



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

MESTRADO EM

Economia e Políticas Públicas

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

Dissertação

Mercado de Troca de Permissões de Emissões de Gases
de Efeito Estufa:

Uma Proposta para o Estado Brasileiro de São Paulo

Tomás Zillio Soares

Outubro – 2022



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

MESTRADO EM

Economia e Políticas Públicas

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

Dissertação

Mercado de Troca de Permissões de Emissões de Gases
de Efeito Estufa:

Uma Proposta para o Estado Brasileiro de São Paulo

Por:

Tomás Zillio Soares

Orientadora:

Professora Doutora Maria Isabel de Deus Mendes

Outubro – 2022

Agradecimentos

Agradeço aos muitos que vieram antes de mim e aos muitos que virão depois que tentaram e tentarão, de alguma forma, contribuir para a utopia que se chama Brasil.

Agradeço aos meus pais pelo valor à educação e a busca pelo conhecimento como valor fundamental e indelével à minha formação, mesmo em momentos que duvidei dela. Agradeço também por todo o suporte enquanto estive ausente para completar essa etapa na jornada.

Agradeço aos meus amigos em Portugal que me receberam tão bem e foram razão e diversão nesse estágio importante da minha vida.

Agradeço ao corpo docente do ISEG por um curso que renovou minha motivação pelo estudo e conhecimento, superando minhas expectativas quando decidi sair em busca deste mestrado sem a certeza do que encontraria pela frente.

Agradeço à Anna, pela companhia, pelo cuidado, pelo incentivo e pelos aprendizados.

Agradeço à Livia e ao André, por cumprirem muitas vezes um papel que era meu enquanto não estive presente e por serem conforto na minha ausência.

E agradeço à Lia, sempre luz em minha caminhada.

“Viver é partir, voltar e repartir.”

Emicida

Resumo

No contexto acerca das discussões sobre as mudanças climáticas e qual a forma mais eficiente de políticas públicas voltadas para a mitigação deste fenômeno, mecanismos de comando e controle (puramente regulatórios) e mecanismos econômicos (taxação ou mercados de carbono) passaram a ser estudados e implementados em diferentes partes do mundo, apoiados também por resoluções internacionais normalmente discutidas no âmbito da conferência das partes das Nações Unidas. Observamos que, apesar de mecanismos diferentes, o mecanismo de mercado de troca de permissões e limites de emissões é o que vem sendo mais amplamente implementado, com resultados positivos, ainda que passíveis de correção.

Apresentamos nesse desenho de regulamentação, uma proposta para o estado brasileiro de São Paulo, baseada nas melhores práticas internacionais de experiências análogas ao redor do mundo, com o intuito que este seja um documento propositivo no debate sobre uma regulamentação deste tipo no contexto brasileiro, aproveitando-se da aprendizagem institucional e dos estudos acadêmicos acerca do melhor desenho deste arcabouço regulatório, com a ambição que o estado paulista – e, futuramente, o país – possam inserir-se de maneira definitiva na esfera de países com políticas claras de mitigação da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera.

Para tanto, fazemos uma contextualização geral da evolução dos estudos e das discussões sobre quais mecanismos de controle são mais eficientes; trazemos à luz uma matriz de classificação que servirá como base para as análises das experiências internacionais bem como para o enquadramento de nossa proposta local; discutimos o atual arcabouço regulatório no tema de mudanças climáticas no Brasil e no estado de São Paulo; e, finalmente, apresentamos nossa proposta de regulamentação

Palavras-Chave: mercado de troca de permissão de emissões – gases de efeito estufa - regulamentação – política pública – São Paulo

Abstract

In the context of discussions on climate change and the most efficient form of public policies aimed at mitigating this phenomenon, command and control mechanisms (purely regulatory) and economic mechanisms (tax or carbon markets) began to be studied and implemented in different parts of the world, also supported by international resolutions normally discussed at the conference of the parties of the United Nations. We observed that, despite different mechanisms, the market mechanism of cap-and-trade systems is what has been more widely implemented, with positive results, even if adjustments and enhancements are welcomed.

