



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ECONOMIA



AUGUSTO LIMA ALVES

**Cruzando o rio, sentindo as pedras sob os pés:
uma investigação sobre os sistemas piloto de comércio de licenças de
emissão na China**

CAMPINAS

2023

AUGUSTO LIMA ALVES

**Cruzando o rio, sentindo as pedras sob os pés:
uma investigação sobre os sistemas piloto de comércio de licenças de
emissão na China**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Martarello De Conti

CAMPINAS

2023

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Economia
Luana Araujo de Lima - CRB 8/9706

AL87c Alves, Augusto Lima, 2001-
Cruzando o rio, sentindo as pedras sob os pés : uma investigação sobre os sistemas piloto de comércio de licenças de emissão na China / Augusto Lima Alves. – Campinas, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Bruno Martarello de Conti.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia.

1. Mudanças climáticas. 2. Mercado de emissão de carbono. 3. Comércio de emissões - China. I. Conti, Bruno Martarello de, 1982-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Crossing the river by touching the stones: an investigation of China's ETS pilots

Palavras-chave em inglês:

Climatic changes

Carbon emission market

Emissions trading - China

Titulação: Bacharel em Ciências Econômicas

Banca examinadora:

Bruno Martarello de Conti [Orientador]

Roberto Alexandre Zanchetta Borghi

Data de entrega do trabalho definitivo: 13-12-2023

AUGUSTO LIMA ALVES

Cruzando o rio, sentindo as pedras sob os pés:

uma investigação sobre os sistemas piloto de comércio de licenças de emissão na China

Monografia apresentada ao Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Data de aprovação: 13 / 12 / 2023

Banca Examinadora

Prof. Dr. Bruno Martarello De Conti – Presidente da banca
Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Economia

Prof. Dr. Roberto Alexandre Zanchetta Borghi – Docente convidado
Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Economia

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha gratidão à minha família, que sempre me apoiou incondicionalmente ao longo desta jornada acadêmica e pessoal que foi a graduação.

Agradeço também ao meu Professor orientador, Dr. Bruno De Conti, cuja valiosa orientação e constante apoio foram fundamentais para a conclusão deste trabalho. Seu conhecimento e paciência foram uma fonte inestimável de aprendizado.

Por fim, meu sincero agradecimento ao Instituto de Economia da Unicamp, por proporcionar educação gratuita de qualidade.

RESUMO

ALVES, Augusto Lima. **Cruzando o rio, sentindo as pedras sob os pés**: uma investigação sobre os sistemas piloto de comércio de licenças de emissão na China. Orientador: Bruno Martarello De Conti. Ano. 2023 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023.

Frente aos graves alarmes da comunidade científica sobre as consequências das mudanças climáticas, intensificou-se a busca por políticas públicas capazes de acelerar a transição para uma estrutura produtiva com baixa intensidade em dióxido de carbono. Neste sentido, destacam-se os inovadores instrumentos de precificação de carbono, que se propõem a empregar o sistema de preços para a alteração generalizada do comportamento dos agentes econômicos. A implementação progressiva destas políticas na República Popular da China, a partir do ingresso no Protocolo de Kyoto, atravessando o lançamento de sete sistemas piloto de comércio de licenças de emissões e culminando no mercado nacional, é o objeto desta pesquisa. Sustenta-se que a estrutura institucional e a diversidade regional do país imprimem tal processo de notável singularidade, refletida na concepção, funcionamento e resultados preliminares dos sistemas subnacionais. Esta monografia realiza um estudo de caso do sistema piloto de Xangai, inaugurado em 2013, verificando a redução das emissões de carbono por unidade do PIB devido à implementação desta política. A investigação também ressalta as especificidades deste piloto, analisando dez de seus atributos e comparando-o aos demais ETS subnacionais. A metodologia inclui revisão bibliográfica, análise de documentos oficiais do governo, consulta a meios midiáticos e levantamento de dados sobre precificação de carbono e características socioeconômicas das áreas estudadas.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Mercado de emissão de carbono; Comércio de emissões - China.

ABSTRACT

ALVES, Augusto Lima. Crossing the River by Touching the Stones: An Investigation of China's ETS Pilots. Orientador: Bruno Martarello De Conti. Ano. 2023 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023.

In the face of severe warnings from the scientific community about the consequences of climate change, the search for public policies capable of accelerating the transition to a low-carbon economy has gathered steam. In this context, innovative carbon pricing instruments stand out by proposing to use the price system to change the behavior of economic agents on a systemic basis. This monograph focuses on the progressive implementation of these policies in the People's Republic of China, starting with their adoption of the Clean Development Mechanism under the Kyoto Protocol, through the launch of seven emission trading pilots, and culminating in the establishment of the national carbon market. It is argued that the country's institutional structure and regional diversity give this process remarkable uniqueness, reflected in the subnational systems' design, operation, and preliminary results. This monograph conducts a case study of Shanghai's pilot system, launched in 2013, verifying a reduction of carbon emissions per unit of GDP caused by the adoption of this policy. The investigation also emphasizes the distinct characteristics of this pilot, analyzing ten of its attributes and comparing it to the other subnational ETS. The methodology includes a literature review, an analysis of official governmental documents, and data collection on carbon pricing and socioeconomic characteristics of the areas studied.

Keywords: Climatic changes; Carbon emission market; Emission trading - China.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Similaridades entre CTs e ETS (<i>cap-and-trade</i>)	35
Quadro 2 – Diferenças entre CTs e ETS (<i>cap-and-trade</i>)	36
Quadro 3 – Panorama dos territórios participantes, com dados de 2013	64
Quadro 4 – Determinação do escopo	75
Quadro 5 – Métodos de distribuição de licenças de emissão	79
Quadro 6 – Prazos para submissão das licenças de emissão	84
Quadro 7 – Taxas de conformidade	84
Quadro 8 – Limites quantitativos e critérios qualitativos sobre o uso das CCERs	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Perfil das emissões anuais de GHG em 2019, expresso em porcentagem, após conversão para toneladas equivalentes de dióxido de carbono	39
Gráfico 2 – Emissões totais anuais de CO ₂ , em giga toneladas, resultantes da queima de combustíveis fósseis	40
Gráfico 3 – Participação nas emissões acumuladas de CO ₂ , em porcentagem, resultantes da queima de combustíveis fósseis (1750-2021)	41
Gráfico 4 – Emissões <i>per capita</i> de CO ₂ , em toneladas, resultantes da queima de combustíveis fósseis (2021)	42
Gráfico 5 – China: emissões totais anuais de CO ₂ , em giga toneladas, de acordo com os critérios de consumo e produção	43
Gráfico 6 – Emissões de CO ₂ por unidade de PIB, expressas em kg/US\$ PPP (2021)	44
Gráfico 7 – Emissões cumulativas de CERs em milhões (1 CER = 1 ton./CO ₂ e)	57
Gráfico 8 – China: emissões cumulativas de CERs por tipo de projeto	58
Gráfico 9 – Xangai: composição (esq.) e taxa de crescimento (dir.) do PIB	67
Gráfico 10 – Xangai: composição das emissões de CO ₂ resultantes da produção de energia	68
Gráfico 11 – Preços diários das licenças de emissão em dólares	81
Gráfico 12 – Redução anual da intensidade em carbono, em porcentagem, por província	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – China: distribuição dos projetos do CDM registrados junto ao EB	58
Figura 2 – China: territórios participantes do programa de testagem de ETS	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADB	<i>Asian Development Bank</i> ou Banco de Desenvolvimento Asiático
AMOC	<i>Atlantic Meridional Overturning Circulation</i> ou Circulação Meridional do Atlântico
CAT	<i>Climate Action Tracker</i> ou Acompanhando as Ações Climáticas
CBAM	<i>Carbon Border Adjustment Mechanism</i> ou Mecanismo de ajuste fronteiro de carbono
CBDR	<i>Common but differentiated responsibilities</i> ou Responsabilidades compartilhadas, mas diferenciadas
CCERs	<i>Chinese Certified Emission Reductions</i> ou Reduções Certificadas de Emissão Chinesas
CCP	<i>Chinese Communist Party</i> ou Partido Comunista Chinês
CDM	<i>Clean Development Mechanism</i> ou Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
CDMF	<i>China Clean Development Mechanism Fund</i> ou Fundo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo da China
CERs	<i>Certified Emission Reduction</i> ou Reduções Certificadas de Emissão
CMA	<i>China Meteorological Administration</i> ou Administração Meteorológica da China
CPIs	<i>Carbon Pricing Instruments</i> ou Mecanismos de precificação de carbono
CT	<i>Carbon Taxes</i> ou Taxas sobre o carbono
DCC	<i>Department of Climate Change</i> ou Departamento de Mudanças Climáticas
DICE	<i>Dynamic Integrated model of Climate and the Economy</i> ou Modelo Não Linear e Dinâmico de Otimização do Meio Ambiente e da Economia
DNA	<i>Designated National Authority</i> ou Autoridade Nacional
DOE	<i>Designated Operational Entity</i> ou Entidade Operacional
DRC	<i>Development and Reform Commission</i> ou Comissão de Desenvolvimento e Reforma
DRCEP	<i>Department of Resource Conservation and Environmental Protection</i> ou Departamento de Preservação de Recursos e Proteção Ambiental
EB	<i>Executive Board</i> ou Conselho Executivo

ETS	<i>Emissions Trading System</i> ou Sistema de comércio de licenças de emissão
FYP	<i>Five-Year Plan</i> ou Plano Quinquenal
GFCI	<i>The Global Financial Centers Index</i> ou Ranking de Centros Financeiros Globais
GHG	<i>Greenhouse gases</i> ou Gases do efeito estufa
IAMs	<i>Integrated assessment models</i> ou Modelos de análise integrada
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> ou Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
MEE	<i>Ministry of Ecology and Environment</i> ou Ministério da Ecologia e Meio Ambiente
MEP	<i>Ministry of Environmental Protection</i> ou Ministério de Proteção Ambiental
NCCCG	<i>National Climate Change Coordination Group</i> ou Grupo Nacional de Coordenação de Mudanças Climáticas
NDCs	<i>Nationally Determined Contributions</i> ou Contribuições Voluntárias Nacionalmente Determinadas
NDRC	<i>National Development and Reform Commission</i> ou Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development ou Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
NEA	<i>National Energy Administration</i> ou Administração Nacional de Energia
PMR	<i>Partnership for Market Readiness</i> ou Parceria para Preparação do Mercado
RPC	República Popular da China
SCC	<i>Social cost of carbon</i> ou Custo social do carbono
SEEE	<i>Shanghai Environment and Energy Exchange</i> ou Bolsa de Valores e Meio Ambiente e Energia de Xangai
SEPA	<i>State Environmental Protection Agency</i> ou Administração Estatal de Proteção Ambiental
SH-ETS	<i>Shanghai ETS</i> ou Sistema de Comércio de Licenças de Emissão de Xangai
SIPG	<i>Shanghai International Port Group</i> ou Grupo do Porto Internacional de Xangai
UNCHE	<i>United Nations Conference on the Human Environment</i> ou Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano

UNFCCC *United Nations Framework Convention on Climate Change* ou
Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima

WB *World Bank* ou Banco Mundial

WTO *World Trade Organization* ou Organização Mundial do Comércio

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 O DESAFIO CLIMÁTICO	21
1.1 Uma perspectiva econômica sobre o aquecimento global	21
1.2 Os mecanismos de precificação de carbono	27
1.3 Considerações finais	37
2 O CASO CHINÊS	38
2.1 As emissões chinesas de dióxido de carbono	39
2.2 A estratégia climática chinesa	44
2.3 O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo na China	53
2.4 Considerações finais	60
3 OS ETS SUBNACIONAIS	61
3.1 Apresentação das regiões dos ETS e caracterização de Xangai	62
3.2 O ETS de Xangai (SH-ETS)	69
3.2.1 Período de preparação	70
3.2.2 Engajamento das partes interessadas e capacitação	71
3.2.3 Determinação do escopo	73
3.2.4 Determinação do limite de licenças de emissão	76
3.2.5 Métodos de distribuição de licenças de emissão	77
3.2.6 Funcionamento do mercado de licenças de emissão	79
3.2.7 <i>Compliance</i> e supervisão	82
3.2.8 Uso de créditos externos	84
3.2.9 Possível vinculação com outros sistemas	86
3.2.10 Avaliação e melhorias	87
3.3 Considerações finais	90
CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS	94

INTRODUÇÃO

O reconhecimento das mudanças climáticas como uma emergência global foi um processo longo e marcado por contratempos. A proposição da causalidade entre ações humanas e mudanças climáticas precede a própria criação das Nações Unidas, mas apenas com a formação gradual de uma estrutura supranacional de governança climática, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC)¹ de 1994, e com o trabalho de renome acadêmico do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)², estabelecido em 1998, foi possível avançar materialmente sobre esta agenda (ARRHENIUS; HOLDEN, 1897; BODANSKY, 2001). Neste interim entre a obtenção do consenso científico, a obtenção de suporte político para progredir no debate e sua tradução em metas domésticas e acordos internacionais de redução de emissões de gases do efeito estufa (GHG)³, duplicou-se o estoque de dióxido de carbono de origem antropogênica na atmosfera (MASLIN, 2020).

Frente ao fracasso das negociações da Conferência das Partes de 2009 (COP15), os resultados insatisfatórios do Protocolo de Kyoto e a publicação do relatório especial do IPCC destacando os efeitos de um aquecimento de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais sobre o planeta, a comunidade internacional assumiu o compromisso mais ousado e abrangente sobre mudanças climáticas até então (MASLIN, 2020). O Acordo de Paris de 2015, ratificado por 194 países, estabelece a ambição de limitar a elevação da temperatura média mundial “bem abaixo” dos 2°C a partir de Contribuições Voluntárias Nacionalmente Determinadas (NDCs)⁴, inicialmente válidas até 2020, recém renovadas e, majoritariamente, aprofundadas para a vigente década durante a COP21 realizada em Glasgow, Escócia (MCTI; UNFCCC, 2021).

Todavia, o relatório recente da UNFCCC (2021) ressalta a insuficiência das medidas propostas. Assumindo o cumprimento absoluto das NDCs atualizadas, estima-se que o nível de gases do efeito estufa na atmosfera em 2030 será 15,9% superior aos níveis de 2010, enquanto o necessário seria uma redução de 25% seguida pela consecução da neutralidade por volta de 2070. Em outros termos, até o final da década, prevê-se o consumo de 39% do orçamento de carbono remanescente para a limitação do aquecimento global, com 50% de probabilidade, em

¹ No corpo do texto, favorece-se a utilização de termos em extenso em português, em detrimento dos originais, e acrônimos denominados em inglês, cuja referência completa constará nas notas de rodapé. Tal procedimento visa facilitar a comparação com a literatura existente sobre o tema, majoritariamente anglófona. Do inglês *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC).

² Do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC).

³ Do inglês *Greenhouse gases* (GHG).

⁴ Do inglês *Nationally Determined Contributions* (NDCs).

até 2°C. Nas avaliações de ambientalistas, a comunidade internacional persiste com compromissos demasiado pequenos e graduais (COLMAN et al., 2021).

As consequências deste atraso serão devastadoras e, possivelmente, irreparáveis. Conquanto seja tecnicamente difícil quantificar os impactos presentes e futuros do aquecimento global, o avanço da ciência nos últimos anos em conjunto com a experiência amarga, em primeira mão, de eventos climáticos extremos, permitiram que o IPCC (2022) soasse um alerta gravíssimo acerca do desastre iminente. Em um documento marcado pela elevada frequência de afirmações feitas sob alta confiança, o grupo de especialistas chamou atenção para os múltiplos impactos negativos das mudanças climáticas sobre ecossistemas e a sociedade, abrangendo desde efeitos adversos sobre a biodiversidade e a capacidade de resiliência de sistemas ecológicos complexos às perdas de vidas humanas provocadas por doenças infecciosas, desnutrição, migração forçada e distúrbios psicológicos.

Estima-se que aproximadamente 3,3 a 3,6 bilhões de pessoas, isto é, 41,25% a 45% da população mundial, vivem em contextos altamente vulneráveis ao aquecimento global, que também ameaça uma elevada proporção da fauna e flora globais. Dada a heterogeneidade da vulnerabilidade em função de localização geográfica, modelos interseccionais de desenvolvimento socioeconômico e padrões históricos e correntes de desigualdade, como o colonialismo, aqueles que serão mais afetados são os mesmos que atualmente mais sofrem as mazelas da falta de acesso a serviços básicos, da pobreza e de conflitos armados. Posto diferentemente, há uma concentração espacial de vulnerabilidade no Oeste, Centro e Sul da África, no Sul da Ásia, na América Central e do Sul, nos pequenos Estados insulares e no Ártico – regiões que, em termos históricos, contribuíram menos para o acúmulo de GHG na atmosfera.

No médio-longo prazo (2041-2100), os impactos das mudanças climáticas tornar-se-ão mais complexos e difíceis de gerenciar. Para todos os 127 riscos identificados, o IPCC (2022) aponta uma elevação em várias ordens de magnitude, notando a forte dependência em relação à trajetória atual de mitigação e adaptação. A título de exemplo, projeta-se que os danos diretos causados por inundações serão 1,4 a 2 vezes maiores e 2,5 a 3,9 vezes maiores para cenários de aquecimento de 2°C e 3°C, respectivamente, em comparação ao cenário no qual a comunidade internacional alcança as metas de Paris. Não obstante o sofrimento implícito nestes números, corre-se o inescusável risco de subestimar o impacto das mudanças climáticas caso não se discuta abertamente a não-linearidade do sistema terrestre, caracterizado por dinâmicas de interdependência e irreversibilidades insuficientemente compreendidas pelo saber científico e tampouco abarcadas pelas políticas públicas correntes.

Os chamados pontos de ruptura⁵ referem-se a limiares críticos, a partir dos quais um sistema pode reorganizar-se de maneira abrupta e irreversível. Dentro do contexto climático, tais propriedades definem mudanças de grande escala, concretizadas rapidamente, com impacto persistente e substancial sobre a natureza e a sociedade, com o agravante de que remediar tais perturbações seria impossível ou implicaria esforços continuados por períodos inexequíveis, a saber, séculos ou milênios. No que tange à consideração de pontos de ruptura no processo científico-político decisório, assiste-se a uma verdadeira inflexão de perspectivas (OECD, 2022). Limiares críticos previamente foram considerados riscos de cauda, com baixíssimas e, consequentemente, desprezíveis probabilidades de ocorrência. Porém, presentemente, as evidências apontam no sentido inverso: destaca-se a alta curtose da distribuição de probabilidade, acarretando a observação frequente de episódios extremos, que, objetivamente, traduz-se em riscos elevados de ultrapassar pontos de ruptura ainda em cenários condizentes com o sucesso do Acordo de Paris (IPCC, 2022).

Elementos suscetíveis a limiares críticos foram identificados em três subsistemas climáticos, incluindo (i) a criosfera, que descreve coletivamente as regiões da superfície cobertas por gelo ou neve, (ii) a biosfera e (iii) os padrões de circulação, compreendendo as correntes oceânicas e atmosféricas. Sob cada uma dessas categorias, é possível listar diferentes candidatos, como o colapso da calota polar da Groenlândia, o enfraquecimento da Circulação Meridional do Atlântico (AMOC)⁶ e o desaparecimento da Floresta Amazônica. O risco sistêmico de qualquer um desses eventos decorre não somente das possíveis consequências devastadoras a nível regional, mas do potencial efeito cascata, com o colapso de um elemento aumentando a probabilidade da ruptura de outro por meio de canais específicos. O derretimento da camada de gelo groenlandesa é um exemplo paradigmático: os efeitos imediatos de aquecimento regional e alterações no padrão pluviométrico não dão conta da miríade de consequências indiretas, perpassando o aumento do nível do mar, a possível inundação da *permafrost*⁷, a liberação de gases estufa presos nas calotas, a redução do albedo⁸ terrestre e a

⁵ Do inglês *tipping points*.

⁶ Do inglês *Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC)*, referindo-se a um robusto conjunto de correntes oceânicas responsáveis pelo transporte superficial de águas mais quentes e salgadas para o Norte e um fluxo de águas mais frias em profundidade para o Sul. Este movimento é fundamental para o equilíbrio do sistema climático na medida em que promove a perda de calor nos trópicos e um clima mais ameno na Europa.

⁷ O *permafrost*, também chamado de pergelissolo, é um tipo de solo que passa todo o ano congelado, cobrindo 25% da superfície terrestre do Hemisfério Norte, sobretudo na Rússia, Canadá e Alasca. O seu degelo acarretaria a liberação de bilhões de toneladas de GHG e a possível liberação de vírus e bactérias desconhecidos.

⁸ Albedo é o poder de reflexão de uma superfície, calculado a partir da razão entre a radiação refletida pela superfície e a radiação incidente sobre ela. O derretimento das calotas polares reduziria o albedo terrestre, implicando maior absorção de energia e temperaturas médias mais elevadas.

concretização do colapso da AMOC. Conjuntamente, esses efeitos secundários resultariam numa catástrofe ambiental e humanitária, iniciando um ciclo vicioso, caracterizado por dinâmicas que se auto reforçam, dificultando esforços para a adaptação e mitigação do aquecimento global (OECD, 2022).

Em posse dessas informações, a conclusão do secretariado da UNFCCC é dramática, com o objetivo de incentivar o maior engajamento possível da comunidade acadêmica, sociedade civil, nações e demais organismos internacionais:

A informação nos parágrafos 10, 13 e 14 acima [a insuficiência das NDCs propostos, as previsões das futuras emissões de GHG, e os impactos do aquecimento global] implica uma necessidade urgente de um aumento significativo do nível de ambição das NDCs até 2030, ou uma ultrapassagem significativa das últimas NDCs, ou uma combinação de ambos, a fim de atingir níveis de emissões com custos ótimos sugeridos em muitos dos cenários considerados pelo IPCC para manter o aquecimento bem abaixo dos 2 °C ou limitá-lo a 1,5 °C. (UNFCCC, 2021, p. 6, tradução nossa)

Nesse sentido, parte das ciências econômicas, baseando-se na teoria dos bens públicos, propõem uma explicação convincente dos desafios da governança global das mudanças climáticas. A partir da caracterização do aquecimento do planeta como uma externalidade negativa, a disciplina enfatiza a incongruência entre os incentivos de cada agente, compreendido como indivíduo, companhia ou nação, e o interesse coletivo. Em outras palavras, a racionalidade econômica sugere que os agentes, individualmente, beneficiam-se de maiores níveis de emissão, na medida em que estes possibilitam maior afluência de bens e serviços, enquanto, contraditoriamente, são incapazes de capturar, de forma discernível, os ganhos derivados de seus esforços de mitigação, dado que os impactos do aquecimento global não são materializados de forma instantânea, afetando cumulativamente o planeta ao longo das décadas, perpassando gerações, de forma difusa e desigual regionalmente. Didaticamente, pode-se recorrer à analogia de Guttman (2018, p. 5) de que a comunidade internacional se comporta como um jovem fumante que, enfatizado pela arrogância da juventude, recusa-se a alterar seu estilo de vida, pese a certeza de problemas de saúde em seu futuro. Estendendo a metáfora, este indivíduo não abandona seus hábitos devido à certeza de que seus conterrâneos permanecerão fumando, expondo-o, de qualquer forma, aos males do tabagismo.

Ancorando-se neste diagnóstico, muitos economistas defendem a adoção de mecanismos de precificação de dióxido de carbono, o principal gás do efeito estufa. Estas políticas públicas, seja sob o formato de taxas sobre o carbono ou sistemas de comércio de licenças de emissão, transferem os custos externos das mudanças climáticas, compreendidos de

forma ampla, abrangendo as consequências sobre os sistemas naturais e socioeconômicos, às fontes dos poluentes, através de um preço cobrado direta ou indiretamente de acordo com o volume de gases emitido. A vantagem fundamental desta abordagem é a utilização do sistema de preços para alteração do comportamento dos agentes, promovendo a redução das emissões ao menor custo econômico possível via reorientação da estrutura produtiva (WB, 2022a).

Contra esse fundo teórico, esta pesquisa conduz uma investigação sobre a experiência e o resultado preliminar da adoção de mecanismos de precificação de carbono, especificamente dos sistemas de comércio de licenças de emissão, na República Popular da China. A partir de 2013, o país implementou sete programas piloto, caracterizados por considerável diversidade regulatória e institucional, em duas províncias e cinco cidades de destaque, visando preparar-se para o posterior lançamento de um mercado de carbono nacional, realizado em 2021. A experiência chinesa é singularmente importante devido à centralidade do gigante asiático no enfrentamento ao aquecimento global. Décadas de desenvolvimento superintensivo em carbono, em conjunto com a grandeza populacional da China, resultaram em um patamar de emissões doméstico que, isoladamente, comprometeria a consecução das metas do Acordo de Paris. É dizer, a descarbonização chinesa é crucial para o sucesso global na mitigação das mudanças climáticas.

Outros aspectos particulares à China adicionam complexidade à análise. O país adota um modelo de governança único, em que a alta cúpula do governo sinaliza metas prioritárias, que são, em seguida, alocadas aos entes subnacionais, que gozam de suficiente autonomia e capacidade administrativa para elaborar e conduzir iniciativas mais bem adequadas às suas realidades (XU, 2020). Esta tradição de experimentação e gradualidade guiou o processo de reforma econômica, mas também encontra paralelo, mais recentemente, no aprofundamento da estratégia climática chinesa, desde uma postura essencialmente defensiva, que temia possíveis violações na soberania nacional travestidos de esforços internacionais para proteção do meio-ambiente, ao protagonismo chinês nas discussões multilaterais acerca do aquecimento global.

A elevada autonomia das províncias decorre, em certa medida, do reconhecimento da diversidade socioeconômica e cultural interna à República Popular da China. As disparidades entre as condições dos entes subnacionais e, conseqüentemente, entre as especificações dos sistemas piloto de comércio de licenças de emissão impõe a necessidade de a análise desta pesquisa se concentrar numa região específica. Opta-se por Xangai em razão de seu elevado grau de desenvolvimento, maturidade dos mercados financeiros locais, transição para um

modelo de crescimento baseado no setor de serviços de alto valor agregado, experiência prévia com políticas para a melhoria da eficiência energética e prestígio no cenário político nacional.

Convém, neste ponto, explicitar o objetivo desta pesquisa: inserida na intersecção entre a discussão econômica das mudanças climáticas e dos estudos chineses, esta investigação pretende avançar no debate acerca da efetividade dos mecanismos de precificação de carbono, realizando um estudo de caso do sistema piloto de comércio de licenças de emissão de Xangai com vistas à identificação de resultados preliminares positivos, notavelmente através da redução da intensidade em carbono da economia local, bem como da consecução de elevadas taxas de conformidade e da verificação do desempenho do mercado de carbono municipal.

Para tanto, o trabalho encontra-se dividido em três capítulos. O primeiro tratará da fundamentação contextual e teórica dos instrumentos de precificação de carbono, discutindo, em sua primeira seção, algumas das contribuições das ciências econômicas ao debate do aquecimento global. A segunda seção explicará o funcionamento das taxas sobre o carbono e dos sistemas de comércio de licenças de emissão, prosseguindo para uma comparação entre as modalidades. O segundo capítulo contextualizará a República Popular da China nos esforços de mitigação das mudanças climáticas. Em sua primeira seção, apresentará dados referentes às emissões chinesas de gases do efeito estufa. Em seguida, o capítulo progredirá para uma introdução concisa à política climática chinesa e à sua evolução nas últimas décadas, prestando atenção ao aspecto institucional. A terceira seção tratará da experiência pioneira com mercados de carbono a parir do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Kyoto. O último capítulo, investigará os pilotos subnacionais, concentrando-se na experiência de Xangai. A primeira seção do capítulo caracterizará a municipalidade em comparação ao restante da China, enquanto a segunda seção avança sobre o piloto propriamente dito, debatendo suas especificações e resultados parciais.

1 O DESAFIO CLIMÁTICO

O capítulo objetiva prover ao leitor a fundamentação contextual e teórica dos instrumentos de precificação de carbono, dentro do contexto mais amplo das políticas voltadas à mitigação das mudanças climáticas de natureza antropogênica.

Como ponto de partida desta investigação, a primeira seção deste capítulo tratará de certas contribuições das ciências econômicas ao debate do aquecimento global. A disciplina encarregou-se, dentre outras coisas⁹, da estimação dos custos resultantes das mudanças climáticas e das medidas para a redução das emissões dos gases do efeito estufa, propondo encontrar políticas públicas mais adequadas para o presente desafio. A primeira seção abrangerá uma discussão concreta dessa linha de pesquisa, centrando-se na teoria das externalidades e nas conclusões de modelos de análise integrada.

Na segunda seção, o capítulo avançará sobre os mecanismos de precificação de carbono, especificamente, sobre as taxas sobre o carbono e os sistemas de comércio de licenças de emissão. Explicar-se-á o funcionamento de ambos, em constante referência à teoria econômica, prosseguindo para uma comparação entre as duas modalidades.

A terceira seção sumariará os tópicos tratados até o momento e fará breve referência ao conteúdo do capítulo seguinte.

1.1 Uma perspectiva econômica sobre o aquecimento global

A participação de economistas no debate acerca das mudanças climáticas é fundamental, devido à sua influência sobre a formação da opinião pública, especificamente no que concerne às empresas e aos agentes privados do sistema financeiro, e, sobretudo, a elaboração de políticas nacionais e internacionais. Assim, esta agenda de investigação, gradativamente, ganhou espaço nos principais fóruns da área, como demonstrado, em 2018, pelo simbólico Prêmio Nobel de William Nordhaus¹⁰, professor radicado em Yale, devido às suas contribuições para a integração das mudanças climáticas em análises macroeconômicas de longo prazo. O destaque concedido a Nordhaus pelo mais renomado prêmio em economia

⁹ O tratamento das mudanças climáticas na economia e demais ciências sociais abrange diversas linhas de pesquisa que divergem radicalmente em seus métodos e conclusões. Está além do escopo deste trabalho apresentá-las, mas, a título de exemplo, cabe mencionar a proposição de alternativas sistêmicas, os estudos da economia ecológica e a teorização e promoção do desenvolvimento sustentável.

