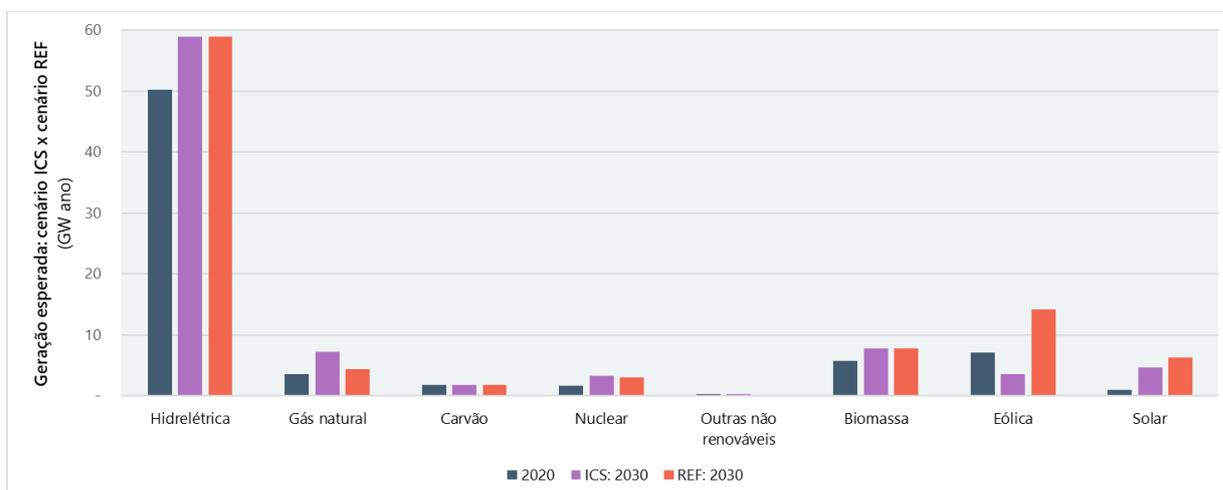
O modelo MATRIZ é um modelo computacional *bottom-up* de grande porte, baseado em programação linear, que recebe como input exógeno os dados relativos à evolução da demanda de energia final dos diferentes energéticos e disponibilidade de recursos das fontes primárias, secundárias e finais, assim como, as características básicas das tecnologias de transformação, obtendo como resultado os valores das capacidades de produção de energia elétrica e de combustíveis e o valor ótimo dos fluxos energéticos em todas as cadeias energéticas consideradas, incluindo eventuais importações e exportações, a cada período, para todo o horizonte de estudo. (...) O modelo MATRIZ procura encontrar, dentre as inúmeras “soluções viáveis” do problema de otimização da expansão, aquela que minimiza o valor presente do custo total de investimento e de operação do sistema energético, também denominada “solução ótima” (podendo haver mais de uma solução de custo mínimo). (PMR Brasil, 2020, p. 177).

Entre as diversas conclusões do PMR Brasil destaca-se, para o setor elétrico brasileiro, que o cenário de referência – isto é, aquele que não se utiliza de instrumentos de precificação, mas de instrumentos de comando e controle – registrou emissões a menor que os demais (desconsiderado o TEND). Isso se deve ao fato de o Cenário de Referência ser restritivo na expansão de fontes fósseis através de medidas de comando e controle (PMR Brasil, 2020, p. 176).

Gráfico 22 — PMR Brasil: evolução das emissões do subsetor “Geração de Eletricidade” (MtCO₂e, 2005-2030)

Fonte: elaboração própria a partir de dados do Componente 2 do PMR Brasil (2020).

É possível analisar o comportamento da matriz elétrica brasileira para os cenários de maior emissão de GEEs (cenário ICS) e de menor emissão GEEs (cenário REF). É o que propõe o **Gráfico 23**, em seguida. Por ele, é interessante notar que em ambos cenários há aumento nominal da geração a partir de gás natural e estagnação da geração a carvão mineral, o que reforça a conclusão da indispensabilidade das fontes fósseis, no curto prazo, para matriz elétrica nacional. A grande diferença entre os cenários reside, portanto, nas fontes renováveis: no cenário REF (menos poluente), a eólica dobra sua geração esperada, e a solar mais que sextuplica; no cenário ICS (mais poluente), a geração eólica cai pela metade, e a solar desacelera.

Gráfico 23 — PMR Brasil: geração esperada por fonte (GWano, 2020-2030)

Fonte: elaboração própria a partir de dados do Componente 2 do PMR Brasil (2020).

PIB real (R\$ bilhões)	5.971	8.409	8.596	8.595	8.598	8.599	8.597	8.596
Varição no PIB em relação a REF (%)	-	-	2,23%	2,21%	2,25%	2,27%	2,24%	2,23%
PIB/capita (R\$ mil)	29,50	37,39	38,22	38,22	38,23	38,24	38,23	38,22
Inflação no período (% em relação a REF)	-	-	4,4%	4,7%	5,9%	4,6%	4,4%	4,3%
Saldo da Balança Comercial (% do PIB)	-0,4%	3,1%	1,8%	1,7%	1,9%	1,8%	1,8%	1,8%
Taxa de desemprego (%)	9,50%	7,56%	6,29%	6,33%	6,28%	6,26%	6,29%	6,29%
Empregos (mil)	101.945	111.628	113.166	113.119	113.170	113.193	113.167	113.163
Evolução da renda real média dos domicílios 20% mais pobres (2015=1)	1,00	1,80	2,05	2,12	2,05	2,06	2,05	2,05
% da renda real disponível dos 20% mais pobres em relação à renda total das famílias	4,05%	5,25%	5,77%	5,95%	5,78%	5,80%	5,78%	5,76%

Fonte: Adaptado do Componente 2 do PMR Brasil (2020, p.44).

A despeito destes dados, parte da literatura converge em torno da conclusão de que a criação de mecanismos de precificação de carbono gera impactos econômicos negativos à economia. A relação, aliás, parece ser inversamente proporcional, ou seja, quanto mais restritivas for a regulação de emissões, maior é o impacto sobre a economia.

Rathmann (2012) calculou que diante de um cenário de alta nos preços do carbono, em que as políticas de redução de emissões fossem mais restritivas, o impacto negativo sobre o PIB das indústrias energointensivas poderia chegar a -5,50%. O estudo também estimou menos 515.869 empregos gerados até 2030 na supramencionada conjuntura.

Chen, Timilsina e Landis (2013) calcularam – à luz das metas definidas na PNMC e considerando a criação de uma taxa de carbono hipotética – o impacto econômico da redução da emissão de CO₂ das atividades relacionadas ao setor energético no Brasil. No cenário extremo do modelo, em que a redução do desmatamento não é efetiva para cumprir a PNMC e os setores industrial e energético precisam contribuir mitigando suas emissões, o impacto sobre o PIB para alguns setores seria brutal. É o caso do segmento de refino, que apresentaria contração de -67,02% para gasolina e de -61,75% para o diesel, por exemplo. No setor elétrico, as termelétricas a carvão teriam impacto negativo de -45,31%; as termelétricas a gás natural, de -40,23%; e aquelas a óleo, de -24,87%.