We present in this design of regulation, a proposal for the Brazilian state of São Paulo, based on the best international practices of similar experiences around the world, with the aim that this will be a document of relevance in the debate on such regulation in the Brazilian context, taking advantage of institutional learning and academic studies on the best design of this regulatory framework, with the ambition that the state of São Paulo – and, in the future, the country – can be definitively inserted in the sphere of countries with clear policies to mitigate the emission of greenhouse gases into the atmosphere.

To this end, we make a general contextualization of the evolution of studies and discussions about which control mechanisms are more efficient; we bring to light a classification matrix that will serve as the basis for the analysis of international experiences as well as for the framing of our local proposal; we discuss the current regulatory framework on climate change in Brazil and the state of São Paulo; and finally, we present our proposed regulation

Keywords: climate change – cap and trade markets - regulation - public policy – environmental economics

INDÍCE

1 – Introdução	1
2 – Revisão de Literatura	4
3 – Legislação Vigente e Proposições Correntes	19
4 – A Proposta de Implementação	23
5 – Considerações Finais	35
Referências	38

INDÍCE DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Mapa global de aplicação de mecanismos de precificação de GEE	10
Figura 2 – Diagrama com definição dos tipos de emissão de GEE	27
Tabela 1 – Matriz de Classificação de ETS de Narassimhan et al	12
Tabela 2 – Sistemas de Cap-And-Trade avaliados por Schmalensee & Stavins	13
Tabela 3 – Comparação entre “Permissões de Emissões” vs. “Crédito de Carbono”	19
Tabela 4 – Decreto número 11.075 de 2022 classificado de acordo com a matriz de Narassimhan et al	22
Tabela 5 – Proposta de regulamentação de um mercado de troca de permissões de emissões no estado de São Paulo dentro da matriz de classificação de Narassimhan et al	33
Tabela 6 – Análise <i>PASTEL</i> com comparativo entre Taxas de Carbono e Mercados de Cap-And-Trade	34

Glossário – Principais Siglas e Acrônimos

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

GEE – Gases de Efeito Estufa

ETS – Emissions Trading System ou Emissions Trading Scheme

EU-ETS – ETS da União Europeia

PIB – Produto Interno Bruto

FMI – Fundo Monetário Internacional

SCC – Custo Social do Carbono, na sigla em inglês

MCC – Custo da Mortalidade do Carbono, sigla em inglês

COPs – Conferência das Partes das Nações Unidas

EEA – European Environment Agency

EPA US – Environmental Protection Agency dos Estados Unidos da América

DICE – Dinamic Integrated Climate-Economy model (modelo de integração dinâmica econômico-climático)

NDC – Nationally Disclosed Commitments (compromissos públicos de reduções de GEE divulgados por nações)

MBRE – Mercado Brasileiro de Redução de Emissões

Seresp – Sistema estadual de registro de emissões de São Paulo

CO₂e – Dióxido de Carbono Equivalente: unidade de medida que padroniza todos os GEE em unidades de carbono equivalente

1. Introdução

Atualmente, é difícil para um olhar atento não notar a importância que o assunto “Mudanças Climáticas” ganha nos noticiários, diretrizes de empresas de capital aberto, plataformas políticas de partidos e candidatos de diferentes espectros ideológicos ou mesmo em conversas informais. No entanto, nem sempre foi assim. Embora as primeiras teorias sobre mudanças climáticas como efeito da ação humana datem do final do século XIX, não foi até o início da década de 1990 (fim do século XX) que as atenções começaram a de fato voltarem-se a essa temática - mesmo que embora já ganhassem algum espaço desde os anos 1960 (Leiserowitz, 2007)

Como mencionado, a primeira teoria que trata da ação humana no efeito estufa natural, veio do químico sueco Svante Arrhenius em 1896 que concluiu que a era industrial movida a carvão vai colaborar para o aumento do efeito estufa natural. Seu dimensionamento do "efeito estufa criado pela ação do homem" são semelhantes - incremento de alguns graus Celsius para o dobro de aumento de gás carbônico (CO₂) - ao usado em modelos climáticos atuais (Corfee-Morlot et al, 2007). Mesmo sem conseguir prever a dimensão dos efeitos futuros, ou mesmo se preocupar com essa constatação, essa teoria acaba por servir como precursora de toda uma literatura que começa no campo científico - das ciências climáticas - até os efeitos econômicos que as mudanças climáticas causadas pelo homem podem causar. Esta segunda frente – a economia das mudanças climáticas - acaba, por sua vez, a influenciar toda uma gama de ações políticas, nos campos de política econômica e políticas públicas para lidar com este tema.