¹⁰ O Prêmio Sveriges Riksbank em Ciências Econômicas em Memória de Alfred Nobel 2018 foi dividido igualmente entre Nordhaus, pela contribuição acima mencionada, e Paul Romer, pela integração de inovações tecnológicas em análises macroeconômicas de longo prazo.

significa, concretamente, o reconhecimento de seu tratamento do aquecimento global pela ortodoxia econômica, definindo os termos *mainstream* sob os quais o debate será conduzido.

Isto posto, replicar-se-á o raciocínio de Nordhaus (2018), em um ensaio síntese de sua produção acadêmica, para a compreensão do tratamento econômico dominante das mudanças climáticas. O autor parte da teoria dos bens públicos, desenvolvida por Samuelson (1954), para caracterizar a atmosfera como um bem não-rival e não-exclusivo; ou seja, a utilização da atmosfera por um certo indivíduo não acarreta a redução dos benefícios obtidos por outro e tampouco é possível privar qualquer agente da possibilidade de usufruir deste bem. A consequente indefinição dos direitos de propriedade e do custo marginal de provisão resulta na ocorrência de uma falha de mercado, com sobreutilização e produção insuficiente do bem em questão. O aquecimento global é, grosso modo, a contraface desta moeda, sendo uma externalidade negativa ou mal público, isto é, um custo produzido por um determinado agente pelo qual ele não é diretamente imputável, dada a não captura deste efeito deletério pelo sistema de preços, implicando a perda do bem-estar de outrem. As mudanças climáticas são externalidades singularmente perniciosas, já que decorrem da produção de GHG, consequência inevitável, vide a técnica corrente, de diversas atividades cotidianas. No mais, os impactos do aquecimento global não são materializados de forma instantânea, afetando cumulativamente o planeta ao longo das décadas, perpassando gerações, de forma difusa e desigual regionalmente.

A governança destas alterações é unicamente desafiadora, impondo obstáculos fundamentalmente diferentes daqueles observados na administração de bens públicos contidos nacionalmente. A solução convencional de alinhar as instituições domésticas aos interesses coletivos, em detrimento daqueles particulares, é insuficiente, pois o aspecto global do problema implica que, individualmente, cada nação usufruirá de parcela pequena e, frequentemente, indiscernível dos benefícios derivados de seus esforços de mitigação, cujas despesas não serão compartilhadas. A racionalidade econômica determina que, na ausência de cooperação, qualquer país, independentemente de seu nível de desenvolvimento ou regime de governo, dedicaria uma parcela mínima de seus recursos para o enfrentamento das mudanças climáticas, caracterizando o problema do caroneiro¹¹. Nordhaus (2018) é partidário da elaboração, implementação e cumprimento de políticas de cooperação multinacionais, capazes de promover o enfrentamento efetivo e eficiente do aquecimento global.

¹¹ Do inglês *free-rider problem*.

Esse segundo adjetivo comporta o ponto nuclear de sua contribuição acadêmica. O pesquisador foi pioneiro no desenvolvimento de modelos de análise integrada (IAMs)¹², que se propõem a incorporar o conhecimento de diferentes domínios do conhecimento num conjunto de equações cujo resultado último implica a definição de trajetórias ótimas, do ponto de vista da utilidade econômica, para o abatimento das emissões da GHG. Nordhaus (2018) propõe um modelo não linear e dinâmico de otimização (DICE)¹³, com horizonte irrestrito, que busca maximizar a utilidade intertemporal de um indivíduo representativo, baseado no consumo e na qualidade ambiental, dada uma restrição complexa, abarcando a preferência temporal do agente, as funções probabilísticas de dano decorrentes do aquecimento global, e diversas variáveis exógenas, tais como tamanho populacional e estrutura institucional.

O resultado-chave deste exercício matemático é uma trajetória de mitigação informada pelos custos e benefícios hipotéticos da transição à uma economia de baixa intensidade em gases do efeito estufa. Nordhaus (2018) é categórico em sua crítica à definição de metas rígidas de contenção do aquecimento global, a exemplo do Acordo de Paris, sem uma análise prévia de viabilidade, que mencione explicitamente as despesas de mitigação em termos de sacrifício do produto econômico. Esta variável encontra expressão, dentro do arcabouço dos IAMs, no custo social do carbono (SCC)¹⁴, um preço sombra atribuído à emissão de uma tonelada de poluente, que incorpora as externalidades negativas por ela causadas; mais precisamente, é a alteração no valor descontado do consumo decorrente da unidade adicional de poluição. A centralidade do SCC na elaboração de políticas climáticas decorre de que os agentes optariam por emitir GHG somente quando o custo de evitar esta emissão fosse superior ao SCC, simultaneamente limitando o volume de gases estufa e impondo racionalidade econômica à mitigação. De forma controversa, o modelo informa um caminho ótimo caracterizado por um SCC de 45 dólares em valores constantes de 2018, envolvendo um aumento de temperatura de 3°C até 2100 – elevação muito superior ao centro da meta da comunidade internacional e, evidentemente, pouco ambiciosa, já que se estima que a trajetória atual, sem qualquer alteração nos padrões de consumo e na forma de produção global, resultaria em um aquecimento de 4°C no mesmo período. Em síntese, prescreve-se um esforço de mitigação modesto, distante das

¹² Do inglês *Integrated assessment models* (IAMs).

¹³ Do inglês, *Dynamic Integrated model of Climate and the Economy* (DICE).

¹⁴ Do inglês *social cost of carbon* (SCC).

reduções de 50% e 100% das emissões, cujos custos estariam na ordem de 1% e 3,5% do PIB mundial, e implicariam em maiores SCCs¹⁵.

Outras conclusões relevantes dos IAMs, cuja fundamentação teórica será explorada na próxima seção, quando da discussão aprofundada de mecanismos de precificação de carbono (CPIs)¹⁶, são (i) as políticas de enfrentamento ao aquecimento global devem ser implementadas o mais rapidamente possível, pois a falta de ação resultaria na elevação de custos de mitigação e dos possíveis danos causados pelas mudanças climáticas; (ii) a imposição de preços sobre a emissão marginal de poluentes, impactando de forma equânime diversos setores e regiões geográficas, é o instrumento político mais adequado e desejável para o desafio das mudanças climáticas, porquanto provocaria as mudanças estruturais necessárias sem intervenções governamentais localizadas, consideradas, via de regra, ineficientes; e (iii) uma política eficaz caracteriza-se por uma trajetória ascendente de preços, permitindo, inicialmente, que os agentes adaptem-se de forma gradual a um mundo caracterizado por um elevado SCC, sem desorganização repentina da estrutura produtiva, e, posteriormente, alcançando aceleradas reduções de GHG.

Desta exposição não exaustiva e concisa, abstrai-se que a linha de pensamento econômico proeminente na discussão das mudanças climáticas está em desacordo com o arduamente alcançado consenso da comunidade internacional. Para além do limite mais restritivo de aquecimento, o Acordo de Paris reflete o entendimento de que as mudanças necessárias implicam transformações cuja materialização depende da implementação de toda sorte de política públicas, mecanismos de precificação de carbono ao lado de programas de investimento sustentável, subsídios à economia verde, intervenções em mercados de capitais etc. Stiglitz, Stern e Taylor (2022) identificam problemas metodológicos intrínsecos aos IAMs, que restringem sua utilidade na discussão do aquecimento global, em favor do arcabouço alternativo adotado pela comunidade internacional e, majoritariamente, pelos especialistas das ciências naturais, que são maioria no IPCC.

As críticas apresentadas podem ser agrupadas sob três categorias: (i) problemas não endereçáveis pelos IAMs e para os quais alternativas estão disponíveis; (ii) complexidades que

¹⁵ Apesar das prescrições pouco ambiciosas, vale mencionar que Nordhaus reconhece a insuficiência do atual esforço de mitigação global e se mostra crítico ao formato do Acordo de Paris, argumentando que as NDCs são um mecanismo descoordenado e voluntário de enfrentamento às mudanças climáticas. Por essa razão, o autor argumenta que o Acordo de Paris é, em última instância, análogo ao Protocolo de Kyoto — uma declaração de intenções cujo descumprimento não carrega nenhuma sanção.

¹⁶ Do inglês *Carbon pricing instruments* (CPIs).

exigem tratamento mais aprofundado caso os IAMs sejam utilizados para a formulação de políticas e (iii) questões possivelmente incorporáveis aos IAMs, porém pontualmente e com extrema dificuldade, sobre as quais repousam as conclusões mais controversas dos modelos. Nos próximos parágrafos, abordar-se-á sucintamente os apontamentos dos autores, culminando na discussão do binômio taxa de desconto e riscos assumidos, expressão máxima da discricionariedade dos modelos, indicativa da necessidade de reformulações.

Sobre a primeira categoria, a principal crítica refere-se às bases precárias de modelos de maximização da utilidade dada a existência de incerteza profunda e riscos extremos. Diferentemente das previsões dos IAMs, espera-se que indivíduos racionais alterem seus comportamentos de forma mais intensa por motivos de precaução, reconhecendo-se inclusive a mutabilidade e a endogeneidade das preferências, já que os riscos inerentes a um aquecimento superior ao acordado em Paris não encontram paralelo na experiência recente. A sensibilidade dos resultados dos IAMs às probabilidades atribuídas a cenários catastróficos reduz a capacidade destes modelos de informar políticas, justificando a postura da comunidade internacional, *guardrail approach*¹⁷, que optou por um compromisso global em favor de cenários que evitem, em sua absoluta maioria, os riscos mais dramáticos.

Outrossim, é necessário fazer uma ressalva quanto à equidade intergeracional considerada nos IAMs. A maximização da utilidade descontada usualmente incorpora a utilização de preferências intertemporais puras que, efetivamente, significa atribuir um valor inferior a uma vida futura, porém, nas demais características, idêntica, simplesmente devido à sua localização temporal. Os problemas éticos de tal decisão se sobrepõem a argumentos objetivos que suportam a tese de que a utilidade marginal da renda está reduzindo mais rapidamente que a utilidade marginal da renda futura, justificando uma taxa de juros real baixa, como as proposições de que riscos coletivos devem ser avaliados de forma distinta de riscos privados e de que risco crescentes demandam taxas de juros inferiores, visto que aumentam a utilidade marginal da renda no futuro.

Quanto às complexidades de tratamento incompleto, há a determinação do formato das funções probabilísticas de dano, que podem alterar em ordens de magnitude o valor do SCC e a trajetória ótima de mitigação, caso os danos assumidos do aquecimento global sejam maiores.

¹⁷ Stiglitz, Stern e Taylor (2022) utilizam esse termo para referir-se à postura da comunidade internacional, que se pergunta o que precisa ser feito para evitar, com razoável certeza, os cenários mais extremos. *Guardrail* é a mureta de proteção frequentemente encontrada à beira de rodovias para impedir que carros saiam da pista ou sejam atingidos por veículos vindo na direção contrária.

As simplificações resultantes da adoção de funções de utilidade agregadas regionalmente também são gravíssimas, pois desconsideram que o sofrimento causado pelas mudanças climáticas atingirá populações heterogeneamente, impactando fortemente os segmentos mais pobres, que não possuem recursos para se adaptar ou buscar apólices de seguro.

Sob o último grupo de críticas, Stiglitz, Stern e Taylor (2022) questionam a inexistência de outras falhas de mercado, para além do aquecimento global, nos IAMs. Uma metodologia que ignora os vazamentos de conhecimento inerentes à pesquisa e ao desenvolvimento, as imperfeições nos mercados de capitais, que reduzem a lucratividade de investimentos verdes e limitam a capacidade de desinvestimento em estruturas fósseis, e a não convexidade de estruturas em rede, cujas alterações demandam coordenação entre diversos agentes, obviamente levará a conclusões inadequadas, seja pela proposição simplista de apenas um instrumento para combater o aquecimento global, com a dependência exclusiva nos CPIs, ou pelo desconhecimento das possíveis interações entre as diversas falhas de mercado e as políticas atuais e futuras destinadas a enfrentá-las.

A confluência destas questões agrava a indeterminação característica de problemas de desconto. O amplo debate ao redor das funções probabilísticas de dano e da taxa adequada de desconto reflete o fato de que para todo conjunto de consequências possíveis do aquecimento global, existe uma taxa de desconto suficientemente alta a ponto de justificar esforços mínimos de mitigação. Similarmente, para toda taxa de desconto, é possível encontrar um conjunto de riscos tamanho que suporte ações imediatas e profundas de reestruturação da economia. É dizer, as conclusões de Nordhaus (2018), e demais proponentes dos IAMs, baseiam-se em modelos cujas simplificações alteram o resultado da análise e cujos parâmetros estão suscetíveis a manipulação para a obtenção de qualquer resultado desejado. Portanto, para que a economia possa continuar a contribuir para a discussão das mudanças climáticas, torna-se imperativo explorar outras bases teóricas e metodologias, cuja atratividade decorre de seu caráter mais específico ao invés de um grande modelo que ambiciona capturar a sociedade em todos seus aspectos (STERN; STIGLITZ; TAYLOR, 2022).

Sumarizando, esta seção recuperou determinadas contribuições da ortodoxia econômica ao debate da mitigação do aquecimento global. Esta corrente teórica auxiliou na compreensão das dificuldades de governança intrínsecas às externalidades globais. Com um tratamento ancorado em formalização e rigor matemático, certos economistas posicionaram-se contra o consenso expresso no Acordo de Paris, argumentando em favor de uma trajetória de mitigação menos restritiva. Contudo, apesar da proeminência destas teses, permanecem discordâncias,

com figuras de renome equivalente questionando a adequabilidade dos IAMs para informar o debate público, propondo o aprofundamento e a ampliação da agenda de pesquisa rumo às outras metodologias. A seção seguinte construirá sobre esse debate ao explorar os CPIs em suas diferentes modalidades, esmiuçando seu funcionamento e apresentando suas controvérsias.

1.2 Os mecanismos de precificação de carbono

Dentre as falhas de mercado, isto é, circunstâncias que dão origem à alocação ineficiente de recursos partindo de um paradigma que assegura a perfeição dos mercados sob condições demasiadamente restritas, as externalidades negativas são notáveis, pois são uma agenda de pesquisa tradicional, com contribuições centenárias, além de serem identificáveis em múltiplas atividades de produção e consumo. No contexto das emissões de gases do efeito estufa, as soluções propostas orientam-se ao redor de políticas comumente denominadas CPIs, que visam capturar os custos externos das mudanças climáticas, abarcando os efeitos naturais e as suas consequências sobre os sistemas socioeconômicos em termos monetários, através de um preço cobrado direta ou indiretamente das fontes desses poluentes de acordo, usualmente, com o volume de gases emitido (WB, 2022). Exemplificando, os CPIs transfeririam para os emissores de GHG, compreendendo, simultaneamente, os produtores e os consumidores de itens ou serviços envolvendo processos poluentes, os custos decorrentes da adaptação às mudanças climáticas e da compensação de danos e perdas decorrentes de eventos climáticos extremos, alinhando o sistema de preços às consequências efetivas da superprodução de carbono.

As vantagens da adoção de CPIs seriam múltiplas. Em primeiro lugar, os CPIs ensejariam mudanças comportamentais nos agentes nas áreas de geração de energia (transição para uma matriz energética renovável), indústria (melhoria da eficiência energética e redução dos níveis de produção), transporte (redução da distância percorrida, maior utilização de transporte público, alteração da frota para veículos eficientes, híbridos e/ou elétricos) e construção civil (redução da demanda energética através de plantas modernas e da atualização da infraestrutura) rumo à redução generalizada do consumo energético e à transição acelerada para combustíveis com baixo conteúdo de carbono. Segundo, promoveriam investimentos em energia limpa, visto que a expectativa de elevação dos preços dos combustíveis fósseis estimularia a busca por alternativas economicamente viáveis, especialmente no caso de uma trajetória anunciada, crível e ascendente de preços. Terceiro, aumentariam a arrecadação pública, permitindo a utilização de recursos para diversos fins distributivos e econômicos conforme as distintas prioridades nacionais (PARRY; BLACK; ZHUNUSSOVA, 2022).

Quarto, requereriam o desenvolvimento de técnicas para mensuração da emissão de poluentes¹⁸, contribuindo para uma compreensão mais precisa do desafio de mitigação. Aliás, o enfoque exclusivo na quantidade de GHG emitida reduziria a necessidade de informações complementares, reduzindo a burocracia excessiva e a discricionariedade na elaboração e melhoria incremental de políticas públicas¹⁹. Quinto, empoderariam os consumidores para tomar decisões de consumo consciente. Novamente, os requisitos informacionais para tanto seriam drasticamente reduzidos: ao invés do conhecimento específico das práticas ecológicas ao longo de toda a cadeia produtiva de um determinado produto, consumidores individuais seriam orientados pelos preços, que, habilmente, já capturariam e comunicariam o volume e custo das emissões realizadas (BLANCHARD; GOLLIER; TIROLE, 2022).

As consequências potenciais da precificação de carbono apenas poderiam ser realizadas em sua totalidade sob a condição de universalidade do CPIs, idealmente abarcando toda a economia global ou, pelo menos, todas as atividades dentro de uma nação. Blanchard et al. (2022) sumariza os argumentos que sustentam tal proposição, apontando, primariamente, para a possível ineficiência de excluir segmentos econômicos destas regulações. A vantagem fundamental dos CPIs é incentivar a redução das emissões ao menor custo possível; a exclusão de determinados agentes poderia dar origem à situação em que determinada empresa dispende US\$100 dólares na mitigação de uma tonelada de carbono enquanto outras não investem um décimo da mesma quantia. Neste cenário, o custo da transição ecológica aumentaria consideravelmente devido ao não aproveitamento das oportunidades de menor custo de enfrentamento do aquecimento global²⁰. O autor também indica que a universalidade dos CPIs tornaria o mecanismo menos suscetível aos interesses de grupos econômicos organizados, *lobbies*, dotando a política de maior legitimidade frente ao público. Outras vantagens incluem a concessão de benefícios tributários aos setores capazes de produzir emissões negativas,

¹⁸ Mensurar a emissão de GHG não é um problema de simples solução. A implementação de preços sobre o carbono no início da cadeia de produção pode contornar, em grande medida, as dificuldades resultantes do grande número de poluidores. No entanto, permaneceriam áreas, como o manejo de florestas, práticas agrícolas e alterações no uso da terra, cujas características demandariam inovações metodológicas, envolvendo a determinação de parâmetros e a modelagem personalizada.

¹⁹ No original, *bureaucratic red tape*.

²⁰ Em inglês, *low-hanging fruits*.

efetivamente removendo carbono da atmosfera e a eliminação gradual de subsídios aos combustíveis fósseis²¹.

Não obstante a variedade de CPIs disponíveis, o debate acadêmico e político costuma concentrar-se em torno de duas modalidades, a saber, (i) sistemas de comércio de licenças de emissão (ETS)²² e (ii) taxas sobre o carbono (CT)²³. Aqueles referem-se a mercados criados pelas autoridades nos quais poluidores comercializam licenças de emissão de GHG, abrangendo apenas dióxido de carbono ou demais gases, de forma que podem optar entre a tomada de medidas internas voltadas às reduções de suas pegadas de carbono ou a compra de licenças de outras entidades regulamentadas, que, ao final de cada período determinado pelo órgão regulamentador, devem comprovar a posse equivalente de licenças para compensar as emissões de GHG realizadas, sob a pena de multas e sanções administrativas. Os dois principais tipos de ETS são sistemas (a) *cap-and-trade*, que determinam um limite absoluto de licenças de emissão a ser distribuído por meio de leilões ou gratuitamente, conforme critérios históricos ou de *benchmark*, e (b) *baseline-and-credit*, no qual licenças são emitidas quando as entidades realizam emissões abaixo daquelas administrativamente determinadas, podendo posteriormente ser comercializadas (WB, 2022).

A inspiração teórica para os ETS advém da contribuição original de Coase (1960) sobre como lidar com externalidades negativas, com especial ênfase à reciprocidade do problema, notando que o objetivo de políticas públicas deve ser a alocação ótima de recursos e não, *a priori*, a redução absoluta das externalidades negativas produzidas por um agente. Coase (1960) propõe a necessidade de estabelecer direitos de propriedade claros, cuja comercialização entre os indivíduos, independentemente da alocação original destes direitos, levaria à maximização dos valores da produção, dada a hipótese simplificadora de inexistência de custos de transação.

Por sua vez, as taxas sobre o carbono estabelecem uma alíquota tributária explícita sobre o conteúdo de carbono de combustíveis fósseis, expresso em toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO₂e). A fundamentação teórica para tal formato de impostos, comumente chamados de *Pigouvian Taxes*, é geralmente atribuída ao economista britânico A.C. Pigou, que,

²¹ O IMF estima que, em 2020, os subsídios aos combustíveis fósseis foram de US\$5,9 trilhões ou 6,8% do PIB mundial. A organização calcula que, extrapolando a tendência vigente, os incentivos alcançariam 7,4% do PIB em 2025. A precificação adequada de combustíveis a partir de 2025 poderia reduzir as emissões globais de dióxido de carbono 36% em relação ao cenário base, contribuindo materialmente para o êxito do Acordo de Paris (PARRY; BLACK; VERNON, 2021).

²² Do inglês *Emissions Trading System* (ETS).

²³ Do inglês *Carbon Taxes* (CT).

em seu tratamento de externalidades, defendeu a imposição de tarifas sobre certas atividades em níveis equivalentes aos seus custos externos, já que, em sua ausência, haverá a superprodução destes efeitos negativos (MANKIWI, 2009). É notável o suporte acadêmico por trás desta modalidade de CPIs, com sua defesa pública por uma frente bipartidária de economistas norte-americanos, incluindo 28 laureados com o Nobel de Economia, além de ex-presidentes do FED e da assessoria econômica da Casa Branca (AKERLOF et al., 2019).

A escolha entre ETS e taxas sobre o carbono, em conjunto com o desenho específico da política, implica vantagens e desvantagens em variadas esferas, apesar do crescente reconhecimento acerca da possível convergência entre os instrumentos. A seguir, explorar-se-á algumas destas similaridades e diferenças, comparando as taxas sobre o carbono com os ETS *cap-and-trade*, modalidade mais frequentemente adotada, com vistas a esclarecer o *trade-off* encontrado pelos formuladores de política, representando os Estados nacionais, no processo decisório em favor da implementação de um CPI.

A princípio, a similaridade mais importante é a capacidade de ambos os instrumentos de provocar reduções significativas de emissões de GHG a um custo economicamente eficiente. No desenho de um CPI, o Estado determina a cobertura, quais setores econômicos estão suscetíveis à política, e o ponto da regulação, em que momento da cadeia produtiva os agentes devem pagar os tributos ou submeter as licenças de emissão ao crivo do regulador. Conquanto a amplitude do instrumento seja pertinente para a determinação do volume de carbono produzido, teoricamente seria possível alcançar o mesmo resultado independentemente do ponto de regulação. Seja o custo incidente no início da cadeia produtiva, quando da extração ou importação de combustíveis fósseis, no meio, quando da produção de eletricidade, ou no fim, quando da utilização da energia, cada firma ainda enfrentaria o mesmo custo de carbono, poluindo apenas quando este fosse superior às despesas de evitar a emissão²⁴. Evidentemente, isto afetaria a complexidade de administrar e verificar o cumprimento da política, dado que existem milhares de consumidores de energia vis-à-vis um número restrito de produtores de petróleo, porém o mais relevante é que estas propriedades são aplicáveis simultaneamente às taxas sobre o carbono e aos ETS, não determinando uma vantagem absoluta de um sobre o outro. Ademais, mesmo no caso em que o Estado distribua gratuitamente as licenças de emissão, ponto frequentemente levantado contra os ETS, as empresas ainda seriam incentivadas a reduzir suas emissões, pois o custo de oportunidade permanece: ao invés de consumir a licença

²⁴ Em inglês, os pontos de regulação são denominados *upstream* (início), *midstream* (meio) e *downstream* (fim).

gratuita, a companhia poderia comercializá-la, gerando receita adicional (GOULDER; SCHEIN, 2013; STAVINS, 2022).

A distribuição do custo do CPI entre segmentos da sociedade é outra consideração relevante para os formuladores de política pública, já que efeitos distributivos regressivos, que reduzem desproporcionalmente os rendimentos líquidos da população de menor ingresso, podem agravar problemas desigualdade social, reduzindo a viabilidade política do mecanismo. Sem embargo, tanto os ETS como as CTs podem ser desenhados com o propósito de alcançar neutralidade ou progressividade em relação à distribuição de renda corrente. Os ETS permitem a distribuição gratuita e direcionada de licenças para certos setores econômicos, enquanto as CTs admitem a criação de isenções parciais ou totais para certas atividades (GOULDER; SCHEIN, 2013; STAVINS, 2022). Assim, produtores de bens essenciais, aos quais se destina a maior parte da renda da população mais pobre, poderiam arcar com um menor custo advindo da política, contrabalançando ou evitando efeitos regressivos. O governo também poderia reciclar a receita produzida pelos CPIs para corrigir distorções já existentes no sistema tributário, minimizando consequências indesejadas. Parry et. al (2022) analisam as possíveis destinações dessa receita ao longo de quatro dimensões, quais sejam, eficiência econômica, impactos distributivos, carga administrativa e viabilidade política, concluindo que a redução de impostos e o aumento do investimento público seriam medidas populares e eficazes, seja devido à melhora dos incentivos do sistema tributário, em direção a maior oferta de trabalho pela população, mais investimento e menos evasão fiscal, ou ao efeito multiplicador das despesas.

Os CPIs são equivalentes em suas consequências sobre a competitividade de produtos domésticos sujeitos ao instrumento. Preliminarmente, ambos os ETS e as CTs aumentariam o preço dos bens nacionais intensivos em carbono no mercado doméstico, dando uma vantagem indevida aos importados, mas existem instrumentos disponíveis para anular tal distorção. No contexto da União Europeia, Blanchard et al. (2022) defendem a adoção de um mecanismo de ajuste fronteiro de carbono (CBAM)²⁵, que cobraria das importações um valor sobre a tonelada de poluente emitida ao longo da produção equivalente ao pago pelas firmas europeias. Os autores reconhecem as complexidades inerentes ao CBAM, dada a dificuldade de estimar o conteúdo de carbono de produtos estrangeiros, sobre os quais as autoridades possuem informações limitadas, mas avaliam que o mecanismo é necessário para limitar a oposição dos empresários nacionais aos CPIs e restringir o comportamento caroneiro de outros

²⁵ Do inglês *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM).

países. A realocação de firmas intensivas em carbono²⁶ significaria a perda de empregos domésticos sem qualquer efeito sobre a trajetória de aquecimento global, vide que as emissões continuaram acontecendo em outra nação, sendo, portanto, uma consequência contraproducente dos CPIs a ser enfrentada. Outra solução frequentemente ventilada é a distribuição de licenças ou subsídios proporcionais ao nível de produção verificado²⁷ para os setores mais expostos à competição internacional. Contudo, esta alternativa poderia aumentar o custo agregado do esforço de mitigação na medida em que as fontes de poluentes não agraciadas pelos benefícios precisariam alcançar reduções adicionais de GHG para compensar pelas exceções.

Demais similaridades, de menor relevância, incluem: a capacidade de conexão de ambos CPIs com créditos certificados por entidades externas²⁸ e o apelo da implementação de revisões regulares à alíquota da taxa sobre o carbono ou à quantidade de licenças existentes no sistema. Tanto as CTs como os ETS admitem provisões que incorporem créditos resultantes de projetos não encobertos pelo CPI de remoção de carbono da atmosfera, como a preservação ou a recuperação de uma floresta, ou da redução de emissões, como a troca de lâmpadas incandescentes por LEDs nos lares de um país subdesenvolvido. O regulador poderia admitir que as empresas pagassem menos impostos ou submetessem um número inferior de licenças caso adquirissem estes créditos certificados por entidades elegíveis, governamentais ou privadas. Quanto à desejabilidade de revisões do CPI, Kaplow (2010) argumenta que, dadas as incertezas ao redor dos custos do aquecimento global e à reação dos agentes, seria vantajoso reavaliar continua e transparentemente, ou seja, baseando-se em critérios objetivos e públicos, os parâmetros dos mecanismos de precificação para assegurar uma trajetória de mitigação consistente com as ambições climáticas do país e as recomendações da comunidade científica.

Passando às diferenças, o ponto crítico é que, enquanto as CTs oferecem estabilidade e previsibilidade acerca do preço do carbono, acompanhada de incertezas sobre a trajetória de mitigação, os ETS oferecem garantias quanto ao volume de poluentes emitidos, acompanhadas por volatilidade e imprevisibilidade do preço da emissão (PARRY; BLACK; ZHUNUSSOVA, 2022). Na ausência de incertezas, a alíquota da CT poderia ser definida num patamar específico para engendrar um esforço de mitigação equivalente a determinado limite sobre as emissões. Porém, como os custos de mitigação são incertos, seja pelos preços variáveis de combustíveis fósseis ou devido à trajetória imprevisível de inovação e barateamento de

²⁶ Do inglês *carbon offshoring*.

²⁷ Do inglês *output-based updating*.

²⁸ Denominados, em inglês, *offsets*.

tecnologias limpas, na realidade, formuladores de política devem optar por uma certeza em detrimento da outra. Determinar o volume de emissões pode parecer mais atrativo, visto que o objetivo último dos CPIs é acelerar a transição verde, mas a evidência empírica até o momento sugere que os preços das licenças em ETS estão sujeitos a considerável volatilidade, que pode impedir a inovação privada e a adoção de tecnologias caracterizadas por altos custos iniciais e longo período de recuperação do investimento.