Pereira Junior *et al.* (2015) atestaram uma relação inversamente proporcional e crescente entre o nível do imposto sobre o carbono, política de precificação estudada pelos autores, e as variáveis PIB, emprego, patrimônio e níveis de emissão. Os autores sugeriram que eventual

imposto sobre o carbono seja seguido por política de compensação que reduza o impacto negativo da taxaço.

La Rovere *et al.* (2018) avaliaram as implicações econômicas e sociais do desenvolvimento de alternativas de descarbonização no Brasil. Os autores concluíram, em um cenário compatível com a meta de limitar o aquecimento global a 1,5°C, que o PIB total diminuiria ligeiramente em 2030 (-1,2%,) e em 2050 (-1,0%) em comparação com o cenário de referência. Na simulação dos autores, a taxa média anual de crescimento do PIB diminuiu de 2,79% para 2,74% ao ano de 2005 a 2030, e de 2,66% para 2,64% ao ano de 2005 a 2050. A renda familiar também diminuiria marginalmente no período.

Assim sendo, embora o Componente 2 do PMR Brasil conclua pelo o cenário ideal de precificação para o Brasil, listado abaixo, os parágrafos anteriores demonstram que ele não é o mecanismo mais eficiente pro setor de energia.

Desta forma, para atingir as metas estabelecidas em sua NDC e com base nos resultados encontrados nas simulações, um cenário ideal de precificação para o Brasil seria aquele em que a precificação incidisse sobre o maior número possível de setores (maior escopo, permitindo um menor preço de carbono), aliado a um ajuste de fronteira (maior competitividade da economia brasileira) e que tivesse uma política de reciclagem das receitas que utilizasse uma parte dos recursos para reduzir distorções causadas por impostos já existentes (aumentando a eficiência do sistema fiscal) e distribuisse outra parte das receitas para as famílias mais pobres (reduzindo a desigualdade social). (PMR Brasil, 2020, p. 217).

Caso os impactos econômicos negativos de um MCC de fato se verifiquem na prática, o Brasil possui caminhos para mitigá-los. Como as emissões de GEEs brasileiras são causadas – sobretudo – pelo setor “Mudanças de Uso da Terra e Florestas”, ações de combate ao desmatamento poderiam relaxar os níveis de emissão para a indústria no país. Este ponto reforça, de maneira genérica, que o foco das políticas públicas climáticas no Brasil deve ser a preservação das florestas nacionais, e não a precificação de carbono às indústrias.

Fundamental reafirmar, neste ponto, que a recomendação posta pela seção não se trata de questionar a necessidade de políticas públicas para controle de emissão e atingimento das NDCs, muito menos relevar a urgência de reverter a tendência de aquecimento global, mas sim conscientizar o leitor sobre a importância de identificar as iniciativas mais eficientes para cada caso, tendo em vista as especificidades do Brasil e contemplando análise de disciplinas sociais, econômicas, energéticas e ambientais.

No caso do setor elétrico brasileiro, por exemplo, um mecanismo de redução de emissões potencialmente mais eficiente é a criação de programa de incentivo à geração termelétrica menos poluente. Na prática, ele poderia se consumir por intermédio de duas frentes: (i) o fim

da contratação de usinas a carvão mineral em leilões futuros, priorizando combustíveis fósseis de queima mais limpa; e (ii) a instituição de incentivos financeiros para conversão de tecnologias menos eficientes (e.g., ciclo Rankine, motor de combustão ou ciclo Brayton) e/ou combustíveis mais poluentes (e.g., carvão, diesel ou óleo combustível) para soluções mais limpas e eficazes, como a geração a ciclo combinado a partir do gás natural. Esta, aliás, é uma política pública com baixo custo administrativo, uma vez que depende tão somente do direcionamento do CNPE e execução do MME, com apoio dos demais órgãos que compõem a governança setorial já existente.

Para se tornar ainda mais robusto, o aludido programa de incentivo à geração termelétrica menos poluente poderia ser acompanhado de novas regras de direcionamento obrigatório dos (já existentes) recursos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) à evolução de alternativas de descarbonização, como as energias renováveis ou o hidrogênio, por exemplo. Cabe lembrar que as verbas de PD&I são obrigação regulatória já vigente tanto no setor elétrico, tanto no setor de petróleo e gás natural.

Em contornos finais, o estudo de caso promovido neste capítulo almejou comprovar que abranger o SEB em eventual MCC brasileiro não se configura como o melhor formato de incentivo à redução de emissões neste segmento, dadas suas especificidades e potencial impacto socioeconômico. Essa conclusão se dá sem prejuízo à criação de programas específicos que contribuam para redução de emissões dos agentes econômicos envolvidos, promovendo um ambiente de negócios estável e alinhado à situação climática mundial.

4.4 CONCLUSÃO

O propósito central do Capítulo 4 foi se debruçar sobre o estudo de caso da aplicação de um MCC sobre o setor elétrico brasileiro. Como ainda não há desenho final de mercado de carbono no Brasil, a análise foi principalmente teórica e qualitativa, se valendo de simulações da dinâmica de despacho e revisão de literatura.

Inicialmente, a seção 4.1. introduziu o funcionamento geral do SEB, detalhando seu histórico recente, mencionando sua governança, explicitando sua lógica de despacho e apresentando o perfil da geração nacional. Foi possível notar que o Brasil conta com matriz elétrica extremamente renovável, mas ainda muito dependente do despacho termelétrico para garantir

a segurança do abastecimento. Essa é a tônica do chamado “trilema” do setor, também explicado na seção, que consiste no equilíbrio entre sustentabilidade ambiental, acessibilidade econômica e segurança de fornecimento por parte do ONS. O tópico contextualizou, enfim, cada uma das tecnologias de geração termelétrica, particularizando a eficiência das tecnologias existentes e o impacto das emissões de cada um dos combustíveis do setor elétrico brasileiro.

A seção 4.2., posteriormente, formalizou o conceito de “pobreza energética” no Brasil para apresentar a capacidade do preço da energia em afetar o bem-estar no país. Examinou o perfil da demanda, concluindo que – embora o brasileiro médio esteja consumido cada vez mais energia e a eletricidade – o país reflete seus altos índices de desigualdade também neste setor, evidenciado por um consumo *per capita* seis vezes maior em famílias mais ricas quando comparadas à famílias com menor renda. A análise dos usos finais da energia elétrica por parte da população brasileira, aliás, possibilita notar a priorização do consumo à conservação de alimentos, o que sugere a ligação intrínseca entre acesso à eletricidade e segurança alimentar (especialmente entre os mais pobres). Por fim, a exposição de literatura calculando que quase um quarto do preço final da cesta básica no Brasil é afetado por variações no preço da eletricidade sugere que o caráter social do setor não esteja limitado à demanda residencial.

A seção 4.3. realizou um apanhado geral das conclusões tomadas ao longo da dissertação para inferir por qual razão não faz sentido incluir o setor elétrico em eventual MCC. Resumidamente, as UTEs, hoje, são indispensáveis para o bom funcionamento do SEB, de modo que – como elas não podem ser evitadas – quaisquer alterações no seu custo de produção podem ser repassadas para as contas de milhões de brasileiros. Isso é ainda mais relevante a título de política pública quando se analisa a conjuntura de pobreza energética no Brasil, um país de dimensões continentais que ainda possui muitos traços de subdesenvolvimento. Isso não invalida o desenvolvimento de programas específicos em favor da redução de emissões no setor, como a potencial solução de programa de incentivo à geração termelétrica menos poluente.