Desde seu surgimento em 1988, na assembleia geral das Nações Unidas, o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) já produziu seis relatórios de avaliação que cumprem seu papel de servir de embasamento científico para a formulação de políticas públicas que tratem sobre o tema das mudanças climáticas como consequência da ação humana, servindo também como um importante alerta sobre os custos que a inação em sentido de reverter o curso da história neste campo terá sobre nossa sociedade, com dimensões locais e globais. Obviamente, o IPCC não é o único órgão de relevância global que se debruça sobre o tema. Organizações como o Banco Mundial, FMI, pesquisadores renomados e universidades (entre outros) produzem literatura extensa sobre o assunto, analisando-o sob diferentes ópticas.

Se até meados do século passado o consenso científico dos impactos que as mudanças do clima podem causar em nossa sociedade ainda não estava formado, a partir do momento

que isto acontece, surge a pressão - primeiro de especialistas, cientistas climáticos e depois da sociedade como um todo – para que ações concretas sejam tomadas de modo que possamos lidar da melhor maneira e, em alguns casos, reverter as consequências potencialmente catastróficas que o aquecimento global já causa no presente e suas previsões nada animadoras sobre o futuro. É a partir dessa mudança de paradigma que toda uma nova literatura, sob a óptica dos impactos econômicos das mudanças climáticas e seus subsequentes custos de mitigação via mecanismos de controle também surgem. Dentre as diversas possibilidades de atacar o problema, como mecanismos de comando e controle ou mecanismos de mercado, destaca-se o mecanismo de troca de permissões de emissões de gases de efeito estufa. De acordo com o Banco Mundial, e destacado na figura 1 no apêndice, é este o mecanismo que abarca a maior quantidade de emissões globais, com destaque à China, que implementou tal sistema em 2021, de uma só vez compreendendo 7,38% das emissões totais do mundo.

Assim sendo, é neste sentido que essa proposta de política pública se desenvolverá. O objetivo central é trazer à luz um tipo de mecanismo de controle já largamente usado em diversas partes do mundo – o mercado de troca de permissões de emissões - e adaptá-lo, fazendo-se uso das melhorias já absorvidas ao longo de anos de experiência, ao contexto local, mais especificamente ao estado brasileiro de São Paulo, com objetivo de que este possa servir como experiência base para uma aplicação de dimensão nacional. A escolha de tal unidade federativa se dá por alguns aspectos fundamentais – a saber: a) o estado em questão é responsável por 40% do produto interno bruto brasileiro; b) compreende pouco mais de 20% da população total brasileira; c) tem uma economia mais diversificada, com diversos setores passíveis de regulação, podendo criar um mercado mais dinâmico; e d) conta já com algum arcabouço regulatório no sentido da mensuração, divulgação e redução de emissões de gases de efeito estufa, trazendo portanto a possibilidade de se construir uma regulamentação mais robusta, já se aproveitando de experiências vigentes..

Vale a pena destacar, porém, que mesmo com produção econômica bastante relevante e um estado bastante populoso, de acordo com o Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2020), do Observatório do Clima, instituição não governamental que atua como grupo de interesse na formulação de políticas públicas sobre mudanças climáticas, São Paulo é responsável por pouco mais de 6,5% das emissões totais do Brasil como um todo. Em termos proporcionais, segundo a mesma fonte, o estado em questão tem uma emissão per capita de aproximadamente 3 toneladas de CO₂ equivalente, abaixo da maioria dos estados brasileiros. A título de comparação, de acordo com a mesma fonte, estados como Mato Grosso ou Rondônia possuem emissão per capita de quase 70 toneladas de CO₂ equivalente. Isso se

dá pela natureza das emissões de GEE brasileiras, bastante vinculadas ao desmatamento, manejo do uso do solo e atividades relacionadas à agropecuária. Entretanto, como já pontuado, por ter uma diversificação maior de fontes emissoras (atividades industriais, agropecuária, transporte, energia, gestão de resíduos e serviços) e legislação mais evoluída neste sentido, o estado de São Paulo se qualifica como um objeto de análise mais abrangente para o tipo de política que se pretende analisar. É importante reconhecer essa limitação no contexto geral das emissões brasileiras, mas destacamos as condições favoráveis para que São Paulo seja o plano piloto de uma política como essa, análogo ao observado na Califórnia, EUA - também o estado mais rico e populoso americano, com uma economia diversa, mas que é um emissor bem menos relevante que outros estados com economias baseadas no setor de Óleo e Gás ou mineração.