Os elaboradores de política encontraram formas de contornar essa diferença decisiva entre CTs e ETS, resultando na convergência do funcionamento dos instrumentos. Para as taxas sobre o carbono, a anteriormente mencionada possibilidade de rever a alíquota viabiliza o aperfeiçoamento do mecanismo ao longo de seu período de vigência. Caso a redução das emissões seja muito superior à desejada, os reguladores poderiam tornar a política mais flexível, com menor custo do carbono, enquanto, alternativamente, emissões elevadas levariam ao aumento da tributação (KAPLOW, 2010). Para os ETS, a volatilidade do preço poderia ser corrigida por meio da criação de um preço mínimo sobre a licença de emissão, implementado durante os leilões de licenças ou, posteriormente, quando o preço dessas se torna inferior ao mínimo legal, através da remoção de licenças do mercado. Nesse caso, a defesa do patamar regulatório poderia significar despesas para o governo, visto que esse teria que intervir no mercado comprando as licenças e as aposentando, aumentando a demanda e, simultaneamente, reduzindo a oferta para levar à convergência do preço observado ao desejado. Outra possibilidade seria a inclusão de provisões para o acúmulo intemporal de licenças ou empréstimos intemporais dessas²⁹. O primeiro mecanismo permite que as licenças não submetidas por determinado agente ao fim de um ciclo possam ser utilizadas no seguinte. O segundo autoriza que os agentes tomem emprestadas as licenças que lhes seriam alocadas ou vendidas no futuro para a utilização no ciclo de regulação vigente. Estes instrumentos, efetivamente, redefinem o limite absoluto de emissões como uma restrição aplicável ao longo de vários anos e não anualmente (ALDY; STAVINS, 2012).

Outras diferenças entre os CTs e os ETS não são contornáveis, constituindo vantagens ou desvantagens de um mercantismo em relação ao outro. Como os ETS envolvem a transação de unidades de emissão, a não ser que a distribuição inicial seja ótima, alcançando propiciamente o equilíbrio de custo-eficiência, há a geração de custos adicionais decorrentes das vendas das licenças entre os agentes, que podem aumentar as despesas envolvidas na

²⁹ Em inglês, estes mecanismos são denominados *banking and borrowing*.

redução das emissões de GHG. Correlacionada a esse aspecto, há de se notar a maior complexidade administrativa dos ETS: o regulador deve não apenas monitorar as emissões de poluentes, como também estabelecer um registro para acompanhar as transações de licenças e ser capaz de apontar seus respectivos donos. O regulador está, em realidade, criando um mercado para uma nova sorte de ativo financeiro de forma que o governo deve preparar-se para a emergência e a resolução de potenciais problemas característicos à negociação pública de ativos, como manipulações de mercado, crimes cibernéticos e diversos tipos de fraude. Estes requisitos envolvem um conjunto de competências distintas e mais complexas do que o simples combate à evasão fiscal, que seria necessário para as CTs, o que pode ser uma desvantagem decisiva, especialmente para países com baixo grau de sofisticação financeira.

A interação dos ETS com demais políticas ambientais é fundamentalmente distinta e frequentemente contraproducente quando comparada à observada com as CTs. OECD (2011) argumenta que, sob a vigência de um limite regulatório sobre as emissões de carbono, políticas complementares não levarão à redução adicional dos poluentes, alterando apenas a distribuição setorial destas. Como o *cap-and-trade* já estabeleceu um teto para as emissões em determinado período, políticas sobrepostas levariam à redução do custo de mitigação para determinada indústria, que, em consequência, demandaria menos licenças, por sua vez, procuradas em maior quantidade pelos setores não abrangidos pelo instrumento auxiliar. Um certificado verde que assegura maior rentabilidade para indústrias siderúrgicas menos intensivas em carbono teria êxito em descarbonizar este segmento, mas reduziria os incentivos para as demais atividades econômicas. Trata-se novamente do vazamento de emissões entre setores ou jurisdições, com resultados neutros sobre o agregado das emissões nacionais ou, até mesmo, potencialmente negativos, pois reduziriam a eficiência econômica da transição. Essas políticas auxiliares somente encontrariam justificativas caso fossem desenhadas de forma a facilitar uma trajetória contínua e acelerada de reduções das emissões. O uso estratégico de subsídios e tarifas dificilmente traria benefícios no curto prazo, porém poderia, em períodos de média e longa duração, acelerar a inovação tecnológica em linhas de pesquisa fundamentais ou resolver gargalos da estrutura produtiva. Retornando à siderurgia, o setor é caracterizado por longos horizontes de investimento e inovações tecnológicas infrequentes e, majoritariamente, incrementais. Intervenções localizadas nesta atividade poderiam ser justificáveis caso promovessem inovações profundas rumo à descarbonização que, dado o caráter primário da siderurgia, afetariam os demais elos da produção industrial, permitindo, eventualmente, o estabelecimento de tetos de emissão mais restritivos no próximo período de verificação do ETS.

Em contraste, a combinação de taxas sobre o carbono com outras políticas não leva a distorções indesejáveis no preço de licenças ou ao vazamento de emissões, podendo resultar em reduções adicionais no nível de poluentes. Esta característica não constitui uma vantagem absoluta, porque, mesmo sob CTs, ainda seria mais eficiente aumentar o preço do carbono uniformemente entre os setores, através da alíquota, do que alterar os incentivos apenas para uma atividade, tudo mais constante. Políticas auxiliares, independentemente do CPI vigente, contrariam a lógica de mitigar o aquecimento global ao menor custo possível ao atentar contra a homogeneidade e a universalidade do custo marginal das emissões de GHG na economia.

Os QUADROS 1 e 2 reúnem as similaridades e diferenças entre os CPIs. Os mecanismos compartilham as características mais desejáveis dos CPIs, isto é, a capacidade de alcançar reduções no volume de emissões a um baixo-custo, com flexibilidade para contornar problemas resultantes do efeito distributivo e da perda de competitividade de produtos domésticos. As diferenças primordiais entre os instrumentos, que impõem a escolha entre previsibilidade de preços ou quantidade, podem ser atenuadas. A capacidade de um governo de administrar um ETS e gerenciar as possíveis interações deste com sua estrutura regulatória já existente deve ser avaliada caso a caso. Dados do Banco Mundial (WB)³⁰ (2022) indicam que existem 70 CPIs atualmente em vigor, sendo 34 ETS e 36 CTs. A similar participação de ambos pode ser tomada como evidência da não superioridade de um instrumento em relação ao outro.

Quadro 1 – Similaridades entre CTs e ETS (*cap-and-trade*)

Dimensão	Comentário
Incentivos para reduzir as emissões	Ambos os instrumentos expõem os agentes a um custo marginal positivo de emissão de gases do efeito estufa, provocando reduções significativas destas a um custo economicamente eficiente. Isto verifica-se mesmo no caso de distribuição gratuita das licenças sob o ETS.
Aspecto distributivo	A depender da alocação gratuita de emissões, existência de isenções para determinadas atividades e do uso da receita arrecadada com o CPI, ambos os instrumentos podem ser desenhados para alcançar a neutralidade ou progressividade tributária. O formulador de políticas públicas também é capaz de distribuir uniformemente o custo do instrumento entre os setores da atividade.
Competitividade internacional	O impacto sobre a competitividade dos produtos domésticos independe da escolha de instrumento. Ambos os CPI admitem a adoção de CBAM e de subsídios para indústrias sujeitas à competição internacional.
Conexão com <i>offsets</i>	Provisões para a incorporação de créditos externos estão disponíveis para CTs e ETS.

Fonte: GOULDER, SCHEIN (2013, p. 34), tradução nossa.

³⁰ Do inglês *World Bank (WB)*.

Quadro 2 – Diferenças entre CTs e ETS (*cap-and-trade*)

Dimensão	Vantagem relativa	Comentário
Assegurar a estabilidade e a previsibilidade do preço do carbono	Taxas sobre o carbono	<p>CTs: O formulador de políticas determina um valor a ser cobrado por tonelada de gás emitido. Há previsibilidade regulatória quanto ao valor desta alíquota.</p> <p>ETS: Volatilidade dos preços decorrente da sua determinação pelos agentes econômicos em livre negociação. Pode ser mitigada através de um preço mínimo e provisões para acúmulo intemporal de licenças ou empréstimos intemporais.</p>
Assegurar a previsibilidade do volume de gases emitido	Sistemas de comércio de licenças de emissão	<p>CTs: O volume de gases é determinado endogenamente por meio da reação dos agentes à tarifa vigente. Revisões periódicas e transparentes à alíquota permitiriam o ajuste da trajetória às ambições ambientais da sociedade.</p> <p>ETS: O formulador de políticas determina o número licenças a serem distribuídas ou leiloadas, restringindo o volume de poluição admissível e gerando previsibilidade quanto à trajetória de mitigação das mudanças climáticas.</p>
Minimizar a complexidade administrativa	Taxas sobre o carbono	<p>CTs: Administração assimila-se à de qualquer outro tributo. Regulador deve preparar-se para enfrentar evasão ou fraudes fiscais.</p> <p>ETS: Governo precisa estabelecer um registro para acompanhar as transações de licenças de emissão. Potenciais problemas envolvem manipulação do mercado, crimes cibernéticos e fraudes.</p>
Compatibilidade com as demais políticas vigentes	Taxas sobre o carbono	<p>CTs: Políticas auxiliares não conflitam com o mecanismo e poderia levar a reduções adicionais no volume de emissões.</p> <p>ETS: Políticas auxiliares interagem de forma contraproducente, potencialmente resultando no vazamento de emissões entre setores ou regiões. Podem ser justificáveis caso viabilizem uma trajetória contínua e acelerada de redução das emissões de GHG.</p>

Fonte: Elaboração própria.

1.3 Considerações finais

Em síntese, este capítulo introduziu uma das perspectivas das ciências econômicas sobre as mudanças climáticas, discutindo modelos que permitem a incorporação, ainda que imperfeita, deste fenômeno à macroeconomia, possibilitando análises de custo-benefício para a adoção de políticas de mitigação. Conquanto economistas discordem em relação à gravidade do aquecimento global e, conseqüentemente, à desejabilidade de medidas severas para sua contenção, observa-se certa confluência ao redor dos mecanismos de precificação de carbono, que permitem a utilização do sistema de preços para a reorientação da estrutura produtiva ao capturar as externalidades sob a forma monetária. As duas principais modalidades de CPIs, as taxas sobre o carbono e os sistemas de comércio de licenças de emissão, compartilham similaridades fundamentais, em especial, a capacidade de reduzir o volume de emissões a um custo competitivo, enquanto suas diferenças podem ser total ou parcialmente contornadas através de um desenho criterioso do mecanismo.

O próximo capítulo dará continuidade à discussão a partir de um enfoque sobre as políticas ambientais chinesas. O êxito da estratégia climática da República Popular da China (RPC) é fundamental para alcançar as metas do Acordo de Paris e limitar as mudanças climáticas. Ao longo das últimas décadas, a China fortaleceu suas regulações e instituições responsáveis pelo controle da poluição e demais questões ambientais. A base teórica aqui apresentada será o alicerce para avaliação da implementação de ETS no país, após experiência pioneira com CPIs dentro do Protocolo de Kyoto.

2 O CASO CHINÊS

O capítulo tem como finalidade contextualizar a República Popular da China nos esforços de mitigação do aquecimento global. Desse modo, começará com uma apresentação de dados referentes às emissões chinesas de gases do efeito estufa, com ênfase no dióxido de carbono, dada sua maior contribuição para o fenômeno em questão. As estatísticas apresentadas serão indicativas da importância inquestionável da China para a consecução das metas de Paris, mas também apontarão para os grandes desafios à frente do país asiático, que, devido à sua grande população, à sua estrutura energética e produtiva e ao seu acelerado e contínuo crescimento econômico, possui um volume elevado de emissões.

Na segunda seção, o capítulo progredirá para uma introdução concisa à política climática chinesa e à sua evolução nas últimas décadas, prestando atenção ao aspecto institucional. Partindo de uma postura essencialmente defensiva, em que buscava, internacionalmente, assegurar os direitos dos países em desenvolvimento de aumentar suas emissões e, domesticamente, reduzir os danos de eventos climáticos extremos, a RPC atualmente é protagonista nas discussões multilaterais acerca do aquecimento global, adotando uma variedade de instrumentos políticos internos voltados à redução de suas emissões e à adaptação às mudanças climáticas. A seção enfatizará os possíveis catalizadores desta alteração de conduta, mencionando, dentre outros, a crescente insatisfação civil com a poluição, o desejo nacional de ser reconhecida como uma grande potência e as diversas oportunidades do crescimento sustentável.

Em seguida, na terceira seção, o capítulo tratará da experiência pioneira da RPC, iniciada em 2002, com os mercados de carbono a partir de sua adesão ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM)³¹ do Protocolo de Kyoto. Como detalhado a seguir, o CDM foi um dos mecanismos de flexibilidade do protocolo, permitindo que países desenvolvidos e em desenvolvimento estabelecessem parcerias para a redução ao menor custo possível das emissões de GHG e para a promoção do desenvolvimento sustentável. Argumentar-se-á que a participação ativa chinesa no CDM rendeu diversos benefícios ao país, em especial o aprendizado institucional relativo aos CPIs, abrindo caminho para os pilotos de ETS.

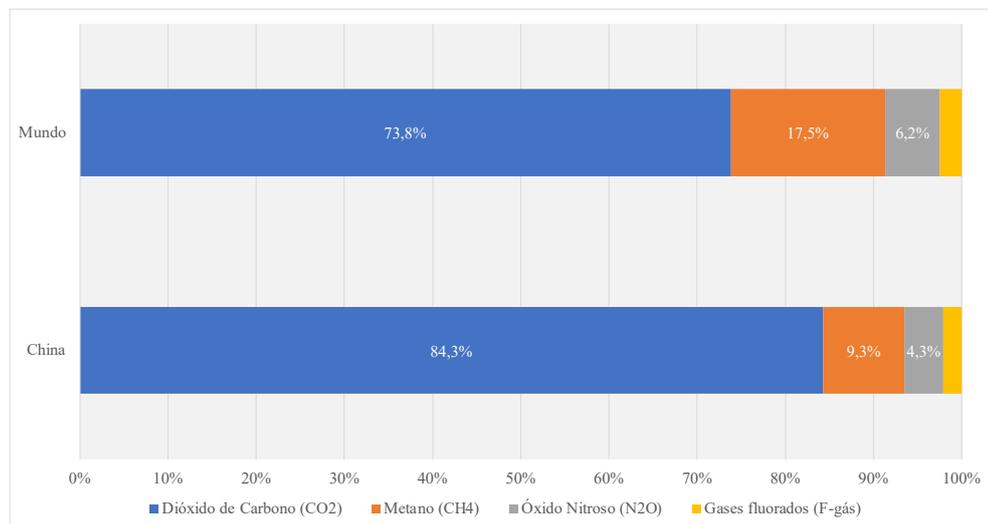
A seção de considerações finais resumirá o conteúdo tratado, relacionando-o com os tópicos do capítulo seguinte.

³¹ Do inglês *Clean Development Mechanism* (CDM).

2.1 As emissões chinesas de dióxido de carbono

A natureza global das mudanças climáticas e o consequente desafio de coordenação entre os países para o seu enfrentamento tornam particularmente proveitosas as análises comparativas entre as emissões nacionais de GHG, na medida em que permitem vislumbrar a contribuição específica de um país, em termos absolutos, relativos e históricos, para o fenômeno em questão e, segue-se, sua importância para o êxito da estratégia global de mitigação. Esta seção replicará esse exercício para a RPC, realizando a avaliação de medidas de fluxo e estoque, isto é, das emissões anuais e das emissões acumuladas desde a revolução industrial. A análise das emissões anuais será, adicionalmente, informada por características socioeconômicas da China, a saber, tamanho da população (emissões *per capita*), enfoque exportador da manufatura (emissões baseadas nos níveis de consumo doméstico e não, como usual, de produção) e dimensão da economia (emissões por unidade de PIB). De partida, opta-se por concentrar a análise exclusivamente sobre o CO₂, pois, conforme o GRÁFICO 1, este gás é o mais representativo dentro do perfil mundial (73%) e chinês (84%) de emissões anuais, mesmo após considerar o potencial diferenciado de GHG de aquecimento global³².

Gráfico 1 – Perfil das emissões anuais de GHG em 2019, expresso em porcentagem, após conversão para toneladas equivalentes de dióxido de carbono



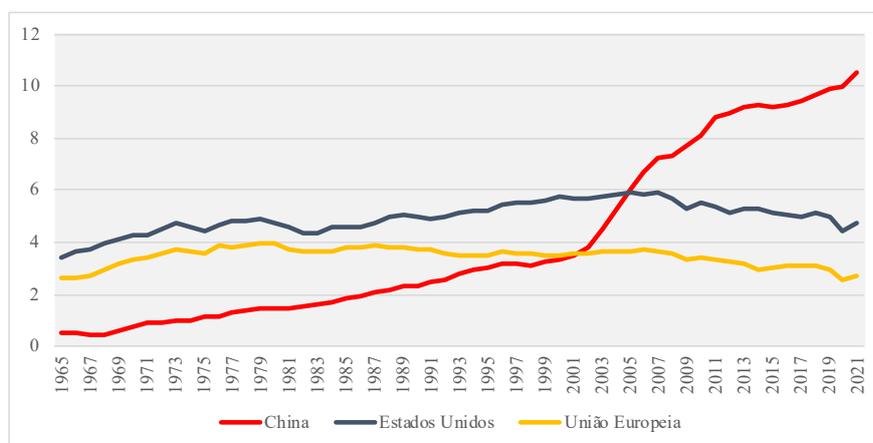
Fonte: Elaboração própria, com dados de Climate Watch (2022).

Nota: dados desconsideram emissões resultantes do setor uso da terra, mudança do uso da terra e florestas (LULUCF, na sigla em inglês).

³² Os GHG apresentam potenciais distintos de agravamento do efeito estufa em função de suas características físico-químicas. A agregação dos diferentes gases é feita a partir da equivalência em toneladas de dióxido de carbono (CO₂e), medida que expressa o número de toneladas de CO₂ com o mesmo potencial de aquecimento global que uma tonelada métrica de outro GHG. Para um horizonte de 100 anos, o IPCC (2007, p. 212) calcula os seguintes fatores de conversão para CH₄, N₂O e HFC-23: 25, 298 e 14.800, respectivamente.

Em 2021, a RPC emitiu cerca de 10,6 giga toneladas (Gt) de carbono a partir da queima de combustíveis fósseis (31% do total mundial), ocupando a primeira colocação no ranking global de emissores (BP, 2022). No entanto, como o GRÁFICO 2 revela, este é um fenômeno relativamente recente. Até 1970, as emissões da RPC eram inferiores às do Reino Unido, apesar de a população do país asiático, na época, de 818 milhões, ser 14 vezes maior que a britânica (WB, 2022b). As emissões chinesas aumentaram rapidamente a partir da década de 1980, quando o conjunto de políticas de abertura e reforma econômica foi implementado, acelerando o processo de industrialização e o crescimento econômico (SANDALOW et al., 2022, cap. 1). Entre 2000 e 2012, as emissões chinesas cresceram cerca de 9,5% ao ano, refletindo o crescimento econômico sem paralelos do período, que, em grande medida, foi consequência da inserção virtuosa da RPC no comércio internacional, após a entrada na Organização Mundial do Comércio (WTO)³³ em 2001 (ARAÚJO; BRANDÃO; DIEGUES, 2019). Neste período, a China tornou-se a maior emissora do mundo, ultrapassando a União Europeia em 2002 e os Estados Unidos em 2005. Entre 2013 e 2016, as emissões chinesas mantiveram-se relativamente estáveis em razão (i) de mudanças estruturais da economia, com aumento da importância relativa do setor de serviços em comparação à manufatura, (ii) do ciclo econômico desfavorável para as indústrias pesadas e (iii) de políticas climáticas domésticas, que serão discutidas à frente. No período mais recente, as emissões voltaram a crescer, porém os efeitos da crise e da recuperação econômica na esteira da pandemia do coronavírus dificultam a identificação de uma tendência inequívoca nos dados.

Gráfico 2 – Emissões totais anuais de CO₂, em giga toneladas, resultantes da queima de combustíveis fósseis



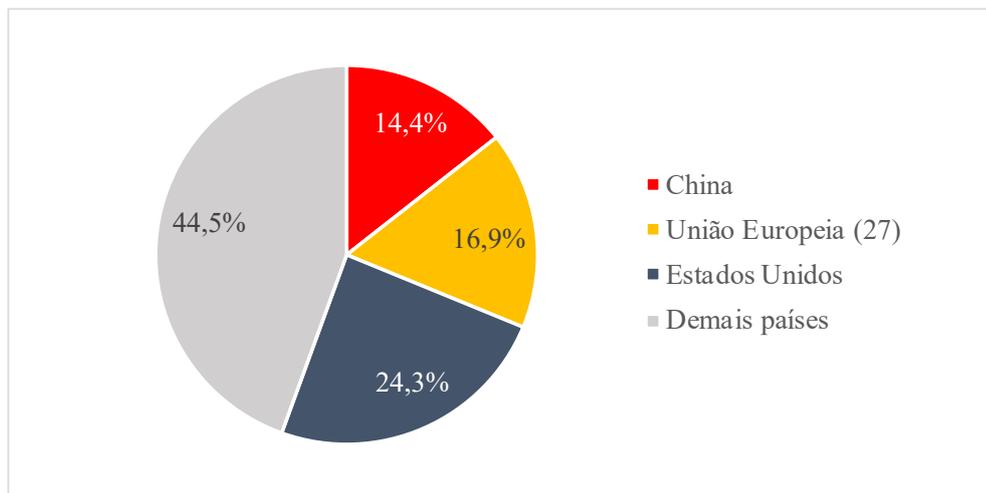
Fonte: Elaboração própria, com dados de BP (2022).

Nota: União Europeia desconsidera Estônia, Letônia e Lituânia antes de 1985 e Eslovênia antes de 1990.

³³ Do inglês *World Trade Organization* (WTO).

Dos dados acerca das emissões totais, depreende-se que a RPC é, atualmente, a principal contribuidora para o agravamento das mudanças climáticas. Contudo, como as emissões passadas mantêm-se na atmosfera por décadas e, em alguns casos, centenas de anos, é válido analisar as emissões acumuladas de uma nação desde a primeira revolução industrial, quando do advento das fábricas. O GRÁFICO 3 mostra que a RPC produziu 14,4% das emissões acumuladas de carbono, em comparação aos 16,9% da União Europeia e os 24,3% dos Estados Unidos. A industrialização tardia da RPC, que, durante a maior parte dos séculos XIX e XX, emitia volumes muito pequenos de GHG, explica essa menor participação no estoque de emissões, indicando que, em grande medida, os principais responsáveis pelas mudanças climáticas já verificadas são os países desenvolvidos.

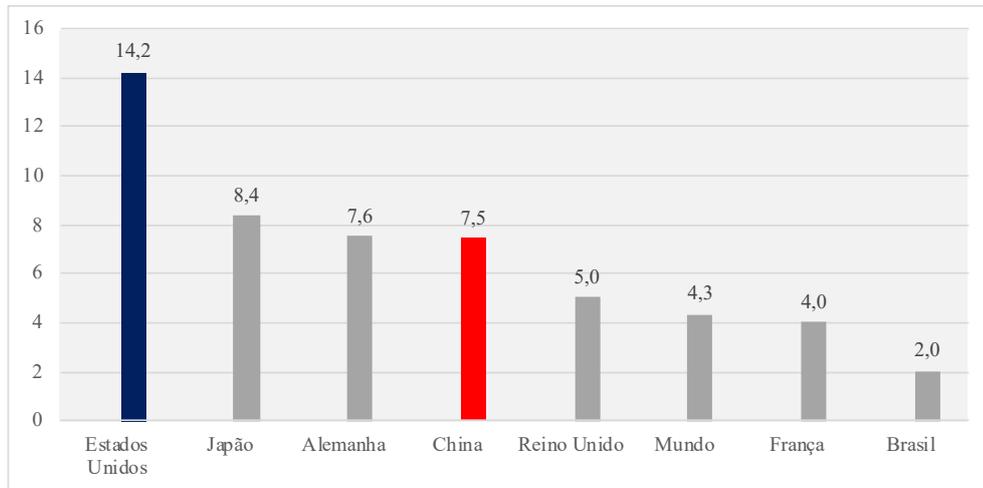
Gráfico 3 – Participação nas emissões acumuladas de CO₂, em porcentagem, resultantes da queima de combustíveis fósseis (1750-2021)



Fonte: Elaboração própria, com dados de Ritchie et. al (2020a).

Outras métricas também concorrem para a redução da responsabilidade chinesa pelo aquecimento global. Notavelmente, a RPC é um dos países mais populosos do mundo e, portanto, é de se esperar que as emissões nacionais sejam elevadas ao menos devido ao número de habitantes. O cálculo das emissões *per capita*, disponível no GRÁFICO 4, demonstra que o volume de emissões chinesas (7,5 ton. *per capita*) se encontra em linha com os de outros países altamente industrializados, apesar de superior ao britânico (5,0 ton. *per capita*) e ao francês (4,0 ton. *per capita*). O cidadão médio chinês não contribui desproporcionalmente às mudanças climáticas, diferentemente dos estadunidenses, cujas emissões anuais de 14,2 toneladas *per capita* são indiscutivelmente elevadas, mesmo na comparação com demais países desenvolvidos.

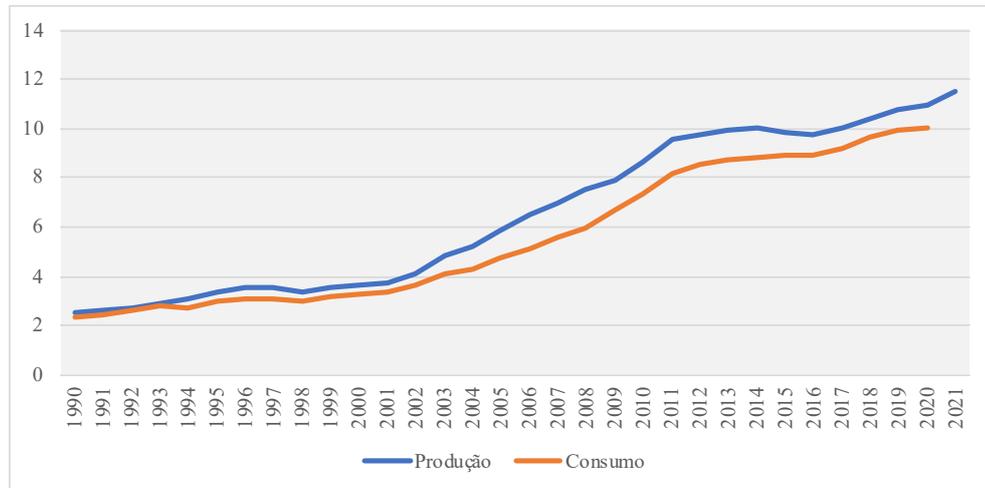
Gráfico 4 – Emissões *per capita* de CO₂, em toneladas, resultantes da queima de combustíveis fósseis (2021)



Fonte: Elaboração própria, com dados de BP (2022).

Além disso, há de se considerar que uma parte das emissões chinesas não resulta efetivamente do padrão de consumo nacional. Durante seu desenvolvimento, a RPC optou por atrair investimento direto estrangeiro, especialmente no setor industrial, consolidando-se como uma das grandes “fábricas do mundo” para, posteriormente, através de políticas industriais e outros estímulos públicos, endogenizar o núcleo de progresso técnico (ARAÚJO; BRANDÃO; DIEGUES, 2019). Conseqüentemente, a produção de diversos itens voltados aos mercados norte-americano e europeu é realizada em território chinês e suas respectivas emissões alocadas para o país. Uma forma de isolar este efeito é alocar as emissões de carbono de acordo com a residência do consumidor final (*consumption-based*) ao invés da firma produtora (*production-based*), como usual. Exemplificando, se um computador é produzido na China, mas comprado nos Estados Unidos, as emissões resultantes da produção deste bem são consideradas norte-americanas. Conquanto este exercício mantenha a China como a maior emissora de CO₂ (ver GRÁFICO 5), ele revela que aproximadamente 8% (ou 0,9 Gt) das emissões nacionais resultam da produção de bens consumidos em outros países.

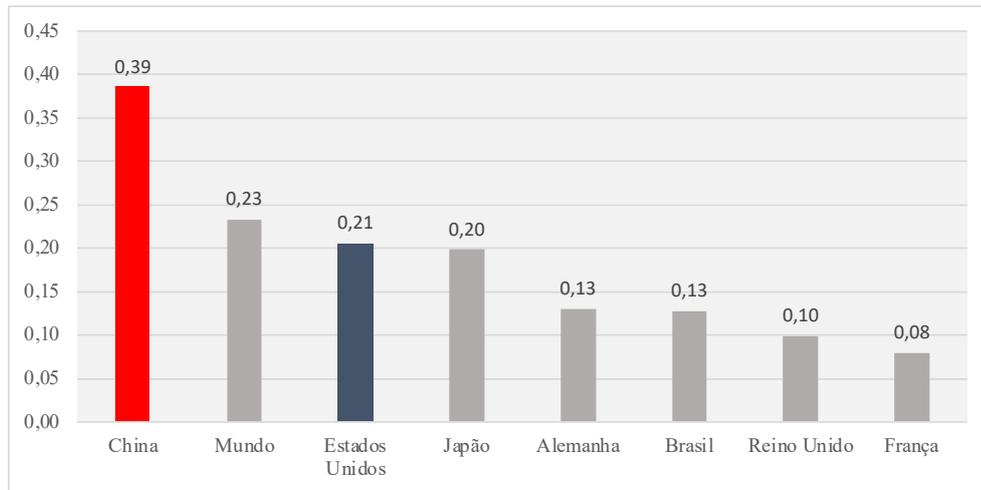
Gráfico 5 – China: emissões totais anuais de CO₂, em giga toneladas, de acordo com os critérios de consumo e produção



Fonte: Elaboração própria, com dados de Ritchie et. al (2020a).

Por outro lado, o volume de emissões chinesas é elevado em relação ao tamanho da economia do país. A razão entre as emissões de CO₂ resultantes da queima de combustíveis fósseis pelo produto interno bruto é uma boa métrica da intensidade em carbono de determinada economia. Os dados, representados no GRÁFICO 6, indicam que a intensidade em carbono da RPC é quase duas vezes superior à estadunidense e mais que quatro vezes superior à francesa. Características estruturais da economia chinesa estão por trás dessa diferença. Wei et. al (2011) aponta para (i) a elevada, ainda que declinante, participação do carvão mineral na matriz energética (2000: 70%; 2021: 55%), (ii) a grande demanda energética do setor industrial, que, na China, é o maior consumidor final de energia, diferentemente do verificado nas demais economias industrializadas³⁴, e (iii) a baixa e geograficamente desigual eficiência energética chinesa (RITCHIE; ROSER; ROSADO, 2020b).