Assim, o estudo de caso promovido no Capítulo 4 almejou comprovar que abranger o SEB em eventual MCC não se configura como o melhor formato de incentivo à redução de emissões neste segmento, dadas suas especificidades e potencial impacto socioeconômico.

Fundamental frisar que a possibilidade de tratamento diferenciado da proposta em tramitação para determinados operadores ou setores econômicos em razão de particularidades inerentes às atividades desenvolvidas denota sensibilidade para casos como o do setor elétrico brasileiro. É preciso se atentar, todavia, para que a exceção não se torne regra e o SBCE não termine esvaziado a partir de múltiplas concessões a diversos agentes econômicos, como já aconteceu com a retirada das atividades agropecuárias do mercado regulado.

CONCLUSÃO

No decorrer do trabalho, foram pontuados acontecimentos, delineados conceitos e apresentados contextos que corroboram para uma tendência global cada vez mais pujante: a transição para uma economia de baixo carbono a partir de instrumentos econômicos de regulação de emissões de GEEs. Na esteira da agenda climática internacional, entidades governamentais de todo o planeta têm sido cada vez mais tensionadas para atuarem em favor do desenvolvimento de políticas públicas relacionadas à precificação de carbono, e no caso do Brasil, uma das maiores economias do mundo, não é diferente.

O dito “mercado de carbono” – seja compulsório, baseado no modelo “*cap-and-trade*”, seja voluntário, alicerçado na lógica “*baseline and credit schemes*” – foi rascunhado com a aprovação do Protocolo de Quioto (1998), ganhou notoriedade após assinatura do Acordo de Paris (2015) e tem potencial para se tornar um grande aliado das nações para o cumprimento de suas metas de redução de emissões (as denominadas NDCs). Contudo, sua variedade de formatos de aplicação, quando contrastada às conjunturas socioeconômicas de cada localidade, sugerem um debate aprofundado para que o modelo adotado seja eficiente em reduzir emissões sem negligenciar pautas sociais expressivas, sobretudo nos países em desenvolvimento.

É o caso do Brasil, que entre incertezas e especulações está em franca mobilização para aprovação de arcabouço jurídico-regulatório com vistas à instituição do “mercado de carbono” nacional. No eco do EU ETS, maior e mais desenvolvido MCC do mundo, é natural inferir que o perfil peculiar das emissões brutas do Brasil em relação à maior parte dos países desenvolvidos – que são concentradas na problemática do desmatamento, e não no setor energético – torna o desafio climático nacional particular em relação ao europeu. Esse fato, por si só, preconiza um debate ímpar para o estabelecimento de políticas públicas que não acentuem nossas desigualdades e nem atrofiem nossas vocações econômicas. Em termos simples, o desenho do MCC brasileiro deve interpretar a experiência europeia não como um modelo a ser seguido, mas como um caso a ser moldado para sua própria realidade climática, energética e socioeconômica.

De forma prática, a proposta de “mercado de carbono” brasileiro aprovada no Senado Federal – a despeito de ainda estar em fase incipiente de tramitação e possuir pontos carentes de regulamentação – atende à maior parte dos princípios e práticas que notabilizaram o sucesso do EU ETS, sabidamente Credibilidade, Universalidade, Previsibilidade, Efetividade, Responsividade e Fungibilidade. O texto prevê possibilidade de tratamento diferenciado para setores

econômicos em razão de particularidades inerentes às atividades desenvolvidas: é onde se apoiaria eventual recomendação pela retirada do setor elétrico brasileiro entre aqueles abarcados pelo MCC, cujo estudo de caso fundamentou a hipótese central desta dissertação.

Assim, o foco do presente trabalho foi provar, a partir da análise dos impactos da adoção de instrumento de regulação de emissões sobre o setor elétrico brasileiro, que um mercado de carbono nem sempre se configura como o melhor formato de incentivo à redução de emissões em todos os setores, dadas suas especificidades. Essa conclusão se dá sem prejuízo à criação de programas específicos que contribuam para redução de emissões dos agentes econômicos envolvidos, promovendo um ambiente de negócios estável e alinhado à situação climática mundial. Entre as opções convencionadas para o setor elétrico brasileiro, todas constantes neste trabalho, estão (i) o fim da contratação de usinas a carvão mineral em leilões futuros, (ii) a instituição de incentivos financeiros para conversão de usinas termelétricas menos eficientes e/ou com combustíveis mais poluentes em empreendimentos mais limpos (como a geração a ciclo combinado a partir do gás natural) ou (iii) a obrigatoriedade da aplicação de verba de PD&I em projetos voltados para a descarbonização. Todas elas, cumpre ressaltar, poderiam ser facilmente adotadas com base na governança vigente, dispensando aprovações de leis ou custos administrativos exaustivos.

Conclusivamente, por mais que os riscos envolvendo a situação climática global sejam urgentes e incontestáveis, suas causas variam de país para país e – como tal – seus remédios também podem variar. Se o mercado de carbono compulsório pode ser funcional ao dilema europeu, no Brasil ele não necessariamente se afeiçoa como escolha ótima para todos os setores. É o quadro do setor elétrico brasileiro, que suscita novos caminhos de atuação governamental para além do sistema de comércio de permissões.

Como continuidade ao trabalho sugere-se que, uma vez regulamentadas as regras de funcionamento do mercado de carbono nacional, seja executado um aprofundado estudo de impacto de preço da aplicação desta política pública sobre as atividades econômicas nacionais, com especial enfoque para o setor elétrico. A quantificação do impacto teorizado pela dissertação certamente contribuirá para que os formuladores de política pública confluem para ações de descarbonização eficientes, que progridam nos compromissos internacionais de redução de emissões sem afetar demasiadamente os componentes socioeconômicos de um país subdesenvolvido como o Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. Guterres exige que países cumpram promessas contra crise climática. **Agência Brasil**, 05 set. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2023-09/guterres-exige-que-paises-cumpram-promessas-contracrise-climatica>. Acesso em: 01 mai. 2023.

BALDWIN, Robert; CAVE, Martin; LODGE, Martin. **Understanding regulation: theory, strategy, and practice**. 2nd. ed. Oxford: Oxford University Press, 2012.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO. **Relatório financeiro – FNMC: 1º Semestre 2023**. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/787bec19a6-4746-a286-fe12d8a2c7e2/Relato%CC%81rio+financeiro+do+FNMC_1%C2%BA+sem+2023.pdf?MOD=AJPERES&CVID=oFxVkr. Acesso em: 09 set. 2023.

BARROS-PLATIAU, Ana F. **O Brasil na governança das grandes questões ambientais contemporâneas**. 1618 Texto Para Discussão. Brasília: IPEA, 2011. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1502/1/td_1618.pdf. Acesso em: 27 ago. 2023.

BEZERRA, Paulo; CRUZ, Talita; MAZZONE, Antonella; LUCENA, André F. P.; DE CIAN, Enrica; SHAEFFER, Roberto. The multidimensionality of energy poverty in Brazil: a historical analysis. **Energy Policy**, v. 171, p. 113268, Dec. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421522004876>. Acesso em: 20 set. 2020.