A fim de fundamentar esta proposta de política pública, vamos trazer na revisão de literatura (Seção 3) uma proporção maior de trabalhos que abordem a questão principalmente sob o ponto de vista positivo, com destaque para os trabalhos que analisem de forma prática os efeitos dos mercados de troca de permissões já existentes ao redor do mundo, que por sua vez, servirão como base comparativa à proposta que apresentaremos, ainda que a abordagem normativa se faça presente também no embasamento teórico, com destaque especial à conceptualização do "custo social do carbono". A escolha de uma abordagem que privilegie o aspecto positivo é muito mais uma questão pragmática, uma vez que a intenção é que esta seja uma proposta de aplicação prática do que por preferência pessoal do autor. Ainda, buscaremos aqui trazer literatura relevante onde a eficiência de tal mecanismo será questionada, trazendo então também aspectos normativos a esta análise. Será neste campo também que trataremos de apresentar as diferenças conceptuais e práticas entre o Mercado Voluntário de Carbono e o Mercado de Troca de Permissões de Emissões, dois tipos de mecanismo de controle de emissões que são comumente confundidos como equivalentes, mas que têm aplicações e consequências extremamente diferentes.

Na seção 4, evoluiremos para conceptualização prática da atual legislação brasileira sobre o tema, bem como atuais propostas que tramitam nas instâncias legislativas estaduais e federais. Como ponto de comparação e aproveitando-se da atualidade do tema, traremos um recente decreto legislativo promulgado pelo governo federal como uma base para um mercado regulamentado e apontaremos o porquê, em nossa visão, tal decreto é falho, trazendo em

seguida nossa proposta de regulamentação alinhada às boas-práticas internacionais das políticas voltadas a uma “economia de baixo carbono”¹.

Na sequência, passaremos a finalmente trazer a proposta prática para a implementação de um mercado de troca de permissões de emissões, introduzindo algumas análises técnicas sobre a viabilidade da proposta, baseadas no modelo *PASTEL* que leva em conta os aspectos políticos, administrativos, sociais, tecnológicos, econômicos e legais para que as muitas dimensões da aplicação de uma determinada política pública como iremos propor sejam levadas em consideração antes de sua aplicação. Remetendo à seção 3 e a literatura sobre os resultados práticos das diferentes formas de aplicação do mercado em questão no contexto internacional, será de nossa intenção incorporar as experiências análogas, com seus erros e acertos de modo que o desenho da política local seja o mais efetivo possível, com resultados mensuráveis e práticos no curto prazo. Finalmente, nas considerações finais, apresentaremos uma sugestão de etapas de implementação hipotética (pois depende de proposição e aprovação das câmaras legislativas) a partir de janeiro de 2023 no Estado de São Paulo. Acreditamos assim, que se uma proposta nestes moldes for implementada com sucesso, tendo o cuidado de levar em conta os possíveis impactos políticos e sociais, ganha-se força para a nacionalização desta regulamentação em breve, o que potencialmente colocaria o país alinhado às práticas internacionais de mitigação de emissão de gases de efeito estufa.

2. Revisão de Literatura

Integração de modelos econômicos e climáticos

Em 1992, um paper publicado por William Nordhaus intitulado “The 'DICE' Model: Background and Structure of a Dynamic Integrated Climate-Economy Model of the Economics of Global Warming” é talvez a primeira tentativa de integrar os modelos climáticos com os preceitos econômicos a fim de se mensurar economicamente as externalidades negativas das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, ou, em outras palavras, definir o “Custo Social do Carbono” (SCC, na sigla em inglês), um conceito bastante importante para os mecanismos de controle que posteriormente surgiriam. Nele, o autor apresenta o que fica conhecido como o “modelo DICE” um acrônimo para *Dynamic Integrated Climate Economy Model*, Nordhaus propõe que se criem modelos eficientes de controle das emissões de GEE.