³⁴ Wei et. al (2011) calcula que, em 2005, o setor industrial correspondia por 69% da demanda final de energia na China, enquanto, nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, sigla em inglês), o mesmo dado era de apenas 22%.

Gráfico 6 – Emissões de CO₂ por unidade de PIB, expressas em kg/US\$ PPP (2021)

Fonte: Elaboração própria, com dados de BP (2022) e WB (2021).

Vistos de forma conjunta, as estatísticas até o momento apresentadas demonstram que, nos últimos cinquenta anos, a RPC passou a representar parcela crescente das emissões globais de carbono. A despeito de sua participação limitada nas emissões históricas e de sua população elevada, que resulta em uma razão emissões *per capita* comparável a de outras nações industrializadas, a RPC é peça chave no combate às mudanças climáticas. A mera continuidade do ritmo atual de emissões chinês (10-11 Gt de CO₂/ano) consumiria 1/3 do orçamento de carbono remanescente para a limitação do aquecimento global em até 2°C (SANDALOW et al., 2022). A convergência da economia chinesa para os níveis de renda *per capita* observados em países desenvolvidos implicaria uma verdadeira catástrofe climática se realizada sem alteração substancial da estrutura econômica e energética nacional. Posto diferentemente, o Acordo de Paris apenas é viável caso as emissões da RPC comecem a cair de forma acelerada em um futuro próximo. A próxima seção proverá uma introdução à evolução e ao estado corrente das políticas climáticas chinesas, que objetivam auxiliar na superação deste desafio.

2.2 A estratégia climática chinesa

A temática do aquecimento global foi introduzida na China a partir das discussões multilaterais, com a formação de um pequeno grupo subordinado ao Conselho de Estado para a discussão de políticas ambientais em 1971, como preparação para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (UNCHE)³⁵, realizada em Estocolmo no ano seguinte. Assim sendo, uma análise da evolução da estratégia climática da RPC deve começar no campo da política internacional, já que o assunto foi inicialmente percebido e tratado pelo governo

³⁵ Do inglês *United Nations Conference on the Human Environment* (UNCHE).

chinês como se fosse preponderantemente pertencente a essa arena (STENSDAL, 2014). Na UNCHE, a China propôs conceitos que viriam a caracterizar sua atuação diplomática e doméstica no campo ambiental pelo restante do século XX. Recém-saída da convulsão social provocada pelo malfadado Grande Salto Adiante de 1958 e pela desastrosa Revolução Cultural de 1966, a RPC posicionou-se em linha com os demais países em desenvolvimento, através da defesa veemente da soberania nacional sobre quaisquer recursos naturais e do direito ao crescimento econômico. Para a China, a degradação ambiental era um problema exclusivo dos países capitalistas, que alcançaram padrões de consumo elevados por meio de políticas exploratórias e coloniais; segue-se, portanto, que, nos países em desenvolvimento, considerações climáticas não deveriam competir com a promoção do crescimento, à qual a melhoria do meio-ambiente estaria, em última instância, atrelada (KOPRA, 2018, cap. 5).

Domesticamente, na década de 1980, as consequências do efeito estufa ainda não figuravam oficialmente na agenda governamental chinesa. As medidas internas, como resultado de escassa conscientização pública acerca do assunto e da ênfase indisputável no crescimento econômico, após a adoção das políticas de abertura e reforma, não buscavam a adaptação ou a mitigação do aquecimento global. Os planos quinquenais (FYP)³⁶, que são instrumentos para a coordenação do desenvolvimento socioeconômico, clamavam por melhorias no sistema de previsão climática e de resposta a desastres naturais, refletindo uma compreensão limitada do aquecimento global (PAN, 2018). Todavia, a progressão do debate internacional, com a Rio 92 e COP3, onde se propôs o Protocolo de Kyoto, foi catalisadora do aprofundamento gradual da estratégia climática chinesa, com o estabelecimento do Grupo Nacional de Coordenação de Mudanças Climáticas (NCCCCG)³⁷ em 1990, inicialmente subordinado à Administração Meteorológica da China (CMA)³⁸ e, posteriormente, realocado para a Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma (NDRC)³⁹ em 1998 (STENSDAL, 2014).

Sob a tutela governamental, grupos de pesquisadores chineses investigaram o aquecimento global, reduzindo as incertezas acerca da existência e da gravidade do fenômeno. O acúmulo de evidências científicas sobre o tema levaria, entre 1998 e 2006, ao reconhecimento das mudanças climáticas como uma preocupação nacional, com implicações cruciais para o campo do desenvolvimento (STENSDAL, 2014). Em 2003, Hu Jintao, o então presidente chinês, introduziu a visão científica sobre o desenvolvimento, que propunha a orientação dos

³⁶ Do inglês *Five-Year Plan* (FYP).

³⁷ Do inglês *National Climate Change Coordination Group* (NCCCCG).

³⁸ Do inglês *China Meteorological Administration* (CMA).

³⁹ Do inglês *National Development and Reform Commission* (NDRC).

esforços nacionais com base nas visões de acadêmicos e especialistas. A despeito da importância das falas da liderança chinesa e de sua capacidade de orientar a atuação estatal, cabe a ressalva de que o crescimento econômico ainda era indiscutivelmente a meta primária da RPC (SANDALOW et al., 2022). Devido ao nível inicialmente precário e atualmente moderado de desenvolvimento material da sociedade chinesa, prevaleceu, ao longo das décadas, o consenso de que o crescimento econômico é um imperativo para a melhoria da qualidade de vida da população doméstica.⁴⁰ De fato, a transformação estrutural da economia, ao lado de estratégias múltiplas de combate à miséria, foi fundamental para a redução alcançada de aproximadamente 800 milhões no número de pessoas vivendo em condições de extrema pobreza, isto é, com renda diária inferior a US\$ 1,90, desde 1978 (WB, 2022c). Retornando à estratégia ambiental chinesa, a própria alocação das responsabilidades climáticas para a Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma é sugestiva da precedência do crescimento econômico sobre as demais metas. A NDRC, como ministério mais poderoso da RPC, coordena e implementa as estratégias de desenvolvimento econômico de longo prazo. Teoricamente, a inclusão do aquecimento global no rol de atribuições da NDRC ocorreu devido à superior capacidade do órgão de integrar considerações climáticas no amplo planejamento chinês. Efetivamente, no entanto, a pauta foi subordinada à perseguição do crescimento e o ministério sofreu com descoordenação e conflitos entre seus diferentes departamentos, Administração Nacional de Energia (NEA)⁴¹, Departamento de Preservação de Recursos e Proteção Ambiental (DRCEP)⁴² e Departamento de Mudanças Climáticas (DCC)⁴³ (LIN, 2019, cap. 3).

O 10º FYP, referente a 2001 a 2005, foi o primeiro a mencionar explicitamente as mudanças climáticas, que começaram também a aparecer em documentos especializados da área meteorológica. Metas para vinte indicadores ambientais, incluindo emissões de dióxido de enxofre (SO₂), padrões para qualidade do ar e métricas de saneamento e tratamento de resíduos, foram estabelecidas. No entanto, o desempenho nacional foi insatisfatório, com o não cumprimento de quase 50% dos objetivos ambientais. A título de exemplo, as emissões de SO₂ cresceram 27,8% no período, resultado muito distante da meta de redução de 10% (XU, 2020). O Banco de Desenvolvimento Asiático (ADB)⁴⁴ identificou seis fatores por trás do fracasso do 10º FYP: (i) o não comprometimento dos governos provinciais com o meio ambiente; (ii) o

⁴⁰ Em 1978, a China era um dos países mais pobres do planeta, com PIB *per capita* de apenas US\$156,40. Atualmente, a RPC é um país de renda média-alta, com PIB *per capita* de US\$12.720,20 (WB, 2022c).

⁴¹ Do inglês *National Energy Administration* (NEA).

⁴² Do inglês *Department of Resource Conservation and Environmental Protection* (DRCEP).

⁴³ Do inglês *Department of Climate Change* (DCC).

⁴⁴ Do inglês *Asian Development Bank* (ADB).

superaquecimento da economia; (iii) a baixa eficiência na utilização de recursos; (iv) regulação e supervisão legal insuficientes; (v) a descoordenação entre setores econômicos; e (vi) o financiamento inadequado da infraestrutura ambiental (CROOKS; ZHANG, 2011).

A experiência malsucedida do 10º FYP levaria ao aperfeiçoamento da estratégia no ciclo seguinte. No 11º FYP, referente a 2006 a 2010, do lado ambiental, a China alcançaria 11 de suas 13 metas, enquanto, do lado climático, o país cumpriria com a redução da intensidade energética, isto é, da razão entre energia consumida e valor adicionado, em 20% em relação aos níveis de 2005 (CROOKS; ZHANG, 2011; STENSDAL, 2014; YANJIA; CHANDLER, 2011). Para explicar o êxito chinês em alcançar objetivos ambiciosos e complexos em períodos relativamente curtos, Xu (2020) destaca as seguintes características *sui generis* do modelo de governança da RPC: (i) a sinalização pela alta cúpula da RPC de metas prioritárias; (ii) a subdivisão e a distribuição destes objetivos para entes subnacionais, com a existência de mecanismos para recompensar e punir as autoridades regionais em casos de sucesso e fracasso, respectivamente; e (iii) a experimentação com diversas políticas públicas, com governos provinciais dotados de suficiente autonomia e capacidade administrativa para conduzir iniciativas mais bem adequadas às suas realidades. Especificamente para o campo climático, Xu (2020) nota os esforços da RPC para assegurar a observância da legislação através da (i) redução dos custos de conformidade, com múltiplos incentivos ao desenvolvimento de tecnologias verdes; (ii) penalidades elevadas e diversas em caso de descumprimento, como remoção do cargo, multas e interrupção de processos administrativos necessários para a aprovação de projetos industriais, construção civil e linhas de crédito; e (iii) alta probabilidade de identificação de violações, com o estabelecimento de um robusto sistema de monitoramento.

Durante a vigência do 11º FYP, a Administração Estatal de Proteção Ambiental (SEPA)⁴⁵ foi reorganizada, tornando-se o Ministério da Proteção Ambiental (MEP)⁴⁶. Esta reforma administrativa, além de simbólica, foi importante para a elevação da pauta ambiental, pois dotou o ministério e suas contrapartes de maior capacidade de elaboração e implementação de políticas. Ademais, em razão do novo status legal, o diretor do MEP passou a ser membro constitucional do Conselho de Estado da RPC; passo indubitavelmente fundamental para a incorporação de preocupações ambientais no núcleo decisório do governo chinês. Quiçá se possa interpretar o fortalecimento do MEP como prenúncio da reforma de 2018, realizada durante o 13º FYP (2016-2020), que concentraria diversas autoridades ambientais,

⁴⁵ Do inglês *State Environmental Protection Agency* (SEPA).

⁴⁶ Do inglês *Ministry of Environmental Protection* (MEP).

notavelmente, o DCC, sob o uma nova reformulação do MEP, renomeado Ministério da Ecologia e Meio Ambiente (MEE)⁴⁷ (XU, 2020).

Não obstante o progresso da RPC, a atuação chinesa no campo climático ainda intrigava a comunidade internacional (CONRAD, 2012; LYNAS, 2009; ONG, 2012). A mesma nação que traçava estratégias complexas e ambiciosas de mitigação do aquecimento global, expressas, para além dos FYPs, na Lei de Energia Renovável de 2005 e no Plano Nacional de Mudanças Climáticas de 2007, foi um entrave nas negociações da COP15 realizada em Copenhague. Há décadas, as lideranças chinesas esposavam o princípio de responsabilidades compartilhadas, porém diferenciadas (CBDR)⁴⁸; é dizer, conquanto os chineses reconhecessem a natureza universal do aquecimento global, o país defendia que as nações já desenvolvidas seriam as principais responsáveis pela gravidade do fenômeno e, conseqüentemente, deveriam realizar o grosso do esforço de mitigação climática. Acontece que, em 2009, a identificação da RPC como país em desenvolvimento era amplamente questionada pelo Ocidente, apontando para a colocação chinesa como a segunda maior economia e a maior emissora de GHG do planeta.

O Acordo de Copenhague foi considerado insatisfatório pela comunidade internacional, que culpou a intransigência chinesa particularmente nas fases finais de negociação pelo fracasso (LI; SHAPIRO, 2020; LYNAS, 2009). Por sua vez, as autoridades da RPC também ficaram frustradas pelo resultado. O anúncio chinês de reduções na ordem de 40 a 45% nas emissões de CO₂ por unidade do PIB até 2020, tomando como referência os níveis de 2005, foi insuficiente para pressionar os países desenvolvidos a adotar metas mais ambiciosas. A veemente recusa da RPC de qualquer provisão que a submetesse internacionalmente a limites absolutos de suas emissões, ou seja, sem a consideração do seu crescimento econômico, danificou sua reputação global, incluindo frente ao mundo emergente. Na avaliação de Conrad (2012), a delegação chinesa, que contava com a ilustre presença do primeiro-ministro Wen Jibao, foi à Dinamarca perseguindo uma causa perdida: seria impossível convencer o mundo desenvolvido a aumentar seus esforços de mitigação domésticos e internacionais, via, por exemplo, assistências monetárias e transferência de tecnologia, sem um compromisso equivalente do lado chinês. No mais, seria inevitável o crescente desacordo entre pequenas nações em desenvolvimento, especialmente os países insulares, que são altamente vulneráveis às mudanças climáticas, e a China, cuja industrialização intensiva em carbono ameaçava-lhes a própria existência.

⁴⁷ Do inglês *Ministry of Ecology and Environment* (MEE).

⁴⁸ Do inglês *common but differentiated responsibilities* (CBDR).

Ao longo da década seguinte, a RPC esforçou-se para restabelecer sua reputação; mas esse foi apenas um dos múltiplos catalisadores da pauta climática. Kopra (2018) analisa a ascensão geopolítica chinesa, enfatizando como, em razão de discordâncias intransponíveis quanto à noção ocidental de direitos humanos, o país buscou posicionar o enfrentamento às mudanças climáticas como base de sua responsabilidade como grande potência com o restante do planeta. A inicialmente vacilante, porém, crescente disposição da RPC de realizar esforços para a mitigação do aquecimento global não resultou das críticas por vezes severas do Ocidente, mas principalmente das avaliações dos governantes e da própria evolução da identidade e das crenças chinesas. A autora defende que o Partido Comunista Chinês (CCP)⁴⁹ identifica a estabilidade social e o crescimento econômico como fontes da legitimidade de seu regime e, por conseguinte, reage energicamente a quaisquer fatores que possam ameaçá-los.

A industrialização, fundamental para o desenvolvimento nacional, trouxe gravíssimas consequências ambientais, que provocam insatisfação na crescente, educada e relativamente vocal classe média. Não se deve subestimar a seriedade da questão e tampouco o potencial destabilizador desse descontentamento. Em 2007, o WB e a SEPA estimaram o custo combinado da poluição da água e do ar em aproximadamente 5,8% do PIB chinês. Em 2015, após anos de campanhas e progresso significativo no combate à poluição do ar, um documentário chinês intitulado “Sob a Redoma”, que discute a situação ambiental nas grandes cidades, alcançou 150 milhões de visualizações em apenas três dias antes de ser censurado e removido das redes pelo CCP. O diretor do filme iniciou sua gravação após sua filha ser diagnosticada com um tumor, provavelmente em razão da poluição do ar, ainda no útero materno. Em vista disso, Kopra (2018) pontua que a mitigação do aquecimento global e, mais amplamente, da degradação ambiental são necessidades urgentes e existenciais para o regime.

Desde o princípio, as autoridades globais e chinesas reconheceram a importância do país para as negociações climáticas. A comunidade internacional é receptiva ao maior envolvimento da RPC na pauta, diferentemente do que ocorre com assuntos militares ou econômicos, abrindo caminho para que a China se posicionasse como líder do mundo em desenvolvimento ao defender que os países desenvolvidos realizassem os maiores esforços para enfrentamento do aquecimento global e, ademais, financiassem e transferissem tecnologia para viabilizar a estratégia de mitigação do Sul Global. Pese que esse posicionamento se tenha esgotado, vide COP15, ele foi, por muito tempo, fonte de prestígio para o CCP, que mobilizou

⁴⁹ Do inglês *Chinese Communist Party* (CCP).

manchetes favoráveis para reafirmar a autoridade e legitimidade do regime perante a população chinesa. Doutra perspectiva, a identidade dual chinesa, simultaneamente de grande potência e país em desenvolvimento, tem complexas implicações para a condução da política climática: se, por um lado, alguns cidadãos defendem maior proatividade nacional no combate ao aquecimento global, outros argumentam que essas demandas são injustificáveis antes que a RPC alcance um nível de riqueza comparável ao norte-americano, europeu ou japonês (KOPRA, 2018, cap. 6).

De toda forma, a ascensão de Xi Jinping à presidência chinesa em 2012 foi um ponto de inflexão para a política climática do país. A alta liderança do CCP resgatou e elevou o conceito de civilização ecológica ao nível de princípio estratégico, a ser integrado aos planos econômicos, políticos, culturais e sociais da RPC. Apesar do intenso debate acadêmico sobre a definição precisa do termo, documentos oficiais esclareceram que a promoção da civilização ecológica implica “a melhoria da qualidade e da eficiência do desenvolvimento, fomentando uma sociedade relativamente abastada, rejuvenescendo o sonho chinês, respondendo ativamente às mudanças climáticas e garantindo a segurança ambiental do planeta.” (KOPRA, 2018, p. 63). Os efeitos dessa mudança na ideologia do partido foram sentidos na elevação da ambição chinesa doméstica e internacionalmente. O 13º FYP (2016-2020) e o 14º FYP (2021-2025) objetivam a reorientação da economia rumo à descarbonização, com capítulos exclusivos destinados às mudanças climáticas e à promoção de indústrias verdes, seguindo prática instituída já no âmbito do 12º FYP (2011-2015) (PAN, 2018). Enquanto observadores externos analisam com cautela as reformas institucionais e governamentais que se seguiram à proposição da civilização ecológica, acadêmicos chineses são categóricos ao afirmar que a RPC realizará uma contribuição única para o desenvolvimento global e que a experiência chinesa servirá de inspiração ao planeta em sua jornada rumo à prosperidade e ao desenvolvimento sustentável (KITAGAWA, 2017; LV, 2021; XIE, 2021).

Em 2014, líderes norte-americanos e chineses anunciaram conjuntamente novas metas para a mitigação do aquecimento global numa tentativa exitosa de angariar apoio internacional para a COP21. A RPC comprometeu-se a alcançar o pico de suas emissões de carbono por volta de 2030 e a elevar a participação de fontes não fósseis em sua matriz energética primária para 20% no mesmo período (OFFICE OF THE PRESS SECRETARY, 2014). A saída unilateral dos Estados Unidos do Acordo Paris ofereceu uma chance histórica para que a RPC assumisse maior protagonismo nas discussões climáticas. Esta janela de oportunidade não passou despercebida pelas autoridades chinesas, que, desde então, ampliaram as metas de 2030 para

incluir (i) a redução das emissões de CO₂ por unidade do PIB em 65%, tomando como referência os níveis de 2005, e (ii) a elevação da capacidade instalada de energia solar e eólica para 1200 gigawatts (GW)⁵⁰. O anúncio mais relevante, no entanto, foi a intenção de alcançar a neutralidade em carbono até 2060, implicando uma transformação dramática da infraestrutura energética chinesa, que começa a ser esboçada nas políticas 1+N do governo chinês⁵¹ (SANDALOW et al., 2022, cap. 4).

Por trás dessas iniciativas está o reconhecimento de que a descarbonização da economia pode servir como alavanca do desenvolvimento econômico. Stern et al. (2023) compilam argumentos em defesa do crescimento verde. A perseguição da sustentabilidade resulta no deslocamento da fronteira de possibilidades de produção via inovações tecnológicas, permitindo maior produção de bens e serviços com menor uso de insumos, efeito que também pode ser alcançado por meio de economias de escala. Investimentos em crescimento sustentável promovem a transformação estrutural da indústria rumo a segmentos mais intensivos em tecnologia e conhecimento. A transição energética cria milhões de empregos e pode aliviar a dependência chinesa de exportadores de combustíveis fósseis, contribuindo para a segurança nacional. A descarbonização reduz externalidades negativas de cunho ambiental; notavelmente a poluição do ar, cujos custos são gigantescos para a RPC.

Estes benefícios não são exclusivamente teóricos. Efetivamente, a combinação de subsídios, isenções fiscais, requerimentos regulatórios, contratos públicos e investimentos massivos em pesquisa e desenvolvimento, concebida no seio dos FYPs, alçou a China à liderança em diversas indústrias. Em relação à energia solar, o país lidera a implementação de nova capacidade desde 2015 e produz cerca de 75% dos módulos fotovoltaicos (FRAUNHOFER ISE, 2023; IRENA, 2022). Por sua vez, no segmento da energia eólica, a RPC lidera a implementação desde 2011 e conta com mais de um terço da capacidade instalada global (IRENA, 2022). Quanto à indústria automobilística, aproximadamente metade dos carros elétricos e 95% dos ônibus e caminhões elétricos do planeta estão na China (IEA, 2022, p. 16). Em outras palavras, a estratégia climática chinesa está alinhada com a política industrial do país, que prioriza o fomento de setores com alto potencial de crescimento e com capacidade única de moldar a economia global nas próximas décadas (SANDALOW et al., 2022).

⁵⁰ Sandalow et al. (2022, cap. 4), utilizando dados da NDRC, acompanha o progresso na consecução dessas metas. Em 2020, as emissões por unidade do PIB foram 28% inferiores às de 2015. Em 2021, a capacidade total instalada de energia solar e eólica era de 635 GW.

⁵¹ Acrônimo para fazer referência às metas de neutralidade (“1”) e aos planos específicos para alcançar o pico das emissões de carbono (“N”).

Não obstante estes progressos, convém observar a evolução da política ambiental chinesa com cautela. O projeto de pesquisa Acompanhando as Ações Climáticas (CAT)⁵² (2022) avalia a estratégia climática da RPC como altamente insuficiente. Os especialistas reconhecem que as medidas domésticas chinesas são condizentes com o cumprimento das NDCs anunciadas pelo país. Todavia, apontam que caso a abordagem da RPC fosse seguida pelas demais nações, o aquecimento global ultrapassaria o limiar superior de 2°C determinado pelo Acordo de Paris. A perseguição da neutralidade em carbono também é questionada com base na brevidade dos planos de longo prazo. O detalhamento insuficiente destes documentos deixa pontos relevantes em aberto – por exemplo, qual será a trajetória de emissões chinesas dos outros GHG – colocando em xeque a viabilidade do objetivo. A partir de outro prisma, Li et al. (2020) também criticam a estratégia climática chinesa. Os autores indicam que a RPC mobiliza o aquecimento global para justificar ações que visam à centralização do poder e maior autoritarismo do Estado, com campanhas de conscientização e alteração de comportamentos que invadem a privacidade e ameaçam o livre arbítrio dos indivíduos. Exemplo paradigmático é a política de sedentarização dos povos nômades que levou à destruição cultural sem resultar em qualquer benefício ambiental, uma vez que as supostas evidências de efeitos prejudiciais do pastoreio tradicional sobre o meio-ambiente não são indisputavelmente aceitas pela academia.

Resumidamente, nos últimos cinquenta anos, observou-se uma tendência clara de fortalecimento da estratégia climática chinesa. O posicionamento inicial, que restringia o aquecimento global e suas consequências aos países desenvolvidos, foi gradualmente superado por um abrangente plano de enfrentamento e mitigação das mudanças climáticas, expresso em metas e políticas voltadas à descarbonização do país. Ao longo deste percurso, a RPC fortaleceu suas instituições que, a partir da coordenação interministerial e intersetorial, puseram em marcha mudanças estruturais na matriz energética e no complexo industrial. A maior importância atribuída à causa ambiental resulta de múltiplos fatores, incluindo a insatisfação pública com a degradação da natureza, as orientações das alta-lideranças comunistas, a busca por maior protagonismo geopolítico e o reconhecimento das oportunidades da transição verde. As melhorias na governança doméstica das mudanças climáticas, sem embargo, não escusam a RPC de críticas em razão da insuficiência de suas ambições e dos seus métodos.

⁵² Do inglês *Climate Action Tracker* (CAT).

2.3 O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo na China

O Protocolo de Kyoto, adotado em 1997 e válido a partir de 2005, foi o primeiro grande tratado a operacionalizar a UNFCCC, comprometendo os países industrializados e as economias em transição⁵³ a limitar e reduzir suas emissões de GHG de acordo com metas individuais acordadas. Baseando-se no princípio de CBDR, o Anexo B do Protocolo identificou inicialmente 37 países submetidos a metas de caráter compulsório, que, no primeiro período de observância (2008-2012), demandavam reduções de em média 5% nas emissões de GHG em relação aos níveis de 1990 e, no segundo período de observância (2013-2020), reduções de no mínimo 18% com relação à mesma base. O acordo incluía instrumentos de flexibilidade que, fundamentando-se nos mercados de licenças de emissão, visavam permitir aos países do Anexo B maximizar o efeito de mitigação ao menor custo possível. Dentre eles, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo previa que projetos de desenvolvimento pouco intensivos em GHG realizados em nações não pertencentes ao Anexo B, ou seja, majoritariamente países em desenvolvimento, pudessem emitir Reduções Certificadas de Emissão (CERs)⁵⁴ comercializáveis (1 CER = 1 tonelada de CO₂e), que seriam válidas para o cumprimento das referidas metas de enfrentamento das mudanças climáticas (UNFCCC, 2023a, 2023b).

O Protocolo de Kyoto requeria que as CERs resultassem de reduções de emissões reais, mesuráveis e adicionais. A adicionalidade era um critério contrafactual que exigia que o projeto em questão não fosse viável economicamente e, portanto, não ocorresse sem o fluxo de receita resultante da venda das CERs. Para assegurar estas características, o CDM envolvia um complexo processo de aprovação dos projetos. O autor do projeto, seja o seu patrocinador, investidor ou uma consultoria, deveria (i) produzir um relatório descrevendo minuciosamente as suas características e (ii) obter uma letra de aprovação da Autoridade Nacional do país anfitrião (DNA)⁵⁵ aprovando sua realização. Em seguida, um terceiro (DOE)⁵⁶ verificaria a integridade das documentações do projeto, antes de sua submissão ao Conselho Executivo (EB)⁵⁷ do mecanismo. Caso o projeto fosse aprovado, um segundo DOE ficaria encarregado de monitorar seu funcionamento, reportando diretamente ao EB, que emitiria as CERs e as transferiria às contas dos participantes para a sua comercialização (LECOCQ; AMBROSI, 2007). Ademais, o EB era responsável por elaborar e aprovar dezenas de metodologias para

⁵³ Isto é, os países europeus que anteriormente pertenciam ao Bloco Soviético e, quando da ratificação do Protocolo, estavam transformando suas economias planejadas em economias de mercado.

⁵⁴ Do inglês *Certified Emission Reduction* (CERs).

⁵⁵ Do inglês *Designated National Authority* (DNA).

⁵⁶ Do inglês *Designated Operational Entity* (DOE).

⁵⁷ Do inglês *Executive Board* (EB).

verificar as emissões dos projetos, cuja natureza era bastante diversa. Dentre as principais categorias pode-se citar: (i) economia de energia e melhoria da eficiência energética; (ii) recuperação e utilização de metano; (iii) geração de energia a partir da queima de resíduos; (iv) energia renovável; (v) decomposição de N₂O; (vi) florestamento e reflorestamento; (vii) substituição de combustíveis; e (viii) destruição de poluentes químicos (HFC-23), entre outros.

Em seu relatório, a UNFCCC (2018) considerou o CDM um sucesso. Entre 2001 e 2018, o mecanismo registrou 7.803 projetos em mais de 140 nações, incluindo 36 dos 48 países menos desenvolvidos, totalizando uma redução de quase dois bilhões de toneladas de CO₂e por meio investimentos superiores a 300 bilhões de dólares em projetos climáticos e de desenvolvimento sustentável. Anualmente, os projetos de energia renovável do CDM fornecem 100.000 GWh de energia renovável, o suficiente para suprir as demandas energéticas do Equador, Marrocos, Myanmar e Peru juntos. Como resultado do CDM, 152 milhões de árvores foram plantadas e 840 mil pessoas ganharam acesso à água potável. Conquanto o futuro do mecanismo seja incerto, devido à transição para o Acordo de Paris, cujas negociações sobre o Artigo 6, regulando mercados de licenças de emissão, ainda não foram finalizadas, as conquistas do CDM foram robustas no que tange à promoção do desenvolvimento sustentável, a mitigação do aquecimento global e o desenvolvimento de metodologias para verificação de emissões.

Feita esta breve introdução, cabe qualificar a participação da RPC no CDM. Este foi o único programa internacional de cooperação no combate às mudanças climáticas no qual a China participou ativamente durante o 11º e 12º FYPs. Ainda assim, o envolvimento chinês foi gradual, marcado por reservas das autoridades domésticas com relação ao programa. A RPC ratificou o Protocolo de Kyoto em 2002 e promulgou as “Medidas Provisórias para a Operação e o Gerenciamento do CDM na China” em 2004, mas registrou um número restrito de projetos nos anos iniciais em contraste com outros grandes países emergentes, como Índia e Brasil. Para além da natureza complexa e incerta do CDM, outros fatores explicam o déficit de implementação chinesa em relação aos seus pares. Neste momento, a China estava beneficiando-se de volumosos fluxos de investimento direto estrangeiro (IDE) e, conseqüentemente, questionava a utilidade de sua adesão proativa ao CDM para a atração de maiores inversões. Além disso, o desenvolvimento sustentável ainda não era prioridade dentre as metas do governo, que temia o esgotamento das oportunidades de menor custo de enfrentamento do aquecimento global, tornando a mitigação futura mais custosa (LIN, 2019, cap. 4; SHIN, 2010).