BITTENCOURT, Sonia R. M.; BUSCH, Susanna E.; CRUZ, Márcio R. da. O mecanismo de desenvolvimento limpo no Brasil. In: FRANGETTO Flavia W.; VEIGA, Ana Paula B.; LEUDEMANN, Gustavo. (orgs.). **Legado do MDL: impactos e lições aprendidas a partir da implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil como subsídios para novos mecanismos**. Brasília: IPEA, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9474/1/O%20Mecanismo.pdf>. Cap. 2, p. 43-58.

BRASIL, Câmara dos Deputados. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Resolução n.º 44/228 da Assembleia da ONU, de 22 de dezembro de 1989**, estabelece uma abordagem equilibrada e integrada das questões relativas a meio ambiente e desenvolvimento: a Agenda 21. Disponível em: <https://bd.camara.leg.br/bd/handle/bdcamara/7706>. Acesso em: 23 abr. 2023.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Agenda 21: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Brasília: Câmara dos Deputados, 1992. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/528199/mod_resource/content/0/Agenda%2021.pdf. Acesso em: 25 abr. 2023.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Portal da Câmara dos Deputados. Câmara dos Deputados, 2023a. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/>. Acesso em: 30 set. 2023.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei n.º 528 de 2021d**. Regulamenta o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), determinado pela Política Nacional de Mudança do Clima – Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Última tramitação: 23 fev. 2021 - Plenário (PLEN): Apresentação do Projeto de Lei n. 528/2021, pelo Deputado Marcelo Ramos (PL/AM), que “Regulamenta o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), determinado pela Política Nacional de Mudança do Clima – Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009”. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2270639>. Acesso em: 01 out. 2023.

BRASIL. Decreto de 10 de janeiro de 2006. Dá nova redação ao art. 2º do Decreto de 7 de julho de 1999, que cria a comissão interministerial de mudança global do clima. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 jan. 2006, p. 7. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/dnn/dnn10753.htm. Acesso em: 04 set. 2023.

BRASIL. Decreto de 14 de novembro de 2000. Altera o art. 2º do Decreto de 28 de agosto de 2000, que dispõe sobre o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Diário Oficial Eletrônico**, 16 nov. 2000, p. 11. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/dnn/Dnn9082.htm#art1. Acesso em: 04 set. 2023.

BRASIL. Decreto de 7 de julho de 1999. Cria a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, com a finalidade de articular as ações de governo nessa área. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jul. 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/dnn/anterior%20a%202000/dnn07-07-99-2.htm#:~:text=DECRETO%20DE%207%20DE%20JULHO,a%3%A7%3%B5es%20de%20governo%20nessa%20%3%A1rea.&text=O%20PRESIDENTE%20DA%20REP%3%A9ABLICA%20%2C%20no,que%20lhe%20confere%20o%20art. Acesso em: 04 set. 2023.

BRASIL. Decreto Legislativo n.º 1, de 1994. Aprova o texto do Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, adotada em Nova Iorque, em 9 de maio de 1992. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 4 fev. 1994. Seção 1, p. 1693. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1994/decretolegislativo-1-3-fevereiro-1994-358285-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 27 ago. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 11.075, de 19 de maio de 2022. Estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e altera o Decreto n.º 11.003, de 21 de março de 2022a. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 mai. 2022. Seção 1, p. 1. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2022/decreto-11075-19-maio-2022-792682-publicacaooriginal-165314-pe.html#:~:text=1%C2%BA%20Este%20Decreto%20estabelece%20os,Gases%20de%20Efeito%20Estufa%20%2D%20Sinare>. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 11.550, de 5 de junho de 2023. Dispõe sobre o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 jun. 2023. Seção 1, p. 12. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11550.htm. Acesso em: 11 set. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 2.652, de 1º de julho de 1998. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 jul. 1998. Seção 1, p. 6. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%202.652%2C%20DE%201%C2%BA,9%20de%20maio%20de%201992. Acesso em: 04 set. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 3.515, de 20 de junho de 2000. Cria o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 jun. 2000. Seção 1, p. 2. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3515.htm. Acesso em: 04 set. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 6.065, de 21 de março de 2007. Dispõe sobre a Comissão de Coordenação das Atividades de Meteorologia, Climatologia e Hidrologia (CMCH), e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 mar. 2007a. Seção 1, p. 2. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6065.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%206.065%2C%20DE%2021,\)%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6065.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%206.065%2C%20DE%2021,)%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias). Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 6.263, de 21 de novembro de 2007. Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM, orienta a elaboração do plano nacional sobre mudança do clima, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 nov. 2007b, p. 5. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6263.htm. Acesso em: 31 ago. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 6.971, de 29 de setembro de 2009. Dá nova redação ao art. 2º do Decreto n.º 6.065, de 21 de março de 2007, que dispõe sobre a Comissão de Coordenação das Atividades de Meteorologia, Climatologia e Hidrologia (CMCH). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 set. 2009. Seção 1, p. 11. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/D6971.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%206.971%2C%20DE%2029,Climatologia%20e%20Hidrologia%20\(CMCH\)](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/D6971.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%206.971%2C%20DE%2029,Climatologia%20e%20Hidrologia%20(CMCH)). Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 7.343, de 26 de outubro de 2010a. Regulamenta a Lei n.º 12.114, de 9 de dezembro de 2009, que cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima - FNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 out. 2010a. Seção 1, p. 2. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7343.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%207.343%2C%20DE%2026%20DE%20OUTUBRO%20DE%202010.&text=Regulamenta%20a%20Lei%20no,FNMC%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 7.390, de 9 de dezembro de 2010b. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 dez. 2010b. Seção 1, p. 4. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7390.htm. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 9.073, de 5 de junho de 2017. Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 6 jun. 2017a. Seção 1, p. 3. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9073.htm. Acesso em: 01 mai. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 9.082, de 26 de junho de 2017. Institui o Fórum Brasileiro de Mudança do Clima. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 jun. 2017b. Seção 1, p. 5. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9082.htm. Acesso em: 08 set. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 9.172, de 17 de outubro de 2017. Institui o Sistema de Registro Nacional de Emissões - Sirene, dispõe sobre os instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima a que se refere o inciso XIII do caput do art. 6º da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, e altera o Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta a referida Política. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. 2017d. Seção 1, p. 2. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9172.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%209.172%2C%20DE%2017,XIII%20do%20caput%20do%20art. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 9.578, de 22 de novembro de 2018. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo federal que dispõem sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, e a Política Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 nov. 2018. Seção 1, p. 47. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9578.htm. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Decreto n.º 9.759, de 11 de abril de 2019. Extingue e estabelece diretrizes, regras e limitações para colegiados da administração pública federal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 abr. 2019a. Seção 1, p. 5. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9759.htm. Acesso em: 04 set. 2023.