¹ Economia de Baixo Carbono: Pela definição, são as atividades econômicas que geram produtos e serviços com baixa emissão de CO₂ associada a esta produção (Sengupta, et al, 2020)

Este trabalho foi bastante inovador à época e ainda hoje é bastante aceito e estudado à medida que foi o primeiro modelo a incluir dinâmicas tanto econômicas quanto climáticas de modo que se considerasse o longo período que os GEEs permanecem na atmosfera e a relação intrínseca entre crescimento econômico e mudanças climáticas. Assim, o autor argumenta, qualquer trabalho que diminua a importância de tal integração dinâmica, corre o risco de subdimensionar riscos e chegar a conclusões equivocadas acerca de se determinar modelos eficientes de mitigação.

Aos olhos das atuais discussões sobre mudanças climáticas e as muitas dificuldades de coordenação política a nível global para que se tenha um framework relativamente padronizado de políticas públicas para tratar do problema, não deixa de ser interessante a digressão que o autor realiza sobre o atual (em 1992) estado das discussões sobre o tema. Em uma breve passagem, Nordhaus comenta que os governos naquele momento estavam a discutir um tratado de práticas em comum que estabeleceria um processo através dos quais os esforços nacionais poderiam ser coordenados e tal discussão culminaria na conferência que ficou conhecida como Rio-92. Hoje, 30 anos depois, a discussão avançou bastante e ganhou corpo através das muitas Conferências das Partes (COPs) e seus múltiplos acordos, mas a falta de uma efetiva política internacional de mitigação de emissão de GEEs pode ainda ser observada e seus efeitos, sentidos. O artigo é ainda bastante inovador por determinar em seus fundamentos a análise de custo-benefício dos controles de emissão de GEEs, fazendo a conexão entre ciência climática e ciências econômicas, levando assim em conta os custos de abatimento de emissões, mas também os custos potenciais do aquecimento global e é isso que o autor traz em sua conclusão onde estima que os custos de se dobrar as emissões de CO₂e (Gás Carbônico equivalente) em relação aos níveis de 1990, levaria a um aquecimento global de 3 graus Celsius na média da temperatura mundial, resultando em um custo agregado de 1.3% de todo o PIB global. Outra contribuição fundamental foi em se estimar o custo de abatimento de uma tonelada de carbono para uma redução em 50% das emissões a níveis da época, uma abordagem bastante utilizada em estudos mais recentes como por exemplo em Den Elzen et al (2011), que aborda sob a perspectiva do acordo de Copenhagen ou Weng et al (2020), que traz a abordagem sob a ótica da indústria de petróleo da China. Em revisões futuras do modelo, como no estudo intitulado “Evolution of modeling of the economics of global warming: changes in the DICE model, 1992–2017”, Nordhaus volta a abordar o modelo DICE, à luz dos avanços em 25 anos de ajustes e novas projeções realizadas neste interim. Interessante notar, que o autor afirma que ao longo deste quarto de século, as mudanças do modelo se deram muito mais por questões de refinamento econômico do que por mudanças nas premissas das ciências climáticas, essas

bastante consistentes em suas conclusões e alertas sobre as consequências do aquecimento global. Mesmo assim, Nordhaus volta a concluir que a estrutura de análise central do modelo DICE permaneceu a mesma, ainda que conclusões diferentes sobre o custo social do carbono e os níveis ótimos de controle tenham tido certas variações.

Finalmente, apesar de apontar algumas diferenças significativas, como o custo social do carbono passando de 5 dólares a tonelada em 1992 para 31 dólares a tonelada em 2015, o autor conclui que tanto os estudos anteriores quanto os mais recentes indicam que apesar da imprecisão dos componentes econômicos e projeções de muito longo prazo (para além de 2100) terem que ser consideradas com cuidado, a abordagem de se utilizar modelos dinâmicos integrados para se identificar estratégias de controle eficientes se mantém, podendo ser sempre atualizados à medida que os inputs econômicos e de aceleração de mudanças climáticas também mudem ao longo do tempo. Cabe aqui a observação que atualmente, organismos internacionais como o Fundo Monetário Internacional (FMI) já estimam que o preço do carbono a ser internalizado de modo que se evite um aquecimento global superior a 2 graus Celsius até 2100 já se encontra em 75 dólares por tonelada. Tal valor pode ser encontrado no estudo preparado pelo FMI em 2021, chamado “Reaching Net Zero”. No mercado de troca de permissões da União Europeia, o preço da permissão para se emitir uma tonelada chegou a 96 (104 dólares) euros em fevereiro deste ano e ronda atualmente os 78 euros (84 dólares).