No entanto, essa hesitação foi prontamente superada frente à forte demanda por licenças de emissões no ETS da União Europeia, levando os seus preços a €30/ton. CO₂e. Como as CERs poderiam ser utilizadas no sistema europeu e, dado o seu menor custo de obtenção, construiu-se forte interesse financeiro ao redor do CDM. Investidores identificaram a RPC como localização estratégica para a implementação de projetos, vide a escala gigantesca de sua economia, o seu volume elevado de emissões de GHG e a ampla disponibilidade de oportunidades de mitigação de baixo custo. Como a China ainda não havia adotado tecnologias para a destruição de poluentes químicos, cujo potencial de agravamento do efeito estufa é elevadíssimo, investidores propuseram diversos projetos na área, beneficiando-se do fator de conversão adotado pelo EB (1 ton. de HFC-23 = 11.700 ton. CO₂e), que resultava em CERs extremamente competitivos. Já em 2004, o Banco Mundial estimou que 48% do mercado do CDM seria eventualmente capturado pela RPC. Atentas à oportunidade que se desenhava, as autoridades chinesas estabeleceram e reforçaram os mecanismos institucionais para atrair, regular e direcionar fluxos financeiros advindos do CDM (TENG; ZHANG, 2010).

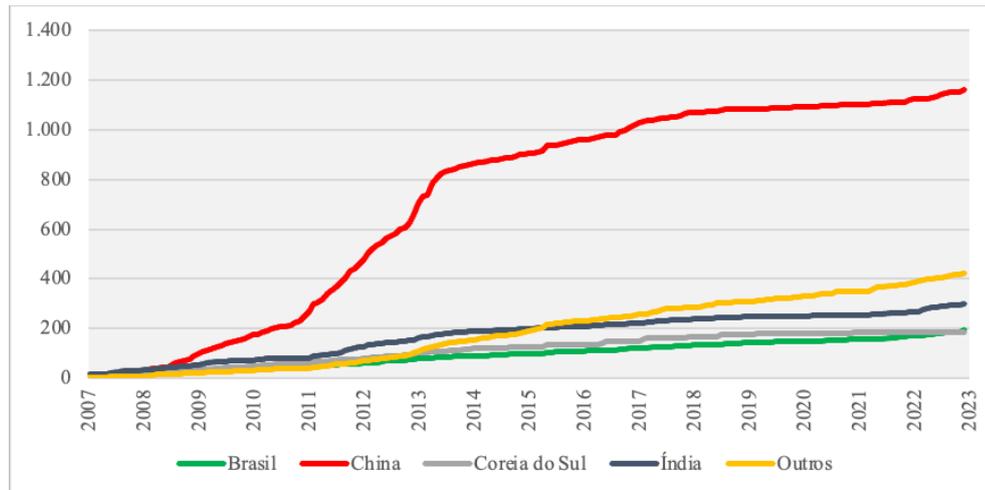
Em agosto de 2005, a RPC promulgou as “Medidas para a Operação e o Gerenciamento do CDM na China”. Diferentemente da versão preliminar do documento, a regulação previa áreas prioritárias para projetos do CDM, a saber, economia de energia e melhoria da eficiência energética, energia renovável e recuperação e utilização de metano. Para assegurar o favorecimento destas categorias, o governo estabeleceu um imposto sobre a venda de CERs diferenciado de acordo com a natureza das reduções: 65% para poluentes químicos, 30% para N₂O e 2% para florestamento e áreas prioritárias. Por meio deste mecanismo, as autoridades buscavam realinhar os incentivos em favor do desenvolvimento nacional, uma vez que, na ausência do tributo, os projetos de HFC-23 seriam altamente rentáveis, apesar da limitada contribuição para a saúde pública, haja vista a baixa toxicidade do gás. Por outro lado, a RPC enfrentava obstáculos consideráveis na descarbonização de sua matriz energética em função do crescimento de suas indústrias e da competitividade elevada do carvão mineral. As receitas deste imposto foram direcionadas ao Fundo de CDM da China (CDMF)⁵⁸ para investir em atividade relacionadas ao combate às mudanças climáticas, como pesquisas, treinamentos, capacitações e investimentos em sustentabilidade. O comitê interministerial NCCCG foi encarregado de supervisionar a implementação do CDM, com a NDRC atuando como a DNA do país. Extraordinariamente, no processo de revisão e avaliação dos relatórios dos projetos, a NDRC sugeria um benchmark para os preços dos créditos, sob a justificativa de que o caráter

⁵⁸ Do inglês, *China Clean Development Mechanism Fund* (CDMF).

bilateral e imperfeito do mercado de CERs dificultava a precificação adequada das CERs para o detrimento do país anfitrião (TENG; ZHANG, 2010, p. 4329).

As regulações chinesas também determinavam que o financiamento de projetos do CDM fosse adicional às transferências de desenvolvimento e demais assistências humanitárias ou compromissos assumidos por países desenvolvidos. Outrossim, buscando defender o interesse nacional, as medidas identificavam as CERs como um recurso de propriedade pública, cuja exploração deveria restringir-se aos cidadãos chineses, com a implicação de que entidades estrangeiras não poderiam participar com mais de 49% do capital dos projetos do CDM. A RPC justificou tal decisão argumentando que o mecanismo de desenvolvimento limpo buscava promover a cooperação entre países em desenvolvimento e nações industriais no combate às mudanças climáticas, portanto, seria ilógico que se permitissem operações envolvendo agentes de países desenvolvidos nas duas pontas, emissor e comprador. O governo chinês também desejava impedir que as empresas estrangeiras se beneficiassem das vendas de CERs oriundos de projetos que deveriam ocorrer independentemente do CDM para o cumprimento da legislação ambiental vigente. As referidas políticas de identificação de áreas prioritárias, coleta de tributos diferenciados e restrições ao IDE não encontraram paralelos em outras nações, levando Shin (2010) a pontuar que a experiência chinesa com o CDM foi, em grande medida, moldada pela governança doméstica do mecanismo.

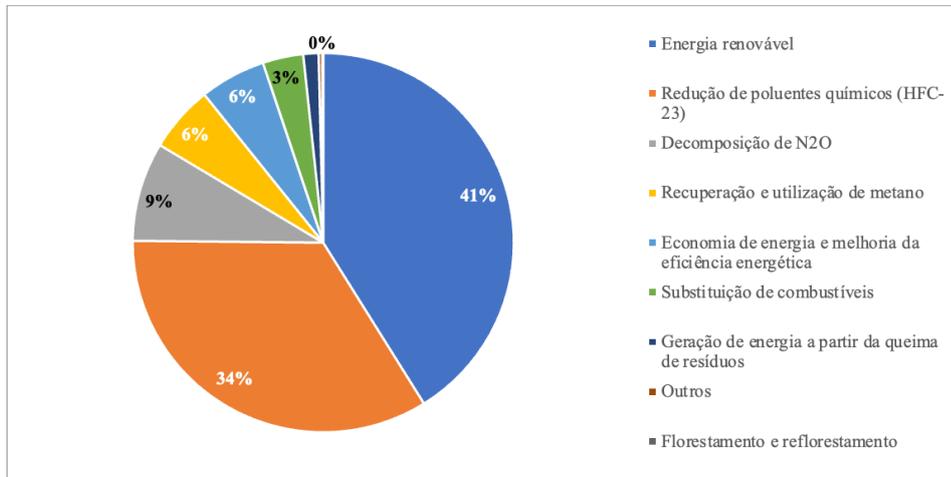
Beneficiando-se de sólidas vantagens comparativas e uma estrutura regulatória desenvolvida, a RPC assumiu a liderança como maior emissora cumulativa de CERs ainda em 2008, quando ultrapassou a Índia. A passagem dos anos tornou a vantagem chinesa incontestável, com crescimento vertiginoso das emissões até 2012, quando alterações regulatórias no ETS europeu restringiram a elegibilidade de CERs para a utilização no sistema (KERIMRAY; DESGAIN, 2023). A Comissão Europeia determinou que créditos resultantes de projetos registrados após 2012 somente seriam aceitos caso o país anfitrião figurasse entre as nações menos desenvolvidas e, ademais, as CERs não resultassem de energia nuclear, reflorestamento ou destruição de poluentes químicos (EUROPEAN COMMISSION, 2022). Os efeitos sucessivos da nova política climática europeia e da saída do Japão do Protocolo de Kyoto levaram ao colapso do mercado de CERs, cujos créditos passaram a ser negociados a €0,5/ton. CO₂e. O fracasso da Conferência de Copenhague em estabelecer um novo regime de combate ao aquecimento global, a redução do crescimento econômico mundial pós-2008 e as incertezas quanto ao futuro do CDM dentro do Acordo de Paris limitaram a recuperação das CERs ao longo da última década (KAINOU, 2022).

Gráfico 7 – Emissões cumulativas de CERs em milhões (1 CER = 1 ton./CO₂e)

Fonte: Elaboração própria, com dados de Kerimray e Desgain (2023).

Lin (2019, cap. 4) argumenta que o CDM contribuiu positivamente para o desenvolvimento sustentável chinês. Primeiramente, o mecanismo promoveu o aprendizado das empresas sobre a operação de CPIs e a conscientização do público acerca do aquecimento global. Entrevistas conduzidas pelo autor apontam que grandes indústrias adotaram, em função do CDM, metodologias avançadas para a auditoria e contabilidade das emissões de GHG. Em 2012, uma pesquisa do Centro Chinês para Comunicação sobre Mudanças Climáticas apontou que 93% dos respondentes conheciam o fenômeno e 97% concordavam ao menos parcialmente que “o governo deveria prestar muita atenção à questão das mudanças climáticas”. Em segundo lugar, o mecanismo foi fundamental para acelerar a transformação da matriz energética chinesa. O GRÁFICO 8 sugere que as regulações nacionais foram moderadamente exitosas em redirecionar o fluxo de investimentos do CDM para projetos nas áreas prioritárias. As receitas das vendas das CERs, ao lado de empréstimos oficiais, benefícios fiscais e contratos de longo-prazo, asseguraram a competitividade e o crescimento das energias eólica e solar no mercado chinês (WANG; CHEN, 2010). Teng e Zhang (2010) apontam que aproximadamente 90% dos parques eólicos instalados em 2008 aplicaram para o mecanismo; para o mesmo ano, Lewis (2010) calcula que 72% das centrais não teriam sido construídas sem a existência do CDM.

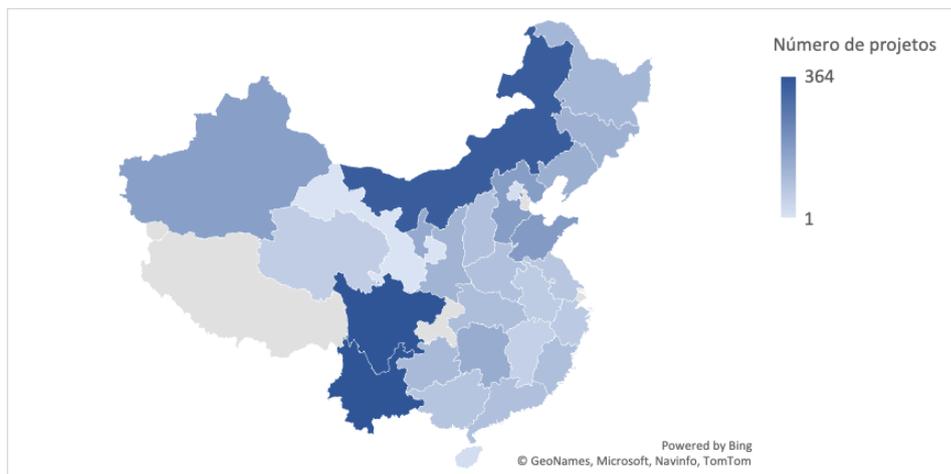
Gráfico 8 – China: emissões cumulativas de CERs por tipo de projeto



Fonte: Elaboração própria, com dados de Kerimray e Desgain (2023).

Shi, Wu e Kang (2021), utilizando dados provinciais em painel, encontram que os projetos do CDM reduziram a taxa de crescimento das emissões de CO₂ e a intensidade em carbono das economias regionais. A análise sugere que os projetos nas áreas prioritárias foram os mais benéficos, visto que atuavam diretamente sobre a transformação da matriz energética chinesa. Bayer, Urpelainen e Wallace (2013) notam a concentração de projetos do CDM nas províncias menos avançadas economicamente, como Sichuan, Yunnan e Mongólia Interior – esta última fortemente dependente da mineração de carvão. Os autores identificam que a implementação do CDM a nível provincial é negativamente impactada por maiores níveis de IDE e PIB *per capita*, reforçando o papel redutor de desigualdades regionais do mecanismo. A FIGURA 1 retrata a distribuição geográfica dos projetos do CDM até dezembro de 2022.

Figura 1 – China: distribuição dos projetos do CDM registrados junto ao EB



Fonte: Elaboração própria, com dados de Kerimray e Desgain (2023).

Lin (2019, cap. 4) avalia, por fim, que o maior legado da experiência chinesa com o CDM há de ser a aprendizagem institucional, que resultaria, a partir de 2013, no lançamento de sete sistemas piloto de comércio de licenças de emissões, perpassando a criação das Reduções Certificadas de Emissão Chinesas (CCERs)⁵⁹ como uma alternativa doméstica ao decadente CDM, e culminando no lançamento de um ETS nacional em 2021 (HUANG et al., 2022). Sun et al. (2016) complementam, indicando o lançamento de ETS para NO₂ e o desenvolvimento de um pequeno mercado voluntário de carbono, ocorridos nos anos 2000, como experiências prévias igualmente importantes. Essa trajetória de experimentação e gradualidade caracteriza a governança e, mais amplamente, a cultura chinesa, que são influenciadas por princípios do confucionismo e pela ideologia proposta pela alta liderança do CCP, a exemplo, neste caso específico, do provérbio “atravessando o rio, sentindo as pedras sob os pés”, que, muito antes do aprofundamento da estratégia climática chinesa, já guiava o processo de reforma econômica.

Como contraponto às múltiplas contribuições do CDM, estão (i) o envolvimento insuficiente de instituições financeiras domésticas no programa; (ii) o impacto das dificuldades financeiras sobre os projetos de energias renováveis; e (iii) o possível esgotamento das oportunidades de baixo custo de mitigação do aquecimento global. Apesar do direcionamento substancial de recursos públicos para a transição climática, a experiência chinesa haveria sido radicalmente diferente sem o envolvimento de bancos internacionais, que financiavam projetos do CDM desde sua idealização até a venda dos CERs, e sem a capacitação promovida pelo Banco Mundial e pela União Europeia, que são campeões da causa de precificação de carbono (LIN, 2019, cap. 4; WETTESTAD; GULBRANDSEN; ANDRESEN, 2021). Os bancos chineses ainda estavam aprendendo a lidar com a burocracia inerente ao Protocolo de Kyoto e as incertezas e os riscos políticos e econômicos, que caracterizam as finanças verdes. Assim, diversos projetos privados de menor escala, cuja pequena dimensão afugentava investidores estrangeiros, não foram realizados. A inexecução destes projetos sugere a existência abundante de oportunidades de baixo custo de mitigação das mudanças climáticas, pois, com o desenvolvimento contínuo das instituições financeiras e do mercado de carbono doméstico, é mais do que provável que estes projetos, não apenas na área de energia, como também nos campos da construção civil e do transporte, sejam reavaliados. Ou seja, o CDM não esgotou os *low-hanging fruits* chineses, cuja realização deve, evidentemente, ser uma prioridade governamental, em vista da gravidade do fenômeno em discussão.

⁵⁹ Do inglês *Chinese Certified Emission Reductions* (CCERs).

2.4 Considerações finais

Por meio da referência a diversas métricas, o capítulo contextualizou as emissões chinesas de gases do efeito estufa, com ênfase no dióxido de carbono, em razão de sua maior contribuição ao aquecimento global. Até a década de 1980, a RPC apresentava baixas emissões, tanto em termos *per capita* quanto absolutos, porém, com a rápida industrialização do país e o milagre do crescimento chinês, o país tornou-se o principal emissor de CO₂ nos anos 2000. Ainda que suas contribuições históricas e *per capita* sejam moderadas, a mera manutenção do patamar atual de emissões comprometeria o Acordo de Paris. Dessarte, a descarbonização da economia chinesa é fundamental para o enfrentamento das mudanças climáticas. A análise da política ambiental da RPC relevou uma trajetória de aprofundamento gradual, condizente com a acumulação de evidências científicas, a maior conscientização da população e o reconhecimento de oportunidades econômicas e geopolíticas na promoção do desenvolvimento sustentável. Todavia, na avaliação de especialistas, os avanços, evidentes na estrutura institucional chinesa, no compromisso de neutralidade até 2060 e na implementação de energias renováveis, são insuficientes para a magnitude e a urgência da transformação estrutural em discussão. A última seção do capítulo centrou-se no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, adotado no âmbito do Protocolo de Kyoto. A China foi a principal emissora de CERs devido à estrutura regulatória desenvolvida, a escala gigantesca de sua economia e a ampla disponibilidade de oportunidades de mitigação. Regulações governamentais foram exitosas em potencializar os benefícios domésticos da implementação de projetos do CDM, promovendo a conscientização sobre as mudanças climáticas, a transformação da matriz energética e a redução das desigualdades regionais. Mais relevante, a experiência pioneira com o CDM pavimentou o caminho para a criação dos ETS provinciais e nacional.

O próximo capítulo aprofundará a discussão dos pilotos de comércio de emissão implementados em entes subnacionais, detalhando com maior diligência o sistema de Xangai. Iniciará com uma caracterização das regiões participantes em ETS subnacionais, destacando a diversidade socioeconômica entre os territórios. Passará, então, para a descrição do ETS de Xangai, qualificando o sistema no que toca à sua implementação (janela temporal e evolução), concepção institucional (governança e regras) e resultados preliminares (taxas de conformidade, patamar e volatilidade do preço da licença, volume de transações diárias).

3 OS ETS SUBNACIONAIS

O capítulo visa investigar os sistemas piloto de comércio de licenças de emissões na China, concentrando-se, mais precisamente, na experiência da municipalidade de Xangai. Em 2010, o Conselho de Estado da RPC tornou pública a existência de planos para o estabelecimento de ETS no país, que culminariam na aprovação pela NDRC, em 2011, de sete sistemas piloto⁶⁰, englobando duas províncias e cinco cidades, com considerável diversidade socioeconômica e geográfica, expressa nas disparidades de PIB, PIB *per capita*, emissões de CO₂ *per capita*, dimensão geográfica, tamanho populacional e taxas de urbanização entre as regiões escolhidas (ZHANG et al., 2014). A NDRC optou por alocar as responsabilidades pelo desenho, implementação e supervisão dos sistemas às suas divisões subnacionais (DRC)⁶¹, dotando os governos locais de considerável liberdade e, conseqüentemente, fomentando a diversidade institucional conforme cada região adaptava a regulação do ETS às suas especificidades (LIN, 2019, cap. 4). Através da experimentação, explorando os instrumentos mais adequados às realidades chinesas, a RPC buscava preparar-se para o posterior lançamento de um ETS nacional, inicialmente previsto para 2017, mas efetivamente realizado em 2021.

A primeira seção do capítulo caracterizará Xangai em comparação ao restante da China e, mais especificamente, aos outros territórios participantes do programa de testagem de ETS. Para além das estatísticas acima mencionadas, a qualificação da cidade também explicitará alguns atributos locais que tornam o estudo do ETS municipal particularmente interessante. Xangai é uma megacidade, gozando de considerável status político e econômico, devido à sua importância como centro financeiro nacional. A municipalidade vem se destacando há décadas em razão de seu elevado crescimento econômico, pioneirismo em diversos assuntos regulatórios, como eficiência energética e desenvolvimento sustentável, e participação nos quadros do governo central. Adicionalmente, este exercício descritivo será fundamental para a posterior apreensão de como a realidade local influenciou os atributos do ETS municipal.

Em seguida, na segunda seção, o capítulo avançará sobre a caracterização do ETS de Xangai (SH-ETS)⁶², comparando-o, sempre que possível, aos demais ETS subnacionais. Seguindo a taxonomia proposta pela Parceria para a Preparação do Mercado⁶³ (PMR) (2021),

⁶⁰ Em 2016, houve uma expansão do programa de ETS subnacionais para uma oitava região: a província de Fuquiém (também conhecida como Fujian), localizada no leste do país. Devido à menor disponibilidade de informações sobre este piloto, opta-se por excluí-lo do escopo deste capítulo.

⁶¹ Do inglês *Development and Reform Commission* (DRC).

⁶² Do inglês *Shanghai ETS* (SH-ETS).

⁶³ Do inglês *Partnership for Market Readiness* (PMR).

isto é, uma iniciativa multilateral coordenada pelo Banco Mundial para a promoção de mecanismos de precificação de carbono, a seção analisará dez atributos do sistema piloto: (i) período de preparação; (ii) engajamento das partes interessadas e capacitação; (iii) determinação do escopo em termos de cobertura setorial e de diferentes gases do efeito estufa; (iv) determinação do limite de licenças de emissão; (v) métodos de distribuição das licenças; (vi) funcionamento do mercado das licenças; (vii) *compliance* e supervisão; (viii) uso de créditos externos; (ix) possível vinculação com outros sistemas; (x) avaliação e melhorias. Essa exposição dialogará com o conteúdo tratado nos capítulos anteriores, complementando-o quando oportuno para melhor esclarecer o funcionamento de ETS da modalidade *cap-and-trade* e as peculiaridades da estrutura institucional chinesa.

Por fim, a terceira seção apresentará considerações finais acerca da experiência de Xangai, resumindo o conteúdo do capítulo.

3.1 Apresentação das regiões dos ETS e caracterização de Xangai

Para o programa de ETS subnacionais, a NDRC selecionou sete territórios distintos, sendo cinco cidades e duas províncias, dispostos em três das quatro macrorregiões chinesas. Do leste, participaram as cidades de Pequim, Xangai, Tianjin e Shenzhen, além da província de Cantão. Do oeste, houve o envolvimento da província de Hubei e, da região central, da cidade de Xunquim. Nenhuma província ou cidade do nordeste desenvolveu um mercado de carbonos local, conforme indicado pela FIGURA 2. Tipicamente, no que toca às desigualdades internas, as províncias ocidentais, centrais e nordestinas são menos desenvolvidas em comparação ao urbanizado e populoso leste chinês, que se beneficiou sobremaneira das políticas de abertura e reforma econômica (ZHANG et al., 2014). Contudo, são justamente estas regiões menos desenvolvidas que concentram a riqueza mineral do país, com o nordeste, não participante dos ETS, destacando-se na mineração de carvão.

Pese a dispersão geográfica, é possível identificar algumas semelhanças entre os territórios dos sete pilotos. O QUADRO 3 apresenta algumas das características básicas dessas municipalidades e províncias no ano de 2013, quando os ETS subnacionais começaram a entrar em funcionamento. Em primeiro lugar, todos os pilotos estão dispostos em regiões relativamente desenvolvidas, cujas economias são menos intensivas em carbono que o agregado nacional, que registrava 0,6 kg de CO₂ por US\$ PPP. Há de se notar que o resultado dessa comparação é parcialmente determinado pelo efeito composição: a inclusão da região nordeste, exportadora de energia fóssil, no agregado nacional aumenta a intensidade em GHG da

economia chinesa, enquanto a exclusão dessa mesma região dos pilotos torna o conjunto de economias participantes menos intensivo. Por outro lado, a menor intensidade tampouco é acidental ou meramente fortuita. A maior complexidade econômica destes territórios, com maior participação do setor de serviços e comércio, em detrimento da indústria, contribui para menores emissões por unidade do PIB. Além disso, estes territórios já se encontravam envolvidos em esforços de mitigação do efeito estufa: todos participavam do programa piloto, lançado em 2010 pela NDRC, de desenvolvimento de cidades pouco intensivas em carbono. No caso das províncias de Hubei e Cantão, eram suas capitais, a saber, Wuhan e a homônima Cantão, que participavam propriamente do programa

Figura 2 – China: territórios participantes do programa de testagem de ETS



Fonte: Zhang et al. (2014).

Em segundo lugar, convém ressaltar a importância e o prestígio político dos territórios participantes. Dentro da estrutura administrativa chinesa, Pequim, Tianjin, Xangai e Xunquim são as únicas cidades que possuem status equivalente ao de província e são diretamente controladas pelo governo central. A participação dessas municipalidades é sugestiva da prioridade dada pelo CCP, como instituição, ao desenvolvimento de CPIs na China. Estas cidades não foram selecionadas automaticamente. Pelo contrário, todas as províncias dos pilotos submeteram solicitações à NDRC para participarem do programa. Ou seja, existe tamanho capital político por trás dessa proposta que os prefeitos das principais cidades do país, que são todos quadros de destaque dentro do partido, buscaram ativamente sua inclusão. Outros fatores que contribuíram para o envolvimento de províncias importantes são o alinhamento da iniciativa com os incentivos para oficiais do CCP, já que estes devem alcançar metas tanto de

Quadro 3 – Panorama dos territórios participantes⁶⁴, com dados de 2013

	Shenzhen	Xangai	Pequim (Beijing)	Cantão (Guangdong)	Tianjin	Hubei	Xunquim (Chongqing)
Tipo	Cidade subprovincial, Zona Econômica Especial	Cidade sob administração direta do governo chinês	Cidade sob administração direta do governo chinês	Província	Cidade sob administração direta do governo chinês	Província	Cidade sob administração direta do governo chinês
Região	Leste	Leste	Leste	Leste	Leste	Central	Oeste
Área, km ²	1.986	6.340	16.410	177.900	11.760	185.900	82.339
População, milhões	11,0	24,5	21,3	112,7	14,1	58,0	30,1
Densidade demográfica, hab./km ²	5.514	3.861	1.295	634	1.199	312	366
Taxa de urbanização	100%	90%	86%	68%	82%	55%	58%
PIB a preços correntes, trilhões de CNY	1,5	2,3	2,1	6,3	1,0	2,5	1,3
PIB <i>per capita</i> , CNY	139.125	94.788	99.457	55.460	70.535	43.770	43.267
PIB a preços correntes, bilhões de US\$	248	378	344	1.017	162	413	212
PIB <i>per capita</i> , US\$	22.636	15.422	16.182	9.023	11.476	7.121	7.039
Emissões de CO ₂ , Mt	30,6	201,2	93,4	496,8	157,0	309,2	140,3
Emissões <i>per capita</i> , ton.	2,8	8,2	4,4	4,4	11,1	5,3	4,7
Emissões de CO ₂ por unidade de PIB, ton. por 10.000 CNY	0,20	0,87	0,44	0,79	1,58	1,22	1,08
Emissões de CO ₂ por unidade de PIB, kg/US\$ PPP	0,07	0,32	0,16	0,29	0,58	0,45	0,39

Fonte: Elaboração própria, com dados de NBS, OCDE e Shan et al. (2022)

⁶⁴ Em parênteses, coloca-se o nome da província conforme o método de transliteração (romanização) *pinyin* quando este difere muito do nome em português para facilitar a referência à literatura internacional.

caráter econômico quanto ambiental, e a possibilidade de obtenção de vantagens de pioneiro. As províncias enxergaram nos pilotos uma oportunidade de aprender sobre o funcionamento de uma política que posteriormente seria adotada no nível nacional. A experiência prévia com o ETS poderia promover maior familiarização das empresas locais com o mecanismo, concedendo-lhes uma vantagem em relação às suas concorrentes do restante do país quando do lançamento do mercado nacional, e possibilitar maior protagonismo dos governantes provinciais no desenho e na implementação da política nacional (STENSDAL, 2019).

Outrossim, permanecem consideráveis diferenças entre as províncias. Do ponto de vista geográfico, os ETS subnacionais abrangem territórios de dimensões totalmente distintas (1.986 a 185.900 km²), moderada ou completamente urbanizados (55 a 100%) e com densidades demográficas variadas (312 a 5.514 hab./km²). No que toca à economia, também prevalece a diversidade. No quesito PIB, Cantão desponta na liderança (US\$ 1 trilhão), com um valor adicionado bruto mais que seis vezes maior que o do último colocado Tianjin (US\$ 162 bilhões). De forma similar, há grandes disparidades no PIB *per capita*. Shenzhen, a primeira zona econômica especial do país e sede de múltiplas gigantes da tecnologia chinesas (Huawei, Tencent e Bytedance), lidera com US\$ 22.636, seguida por Pequim (US\$ 16.182) e Xangai (US\$ 15.422). No outro extremo da distribuição, figura Xunquim (US\$ 7.039), apenas ligeiramente acima da média nacional (US\$ 7.020). É dizer, entre as províncias participantes do ETS, há um primeiro pelotão com PIB *per capita* de país de renda alta (acima de US\$ 12.616), e outro mais representativo da realidade doméstica de país de renda média-alta (US\$ 4.086 a US\$ 12.615) (WORLD BANK, 2022c).

Passando à análise de Xangai, a municipalidade é um exemplo paradigmático do dinamismo econômico e do desenvolvimento urbano do leste chinês (WU et al., 2016). Sob a liderança de Deng Xiaoping, a cidade gozou de privilégios administrativos e maior autonomia, que lhe permitiram assumir a vanguarda do processo de abertura e reforma econômica, rendendo-lhe a denominação “cabeça do dragão”. Através da atração de investimentos diretos estrangeiros e, simultaneamente, de uma política industrial ativa, Xangai desenvolveu uma formidável manufatura, caracterizada por múltiplos superlativos. Em relação ao restante do país, a cidade conta a maior siderúrgica (Baosteel Group), a maior base de construção naval (Hudong-Zhonghua Shipbuilding Group) e a maior indústria automobilística (SAIC Motor Corp). A proeminência da indústria pesada em Xangai contribui para explicar o nível elevado de emissões *per capita* da cidade em comparação às demais regiões do ETS.

Xangai também vem construindo uma presença relevante nos setores de alta tecnologia. Em seu distrito industrial de Pudong, a municipalidade oferece reduções no imposto de renda corporativo para quatro setores considerados estratégicos, favorecendo companhias como Microsoft e IBM (inteligência artificial), Kingsoft e SMIC (circuitos integrados), GSK e Pfizer (fármacos) e Boeing e GE Aviation (aviação civil) (ZHANG; HULD, 2022). Outro atrativo para empresas intensivas em pesquisa e desenvolvimento é a qualidade da mão de obra xangainesa. A cidade é sede das universidades de Fudan e Jiao Tong, ranqueadas pela Quacquarelli Symonds (QS)(2023) como a quinquagésima e a quinquagésima-primeira melhores universidades do mundo, respectivamente.