BRASIL. Lei Federal n.º 12.114, de 09 de dezembro de 2009. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 6º e 50 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 dez. 2009a. Seção 1, p. 9. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/12114.htm. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Lei Federal n.º 13.800, de 04 de janeiro de 2019. Autoriza a administração pública a firmar instrumentos de parceria e termos de execução de programas, projetos e demais finalidades de interesse público com organizações gestoras de fundos patrimoniais; altera as Leis nºs 9.249 e 9.250, de 26 de dezembro de 1995, 9.532, de 10 de dezembro de 1997, e 12.114 de 9 de dezembro de 2009; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 jan. 2019b. Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Lei/L13800.htm. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Lei Federal n.º 14.590, de 24 de maio de 2023. Altera a Lei n.º 11.284, de 2 de março de 2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, a Lei n.º 11.516, de 28 de agosto de 2007, que dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, e a Lei n.º 12.114, de 9 de dezembro de 2009, que cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 mai. 2023. Seção 1, p. 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14590.htm. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Lei n.º 1.806, de 06 de janeiro de 1953. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia, cria a superintendência da sua execução e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Rio de Janeiro, RJ, 07 jan. 1953. Seção 1, p. 276. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/11806.htm#:~:text=Disp%C3%B5e%20s%C3%B4bre%20o%20Plano%20de,Art. Acesso em: 17 set. 2023.

BRASIL. Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 29 dez. 2009b. Seção 1, p. 109. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso em: 31 ago. 2023.

BRASIL. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.ºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.ºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mai. 2012. Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Lei n.º 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 dez. 2017c. Seção 1, p. 4. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113576.htm. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 set. 1965. Seção 1, p. 9529. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14771.htm. Acesso em: 09 set. 1965.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Coordenação-Geral de mudanças globais do clima ministério da ciência e tecnologia**. Brasília: MCT, 2010c. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/comunicacoes-nacionais-do-brasil-a-unfccc/arquivos/2comunicacao/scn_portugues_volume-1-compactado.pdf/view. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento – SEPED. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Comunicação nacional inicial do Brasil à convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima**. Brasília: MCTI, 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe->

o-mcti/sirene/publicacoes/comunicacoes-nacionais-do-brasil-a-unfccc/arquivos/1_comunicacao_nacional__portugues.pdf. Acesso em: 28 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**: sumário executivo. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/comunicacoes-nacionais-do-brasil-a-unfccc/arquivos/mcti_tc_n_3sumario_executivo_port.pdf. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Emissões de GEE por setor**. MCTI, 19 ago. 2021c. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/emissoes/emissoes-de-gee-por-setor-1>. Acesso em: 17 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Opções de mitigação de emissões de GEE em setores-chave**. MCTI, 2023. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/opcoes_mitigacao/Opcoes_de_Mitigacao_de_Emissoes_de_Gases_de_Efeito_Estufa_GEE_em_SetoresChave_do_Brasil.html. Acesso em: 10 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 2020**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021b. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes-mcti/quarta-comunicacao-nacional-do-brasil-a-unfccc/sumario_executivo_4cn_brasil_web.pdf. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação. **Segundo relatório de atualização bienal do Brasil à convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima**. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/arquivos/relatorios-de-atualizacao-bienal-bur/segundo-relatorio-de-atualizacao-bienal-do-brasil.pdf>. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação. **Terceiro relatório de atualização bienal do Brasil à convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima**. 2019c. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/arquivos/relatorios-de-atualizacao-bienal-bur/terceiro-relatorio-de-atualizacao-bienal-do-brasil.pdf>. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação. **Quarto relatório de atualização bienal do Brasil à convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima**. 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/arquivos/relatorios-de-atualizacao-bienal-bur/fourth-update-report-of-brazil.pdf>. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação. **Primeiro relatório de atualização bienal do Brasil**. 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o->

mcti/cgcl/arquivos/relatorios-de-atualizacao-bienal-bur/primeiro-relatorio-de-atualizacao-bienal-do-brasil.pdf. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia; Empresa de Pesquisa Energética. **Plano decenal de expansão de energia 2031**. Brasília: MME/EPE, 2022b. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202031_RevissaoPosCP_rvFinal_v2.pdf. Acesso em: 11 set. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Partnership for Market Readiness (PMR)**. MDIC, 13 nov. 2020b. Disponível em: https://www.gov.br/produktividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/pm_r/partnership-for-market-readiness-pmr. Acesso em: 10 set. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Financiamento do clima**. MDIC, 26 jan. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/produktividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/assuntos-economicos-internacionais/cooperacao-internacional/financiamento-do-clima>. Acesso em: 09 set. 2023.

BRASIL. Portaria do Ministério da Ciência e Tecnologia n.º 262, de 02 mai. 2011. Altera artigos da Portaria MCT n.º 728, de 20.11.2007, que instituiu a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais - Rede CLIMA e constitui sub-redes temáticas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 mai. 2011. Seção 1, p. 5. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/migracao/Portaria_MCT_n_262_de_02052011.html. Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Portaria do Ministério da Ciência e Tecnologia n.º 728, de 20 de novembro de 2007. Institui a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais – REDECLIMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 dez. 2007. Seção 1, p. 10. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/migracao/Portaria_MCT_n_728_de_20112007.html. Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação n.º 1.295, de 16 dezembro de 2013. Altera dispositivos da Portaria MCT n.º 728, de 20.11.2007, que instituiu a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais - Rede CLIMA e constituiu Sub-Redes temáticas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 dez. 2013. Seção 1, p. 8. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/migracao/Portaria_MCTI_n_1295_de_16122013.html. Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação n.º 787, de 03 set. 2015. Acrescenta os §§ 1º e 2º ao art. 5º e altera o inciso III do art. 8º da Portaria n.º 728, de 20 de novembro de 2007, que institui e regula a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas - Rede CLIMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 08 set. 2015. Seção 1, p. 9. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/migracao/Portaria_MCTI_n_787_de_03092015.html. Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Senado Federal. Ministério do Meio Ambiente. **Declaração do Rio sobre o meio ambiente e o desenvolvimento**, Rio de Janeiro, de 3 a 14 de junho de 1992. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/589791>. Acesso em: 25 abr. 1992.

BRASIL. Senado Federal. Comissão de Meio Ambiente. **Avaliação da política nacional soe mudança do clima**. Brasília: Senado Federal, 2019d.

BRASIL. Senado Federal. Portal Institucional do Senado Federal. **Senado Federal**, 2023b. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/institucional/guia-de-estilo-sf/componente-s/busca>. Acesso em: 30 set. 2023.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei n.º 412, de 2022c**. Regulamenta o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), previsto pela Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, e altera as Leis nºs 11.284, de 2 de março de 2006; 12.187 de 29 de dezembro de 2009; e 13.493 de 17 de outubro de 2017. Última tramitação: 04 out. 2023 - Aguardando interposição de recurso. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/151967>. Acesso em: 30 set. 2023.

CASTRO, Nivalde; AMARAL, Alessandra; BRANDÃO, Roberto. **Lições do “apagão” frente à expansão das fontes renováveis no Brasil**. Disponível em: <https://energia.aebroadcast.com.br/tabs/news/747/45953906>. Acesso em: 01 de set. 2023.

CENTRO CLIMA. **Projeto IES-Brasil 2050**. Rio de Janeiro: Centro Clima/COPPE/UFRJ, 2018. Disponível em: http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/images/Noticias/1_-_Projeto_IES-Brasil_2050_-_S%C3%ADntese.pdf. Acesso em: 10 set. 2023.