Bressler, já em 2021, incorpora a metodologia DICE atualizada em 2016 em uma abordagem para incluir o custo da mortalidade que as emissões de carbono representam no mundo, pois argumenta que os modelos integrados climático-econômicos não levam em conta adequadamente esta dimensão do impacto causado na sociedade e introduz então o conceito de *Mortality Cost of Carbon (MCC)*. Segundo o autor, este impacto pode ser calculado em 1 morte adicional a cada 4.434 toneladas de CO₂ equivalente emitidas na atmosfera. Em 2019, o mundo emitiu 36,8 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente, o que poderia então ser traduzido em aproximadamente mais de 8 milhões de mortes causadas anualmente pela emissão de GEEs. Neste sentido, o autor argumenta que o real custo social do carbono deveria ser próximo de 260 dólares por tonelada, para que os custos totais do dano marginal que as emissões representam sejam de fato internalizadas. Assim, não importa de que ângulo a questão seja analisada, o custo real parece ser bem mais alto do que o atualmente praticado (quando praticado), mundo afora.

Observa-se aqui a tentativa, ainda que imperfeita, de se quantificar o custo social que as emissões de carbono representam a balizar uma sinalização de preço para que estes custos sejam por fim internalizados por emissores, criando um mecanismo econômico que altere a

matriz de tomada de decisão uma vez que um custo adicional, antes não contabilizado em eventuais decisões de investimento, passem a fazer parte da modelagem financeira. Em outras palavras, a partir do momento que este custo social passa a ser incorporado, o custo de produção e comercialização de determinados produtos ou insumos muda, alterando também potenciais margens de lucro e, ao fim, processos decisórios. Ao mesmo tempo, é importante observar que tal incorporação de custos, pode gerar uma pressão inflacionária em bens e serviços hoje essenciais para a economia, o que por sua vez gera custos políticos em uma implementação de política regulatória. Surge, então, a questão sobre qual o mecanismo, dentro do arcabouço da formulação de políticas públicas, mais adequado para que a internalização destes custos seja alcançada, de preferência com baixos custos políticos e impacto positivo na sociedade.

Os Instrumentos de Regulação

Observamos, pelas experiências internacionais, que os mecanismos de mercado são os mais largamente aplicados, com evidências de eficiência no controle e, se implementados com olhar abrangente às muitas variáveis econômicas-sociais, com ganhos também econômicos.

De acordo com Moura (2016), são quatro os tipos gerais de instrumentos de aplicação de política ambiental: a) instrumentos de comando e controle (regulação direta) que busca direcionar o comportamento da sociedade e dos agentes econômicos por meio de permissões ou proibições previamente estabelecidas, baseadas em restrições legais, regulamentações ou normatizações; b) instrumentos econômicos que direcionam e incentivam indiretamente comportamentos favoráveis ao meio ambiente, por meio de custos ou benefícios associados às alternativas de ação. Dentre seus mecanismos de ação temos a internalização das externalidades ambientais negativas e positivas causadas pela produção e o consumo, o incentivo ao uso racional dos recursos naturais na óptica ambiental, a compensação aos que arcam com recursos privados para beneficiar o meio ambiente ou ainda uma combinação destes itens dentro de uma regulação econômica; c) os acordos e regulações voluntárias que compreendem os contratos negociados, tratados voluntários e acordos de cooperação interinstitucional; e d) os instrumentos de informação que buscam orientar, influenciar ou persuadir os agentes públicos ou privados a atuarem de forma benéfica ao meio ambiente, por meio da disponibilização de informações e da disseminação de valores favoráveis ao meio ambiente, atuando portanto na esfera da mudança institucional comportamental como meio de uma mudança positiva no campo ambiental.