Porém a manufatura não é o único motor da economia de Xangai. A cidade é um centro financeiro regional em vias de se tornar um *hub* global, através da liberalização da conta de capital chinesa, da internacionalização do yuan, do aprofundamento de seus mercados futuros e da atração de capitais e instituições financeiras estrangeiras (ELLIOTT, 2011; EY, 2022). Em 2022, de acordo com o ranking de centros financeiros globais⁶⁵ (GFCI), que combina a percepção dos profissionais do ramo com indicadores sobre capital humano, ambiente de negócios, infraestrutura, acesso ao mercado e competitividade geral, Xangai era o 7º centro financeiro mais competitivo do mundo, subindo doze posições em dez anos. Sua bolsa de valores é a terceira maior do mundo, atrás apenas das nova-iorquinas Nasdaq e NYSE (SHANGHAI STOCK EXCHANGE, 2022). A maturidade dos mercados financeiros xangaineses é um fator propício para o bom funcionamento do piloto, visto que o desenvolvimento de um ETS subnacional envolve a criação e o fomento de um mercado de licenças de emissão. Ainda no ramo de serviços, outro destaque é o setor de logística: situado numa posição geográfica estratégica, com amplo acesso ao Oceano Pacífico e a três rios domésticos (Yangtzé, Huangpu e Quiantang), o Porto de Xangai (SIPG)⁶⁶ desempenha um papel fundamental no comércio internacional. Nos dez anos anteriores à pandemia, o SIPG era líder global em movimentação de contêineres, respondendo por 20% do valor do comércio exterior chinês (SIPG, 2023).

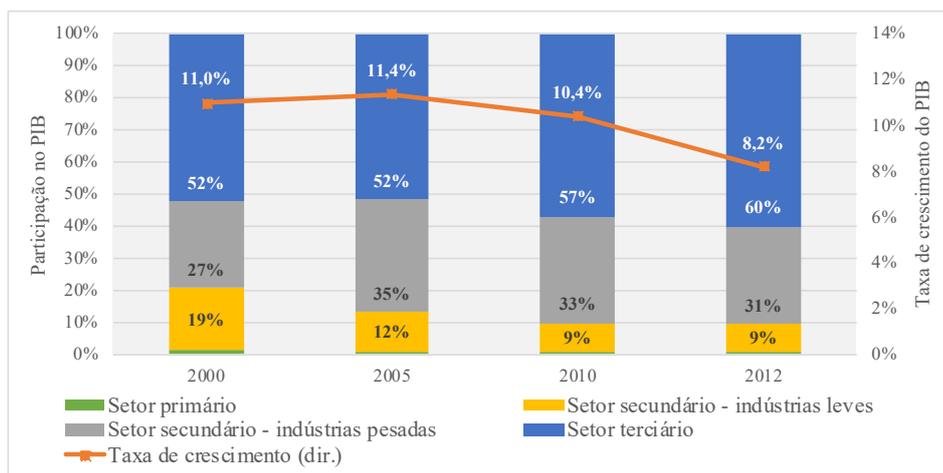
A combinação virtuosa de um parque industrial desenvolvido, da concentração em serviços de alto valor agregado e da formulação proativa de políticas econômicas resulta em elevadas taxas de crescimento. Como o GRÁFICO 9 indica, nos anos anteriores ao lançamento do SH-ETS, o PIB municipal crescia a ritmo robusto, apesar de uma incipiente tendência de

⁶⁵ Do inglês *The Global Financial Centers Index* (GFCI).

⁶⁶ Do inglês *Shanghai International Port Group* (SIPG)

desaceleração. Xangai também vivenciava uma alteração em sua estrutura econômica, com a redução da participação da indústria, especialmente das indústrias leves, e o crescimento do setor de serviços. A perspectiva de modificações no padrão de crescimento de Xangai durante a vigência do piloto é um atributo relevante para o estudo de caso do SH-ETS. A posição dominante da indústria pesada em Xangai, ainda que haja uma tendência de redução em sua participação no PIB, implica limites na capacidade da cidade de reduzir suas emissões. Wu et al. (2014) apontam que políticas coordenadas simultaneamente pelos governos municipal e central, como o piloto de cidades pouco intensivas em carbono e o programa *Top-1,000 Energy-Consuming Enterprises*, que buscava reduzir o consumo de energia das grandes empresas, já tinham provocado uma convergência significativa na intensidade em energia de diferentes setores econômicos.

Gráfico 9 – Xangai: composição (esq.) e taxa de crescimento (dir.) do PIB

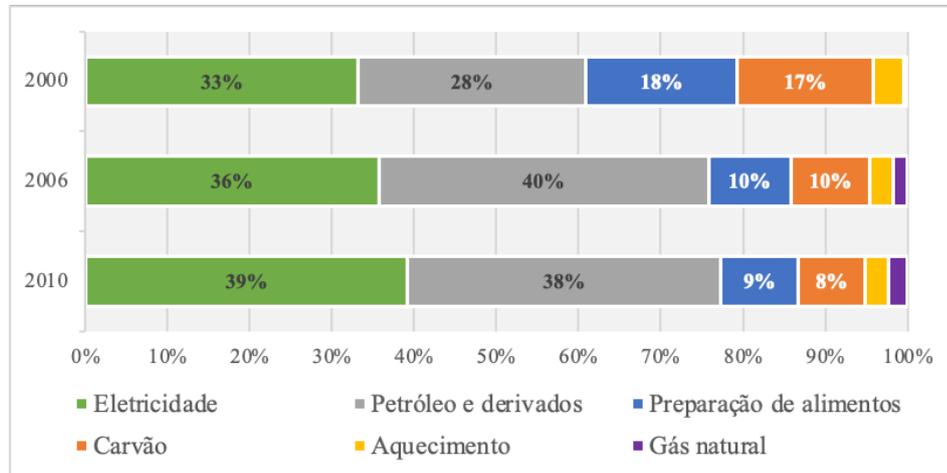


Fonte: Wu et al. (2014).

O GRÁFICO 10 complementa essa informação ao mostrar que a cidade já havia avançado na substituição do carvão por outros combustíveis fósseis menos poluentes e na redução das emissões resultantes do preparo de alimentos. A imagem também revela o crescimento da importância relativa das emissões resultantes da queima de petróleo e de seus derivados, devido ao aumento da frota de carros e ônibus de Xangai. Em outras palavras, reduções subsequentes no nível de emissões da municipalidade dependem primordialmente da adoção de novas tecnologias capazes de puxar a fronteira de eficiência energética e de carbono das atividades econômicas, da maior penetração de gás natural e de fontes de energia renovável e da substituição da frota de carros à gasolina por veículos elétricos. O êxito do SH-ETS, portanto, requer o fomento de alterações mais profundas e de mais difícil realização na técnica

das empresas xangainesas, vide o esgotamento prévio dos *low-hanging fruits*, adicionando uma camada de complexidade à experiência local.

Gráfico 10 – Xangai: composição das emissões de CO2 resultantes da produção de energia



Fonte: Wu et al. (2014).

Um último ponto que distingue Xangai dos demais pilotos é a importância política da cidade. Entre 1989 e 2002, o Secretário Geral do CCP foi Jiang Zemin, que, antes de assumir essa posição, foi prefeito e secretário do partido em Xangai. Zemin cultivou uma extensa rede de alianças políticas e, durante seu mandato como Secretário Geral, exitosamente articulou para que os secretários do partido em Xangai fossem sucessivamente escolhidos para servir no Comitê Permanente do Politburo do CCP, órgão político que agrega as principais lideranças chinesas. Possivelmente, a influência dos políticos xangaineses sobre a política nacional conferiu à cidade um tratamento preferencial da alta-liderança chinesa, favorecendo a atração de investimentos para região e promovendo maior crescimento e desenvolvimento econômico⁶⁷. O grupo de aliados de Jiang Zemin tornou-se, de fato, uma facção interna ao CCP, que, até a ascensão de Xi Jinping, partilhava e disputava o poder com outro grupo, a Liga da Juventude Comunista da China. Mais recentemente, Xi Jinping buscou reduzir a influência de ambos os grupos no partido, constituindo uma própria e independente rede de aliados (LI, 2016; SHUKLA, 2021). Independentemente do estado atual das disputas internas do não-monolítico CCP, Xangai continua ocupando um espaço proeminente na formulação de políticas e, por

⁶⁷ A importância política de Xangai em muito antecede Jiang Zemin. O texto faz referência ao político apenas para enfatizar a influência da cidade sobre a política nacional durante um momento particularmente crítico da histórica chinesa, de abertura e reforma. No entanto, cabe mencionar que Xangai já era um importante entreposto comercial durante o período imperial da China, tendo sido ocupada por britânicos em razão das Guerras do Ópio. Além disso, a cidade foi berço do CCP, cuja fundação remonta a um congresso realizado em 1921 em Xangai.

consequente, voltando ao objeto deste capítulo, a experiência do SH-ETS foi e continuará sendo determinante para o desenho inicial e evolução do mercado nacional de licenças de emissão.

Em síntese, a cobertura dos ETS subnacionais estende-se por territórios com características bastantes distintas a começar pela disposição geográfica em diferentes macrorregiões. Similaridades iniciais, como elevado status político e menor intensidade em carbono vis-à-vis a média nacional, não contrabalançam disparidades significativas no que toca à dimensão territorial, taxa de urbanização e densidade demográfica. Economicamente, há diferenças claras, com um primeiro pelotão de municipalidades com PIB *per capita* de país de renda alta, enquanto as demais províncias apresentam níveis de riqueza mais próximos à realidade nacional.

Neste panorama, Xangai insere-se como uma das cidades chinesas mais desenvolvidas, em razão de privilégios administrativos que lhe permitiram assumir a liderança no processo de abertura e reforma econômica, contando com um formidável e moderno parque industrial, uma excelente infraestrutura portuária e mercados financeiros maduros. A profundidade das finanças xangainesas é propícia ao bom funcionamento do piloto na medida em que facilita o fomento do mercado local de licenças de emissão. No momento, a economia de Xangai continua em expansão, mas há uma alteração no padrão de crescimento em favor do setor de serviços. Todavia, a posição dominante da indústria e o êxito de políticas passadas em termos de melhoria da eficiência energética e de substituição de carvão por outras fontes de energia menos poluentes implica que o sucesso do SH-ETS depende de alterações de mais difícil realização, como a adoção de novas tecnologias. Por último, o destaque de políticos de Xangai na política nacional acentua a importância da cidade na estrutura da RPC, tornando a experiência do SH-ETS ainda mais determinante para o desenvolvimento e a evolução do ETS nacional.

3.2 O ETS de Xangai (SH-ETS)

Esta seção caracterizará e analisará o ETS de Xangai, comparando-o aos demais ETS subnacionais. Como referencial teórico, utiliza-se o manual da PMR (2021), que estabelece dez passos para o desenho e a implementação de sistemas de comércio de licenças de emissão. Sucessivamente, a seção descreverá as decisões do governo de Xangai em cada etapa, com a ressalva de que estas não devem ser compreendidas individualmente. Cada atributo do sistema é interdependente com relação aos demais, implicando que a adoção de um ETS é um processo iterativo, sujeito a revisões e não linear.

3.2.1 Período de preparação

Na etapa de preparação, o governo deve (i) compreender o que são mecanismos de precificação de carbono e sistemas de comércio de licenças de emissão; (ii) determinar os objetivos de seu ETS; (iii) decidir o papel do ETS em sua estratégia climática; (iv) entender as interações do ETS com as demais políticas vigentes; e (v) selecionar critérios para avaliar as escolhas de desenho do ETS (PMR, 2021).

Complementando e retomando a breve introdução à política climática chinesa do capítulo anterior, a conscientização acerca de CPIs ocorreu antes da decisão de implementar ETS subnacionais. A RPC, através da experiência em primeira mão com o CDM, pôde verificar a utilidade e viabilidade de mercados de carbono para o desenvolvimento sustentável da China. Além disso, há de se mencionar a influência de organismos inter e supranacionais na decisão, como o Banco Mundial e a União Europeia, que forneceram suporte técnico e recursos para facilitar a implementação de CPIs na China. Nesse processo, Wettestad et al. (2017, cap. 11) ressaltam a provável influência da boa relação entre o político dinamarquês Connie Hedegaard, que foi Comissário da União Europeia para Ações Climáticas, e Xie Zhenhua, vice-presidente da NDRC e um dos principais negociadores chineses na UNFCCC. O apoio internacional também se verificou a nível provincial: em Xangai, o Banco de Desenvolvimento Asiático prestou consultoria ao governo municipal, auxiliando-o no processo de desenho, implementação e ajuste do SH-ETS (ADB, 2016).

Os objetivos do programa e o papel do ETS na estratégia climática chinesa foram determinados pelo governo central. Nos planos quinquenais, o CCP determina metas de eficiência energética e de contenção das emissões de GHG. Os sistemas de comércio de licenças de emissão são apenas um dos instrumentos escolhidos pela RPC para alcançar essas metas. Diferentemente de políticas anteriores, que se baseavam em regulações sobre eficiência energética, tratamento de resíduos e níveis de poluição, o ETS utiliza o funcionamento dos mercados e, conseqüentemente, é visto como uma política mais consistente com o atual estado da economia nacional, o chamado “Novo Normal”, que é caracterizado por uma desaceleração do crescimento, maior protagonismo dos agentes privados na alocação de recursos e priorização da inovação como alavanca do desenvolvimento. As autoridades chinesas não pretendem abandonar as políticas de “comando e controle” e, portanto, conduziram estudos no âmbito de seus ministérios para o mapeamento das interações do ETS com as demais regulações. A avaliação das escolhas de desenho dos ETS subnacionais foi deixada a cargo das autoridades provinciais, dado o objetivo de promover a experimentação com diversas especificações.

Retornando à Xangai, a preparação para a implementação do SH-ETS começou em 2011, após a aprovação da municipalidade como região piloto. A cidade prontamente lançou um grupo de coordenação para o estabelecimento da política, liderado pelo então vice-prefeito Yang Xiong, que, em 2013, assumiu como prefeito de Xangai. O secretariado do grupo de coordenação ficou com a DRC local, que delegou parte de suas responsabilidades para diversos outros departamentos, já que, individualmente, não dispunha de recursos suficientes para gerenciar o piloto. Como exemplo de outras organizações envolvidas no SH-ETS, pode-se citar a Comissão de Economia e Informação, o Instituto de Estatísticas, o Centro de Economia de Energia e de Redução de Emissões e a Bolsa de Valores de Meio Ambiente e Energia de Xangai (SEEE)⁶⁸. Paralelamente, o governo também estabeleceu um grupo de especialistas e acadêmicos para prestar consultoria técnica. A participação direta do prefeito, de diferentes departamentos do governo e das universidades locais enviou sinais normativos à burocracia e às empresas da importância atribuída a esta política. Dessa maneira, também se garantiu a competência técnica e o financiamento necessários para o êxito do piloto (JIANG; YE, 2020; STENSDAL, 2019).

Para a regulação do SH-ETS, Xangai implementou (i) decretos executivos; (ii) regulações e provisões da DRC e da Comissão de Assuntos Financeiros; e (iii) regras, de autoria da SEEE, sobre a negociação de licenças de emissão na bolsa de valores. Diferentemente de Shenzhen e Pequim, a câmara municipal de Xangai não aprovou nenhuma lei regulando o sistema de comércio de licenças de emissão (JIANG; YE, 2020). O conteúdo dos dispositivos legais xangaineses será objeto das próximas seções conforme oportuno. Baseando-se nessa infraestrutura jurídica, Xangai foi o segundo piloto a entrar em funcionamento, em novembro de 2013 (ICAP, 2023). Nos meses seguintes, os demais ETS subnacionais foram lançados, com o último piloto iniciando suas operações em junho de 2014 (Xunquim).

3.2.2 Engajamento das partes interessadas e capacitação

Na etapa de capacitação, o governo deve (i) mapear as partes interessadas no ETS e identificar suas preocupações; (ii) coordenar os seus diferentes departamentos para assegurar transparência nas tomadas de decisão e alinhamento do ETS com as políticas vigentes; (iii) elaborar uma estratégia de engajamento de agentes externos; (iv) adotar uma comunicação eficaz, que reconheça e enderece as preocupações locais; (v) identificar e resolver lacunas de capacitação através de treinamentos (PMR, 2021).

⁶⁸ Do inglês *Shanghai Environment and Energy Exchange* (SEEE).

Segundo Duan et al. (2014, p. 544) a RPC ainda não possui uma forte tradição de promover diálogos com partes interessadas, apesar de progressos recentes nesse sentido, frequentemente impondo regulações antes de coletar as perspectivas dos agentes afetados. Assim, o anúncio dos sete pilotos regionais pela NDRC gerou preocupações entre as empresas e instalações possivelmente cobertas pelos ETS (DUAN; PANG; ZHANG, 2014). Felizmente, no caso de Xangai e de alguns outros pilotos, o governo buscou dialogar com o setor produtivo antes mesmo da determinação do escopo e dos detalhes do programa, reconhecendo que, ao fim e ao cabo, seriam as empresas os principais alvos da regulação (WETTESTAD; GULBRANDSEN, 2017).

Através de reuniões individuais com companhias ou coletivas com associações setoriais, Xangai mapeou as ressalvas de agentes externos. Quando possível, o governo buscou atender as solicitações das empresas para assegurar o apoio destas ao piloto regional. Por exemplo, seguindo os pedidos de companhias de alto crescimento, adotaram-se métodos flexíveis de alocação de licenças para alguns setores, permitindo que certas instalações continuassem a crescer seu volume produtivo sem esbarrar em barreiras regulatórias. Similarmente, respondendo a preocupações sobre justiça alocativa em setores nos quais certas companhias já haviam realizado esforços significativos para reduzir suas emissões, adotaram-se métodos de alocação que não prejudicassem estas instalações, forçando uma alteração generalizada rumo às melhores práticas ou recompensando as pioneiras com licenças de emissão adicionais, que poderiam ser comercializadas (ver seção 3.2.5). Alguns meses antes do início das operações do SH-ETS, Xangai publicou versões intermediárias dos decretos regulando o piloto, permitindo que empresas contatassem o governo para esclarecimentos e pedidos de alterações de cláusulas.

A escolha por reuniões individuais com companhias facilitou uma comunicação direta e efetiva com o setor privado, mas ao custo de falta de transparência, na medida que essas consultas foram realizadas a portas fechadas, e de uma demanda elevada por recursos humanos para condução das reuniões. A falta de transparência é um problema recorrente entre os pilotos, não apenas no processo de desenho e determinação das regulações, como também na divulgação dos dados e no funcionamento do mercado de carbono (CHAI et al., 2022; SONG et al., 2018). Zhang et al. (2014) pontuam que, em todos os sete sistemas, o público tem acesso limitado à lista de companhias cobertas, ao número de licenças de emissão distribuídas e aos dados sobre a negociação de licenças no mercado de balcão, isto é, fora do âmbito das bolsas de valores.

Em Xangai, a coordenação de diferentes departamentos do governo foi exitosa, dada a existência do acima mencionado grupo de planejamento e o envolvimento direto do prefeito da

cidade. Estes mesmos departamentos também conduziram treinamentos com as empresas e estabeleceram pontos de contato para a resolução de dúvidas sobre o SH-ETS. Stensdal (2019, 2020) relata que as grandes empresas, com experiência prévia com o CDM ou CPIs em outros países, apoiaram o programa de forma mais energética, enquanto companhias menores precisaram de mais convencimento e assistência técnica. Notavelmente, as dez empresas que inicialmente se recusaram a participar do SH-ETS, supostamente por incapacidade de lidar com o custo imposto pelo piloto, mudaram seu ponto de vista após conversas informais e capacitações com o governo. A capacidade de persuasão da municipalidade foi certamente potencializada pelo apoio explícito do governo central, que enviou figuras de prestígio da NDRC à cerimônia de lançamento do piloto de Xangai⁶⁹.

3.2.3 Determinação do escopo

Na etapa de determinação do escopo, o governo deve (i) decidir quais gases do efeito estufa serão cobertos; (ii) determinar quais setores participarão do ETS; (iii) estabelecer os critérios para a inclusão de companhias no programa; (iv) elaborar uma lista de empresas sujeitas ao ETS; e (v) escolher os pontos de regulação e reporte (PMR, 2021).

Conforme o QUADRO 4 revela, apenas Xunquim optou por incluir outros gases, além do dióxido de carbono, na cobertura do seu limite de emissões. Como o CO₂ corresponde por 84,3% das emissões de GHG chinesas (GRÁFICO 1) e as principais metas climáticas do país fazem referência exclusiva a este gás, prevaleceu entre os pilotos, inclusive Xangai, o entendimento de que a complexidade administrativa resultante da expansão da cobertura, em razão da coleta de uma maior número de dados históricos e correntes sobre os níveis de emissões de poluentes, excederia os possíveis benefícios devidos à maior disponibilidade de oportunidades de mitigação de baixo custo.

Quanto à cobertura setorial, todos os pilotos optaram por incluir a indústria, reconhecidamente uma das maiores fontes de emissões de gases do efeito estufa na RPC, complementando-a com outros setores com base nas condições econômicas e energéticas locais. No SH-ETS, mais especificamente, a cobertura industrial incluía siderúrgicas, petroquímicas, químicas, indústrias de metais não ferrosos, produtores de energia elétrica, fabricantes de material de construção, têxteis, papel e borracha. A cobertura não industrial

⁶⁹ Entrevistas realizadas por Stensdal (2020, p. 360) confirmam o poder de persuasão e, eventualmente, coação do governo. De acordo com um executivo de uma empresa chinesa: “Multas ou penalidades são apenas uma pequena parte dos possíveis aspectos negativos para as empresas [resultantes da não participação no ETS]. Não é bom para os negócios estar na lista negra do governo” (tradução nossa).

incluía produtores de fibras químicas, aviação civil, portos e aeroportos, ferrovias, empresas diversas, hotéis e financeiras. A municipalidade conduziu estudos sobre o potencial de mitigação e a viabilidade econômica específicos de cada setor para guiar suas decisões. (WETTESTAD; GULBRANDSEN, 2017). Em 2016, Xangai expandiu o escopo do piloto ao incluir transporte marítimo nos setores abrangidos (ICAP, 2023).

Wettestad et al. (2017) notam que a escolha de 20.000 ton. de CO₂ por ano como critério para a inclusão de empresas em diversos pilotos pode resultar de simples emulação do sistema europeu, que, em 2003, determinou o consumo de 20.000 MW de energia por ano como critério para a inclusão de unidades de combustão em seu ETS. Inicialmente, Xangai adotou a referida figura de 20.000 ton. de CO₂ por ano para a inclusão de firmas industriais e metade disso para companhias não industriais. Em 2016, a municipalidade revisou seu critério, adotando o mesmo limite de 10.000 ton. de CO₂ por ano para atividades industriais e não industriais. Consequentemente, o número de empresas participantes no SH-ETS aumentou de aproximadamente 190 empresas, registrado desde 2013, para 310 entre 2016 e 2017 (ZHOU et al., 2020). Entre os pilotos, o SH-ETS destaca-se por cobrir uma maior parcela (60%) das emissões totais da municipalidade, apesar de abranger um número inferior de companhias se comparado a Shenzhen e Pequim, cujas taxas de cobertura são 40% e 50%, respectivamente (ZHANG et al., 2014). Vale notar que as comparações nestas e nas demais seções referem-se ao período anterior à transição para o ETS nacional, iniciada em 2017, que implicou alterações no desenho e no funcionamento dos pilotos provinciais (ZHOU et al., 2020).

Todos os pilotos optaram por regular as emissões na fonte pontual, isto é, nas instalações industriais e não industriais responsáveis pelo processo produtivo. Além das emissões diretas resultantes de determinada atividade, as firmas também devem obter licenças para cobrir as emissões indiretas devidas ao consumo de energia elétrica. Exemplificando, uma siderúrgica deve possuir licenças suficientes, ao final de cada período de verificação, para compensar as emissões resultantes da produção de aço e da produção de energia necessária à produção de aço. As províncias optaram consensualmente por essa especificação, uma vez que o mercado de energia elétrica chinês é altamente regulado e, portanto, as empresas do setor não seriam capazes de transferir os custos das licenças para seus consumidores. As províncias dos ETS também importam volumes relevantes de energia do restante do país, que, até o lançamento do ETS nacional, em 2021, não estava sujeito a qualquer mecanismo de precificação de carbono (DUAN; PANG; ZHANG, 2014).

Quadro 4 – Determinação do escopo

	Shenzhen	Xangai	Pequim (Beijing)	Cantão (Guangdong)	Tianjin	Hubei	Xunquim (Chongqing)
Lançamento	junho-13	novembro-13	novembro-13	dezembro-13	dezembro-13	abril-14	junho-14
GHG	CO2	CO2	CO2	CO2	CO2	CO2	CO2, CH4, N2O, HFCs, PFCs, SF6
Setores	Indústria, serviços e edifícios	Indústria, transportes e edifícios	Indústria, serviços e edifícios	Indústria	Indústria	Indústria	Indústria
Critério para a inclusão (no lançamento)	≥ 3.000 ton. de CO2/ano	≥ 20.000 ton. de CO2/ano para indústria ≥ 10.000 ton. de CO2/ano para não industriais	≥ 10.000 ton. de CO2/ano	≥ 10.000 ton. de CO2/ano	≥ 20.000 ton. de CO2/ano	≥ 60.000 ton. equivalentes de carvão (tce)/ano	≥ 20.000 ton. de CO2/ano
Número de empresas (2017)	811	310	947	244	109	138	242
Ponto de regulação	Fonte pontual, emissões diretas e indiretas (energia e aquecimento)	Fonte pontual, emissões diretas e indiretas (energia e aquecimento)	Fonte pontual, emissões diretas e indiretas (energia e aquecimento)	Fonte pontual, emissões diretas e indiretas (energia e aquecimento)	Fonte pontual, emissões diretas e indiretas (energia e aquecimento)	Fonte pontual, emissões diretas e indiretas (energia e aquecimento)	Fonte pontual, emissões diretas e indiretas (energia e aquecimento)

Fonte: Elaboração própria, com dados de ICAP (2023), Jiang e Ye (2020) e Wettstad e Gulbrandsen (2017).

Tipicamente, as firmas são as unidades responsáveis por reportar o seu volume de emissões durante o período de verificação. Há variação entre os pilotos quanto à granularidade dos dados, com algumas províncias exigindo que as firmas ofereçam aberturas nos dados que identifiquem as emissões de determinada fábrica ou etapa do processo produtivo (PMR, 2021).

3.2.4 Determinação do limite de licenças de emissão

Nesta etapa, o governo deve (i) determinar o tipo do limite de licenças de emissão e a abordagem para a sua definição; (ii) criar uma base de dados robusta para amparar a sua decisão; (iii) escolher a duração dos períodos de verificação; (iv) estabelecer estruturas legais e administrativas de governança; e (v) elaborar uma estratégia para assegurar que os preços das licenças evoluam de forma consistente com a trajetória desejada (PMR, 2021).

Existem duas abordagens possíveis para a determinação do limite de licenças: de cima para baixo e de baixo para cima. No primeiro caso, o limite é calculado com base em metas de redução do nível de emissões específicas para um setor ou válidas para toda a economia. No segundo caso, o limite é a soma das licenças de emissões efetivamente distribuídas pelo governo para as companhias participantes, seguindo os métodos de distribuição previamente definidos.

Como as províncias chinesas enfrentam incertezas quanto aos seus ritmos de crescimento econômico e de nível de emissões, a abordagem de baixo para cima prevaleceu nas considerações dos formuladores de política, que, conforme explorado na próxima seção, adotaram limites flexíveis, que variam conforme o nível de produção verificado e as eventuais intervenções do governo no mercado para assegurar a estabilidade dos preços das licenças. Dito isso, as províncias também tomaram como guia as anteriormente mencionadas metas do CCP. No caso de Xangai, o governo central havia predeterminado o objetivo de reduzir a intensidade em carbono da municipalidade em 19% entre 2011 e 2015 e 20,5% entre 2016 e 2020. Essas metas variam pouco entre as províncias, com a exceção de Shenzhen que, de forma autônoma, optou pela meta mais ambiciosa de, até 2020, reduzir a intensidade em carbono em 50%, tomando como referência o nível observado em 2005 (PANG; DUAN, 2016; WETTESTAD; GULBRANDSEN, 2017) Para amparar suas decisões, Xangai construiu uma base de dados sobre as emissões históricas de CO₂ entre 2009 e 2012, em linha com o observado nos demais pilotos (ZHANG et al., 2014).

Todos os ETS subnacionais adotaram ciclos de um ano para verificação do nível de emissões. Excepcionalmente, Xangai distribuiu as licenças de emissão de uma única vez para três ciclos de verificação quando do início do funcionamento de seu sistema (2013-2015). Esta

decisão foi possivelmente motivada por um desejo de tranquilizar as empresas de que não haveria escassez de licenças no mercado. Passados os três primeiros anos do piloto, Xangai convergiu para a prática dominante e passou a distribuir as licenças apenas para o ano corrente, como as demais províncias (ZHOU et al., 2020).

Para informações sobre a regulação do SH-ETS, ver seção 3.2.1. Quanto à existência de uma estratégia de preços condizente com a trajetória desejada, o tema será discutido mais minuciosamente na seção 3.2.6, cabendo, no momento, notar que os preços das licenças de Xangai mantiveram-se baixos, tanto em termos relativos, na comparação com o sistema europeu, como em valores absolutos, tomando como referência o patamar de US\$38/ton. CO₂ calculado por Wu et al. (2016) para uma redução das emissões compatível com as metas domésticas. As licenças também apresentaram considerável volatilidade, apesar de a cidade possuir as regras mais sofisticadas para o mercado de carbono (ZHANG; ZHANG, 2016).