CHEN, Y.-H. Henry; TIMILSINA, Govinda R.; LANDIS, Florian. Economic implications of reducing carbon emissions from energy use and industrial processes in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 130, p. 436-446, 30 Nov. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479713005720>. Acesso em: 17 set. 2023.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. **Livro Verde sobre a transacção de direitos de emissão de gases com efeito de estufa na União Europeia**. Bruxelas/Brussel, Bélgica: Comissão das Comunidades Europeias, 2000. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52000DC0087&from=DE>. Acesso em: 29 mai. 2023.

DINIZ, Eliezer Martins. Lessons from the Kyoto Protocol. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. X, n. 1, p. 27-38, jan./jun. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/bsdzGrspxn979fs7475wvht/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 01 mai. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Anuário Estatístico de Energia Elétrica. **EPE**, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/anuario-factsheet.pdf>. Acesso em: 24 out. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. BEN Relatório síntese 2023. **EPE**, 2023b. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Indicadores de bem-estar energético**. Rio de Janeiro: EPE/Diversa Sustentabilidade, 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/aceso-a-informacao/participacao-social/Documents/SIEMAS%20Bem-estar_Documento%20Base.pdf. Acesso em: 19 set. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Perspectivas para o mercado brasileiro de combustíveis no curto prazo. **EPE/MME, jun. 2023a**. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-594/topico-671/Perspectivas%20para%20o%20Mercado%20Brasileiro%20de%20Combustiveis%20no%20Curto%20Prazo_2023-06.pdf. Acesso em: 17 set. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Precificação de carbono: riscos e oportunidades para o Brasil. **EPE**, dez. 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. Acesso em: 23 set. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA; BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Nota técnica**: apoio à restauração florestal no Brasil pelas empresas de óleo e gás por meio de créditos de carbono. Brasília: EPE/BNDES/MME, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-661/NT%20EPE-BNDES-Final.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2023.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. EU Emissions Trading System (ETS) data viewer. **European Environment Agency**, 27 Jul. 2023. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>. Acesso em: 26 ago. 2023.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. The EU emissions trading system in 2021: trends and projections. **European Environment Agency**, 12 Jan. 2022. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/the-eu-emissions-trading-system-2/the-eu-emissions-trading-system#:~:text=In%202021%2C%20EU%20Member%20States,by%202040%2C%20relative%20to%202005>. Acesso em: 12 jan. 2022.

EUROPEAN UNION. Directiva 2004/101/CE do Parlamento Europeu E Do Conselho, de 27 de outubro de 2004, que altera a Directiva 2003/87/CE relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade, no que diz respeito aos mecanismos baseados em projectos do Protocolo de Quioto. **Official Journal of the European Union**, 13 nov. 2004. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0101>. Acesso em: 21 ago. 2023.

EUROPEAN UNION. Directiva 2008/101/CE do Parlamento Europeu E Do Conselho de 19 de novembro de 2008, que altera a Directiva 2003/87/CE de modo a incluir as actividades da

aviação no regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade. **Official Journal of the European Union**, 13 jan. 2009. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELE :320 08L0101>. Acesso em: 21 ago. 2023.

EUROPEAN UNION. Directiva 2009/29/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de abril de 2009, que altera a Directiva 2003/87/CE, a fim de melhorar e alargar o regime comunitário de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa. **Official Journal of the European Union**, 05 jun. 2009. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32009L0029>. Acesso em: 13 ago. 2023.

EUROPEAN UNION. Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003. **Official Journal of the European Union**, 25 Oct. 2003. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:27 5:0032:0046:en:PDF>. Acesso em: 13 ago. 2023.

EUROPEAN UNION. Diretiva (UE) 2018/410 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de março de 2018, que altera a Diretiva 2003/87/CE para reforçar a relação custo-eficácia das reduções de emissões e o investimento nas tecnologias hipocarbónicas, e a Decisão (UE) 2015/1814. **Jornal Oficial da União Europeia**, 19 mar. 2018. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0410&from=CS>. Acesso em: 13 ago. 2023.

EVANS, Simon. Analysis: which countries are historically responsible for climate change? **Carbon Brief – Emissions**, 05 Out. 2021. Disponível em: www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change/. Acesso em: 17 set. 2023.

FEITOSA, Maria; NISIDA, Vitor; CAVALCANTE, Lara; SAVAGET, Tama; LEITE, Cláudio. (org.). **Justiça energética nas cidades brasileira, o que se reivindica?** São Paulo: Instituto Pólis, 2022. Disponível em: <https://polis.org.br/wp-content/uploads/2022/12/estudo-justicaenergeticanasidadesbrasileiras.pdf>. Acesso em: 19 set. 2023.

FERNANDES, Elaine A.; LEITE, Gustavo B. Atuação dos projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo para o desenvolvimento sustentável no Brasil. **Revista de Economia Política**, v. 41, n. 2, p. 351-371, abr./jun. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rep/a/KhZ5QBNdwxJnSFn8Wv7Bqtc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 mai. 2023.

GENE TEX. ResponsibleScientists.org. 11 Feb. 2019. **Gene Tex**. Disponível em: <https://www.genetex.com/MarketingMaterial/Index/ResponsibleScientists>. Acesso em: 23 abr. 2023.

GOLD STANDARD. Standard documents. **GS4GG**, 2023. Disponível em: <https://www.goldstandard.org/project-developers/standard-documents>. Acesso em: 08 abr. 2023.

GREEN CLIMATE FUND. GCF at a glance: performance metrics. **Green Climate Fund**, 03 Oct. 2023. Disponível em: <https://www.greenclimate.fund/document/gcf-glance-performance-metrics>. Acesso em: 09 set. 2023.

GREENHOUSE GAS PROTOCOL. Corporate value chain (Scope 3) accounting and reporting standard. **Greenhouse Gas Protocol**, 2011. Disponível em: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf. Acesso em: 16 set. 2023.

HERSCOVICI, Alain. Informação, conhecimento e direitos de propriedade intelectual: os limites dos mecanismos de mercado e das modalidades de negociação provada. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 21, n. 3 (46), p. 667-694, dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ecos/article/view/8642281/9755>. Acesso em: 08 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. PPM – Pesquisa da Pecuária Municipal. **IBGE**, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em: 17 set. 2023.

INTELIGÊNCIA EM PESQUISA E CONSULTORIA ESTRATÉGICA. Inteligência em pesquisa e consultoria estratégica. **IPEC**, 2023. Disponível em: <https://ipec-inteligen.cia.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2023.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. Energia e ambiente. **IEMA**, 2015. Disponível em: <https://energiaeambiente.org.br/>. Acesso em: 18 set. 2023.

KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia. (orgs.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4361516/mod_resource/content/2/david-kupfer-economia-industrial-campus-grupo-elsevier-2012-1.pdf. Acesso em: 08 mai. 2023.

LA ROVERE, Emilio L.; WILLS, William; GROTTERA, Carolina; DUBEUX, Carolina B. S.; GESTEIRA, Claudio. Economic and social implications of low-emission development pathways in Brazil. **Carbon Management**, v. 9, n. 5, p. 563-574, Dec. 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17583004.2018.1507413>. Acesso em: 17 set. 2023.