3.2.5 Métodos de distribuição de licenças de emissão

Na etapa de distribuição de licenças, o governo deve (i) alinhar os métodos de alocação de licenças com seus objetivos; (ii) definir critérios de elegibilidade e quais serão os métodos para distribuição gratuita de licenças; (iii) determinar qual será o tratamento dado a novas instalações e empresas; e (iv) estabelecer um mecanismo de leilão de licenças, que, progressivamente, deve ganhar relevância em detrimento da distribuição gratuita (PMR, 2021).

Visando assegurar a construção de um limite de emissões flexível, os ETS subnacionais optaram por diversas combinações das metodologias disponíveis para distribuição gratuita de licenças, a saber, (i) método das emissões históricas, baseado na trajetória individual de emissões das firmas; (ii) método de avaliação comparativa (*benchmarking*), que considera uma métrica representativa das emissões médias do setor, ajustada ou não pelo nível produtivo; e (iii) método da intensidade histórica, que pondera as emissões individuais pela produção realizada (PANG; DUAN, 2016). O SH-ETS adotou o método de emissões históricas para edifícios e o setor industrial, com a exceção de energia e aquecimento. Empresas sujeitas a esta metodologia alocativa que já tivessem realizado esforços significativos para reduzir suas emissões receberam licenças adicionais. O governo optou por essa cláusula como forma de recompensar as companhias que, pioneiramente, já haviam avançado na descarbonização de suas atividades. Por sua vez, o piloto implementou o método de avaliação comparativa ajustado pelo nível produtivo para os setores de energia e aquecimento, aviação civil e portos. Neste caso, Xangai buscou evitar que tais setores encontrassem constrangimentos de natureza

regulatória que pudessem levar à restrição de sua atividade produtiva. O método de intensidade histórica não encontrou aplicação em Xangai, mas foi utilizado em outros pilotos, como Pequim e Tianjin (energia e aquecimento) e Shenzhen (todos os setores) (ICAP, 2023).

Em Xangai, as empresas participantes do SH-ETS podem receber licenças de emissão adicionais caso inaugurem uma nova unidade produtiva durante o período de verificação. Novas instalações que consumam mais de 2.000 toneladas equivalentes de carvão (tce) podem aplicar para o recebimento de licenças gratuitas, conforme estimativas do nível de poluentes a ser lançado pela determinada instalação, considerando sua dimensão e taxa de utilização prevista. O sistema xangainês optou por não incluir novas empresas durante a vigência de um período de verificação. Ou seja, uma vez publicada a lista de empresas para certo ano de operação do SH-ETS, a cobertura é inalterável e, apenas no próximo período de verificação, poderá uma nova empresa participar do piloto. Esta regulação encontra paralelo em Xunquim e Hubei, enquanto Pequim, Cantão e Shenzhen incluem novas empresas no ano corrente, utilizando os métodos de alocação já estabelecidos para as empresas participantes (PANG; DUAN, 2016).

Idealmente, os ETS subnacionais deveriam introduzir leilões de licenças e progressivamente abandonar a distribuição gratuita, para melhor incorporação das externalidades negativas da poluição nas decisões das empresas. Todavia, até o momento, os leilões são instrumentos complementares e de pequena importância, utilizados para alocar uma pequena parte das licenças ou, alternativamente, possibilitar intervenções governamentais no mercado de carbono. Xangai realiza leilões pontuais para conter os preços das licenças ou para facilitar que grandes emissores obtenham licenças suficientes para cumprir com a regulação do ETS. As licenças leiloadas não podem ser revendidas. Shenzhen adotou um mecanismo similar, mas com uma restrição adicional. Neste piloto, as empresas podem adquirir apenas 15% de sua necessidade adicional de licenças dos leilões do governo. Em outros termos, se uma empresa precisa comprar 100 licenças para cumprir com os requisitos regulatórios, ela poderá adquirir apenas 15% deste volume no leilão, devendo ir ao mercado secundário para adquirir os demais 85% de companhias que possuam licenças em excesso (PANG; DUAN, 2016).

De forma geral, Pang e Duan (2016) notam que as escolhas dos pilotos resultaram dos estudos de experiências internacionais, das preocupações chinesas com os possíveis efeitos prejudiciais do ETS sobre o ritmo de crescimento e de limitações quanto à disponibilidade de dados. Respondendo a esses condicionantes, as províncias ajustam as licenças distribuídas pela produção realizada, em linha com a tradição de regulação já existente de padrões de eficiência energética e de emissões, e pouco utilizam da avaliação comparativa, dado que essa exige maior

quantidade de dados históricos para construção da métrica representativa, disponíveis quase que exclusivamente para o setor energético e de aquecimento.

O QUADRO 5 sumariza a discussão dessa seção.

Quadro 5 – Métodos de distribuição de licenças de emissão

Métodos de distribuição de licenças	<p><i>Emissões Históricas</i> = Emissões históricas * Fator de ajuste Xangai: Edifícios e Indústria (exceto energia e aquecimento).</p> <p><i>Avaliação Comparativa com Ajuste</i> = Métrica representativa * Produção realizada * Fator de ajuste Xangai: Energia e aquecimento, aviação civil e portos.</p> <p><i>Observação:</i> o fator de ajuste reflete o desejo das autoridades de reduzir as emissões de sua economia para alcançar as metas de mitigação estabelecidas pelo CCP.</p>
Novas unidades produtivas	Participam do piloto e podem receber licenças gratuitas caso consumam mais de 2.000 toneladas equivalentes de carvão.
Novas empresas	Não participam do piloto durante a vigência do período de verificação corrente. No próximo ciclo, podem participar conforme publicação de nova lista de companhias cobertas.
Leilões	Utilizados para alocar uma pequena parcela das licenças e para intervenções no mercado (conter os preços e facilitar <i>compliance</i>).

Fonte: Elaboração própria.

3.2.6 Funcionamento do mercado de licenças de emissão

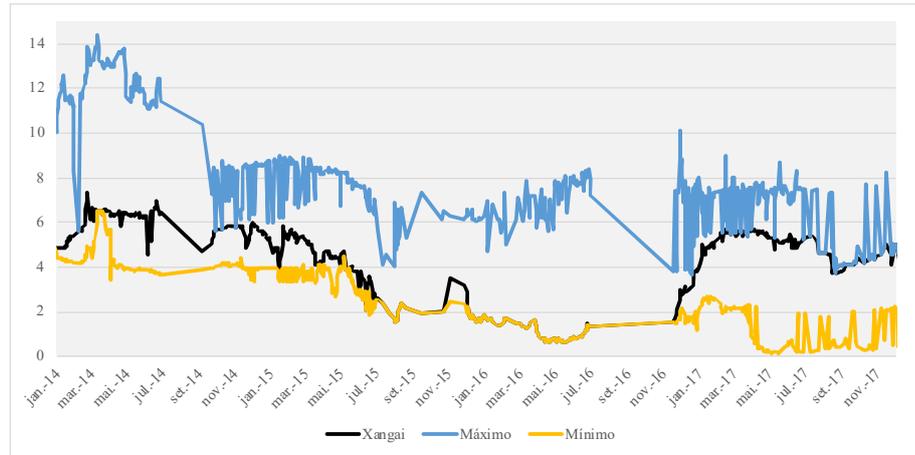
Na etapa de promoção do bom funcionamento do mercado de licenças de emissão, o governo deve (i) estabelecer as possíveis razões para intervir no mercado; (ii) decidir se intervirá em razão de preços elevados, baixos ou ambos; (iii) escolher o mecanismo apropriado para ajustar o preço ou volume de licenças disponível; (iv) identificar o papel de um mercado secundário robusto; (v) elaborar regras sobre o acúmulo intemporal de licenças (*banking*) ou empréstimos intemporais dessas (*borrowing*); e (vi) determinar os critérios para participação no mercado (PMR, 2021).

Como abordado na seção anterior, as regras do SH-ETS preveem intervenções do governo em caso de preços extremamente elevados ou de dificuldades das companhias em adquirir o volume de licenças necessário para cumprir com suas obrigações regulatórias, ambos os critérios relativamente subjetivos, conferindo ao governo considerável margem de manobra. Os mecanismos para tais intervenções são leilões extraordinários de licenças de emissão,

alterando sua disponibilidade e, conseqüentemente, seu preço. Se, por um lado, estas regras facilitam o funcionamento adequado do mercado em momentos de escassez de licenças; por outro, abrem a possibilidade de intervenções arbitrárias, possivelmente em razão de pressões de grupos organizados, como *lobbies* empresariais.

Paralelamente, a própria combinação de métodos de distribuição escolhida resulta em ajustes automáticos no volume de licenças conforme a variação da produção efetiva em relação à esperada no início do período de verificação. O piloto também possui uma cláusula para evitar a volatilidade excessiva dos preços das licenças, inicialmente limitando as variações diárias a 30% e, a partir de 2015, a 10% (WETTESTAD; GULBRANDSEN, 2017).

Zhou et al. (2020) realizam uma avaliação da performance dos diferentes ETS subnacionais, encontrando problemas generalizados de liquidez e preços excessivamente baixos. Os diversos pilotos, inclusive Xangai, enfrentaram dificuldades devido à distribuição de um volume excessivo de licenças, resultado em preços depreciados, e aos receios das companhias de comercializar as licenças que não consumiram. As regras do SH-ETS proíbem o empréstimo intertemporal de licenças, mas, ao autorizar o acúmulo intertemporal dessas, criaram um incentivo para que as empresas com licenças excedentes guardassem tais créditos para o próximo período de verificação, ao invés de entrar no mercado secundário como vendedoras (ICAP, 2023). Conseqüentemente, aproximadamente metade dos dias de mercado aberto não registraram qualquer transação, com a atividade concentrando-se às vésperas do prazo máximo de submissão de licenças ao governo (*compliance effect*). A SEEE remediou, em certa medida, essa falta de transações autorizando a participação de investidores institucionais domésticos que atendam a determinados critérios neste mercado. A possibilidade de ganhos especulativos, ao lado do desenvolvimento do mercado futuro de licenças, com o lançamento de derivativos e contratos a termo, favoreceu a recuperação do preço da licença de emissão xanginesa a partir de 2017. O GRÁFICO 11 plota a evolução do preço das licenças do SH-ETS em comparação aos demais pilotos, com a linha azul indicando o maior preço de uma licença de 1 ton. de CO₂ em qualquer um dos pilotos naquele momento. A curva amarela realiza o mesmo exercício para o menor preço vigente.

Gráfico 11 – Preços diários das licenças de emissão em dólares⁷⁰

Fonte: Elaboração própria, com dados de ICAP.

Zhang e Zhang (2016) calculam uma regressão quantílica para identificar as variáveis explicativas do preço das licenças de emissão xangainesas. A análise revela que, contra intuitivamente, o preço das licenças se reduz quando a cidade registra maior crescimento, seja devido aos fatores automáticos de ajuste na distribuição de licenças ou em razão do crescimento de Xangai ser relativamente sustentável, ou seja, de baixa intensidade em carbono. Um aumento dos preços de carvão também exerce pressão baixista sobre a licença do SH-ETS, uma vez que reduz a demanda por este combustível fóssil e, indiretamente, a emissão de poluentes de fontes industriais. Song et al. (2018) encontram que o preço das licenças tem como determinantes, por um lado, os fundamentos de oferta e demanda e, por outro, os sentimentos dos agentes do mercado de carbono. Os autores identificam que os preços do SH-ETS são altamente responsivos à publicação de novas normas pelo governo municipal, implicando que a progressiva sofisticação e maior segurança legal do mercado subnacional é favorável ao êxito do piloto. Em 2017, como resultado de sua maior maturidade institucional, a bolsa de valores xangainesa foi escolhida para ser a anfitriã do ETS nacional. De qualquer maneira, permanecem pontos de melhoria no mercado de licenças de Xangai: maior transparência, regras mais robustas para o cálculo e a verificação das emissões e a adoção de preços máximos e mínimos para as licenças assegurariam maior previsibilidade ao mercado.

⁷⁰ Os formatos das curvas são afetados pela indisponibilidade de alguns pontos no período considerado. Persiste, no entanto, a mensagem de recuperação do preço da licença a partir de 2017.

3.2.7 *Compliance* e supervisão

Nesta etapa, o governo deve (i) identificar as entidades reguladas; (ii) gerenciar o reporte de emissões pelas companhias; (iii) aprovar e acompanhar o desempenho de verificadores externos; (iv) estabelecer e supervisionar o registro das licenças de emissão; (v) regular e supervisionar o mercado de licenças de emissão; e (vi) desenhar e implementar um sistema de incentivos e penalidades para assegurar a aderência às regras do ETS (PMR, 2021).

A seção 3.2.3 tratou dos critérios para a inclusão de companhias no SH-ETS e da elaboração da lista de empresas participantes. Em relação ao reporte de emissões pelas firmas, o fluxo adotado em Xangai determina que as empresas deveriam submeter relatórios com a contabilidade de suas emissões referentes ao ano anterior ao final de março do ano corrente. Em abril, verificadores externos, certificados e contratados pelo governo, devem atestar a qualidade e a veracidade dos reportes empresariais. A municipalidade publicou metodologias gerais e específicas a alguns setores para orientar e uniformizar o processo de contabilização de emissões, baseando-se nas particularidades da indústria local, nos conselhos de especialistas e na versão traduzida em mandarim das regulações do sistema de comercialização de licenças europeu. Uma vez em posse dos relatórios de autoria das companhias e dos verificadores, a DRC anuncia, até o final de maio, o número de licenças que cada companhia deve possuir e, ao final de julho, as empresas devem submeter os créditos necessários. Em caso de não submissão ou descumprimento do prazo em qualquer das etapas, a companhia está sujeita a um conjunto de punições administrativas e financeiras (ICAP, 2023; STENSDAL, 2019; WETTESTAD; GULBRANDSEN, 2017; ZHOU et al., 2020).

À semelhança de outros pilotos, Xangai certificou como verificadores externos empresas públicas e privadas domésticas com experiência prévia na contabilização de emissões. Um mecanismo interno de avaliação destes verificadores foi desenvolvido e aperfeiçoado com o passar dos anos. Além disso, o governo realiza inspeções aleatórias dos relatórios, para garantir a veracidade das informações e o bom desempenho dos auditores (ICAP, 2023). A contratação dos verificadores diretamente pelo governo, ao invés de pelas companhias reguladas, ao lado dos instrumentos acima listados, funciona como uma camada adicional de segurança que auxilia Xangai a evitar problemas de conflitos de interesse, presentes em outras províncias. Quando a entidade regulada (empresa) contrata o verificador, há um incentivo para que o auditor ateste a veracidade dos dados mesmo em casos de inconsistências, já que uma auditoria demasiadamente rígida poderia resultar na não contratação deste verificador, em favor de outro mais leniente, no próximo ano (STOERK; DUDEK; YANG, 2019)

Coube ao Centro de Informações de Xangai a implementação e a supervisão do registro de licenças, isto é, uma base de dados que atribui um número de série a cada licença de emissão, rastreando-a desde a sua criação até a sua destruição. A plataforma de negociação e comercialização de licenças é a Bolsa de Valores de Meio Ambiente e Energia de Xangai (SEEE), operando sob regulações autoimpostas e de autoria da DRC (ICAP, 2023; PMR, 2021).

Quanto às penalidades resultantes do descumprimento da regulação do SH-ETS, companhias e verificadores externos podem ser multados de 10.000 a 50.000 yuans (aproximadamente 1.500 a 7.500 dólares) por atrasos ou fraudes em seus reportes de emissões anuais. A não submissão do número necessário de licenças resulta em multa de 10.000 a 100.000 yuans (aproximadamente 1.500 a 15.000 dólares) além da obrigação de submeter os créditos faltantes. As empresas também incorrem em penalidades não financeiras, como inclusão numa lista pública de empresas descumpridoras do SH-ETS, provocando dano reputacional, redução de sua nota de crédito e perda de sua elegibilidade para fundos governamentais para conservação de energia e mitigação de emissões de GHG (ICAP, 2023). A falta de uma lei municipal regulando o sistema xangainês impede o governo local de impor multas elevadas sobre as companhias, limitando seu poder coercitivo, diferentemente do que acontece em Pequim, onde as firmas podem sofrer multas de 3 a 5 vezes o valor das licenças não submetidas (WETTESTAD; GULBRANSEN, 2017)

Não obstante essa limitação, o piloto de Xangai alcançou 100% de conformidade em seus três primeiros anos de operação, sem a necessidade de adiar o prazo máximo de submissão das licenças – instrumento frequentemente utilizado pelas outras províncias para permitir que as companhias cumprissem com a regulação. Stensdal (2019, 2020) argumenta que a importância atribuída pelo governo xangainês ao êxito do piloto foi um fator fundamental para alcançar níveis elevados de conformidade. A autora expõe evidências de que o governo tomou medidas extraordinárias, a exemplo dos leilões de licenças, para possibilitar que empresas cumprissem com a regulação e estas, por sua vez, compreenderam os sinais normativos da municipalidade. O governo possuía mecanismos mais coercitivos para forçar as empresas a comprar licenças, como cortar o acesso à água e à energia ou a cassação de alvarás de funcionamento, mas optou pela mera comunicação informal com as companhias. Analogamente, seria mais barato para as firmas pagar eventuais multas do que adquirir créditos no mercado secundário, porém prevaleceu o entendimento de que seria benéfico cooperar com os esforços da cidade para alcançar 100% de conformidade.

Quadro 6 – Prazos para submissão das licenças de emissão

Piloto	Prazo regulatório	Prazo após adiamento		
		2013	2014	2015
Shenzhen	02-Jun	30-Jun-14	01-Jul-15	26-Jun-15
Xangai	30-Jun	30-Jun-14	30-Jun-15	30-Jun-16
Pequim (Beijing)	15-Jun	27-Jun-14	30-Jun-15	22-Jun-16
Cantão (Guangdong)	02-Jun	20-Jun-14	23-Jun-15	20-Jun-16
Tianjin	31-Mai	25-Jul-14	10-Jul-15	30-Jun-16
Hubei	29-Mai	-	10-Jul-15	25-Jul-16
Xunquim (Chongqing)	20-Jun	-	13-Jul-15	#N/D

Fonte: Zhou et al. (2020)

Quadro 7 – Taxas de conformidade

Piloto	Taxa de conformidade (%)		
	2013	2014	2015
Shenzhen	99,37 (631/635)	99,69 (634/636)	99,84 (635/636)
Xangai	100 (191/191)	100 (190/190)	100 (191/191)
Pequim (Beijing)	97,1 (403/415)	100 (551/551)	99 (945/954)
Cantão (Guangdong)	98,9 (182/184)	99,5 (183/184)	100 (186/186)
Tianjin	96,5 (110/114)	99,1 (111/112)	100 (109/109)
Hubei	-	100 (138/138)	100 (168/168)
Xunquim (Chongqing)	-	70 (116/237)	#N/D

Fonte: Zhou et al. (2020)

3.2.8 Uso de créditos externos

Nesta etapa, o governo deve (i) identificar o potencial papel de créditos externos (*offsets*) em seu ETS; (ii) determinar a governança do programa, os tipos de projetos aceitos e o escopo geográfico; (iii) considerar os custos de estabelecer um programa doméstico em comparação a utilizar um mecanismo internacional já existente; e (iv) definir limites quantitativos e critérios qualitativos sobre o uso de créditos externos (PMR, 2021).

Todos os pilotos optaram por admitir o uso de créditos externos em seus sistemas de comércio de licenças de emissão. PMR (2021) explica o racional por trás deste mecanismo: ao permitir que empresas cobertas pelo ETS possam comprar créditos resultante da redução da emissão de poluentes em setores não regulados, o governo expande os efeitos da precificação de GHG para toda a economia, fomentando o engajamento de outros agentes no combate às

mudanças climáticas e aumentando o rol de oportunidades de baixo custo de mitigação, o que aumenta a eficiência econômica do ETS e possibilita a definição de limites de licenças de emissão mais ambiciosos. Os créditos externos também podem ser utilizados para alcançar outras metas, como a melhoria da qualidade do ar, a transformação da matriz energética e o combate às desigualdades regionais.

A seção 2.3 discutiu a experiência pioneira da RPC com o CDM, apresentando o programa das Reduções Certificadas de Emissão Chinesas (CCERs) como uma alternativa doméstica às CERs, cujo mercado enfrentava dificuldades em razão da desaceleração do crescimento global pós-2008 e da transição para o Acordo de Paris. Como a criação das CCERs antecede o lançamento dos pilotos, não coube aos governos provinciais analisar a relação custo-benefício de estabelecer o regime doméstico em substituição ao internacional CDM. O governo central patrocinou a criação das CCERs, determinando sua estrutura institucional, as categorias de projetos aceitas e restringindo o seu escopo ao território chinês. Os custos de implementação do mecanismo foram certamente reduzidos pela familiaridade das partes interessadas, inclusive das empresas, com as já existentes regulações da UNFCCC, que serviram de referência e ponto de partida para elaboração das regras das CCERs.

O QUADRO 8 sumariza os diferentes limites quantitativos e critérios qualitativos adotados pelos ETS subnacionais para o uso de créditos externos. Em linhas gerais, os pilotos decidiram restringir a utilização das CCERs a menos de 10% das emissões cobertas pelo sistema ou das licenças de emissões distribuídas gratuitamente ou leiloadas. As províncias também optaram por restrições geográficas, para garantir que as mitigações fossem produzidas em seus territórios, e por restrições de tipo de projeto, removendo as categorias de impacto ambiental e social questionável, como as usinas hidrelétricas, que, apesar de serem limpas e renováveis, frequentemente envolvem a inundação de biomas e a remoção dos povos tradicionais. Como explorado no capítulo anterior, alguns tipos de projetos são capazes de gerar um volume elevado de créditos a um custo baixíssimo, o que poderia, segundo Huang et al. (2022), reduzir excessivamente o preço das emissões nos ETS e, segue-se, os incentivos para a transição verde. Efetivamente, Lin (2019, cap. 5) observa que o preço da licença de carbono em Xangai foi afetado negativamente pelas CCERs até 2017, quando o governo ajustou as regras para excluir os créditos resultantes de projetos hidrelétricos.

Quadro 8 – Limites quantitativos e critérios qualitativos sobre o uso das CCERs

Piloto	Limite quantitativo	Critério qualitativo
Shenzhen	$\leq 10\%$ das emissões	1. Províncias e regiões específicas dentro da província; 2. Apenas créditos de projetos de geração de energia eólica, fotovoltaica e de incineração de resíduos, silvicultura, sequestro de carbono e redução de emissões agrícolas.
Xangai	$\leq 5\%$ das licenças	1. Sem restrições geográficas; 2. Créditos de projetos hidrelétricos não são elegíveis.
Pequim (Beijing)	$\leq 5\%$ das licenças	1. Prioridade aos créditos provenientes da região de Pequim-Tianjin-Hebei; 2. Créditos de projetos hidrelétricos e de redução de poluentes químicos (HFCs, PFCs, N ₂ O e SF ₆) não são elegíveis.
Cantão (Guangdong)	$\leq 10\%$ das emissões	1. Mais de 70% das CCERs devem ser provenientes de Cantão; 2. A redução de CO ₂ e/ou CH ₄ deve corresponder a mais de 50% das CCERs; 3. Créditos de projetos hidrelétricos e de utilização de energia fóssil não são elegíveis.
Tianjin	$\leq 10\%$ das emissões	1. Prioridade aos créditos provenientes da região de Pequim-Tianjin-Hebei; 2. Apenas créditos de projetos de redução de emissões de CO ₂ ; 3. Créditos de projetos hidrelétricos não são elegíveis.
Hubei	$\leq 10\%$ das licenças	1. Apenas CCERs provenientes da província de Hubei; 2. Apenas créditos de projetos de biogás rural e silvicultura.
Xunquim (Chongqing)	$\leq 8\%$ das emissões	1. Sem restrições geográficas; 2. Apenas créditos de projetos de redução de emissões em energia limpa, tratamento de resíduos e outros; 3. Créditos de projetos hidrelétricos não são elegíveis.

Fonte: Huang et al. (2022), tradução nossa.

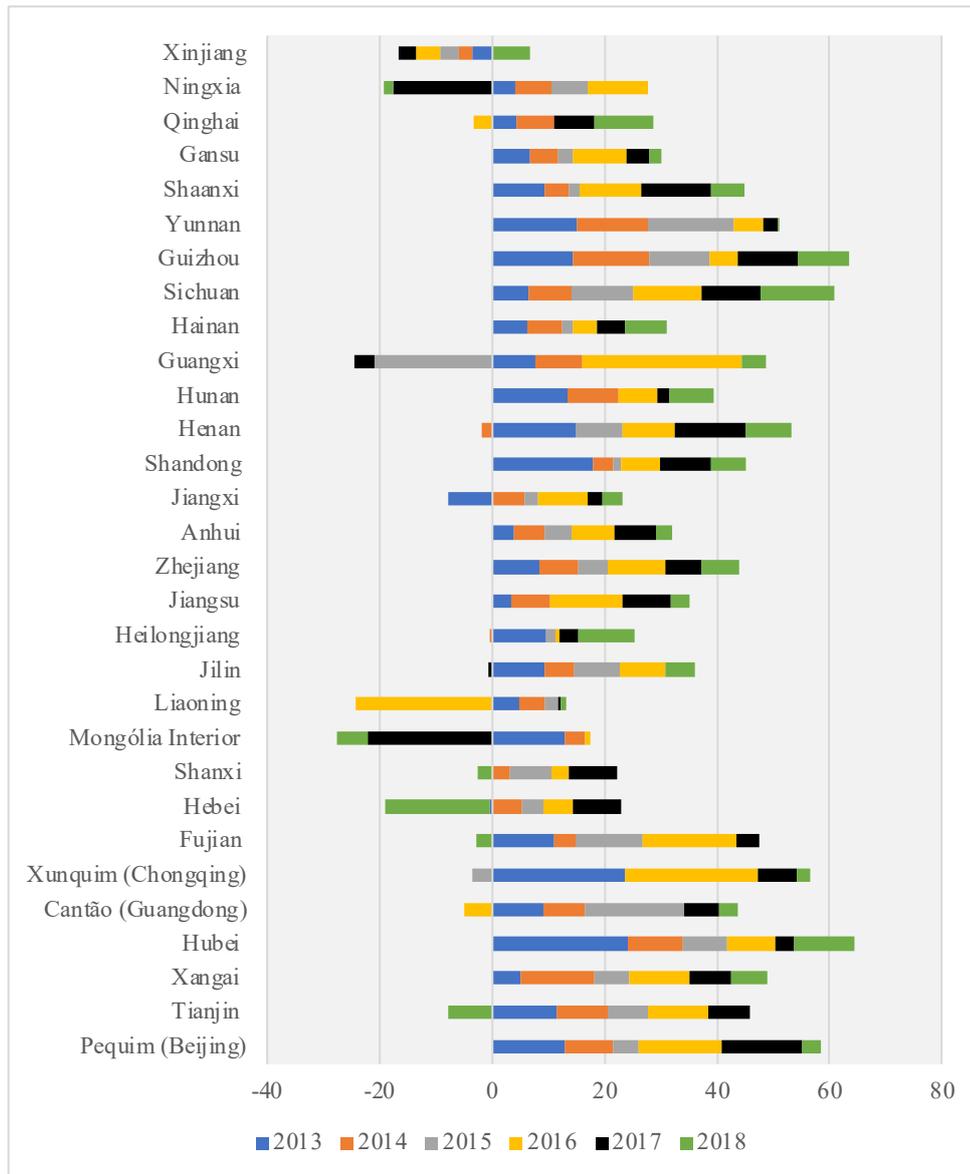
3.2.9 Possível vinculação com outros sistemas

Nesta etapa que trata da vinculação de diferentes ETS, o governo deve (i) identificar possíveis parceiros; (ii) determinar o tipo de vínculo almejado e (iii) analisar os benefícios e riscos inerentes a essa decisão, para, eventualmente, (iv) formar e gerenciar o vínculo (PMR, 2021). Como nenhum dos pilotos optou por se conectar a outra província, o trabalho não discutirá minuciosamente esses atributos. Contudo, apenas a título de referência, cabe mencionar que, em 2013, Hubei e Cantão realizaram estudos preliminares para avaliar a viabilidade de conectar os seus sistemas, mas os planos não se materializaram. A região de Cantão-Hong Kong-Macau, à qual Shenzhen pertence, tem planos de futuramente investigar a viabilidade de conectar ou unificar seus ETS. Por fim, algumas companhias da Mongólia Interior optaram voluntariamente por participar do piloto de Shenzhen em 2016, mas a iniciativa não prosperou e expirou no ano seguinte.

3.2.10 Avaliação e melhorias

Encerrando a discussão do SH-ETS, a última etapa prescrita pela PMR (2021) diz respeito à implementação, avaliação e melhoria contínua da política. Como nas seções passadas já se discutiu o estabelecimento do piloto, focar-se-á (i) em seu impacto sobre as emissões de dióxido de carbono da cidade. A literatura tipicamente avalia a eficácia dos sistemas provinciais de comércio de licenças de emissão chineses de forma conjunta, uma vez que essa opção permite a construção de uma amostra estatística suficientemente grande para realizar testes econométricos. A seção, portanto, fará referência a estes estudos, destacando, quando disponível, qualquer informação específica à Xangai. Outrossim, (ii) discutir-se-á os mecanismos formais de avaliação dos pilotos, cujas análises e conclusões guiaram os já mencionados ajustes (expansão do escopo, alterações na distribuição de licenças, melhorias no funcionamento do mercado etc.) nas regulações dos ETS subnacionais.

Numa primeira aproximação, é esclarecedor replicar o exercício de Huang et al. (2022), que calcularam a redução anual da intensidade em carbono das províncias chinesas entre 2013 e 2018. Ainda que essa análise não possa identificar uma causalidade entre a adoção de sistemas de comércio de licenças de emissão e o melhor desempenho no combate às mudanças climáticas, é revelador que as províncias piloto tenham alcançado uma taxa média de redução anual da intensidade em carbono de 7,3% enquanto as demais regiões registraram 4,92%. A média xangainesa foi de 8,2%, ligeiramente acima dos seus pares, mas com considerável variação anual: em 2013, a intensidade em carbono de Xangai recuou apenas 5,2%, enquanto, em 2014, a variação registrada foi de 13,0%. O GRÁFICO 12 apresenta estes dados. Huang et al. (2022) sugerem que o desempenho das províncias piloto é parcialmente explicado pelos efeitos virtuosos dos ETS sobre a estrutura produtiva. Sem embargo, os autores levantam a possibilidade de realocação das indústrias altamente poluidoras para as regiões não cobertas por mecanismos de precificação de carbono, o que ajudaria a justificar o diferencial de desempenho e sugeriria a necessidade de melhor coordenação das políticas no âmbito nacional. Evidentemente, quaisquer esforços de mitigação devem levar em conta as particularidades de cada localidade e a considerável desigualdade regional que caracteriza a RPC.