MASSON-DELMOTTE, Valéria; PÖRTNER, Hans-Otto; SKEA, Jim; ZHAI, Panmao; ROBERTS, Debra. **Aquecimento global de 1,5°C**. Brasília: IPCC/MCTIC/PNUD/GEF, 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2023.

MAY, Peter H. (org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1261591/mod_resource/content/0/LIVRO___Economia%20do%20Meio%20Ambiente.pdf. Acesso em: 01 mai. 2023.

MAZZUOLI, Valerio de O. **Direito internacional público: parte geral**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

MCCLOSKEY, Deirdre. Other things equal. **Eastern Economic Journal**, v. 24, n. 3, 1998. Disponível em: https://www.deirdremccloskey.com/docs/pdf/Article_306.pdf. Acesso em: 12 mai. 2023.

MELO, Aloísio L. P.; SILVA, Beatriz Soares da. Projeto PMR Brasil: perspectivas sobre o mercado brasileiro de redução de emissões. In: FRANGETTO Flavia W.; VEIGA, Ana Paula B.; LEUDEMANN, Gustavo. (orgs.). **Legado do MDL: impactos e lições aprendidas a partir da implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil como subsídios para novos mecanismos**. Brasília: IPEA, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8854>. Acesso em: 10 set. 2023. Cap. 15, p. 357-375.

MERCADO IBÉRICO DE ELETRICIDADE. Estudo sobre o mercado de licenças de emissão de CO₂. **MIBEL**, jul. 2020. Disponível em: https://www.erse.pt/media/d1cnjj14/estudo-do-mercado_mibel_pt.pdf. Acesso em: 22 set. 2023.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2021. 2023. Disponível em: <https://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2023/04/SEEG-10-anos-v5.pdf>. Acesso em: 12 set. 2023.

OLIVEIRA, André Soares. A Liderança dos países desenvolvidos no Acordo de Paris: reflexões sobre a estratégia do Naming and Shaming dentro do balanço-global. **Sequência**, Florianópolis, n. 81, p. 155-180, abr. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/seq/a/VszwLS-FvHnTgbrCCHJfvsdb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 mai. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Household air pollution**. Disponível em: Household air pollution (who.int) Acesso em: 24 out. 2023.

PAIVA, Danielle S.; FERNANDEZ, Luz G.; VENTURA, Andréia C.; ALVAREZ, Guineverre; ANDRADE, José C. S. Mercado voluntário de carbono: análises de cobenefícios de projetos brasileiros. **RAC**, Rio de Janeiro, v. 19, art. 3, p. 45-64, jan./fev. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/BkdTQrMPMv5tykhwfrS9N3F/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 abr. 2023.

PEREIRA JUNIOR, Amaro O.; GROTTERA, Carolina; LA ROVERE, Emilio L.; ABREU, Mariana W. de; WILLS, William. **Preparation of the Project IES-Brasil 2050**. 2015. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/index.php/pt/pesquisa/projetos-de-pesquisa/2015/753-preparation-of-the-project-ies-brasil-2050>. Acesso em: 23 set. 2023.

PIGOU, A. C. **The economics of welfare**. 4th. ed. London: Macmillan and Co., Limited, 1932. Disponível em: https://files.libertyfund.org/files/1410/0316_Bk.pdf. Acesso em: 08 mai. 2023.

PONCIANO, Nivaldo J.; SOUZA, Paulo M. de; MATA, Henrique T. da C. **Análise das externalidades negativas no meio ambiente e sustentabilidade na agropecuária**. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco, Acre, 20 a 23 de julho de 2008. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/107855/>. Acesso em: 14 mai. 2023.

POVEDA, Yormy E. M.; LOSEKANN, Luciano D.; SILVA, Niágara R. da. Medindo a pobreza energética no Brasil: uma proposta fundamentada no Índice de Pobreza Energética Multidimensional (MEPI). In: 49 Encontro Nacional de Economia, 2021, on-line, 2021. Disponível em: https://www.anpec.org.br/encontro/2021/submissao/files_I/i12-c15c6e2ebe361586df6f56d963fb3f54.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

POWERING PASTCOAL ALLIANCE. The end of coal is in sight. **PPCA**, 2023. Disponível em: <https://poweringpastcoal.org/>. Acesso em: 01 mai. 2023.

PRADE, Yanna C.; AMARAL, Luma. **O mercado voluntário de carbono como estratégia climática das majors de óleo e gás**. Ensaio Energético, 03 abr. 2023.

RAEDER, Francisco; GROTTERA, Carolina; RODRIGUES, Niágara; POVEDA, Yormy E. M. Mais peso no bolso: os efeitos da inflação dos energéticos no orçamento familiar das classes de renda. **Ensaio Energético - Artigo**, 20 jun. 2022. Disponível em: <https://ensaioenergetico.com.br/mais-peso-no-bolso-os-efeitos-da-inflacao-dos-energeticos-no-orcamento-familiar-das-diferentes-classes-de-renda/>. Acesso em: 19 set. 2023.

RATHMANN, Régis. **Impactos da adoção de metas de redução de emissão de gases de efeito estufa sobre a competitividade de setores industriais energointensivos do Brasil**. 2012. 412f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2012. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/doutorado/R%C3%A9gis_Rathmann.pdf. Acesso em: 30 set. 2023.

RIBEIRO, Lucas. **O papel do subsistema norte na expansão do Sistema Interligado Nacional (2017-2024)**. 2017. 58f. Monografia (Graduação em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2017. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/4766/3/LARibeiro.pdf> Acesso em: 24 out. 2023.

ROMEIRO, Diogo. **Escolha de tecnologias de geração elétrica: o índice custo benefício e a competitividade de termelétricas a gás natural no Brasil**. 2014. 166f. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Disponível em: <https://www.ie.ufrj.br/images/IE/PPGE/disserta%C3%A7%C3%B5es/2014/Diogo%20Lisbona%20Romeiro.pdf> Acesso em: 24 out. 2023.

SALLES, Alexandre O. T.; MATIAS, Ariella L. **Uma análise da teoria das externalidades de Pigou e Coase e suas aplicações na abordagem teórica da economia ambiental**. 19 jun. 2022. Disponível em: [2753-Texto do Artigo-7821-1-10-20220628.pdf](https://www.ufrj.br/pantheon/bitstream/11422/4766/3/LARibeiro.pdf). Acesso em: 08 mai. 2023.

SANTOS, Luan; ANGELO, Ana C.; CORDEIRO, Marcelle. Carbon pricing research in Brazil: advances and challenges. **Brazilian Journal of Development**, p. 143, Aug. 2021.

SANTOS, Amanda. **A competitividade da geração termelétrica a gás natural no Brasil: uma avaliação econômico-regulatória**. 2016. 134f. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento da Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Disponível em: <https://www.ie.ufrj.br/images/IE/PPED/Dissertacao/2016/Amanda%20Tavares%20dos%20Santos.pdf> Acesso em: 24 out. 2023.

SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE GASES. Nota metodológica SEEG 9. SEEG, nov. 2021. Disponível em: [https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Notas%20Meto do logicas/SEEG_9%20%282021%29/Nota_Metodologica_SEEG_9_MUT_v3.docx.pdf](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Notas%20Meto%20do%20logicas/SEEG_9%20%282021%29/Nota_Metodologica_SEEG_9_MUT_v3.docx.pdf). Acesso em: 18 set. 2023.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. Panorama das emissões de GEE no Brasil em 2021. **SEEG**, 2023. Disponível em: <https://seeg.eco.br/>. Acesso em: 17 set. 2023.

STANDARDS MAP APP. Verified carbon standard – VCS. **Standards Map App**, March 2023. Disponível em: <https://standardsmap.org/en/factsheet/67/overview>. Acesso em: 11 abr. 2023.

STIGLER, George J. **Theory of prince**. 4th. ed. New York: Macmillan, 1966. Disponível em: <https://doceru.com/doc/eeessss>. Acesso em: 12 mai. 2023.

TASKFORCE ON SCALING VOLUNTARY CARBON MARKETS. Final report. **IIF**, Jan. 2021. Disponível em: https://www.iif.com/Portals/1/Files/TSVCM_Report.pdf. Acesso em: 11. abr. 2023.

TEIXEIRA, Breno S.; MOLLETA, Danielly, G. S.; LUEDEMAN, Gustavo. Brasil: esforços nacionais sobre as mudanças climáticas. In: MOURA, Adriana, M. M. de. **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2016. Cap. 11, p. 287-309. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6800>. Acesso em: 04 set. 2023.

THE WORLD BANK. Carbon pricing dashboard. **The World Bank**, 2023. Disponível em: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>. Acesso em: 10 set. 2023.

UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE UK 2021. Cumprindo o pacto climático de Glasgow. **UN Climate Change Conference UK 2021**, 2022. Disponível em: <https://webarhive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20230401054904/https://ukcop26.org/>. Acesso em: 01 mai. 2023.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Emissions gap report 2022. 02 Oct. 2022. **United Nations**. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022>. Acesso em: Acesso em: 01 mai. 2023.

UNITED NATIONS. **Conference of the Parties Report of the Conference of the Parties on its sixteenth session, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010.** Addendum Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its sixteenth session. United Nations, 15 March 2011. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf>. Acesso em: 09 set. 2023.

UNITED NATIONS. Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement: Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on the third part of its first session, held in Katowice from 2 to 15 December 2018. United Nations, 19 March 2019. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2018_3_add2_new_advance.pdf. Acesso em: 10 set. 2023.

UNITED NATIONS. **Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement.** Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its second session, held in Glasgow from 31 October to 12 November 2021. United Nations, 8 March 2022a. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_10_add1_adv.pdf. Acesso em: 01 mai. 2023.

UNITED NATIONS. **Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París.** Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París sobre su tercer período de sesiones, celebrado en Glasgow del 31 de octubre al 13 de noviembre de 2021. United Nations, 8 Marzo 2022b. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_10a01S.pdf. Acesso em: 03 mai. 2023.

UNITED NATIONS. Emissions trading, 2013. **United Nations – The Kyoto Protocol.** Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms/emissions-trading>. Acesso em: 01 mai. 2023.

UNITED NATIONS. **General Assembly, Resolution 38/161:** Process of preparation of the environmental perspective to the year 2000 and beyond, A/RES/38/161. New York: United Nations, 1983. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/65594>. Acesso em: 23 abr. 2023.

UNITED NATIONS. **General Assembly, Resolution 47/92.** 05 Abr. 1993. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N93/206/02/IMG/N9320602.pdf?OpenElement>. Acesso em: 01. mai. 2023.

UNITED NATIONS. **General Assembly, Resolution 50/116.** Implementation of the outcome of the Global Conference on the Sustainable Development of Small Island Developing States. 16 Feb. 1996. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N96/766/63/PDF/N9676663.pdf?OpenElement>. Acesso em: 01 mai. 2023.

UNITED NATIONS. **General Assembly, Resolution 54/175. The right to development.** 15 Feb. 2000. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N00/279/11/PDF/N0027911.pdf?OpenElement>. Acesso em: 01 mai. 2023.

UNITED NATIONS. **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. New York: United Nations, 1998. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2023.

UNITED NATIONS. NDC Registry. United Nations, 2023b. Disponível em: <https://unfccc.int/NDCREG>. Acesso em: 11 set. 2023.

UNITED NATIONS. **Problems of the human environment**: report of the secretary-general. New York: United Nations, 1969a. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/729455>. Acesso em: 21 abr. 2023.

UNITED NATIONS. **Report of the World Commission on environment and development our common future**. New York: United Nations, 1987. Disponível em: https://gat04-live-1517c8a4486c41609369c68f30c8-aa81074.divio-media.org/filer_public/6f/85/6f854236-56ab-4b42-810f-606d215c0499/cd_9127_extract_from_our_comm_on_future_brundtland_report_1987_foreword_chpt_2.pdf. Acesso em: 23 abr. 2023.

UNITED NATIONS. **Resolution 2997 (XXVII) of the General Assembly, 15 December 1972**: Institutional and Financial Arrangements for International Environmental Cooperation. New York: United Nations, 1972b. Disponível em: <https://www.cbd.int/decisions/cop/3/20>. Acesso em: 23 abr. 2023.

UNITED NATIONS. Resolution adopted by the General Assembly on 27 July 2012. **66/288: The future we want**. 11 Sep. 2012. Disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_66_288.pdf. Acesso em: 01 mai. 2023.

UNITED NATIONS. **Resolutions**. New York: United Nations, 1969b. Disponível em: <https://www.unv.org/sites/default/files/ECOSOC%20RES%201444%20%28XLVIII%29.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2023.

UNITED NATIONS. The clean development mechanism. **United Nations – The Kyoto Protocol**. 2023a. Disponível em: [https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/mechanisms-under-the-kyoto-protocol/the-clean-development-mechanism#:~:text=UN-FCCC%20Nav&text=The%20Clean%20Development%20Mechanism%20\(CDM,redution%20project%20in%20developing%20countries](https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/mechanisms-under-the-kyoto-protocol/the-clean-development-mechanism#:~:text=UN-FCCC%20Nav&text=The%20Clean%20Development%20Mechanism%20(CDM,redution%20project%20in%20developing%20countries). Acesso em: 01 mai. 2023.

UNITED NATIONS. **United Nations Conference on the Human Environment, 5-17 June 1972**. Stockholm: United Nations, 1972a. Disponível em: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>. Acesso em: 21 abr. 2023.

UNITED NATIONS. **United Nations Framework Convention on Climate Change**. New York: United Nations, 1992. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveg.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2023.

UNIVERSITY OF OXFORD. **The Oxford Principles for Net Zero Aligned Carbon Offsetting**. Oxford: University of Oxford, 2020. Disponível em: The Oxford Principles for Net Zero Aligned Carbon Offsetting 2020. Acesso em: 14 out. 2023.

VERRA. Annual report 2021. **Verra**, 2021. Disponível em: <https://verra.org/wp-content/uploads/2023/02/2021-Verra-Annual-Report.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2023.

WRI BRASIL. GHG Protocol. **WRI Brasil**, 2018. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/projetos/ghg-protocol>. Acesso em: 16 set. 2023.