Gráfico 12 – Redução anual da intensidade em carbono, em porcentagem, por província⁷¹

Fonte: Elaboração própria, com dados de Huang et al. (2022).

Chai et al. (2022) propõem-se a um exercício mais sofisticado para verificar o impacto dos ETS subnacionais sobre as emissões de carbono e o crescimento econômico. Os autores utilizam modelos de diferenças-em-diferenças, que comparam mudanças na variável dependente, a saber, (i) o logaritmo natural das emissões de CO₂ e (ii) o logaritmo natural do PIB provincial, entre dois grupos antes e depois de um evento específico, no caso a implementação do ETS. Os dados cobrem o período de 2009 a 2019 para trinta províncias chinesas, incluindo as províncias piloto, que formam exclusivamente o grupo experimental. Para o primeiro modelo, os pesquisadores incorporam outras variáveis, como o logaritmo

⁷¹ Os dados de Cantão incluem a cidade de Shenzhen.

natural do PIB *per capita*, o logaritmo natural da população, a participação do setor secundário na economia, a participação de carvão mineral na matriz energética, a intensidade em energia da indústria e um índice de desenvolvimento verde. Analogamente, para o segundo modelo, há outras variáveis explicativas: o logaritmo natural do número de empregados na economia, o logaritmo natural do consumo de energia, o valor dos ativos fixos e um índice de crescimento verde. Com a inclusão destes dados, busca-se isolar o efeito de outros fatores sobre as variáveis dependentes. Especificamente, no caso do segundo modelo, as escolhas resultam da referência aos arcabouços neoclássicos de crescimento, que enfatizam capital, trabalho e recursos naturais como fatores da produção. Feitos esses ajustes, verifica-se que os grupos controles e experimental são comparáveis, passando no teste de tendências paralelas. Posto diferentemente, as províncias apresentavam tendências similares de emissões de CO₂ e crescimento econômico antes da implementação dos pilotos.

Chai et al. (2022) encontram que o coeficiente relativo à implementação de sistemas de comércio de licenças de emissão multiplicado pelo período, isto é, pelo número de anos passados desde 2009, é negativo e significativo ao nível de 1% para as emissões de CO₂. Por sua vez, no segundo modelo, este mesmo termo é positivo e significativo ao nível de 5% para o crescimento econômico. Ou seja, os autores produziram evidências de que os ETS subnacionais tiveram êxito em reduzir as emissões de carbono e promover o aumento do PIB. Essas conclusões encontram respaldo no restante da literatura, como Zhang et al. (2020), Peng et al. (2021), Qi et al. (2021) e Zhang e Zhang (2020), substanciando o sucesso da iniciativa chinesa e, de forma geral, fortalecendo empiricamente os argumentos favoráveis aos CPIs.

Quanto à existência de mecanismos formais de avaliação dos pilotos, todas as províncias financiaram pesquisas para a melhoria contínua das regulações de seus sistemas. Entre 2013 e 2020, a SSEE publicou relatórios anuais sobre o desempenho do SH-ETS, iniciativa que encontra paralelos em Beijing e Guangdong (ICAP, 2023). Os governos propriamente ditos jamais publicaram relatórios compreensivos de avaliação, apenas as bolsas de valores regionais, mas a mera decisão do CCP de continuar com a implementação do ETS nacional é sugestiva da perspectiva positiva das autoridades sobre a eficácia dos sistemas (WETTESTAD; GULBRANDSEN, 2017).

3.3 Considerações finais

O capítulo explorou com profundidade a experiência do sistema de comércio de licenças de emissão de Xangai. Num primeiro momento, discutiu-se comparativamente as características das províncias piloto, que diferem em variados aspectos, como dimensão territorial, taxa de urbanização, densidade demográfica e PIB *per capita*. Xangai é uma das cidades chinesas mais desenvolvidas, gozando de privilégios administrativos e uma estrutura econômica complexa, com presença da indústria e de serviços de alto valor agregado, notavelmente finanças, pesquisa e logística. Feita essa contextualização, o capítulo avançou sobre a análise do SH-ETS, explicitando como as diferenças entre as províncias resultaram em considerável variedade institucional. O provérbio chinês “atravessando o rio, sentindo as pedras sob os pés” ganhou materialidade nas decisões das autoridades subnacionais, que, em diversos pontos, revisaram e ajustaram as regulações de seus sistemas à luz da experiência e da comunicação com as diferentes partes interessadas. A preocupação com a conciliação entre crescimento econômico e mitigação do aquecimento global encontrou expressão na determinação do escopo, do limite de licenças e dos métodos de distribuição dos créditos. Essa flexibilidade do governo, ao lado da importância atribuída ao sucesso dos pilotos, foi primordial para alcançar elevadas taxas de conformidade nas diversas regiões. O capítulo também estabeleceu diálogo com as demais partes do trabalho, tratando do papel das CCERs nos ETS e explicitando o racional econômico por trás do instrumento. Apesar da identificação de falta de transparência e de funcionamento inadequado dos mercados de licenças, com preços voláteis e depreciados, a última seção apontou para o êxito dos pilotos em reduzir a intensidade em carbono das províncias sem sacrificar o crescimento econômico. Esse resultado é particularmente significativo no caso de Xangai, dado que a municipalidade já havia alcançado reduções em sua intensidade energética, implicando que o progresso sob o SH-ETS resultou principalmente da adoção de novas tecnologias.

Com a conclusão deste capítulo, o trabalho percorreu discussões teóricas e empíricas sobre os mecanismos de precificação de carbono, a política ambiental chinesa e a implementação de sistemas de comércio de licenças de emissão na RPC. A seguir, apresentam-se considerações finais para o conjunto dos capítulos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em vista do apresentado ao longo deste trabalho, torna-se patente a necessidade de maiores esforços por parte comunidade internacional para mitigar e enfrentar as mudanças climáticas. Apesar da construção exitosa de um consenso científico e político a respeito da emergência existencial do aquecimento global, experimentada, em primeira mão, através da maior ocorrência de eventos climáticos extremos, a comunidade internacional persiste com metas insuficientemente ambiciosas e insatisfatoriamente implementadas. As NDCs, mesmo após a revisão de Glasgow, são incapazes de limitar a elevação da temperatura média mundial aos 2°C, indicando a necessidade de avanços adicionais na estrutura supranacional de governança climática (NORDHAUS, 2018; UNFCCC, 2021).

Na esfera econômica, a constatação do aquecimento global deu luz a uma profícua agenda de pesquisa, diversa em seus referências teóricas, metodologias e conclusões. Parte da ortodoxia econômica recuperou os conceitos de externalidades negativas e do problema do caroneiro para propor o custo social do carbono, que adquire materialidade através da implementação de mecanismos de precificação do poluente. A partir de uma comparação minuciosa das duas principais modalidades de CPIs, as taxas sobre o carbono e os sistemas de comércio de licenças de emissão, o primeiro capítulo verificou a capacidade de ambos de alcançar reduções nas emissões de gases do efeito estufa a um baixo-custo. Os mecanismos distinguem-se apenas, de maneira limitada e atenuável, em dimensões secundárias, como a escolha entre previsibilidade de preços ou quantidade. De fato, não há superioridade clara de um instrumento em relação ao outro, conforme evidenciado pela implementação em magnitude similar de ambos CPIs pelos estados nacionais (WB, 2022d).

O segundo capítulo concentrou-se sobre o caso chinês. Nos últimos cinquenta anos, a RPC tornou-se peça-chave no quebra-cabeça de enfrentamento das mudanças climáticas. Por um lado, diversas estatísticas apontam para a maior participação chinesa nas emissões globais, ainda que seja possível relativizar tais números através das lentes de emissões históricas ou *per capita*. A mera continuidade do ritmo atual de emissões chinês é incompatível com a limitação do aquecimento global, enquanto a convergência da economia do gigante asiático para os níveis de renda *per capita* dos países desenvolvidos, se realizada sem alteração substancial da estrutura econômica e energética chinesa, implicaria uma verdadeira catástrofe climática. Por outro lado, há uma tendência clara de fortalecimento da estratégia climática chinesa. A análise histórica

empreendida documentou a evolução do posicionamento chinês, identificando a construção gradual de um abrangente plano de mitigação do aquecimento global, apadrinhado e coordenado por diversos ministérios, rumo à descarbonização do país. Fatores diversos explicam esta alteração de percurso, como a insatisfação pública com a degradação da natureza, as orientações das alta-lideranças comunistas, a busca por maior protagonismo geopolítico e o reconhecimento das oportunidades da transição verde. De qualquer maneira, a melhoria na governança doméstica é um processo em andamento e suscetível a críticas, seja devido à insuficiência das ambições chinesas ou em razão do caráter autoritário e, às vezes, ineficiente de políticas específicas.

O segundo capítulo também explorou a implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo na RPC. A análise ressaltou que a principal contribuição do CDM foi o aprendizado institucional, pavimentando o caminho para os sistemas subnacionais de comércio de licenças de emissão, objeto do terceiro capítulo. Nesta parte do trabalho, a caracterização das províncias frisou a diversidade socioeconômica da RPC, que se refletiu nas especificidades dos ETS locais. Uma avaliação detalhada da experiência xangainesa, informada pela descrição e evolução da complexa estrutura econômica da cidade e de iniciativas locais prévias de enfrentamento do aquecimento global, destacou que o êxito do SH-ETS requeria o fomento de alterações mais profundas e de mais difícil realização na técnica das empresas. Não obstante esse desafio, os sinais normativos da burocracia chinesa, que atribuía grande importância ao sucesso do piloto, em conjunto com a comunicação frequente com os agentes produtivos, a flexibilidade na definição e atualização das regras, visando evitar e resolver problemas como a escassez e a baixa liquidez no mercado de licenças, foram exitosos. Sem desvirtuar o racional econômico dos CPIs, os pilotos alcançaram reduções nas emissões de CO₂ por unidade do PIB, conforme averiguado por diversos estudos baseados em modelos econométricos de diferenças-em-diferenças para o conjunto das províncias.

A constatação da eficiência dos ETS no contexto chinês é auspiciosa para a comunidade internacional. A experiência chinesa carrega muitas especificidades, mas, indubitavelmente, será um caso de estudo para outros países em desenvolvimento interessados em promover o crescimento sustentável. A pesquisa empreendida carrega diversas limitações e poderia ser expandida através (i) da análise pormenorizada de outros pilotos locais, visando identificar nexos causais entre determinadas especificações dos sistemas subnacionais e seus resultados em termos de reduções de emissões; (ii) da discussão do sistema nacional, no que toca o seu funcionamento e evolução, dada a interessante questão de vinculação com os ETS chineses já

existentes; e (iii) de outros efeitos da precificação do carbono, focando no comportamento das firmas e dos consumidores.

A disseminação dos CPIs, informada pela experiência internacional, para o mundo emergente poderia acelerar significativamente os esforços globais contra as mudanças climáticas, reforçando a importância desta linha de pesquisa. Cabe à academia monitorar de perto a evolução dessas políticas, combinando empirismo, teoria e interdisciplinaridade, para continuar a contribuir para o desafio de mitigação do aquecimento global, informando os formuladores de política e o público em geral.

REFERÊNCIAS

- AKERLOF, G. et al. **Economists’ Statement on Carbon Dividends**. Disponível em: <<https://www.wsj.com/articles/economists-statement-on-carbon-dividends-11547682910>>. Acesso em: 15 out. 2022.
- ALDY, J. E.; STAVINS, R. N. The Promise and Problems of Pricing Carbon. **The Journal of Environment & Development**, v. 21, n. 2, p. 152–180, 18 jun. 2012.
- ARAÚJO, C. G. DE; BRANDÃO, C. M.; DIEGUES, A. C. As transformações no modelo de desenvolvimento econômico chinês: De Deng Xiaoping ao período atual. **Revista Economia Ensaios**, v. 33, n. 1, 4 jun. 2019.
- ARRHENIUS, S.; HOLDEN, E. S. ON THE INFLUENCE OF CARBONIC ACID IN THE AIR UPON THE TEMPERATURE OF THE EARTH. **Publications of the Astronomical Society of the Pacific**, v. 9, n. 54, p. 14–24, 1897.
- ASIAN DEVELOPMENT BANK. **China, People’s Republic of: Advancing Shanghai Carbon Market through Emissions Trading Scheme**. Disponível em: <<https://www.adb.org/projects/46054-001/main>>. Acesso em: 17 set. 2023.
- BAYER, P.; URPELAINEN, J.; WALLACE, J. Who uses the Clean Development Mechanism? An empirical analysis of projects in Chinese provinces. **Global Environmental Change**, v. 23, n. 2, p. 512–521, abr. 2013.
- BLANCHARD, O.; GOLLIER, C.; TIROLE, J. The Portfolio of Economic Policies Needed to Fight Climate Change. nov. 2022.
- BODANSKY, D. The history of the global climate change regime. Em: **International relations and global climate change**. Cambridge, MA: MIT Press, 2001. p. 23–40.
- BP. **BP Statistical Review of World Energy 2022**. LondonBP, , 2022. Disponível em: <<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>>. Acesso em: 18 maio. 2023
- CHAI, S. et al. Is Emissions Trading Scheme (ETS) an Effective Market-Incentivized Environmental Regulation Policy? Evidence from China’s Eight ETS Pilots. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 6, p. 3177, 8 mar. 2022.
- CLIMATE WATCH. **GHG Emissions. Climate Watch data** Washington, DCWorld Resources Institute, , 2022. Disponível em: <<https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>>. Acesso em: 18 maio. 2023
- COASE, R. H. The Problem of Social Cost. **The Journal of Law & Economics**, v. 3, p. 1–44, 1960.
- COLMAN, Z.; MATHIESEN, K.; WEISE, Z. **COP26 climate deal ‘too late’ for vulnerable countries but too much for others – POLITICO**. Disponível em: <<https://www.politico.eu/article/cop26-climate-summit-deal-vulnerable-countries/>>. Acesso em: 8 out. 2022.

CONRAD, B. China in Copenhagen: Reconciling the “Beijing Climate Revolution” and the “Copenhagen Climate Obstinacy”. **The China Quarterly**, n. 210, p. 435–455, 2012.

CROOKS, R.; ZHANG, Q. Environmental Strategy for the 12th Five-Year Plan Period: What Can the People’s Republic of China Learn from the 11th Five-Year Plan? ADB Briefs. jun. 2011.

DUAN, M.; PANG, T.; ZHANG, X. REVIEW OF CARBON EMISSIONS TRADING PILOTS IN CHINA. **Energy & Environment**, v. 25, n. 3/4, p. 527–549, 2014.

ELLIOTT, D. J. **Building a Global Financial Center in Shanghai: Observations from Other Centers**. Washington, D.C.: [s.n.]. Disponível em: <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/0610_shanghai_financial_center_elliott.pdf>. Acesso em: 10 set. 2023.

EUROPEAN COMMISSION. **Use of international credits**. Disponível em: <https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/use-international-credits_en>. Acesso em: 5 jun. 2023.

EY. **How is China turning Shanghai into an international finance center?** Disponível em: <https://www.ey.com/en_cn/china-opportunities/how-is-china-turning-shanghai-into-an-international-finance-center>. Acesso em: 10 set. 2023.

FRAUNHOFER ISE. **Photovoltaics Report**. Freiburg, 21 fev. 2023.

GOULDER, L. H.; SCHEIN, A. Carbon Taxes vs. Cap and Trade: a Critical Review. NBER Working Paper Series. 2013.

GUTTMANN, R. **Eco-Capitalism**. Cham: Springer International Publishing, 2018.

HUANG, W. et al. Review of recent progress of emission trading policy in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 349, p. 131480, 2022.

ICAP. **China - Shanghai pilot ETS**, 2023. Disponível em: <https://icapcarbonaction.com/system/files/ets_pdfs/icap-etsmap-factsheet-62.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2023

IEA. **Global EV Outlook 2022**. Paris, France, maio 2022.

IPCC. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2007.

IPCC. Summary for Policymakers. Em: **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2022.

IRENA. **Renewable Capacity Statistics 2022**. Abu Dhabi, abr. 2022.

JIANG, J.; YE, B. A comparative analysis of Chinese regional climate regulation policy: ETS as an example. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 42, n. 3, p. 819–840, 13 mar. 2020.

KAINOU, K. **Collapse of the Clean Development Mechanism scheme under the Kyoto Protocol and its spillover: Consequences of ‘carbon panic’** | CEPR. Disponível em: <<https://cepr.org/voxeu/columns/collapse-clean-development-mechanism-scheme-under-kyoto-protocol-and-its-spillover>>. Acesso em: 19 out. 2022.

KAPLOW, L. Taxes, Permits, and Climate Change. NBER Working Paper. ago. 2010.

KERIMRAY, A.; DESGAIN, D. **CDM Pipeline**. Disponível em: <<https://unepccc.org/cdm-ji-pipeline/C>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

KITAGAWA, H. Environmental Policy Under President Xi Jinping Leadership: The Changing Environmental Norms. Em: KITAGAWA, H. (Ed.). **Environmental Policy and Governance in China**. Tokyo: Springer Japan, 2017. p. 1–15.

KOPRA, S. **China and Great Power Responsibility for Climate Change**. London: Routledge, 2018.

LECOCQ, F.; AMBROSI, P. The Clean Development Mechanism: History, Status, and Prospects. **Review of Environmental Economics and Policy**, v. 1, n. 1, p. 134–151, 1 jan. 2007.

LEWIS, J. I. The evolving role of carbon finance in promoting renewable energy development in China. **Energy Policy**, v. 38, n. 6, p. 2875–2886, jun. 2010.

LI, C. **Chinese Politics in the Xi Jinping Era: Reassessing Collective Leadership**. Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 2016.

LI, Y.; SHAPIRO, J. **China goes green: coercive environmentalism for a troubled planet**. Cambridge: Polity, 2020.

LIN, H. **Energy Policies and Climate Change in China**. London: Routledge, 2019.

LV, Z. Environmental Legislation in the Past 70 Years. Em: **Beautiful China: 70 Years Since 1949 and 70 People’s Views on Eco-civilization Construction**. Singapore: Springer Singapore, 2021. p. 21–33.

LYNAS, M. **How do I know China wrecked the Copenhagen deal? I was in the room**. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/environment/2009/dec/22/copenhagen-climate-change-mark-lynas>>. Acesso em: 27 maio. 2023.

MANKIW, N. G. Smart Taxes: An Open Invitation to Join the Pigou Club. **Eastern Economic Journal**, v. 35, n. 1, p. 14–23, 9 jan. 2009.

MASLIN, M. A. The road from Rio to Glasgow: a short history of the climate change negotiations. **Scottish Geographical Journal**, v. 136, n. 1–4, p. 5–12, 2020.

MCTI; UNFCCC. **Acordo de Paris**. Brasília: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/acordo-de-paris>, 2021.

NORDHAUS, W. D. **Climate change: The Ultimate Challenge for Economics. Prize Lecture**, 8 dez. 2018. Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2018/nordhaus/lecture/>>. Acesso em: 26 out. 2022

OECD. Interactions Between Emission Trading Systems and Other Overlapping Policy Instruments. 2011.

OECD. **Climate Tipping Points: Insights for Effective Policy Action**. Paris: OECD Publishing, 2022.

OFFICE OF THE PRESS SECRETARY. **U.S.-China Joint Announcement on Climate Change**. Beijing, ChinaThe White House, , 12 nov. 2014. Disponível em: <<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2014/11/11/us-china-joint-announcement-climate-change>>. Acesso em: 28 maio. 2023

ONG, L. H. The Apparent “Paradox” in China’s Climate Policies. **Asian Survey**, v. 52, n. 6, p. 1138–1160, 1 dez. 2012.

PAN, J. The evolution and transformation of China’s climate change response strategy: From preventing ‘black swan’ events to reducing ‘grey rhino’ risks. Em: GARNAUT, R.; SONG, L.; FANG, C. (Eds.). **China’s 40 Years of Reform and Development**. Canberra: ANU Press, 2018. p. 525–542.

PANG, T.; DUAN, M. Cap setting and allowance allocation in China’s emissions trading pilot programmes: special issues and innovative solutions. **Climate Policy**, v. 16, n. 7, p. 815–835, 2 out. 2016.

PARRY, I.; BLACK, S.; VERNON, N. Still Not Getting Energy Prices Right: A Global and Country Update of Fossil Fuel Subsidies. IMF Working Papers. set. 2021.

PARRY, I.; BLACK, S.; ZHUNUSSOVA, K. Carbon Taxes or Emissions Trading Systems? Instrument Choice and Design. IMF Staff Climate Note. 2022.

PARTNERSHIP FOR MARKET READINESS (PMR); INTERNATIONAL CARBON ACTION PARTNERSHIP (ICAP). **Emissions trading in practice: A handbook on design and implementation**. 2. ed. [s.l: s.n.].

PENG, H.; QI, S.; CUI, J. The environmental and economic effects of the carbon emissions trading scheme in China: The role of alternative allowance allocation. **Sustainable Production and Consumption**, v. 28, p. 105–115, out. 2021.

QI, S.; CHENG, S.; CUI, J. Environmental and economic effects of China’s carbon market pilots: Empirical evidence based on a DID model. **Journal of Cleaner Production**, v. 279, p. 123720, jan. 2021.

QUACQUARELLI SYMONDS (QS). **QS World Universities Ranking 2024: Top Global Universities**. Disponível em: <<https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2024>>. Acesso em: 8 set. 2023.

RITCHIE, H.; ROSER, M.; ROSADO, P. **CO₂ and Greenhouse Gas Emissions**. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>>. Acesso em: 19 maio. 2023a.

RITCHIE, H.; ROSER, M.; ROSADO, P. **China: Energy Country Profile**. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/energy/country/china#>>. Acesso em: 17 out. 2022b.

SAMUELSON, P. A. The Pure Theory of Public Expenditure. **The Review of Economics and Statistics**, v. 36, n. 4, p. 387, nov. 1954.

SANDALOW, D. et al. **Guide to Chinese Climate Policy 2022**. Oxford, UK: Oxford Institute of Energy Studies, 2022.

SHAN, Y. et al. City-level emission peak and drivers in China. **Science Bulletin**, v. 67, n. 18, p. 1910–1920, set. 2022.

SHANGHAI INTERNATIONAL PORT GROUP. **About SIPG**. Disponível em: <<https://www.sipgbayport.com/about-sipg/>>. Acesso em: 10 set. 2023.

SHANGHAI STOCK EXCHANGE. **About the Shanghai Stock Exchange**. Disponível em: <<http://english.sse.com.cn/aboutsse/overview/>>. Acesso em: 10 set. 2023.

SHI, B.; WU, L.; KANG, R. Clean Development, Energy Substitution, and Carbon Emissions: Evidence from Clean Development Mechanism (CDM) Project Implementation in China. **Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 860, 16 jan. 2021.

SHIN, S. The domestic side of the clean development mechanism: the case of China. **Environmental Politics**, v. 19, n. 2, p. 237–254, 30 mar. 2010.

SHUKLA, S. **The Rise of the Xi Gang: Factional politics in the Chinese Communist Party**: ORF Occasional Paper. [s.l.: s.n.].

SONG, Y. et al. How China's current carbon trading policy affects carbon price? An investigation of the Shanghai Emission Trading Scheme pilot. **Journal of Cleaner Production**, v. 181, p. 374–384, abr. 2018.

STAVINS, R. N. The Relative Merits of Carbon Pricing Instruments: Taxes versus Trading. **Review of Environmental Economics and Policy**, v. 16, n. 1, p. 62–82, 1 jan. 2022.

STENSDAL, I. Chinese Climate-Change Policy, 1988-2013: Moving On Up. **Asian Perspective**, v. 38, n. 1, p. 111–135, 2014.

STENSDAL, I. Norms and flexibility: Comparing two mitigation policies implemented in Shanghai. **Environmental Science & Policy**, v. 92, p. 281–288, fev. 2019.

STENSDAL, I. Towards a typology of pilots: the Shanghai emissions-trading scheme pilot. **Journal of Chinese Governance**, v. 5, n. 3, p. 345–373, 2 jul. 2020.

STERN, N.; STIGLITZ, J.; TAYLOR, C. The economics of immense risk, urgent action and radical change: towards new approaches to the economics of climate change. **Journal of Economic Methodology**, v. 29, n. 3, p. 181–216, 3 jul. 2022.

STERN, N.; XIE, C. China's new growth story: linking the 14th Five-Year Plan with the 2060 carbon neutrality pledge. **Journal of Chinese Economic and Business Studies**, v. 21, n. 1, p. 5–25, 2 jan. 2023.

STOERK, T.; DUDEK, D. J.; YANG, J. China's national carbon emissions trading scheme: lessons from the pilot emission trading schemes, academic literature, and known policy details. **Climate Policy**, v. 19, n. 4, p. 472–486, 21 abr. 2019.

SUN, D. et al. Carbon Markets in China: Development and Challenges. **Emerging Markets Finance and Trade**, v. 52, n. 6, p. 1361–1371, 2 jun. 2016.

TENG, F.; ZHANG, X. Clean development mechanism practice in China: Current status and possibilities for future regime. **Energy**, v. 35, n. 11, p. 4328–4335, nov. 2010.

UNFCCC. **Nationally determined contributions under the Paris Agreement: Revised synthesis report by the secretariat**. , 25 out. 2021. Disponível em: <<https://unfccc.int/documents/307628>>. Acesso em: 8 out. 2022

UNFCCC. **The Clean Development Mechanism**. Disponível em: <<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/mechanisms-under-the-kyoto-protocol/the-clean-development-mechanism>>. Acesso em: 3 jun. 2023a.

UNFCCC. **What is the Kyoto Protocol?** Disponível em: <https://unfccc.int/kyoto_protocol#:~:text=During%20the%20second%20commitment%20period,is%20different%20from%20the%20first.>. Acesso em: 3 jun. 2023b.

UNFCCC SECRETARIAT. **Achievements of the Clean Development Mechanism: Harnessing Incentive for Climate Action, 2001-2018**. Bonn, Germany, 2018.

WANG, Q.; CHEN, Y. Barriers and opportunities of using the clean development mechanism to advance renewable energy development in China. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 7, p. 1989–1998, set. 2010.

WB et al. **Clean Development Mechanism in China: Taking a Proactive and Sustainable Approach**. 2. ed. Washington: World Bank, 2004.

WEI, Y. et al. (EDS.). **Energy Economics: CO2 Emissions in China**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011.

WETTESTAD, J.; GULBRANDSEN, L. H. (EDS.). **The Evolution of Carbon Markets**. Abingdon, Oxon ; New York, NY : Routledge, [2018] | Series: Transforming environmental politics and policy: Routledge, 2017.

WETTESTAD, J.; GULBRANDSEN, L. H.; ANDRESEN, S. Calling in the Heavyweights: Why the World Bank Established the Carbon Pricing Leadership Coalition, and What It Might Achieve. **International Studies Perspectives**, v. 22, n. 2, p. 201–217, 30 abr. 2021.

WORLD BANK. **GDP, PPP (current international \$)**. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD?most_recent_value_desc=true&locations=CN>. Acesso em: 17 out. 2022.

WORLD BANK. **What is Carbon Pricing? | Carbon Pricing Dashboard**. Disponível em: <<https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/what-carbon-pricing>>. Acesso em: 12 out. 2022a.

WORLD BANK. **Population, total**. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>>. Acesso em: 19 maio. 2023b.

WORLD BANK. **GDP per capita (current US\$)**. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>>. Acesso em: 18 ago. 2023c.

WORLD BANK. **State and Trends of Carbon Pricing 2022**. Washington, DC: [s.n.].

WORLD BANK. **Four Decades of Poverty Reduction in China**. [s.l.] The World Bank, 2022e.

WU, L.; QIAN, H.; LI, J. Advancing the experiment to reality: Perspectives on Shanghai pilot carbon emissions trading scheme. **Energy Policy**, v. 75, p. 22–30, dez. 2014.

WU, R. et al. Achieving China's INDC through carbon cap-and-trade: Insights from Shanghai. **Applied Energy**, v. 184, p. 1114–1122, dez. 2016.

XIE, Z. Changes in Environmental Policy in the Past 40 Years of Reform and Opening-Up. Em: **Beautiful China: 70 Years Since 1949 and 70 People's Views on Eco-civilization Construction**. Singapore: Springer Singapore, 2021. p. 3–19.

XU, Y. **Environmental Policy and Air Pollution in China**. London: Routledge, 2020.

YANJIA, W.; CHANDLER, W. **Understanding Energy Intensity Data in China**. **Policy Outlook** Washington, 24 mar. 2011.

ZHANG, D. et al. Emissions trading in China: Progress and prospects. **Energy Policy**, v. 75, p. 9–16, dez. 2014.

ZHANG, H.; ZHANG, B. The unintended impact of carbon trading of China's power sector. **Energy Policy**, v. 147, p. 111876, dez. 2020.

ZHANG, J.; ZHANG, L. Impacts on CO₂ Emission Allowance Prices in China: A Quantile Regression Analysis of the Shanghai Emission Trading Scheme. **Sustainability**, v. 8, n. 11, p. 1195, 18 nov. 2016.

ZHANG, Y. et al. The effect of emission trading policy on carbon emission reduction: Evidence from an integrated study of pilot regions in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 265, p. 121843, ago. 2020.

ZHANG, Z. Y.; HULD, A. **Investing in Shanghai: Industry, Economics, and Policy**. Disponível em: <<https://www.china-briefing.com/news/investing-in-shanghai-china-city-spotlight/>>. Acesso em: 8 set. 2023.

ZHOU, Y. et al. Addressing climate change through a market mechanism: a comparative study of the pilot emission trading schemes in China. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 42, n. 3, p. 745–767, 14 mar. 2020.