Dessa gama de possibilidades, é natural que surjam defensores de um modelo em sobreposição dos demais, ainda que se admita, e seja até certo ponto desejável, que mecanismos

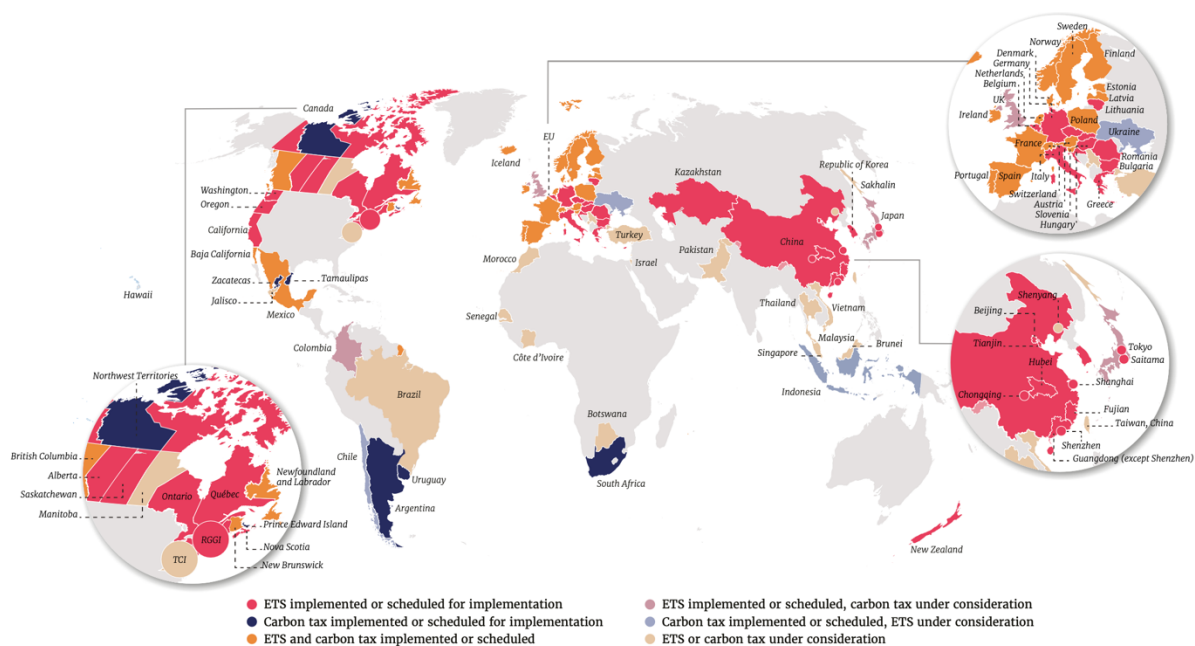
complementares atuem ao mesmo tempo. Em sentido contrário, apresentam-se críticas consistentes a determinados mecanismos em detrimento de outros. Dentro da abordagem econômica, Weitzman (2014, 2017) defende uma taxa de carbono global e uniforme entre países de modo que este custo social seja internalizado. O autor defende essa abordagem em detrimento de um mercado de troca de permissões (*cap-and-trade*) pois argumenta em favor da previsibilidade dos preços, facilitando os custos de transação entre agentes econômicos sob a óptica da racionalidade; além disso, ao contrário de um sistema de troca de permissões, elimina a volatilidade dos preços, que potencialmente pode acabar sendo prejudicial ao objetivo fim de se internalizar os custos sociais do carbono, uma vez que em um mercado dinâmico, os preços potencialmente poderiam ficar bem abaixo daquele estimado como o SCC. Por outro lado, Chen et al (2020), argumentam que os mercados de *cap-and-trade* são mais eficientes do ponto de vista econômico do que uma simples taxa de carbono, uma vez que a taxa de carbono provoca perdas nos lucros das empresas e o mercado de troca de permissões tem efeito incerto neste aspecto do ponto de vista global das empresas participantes devido a possibilidade de ganho financeiro daqueles que conseguem reduzir suas emissões abaixo do limite estabelecido, ao mesmo tempo que ambos os sistemas apresentam resultados significativos no objetivo de redução total das emissões dentro dos mercados regulados. Mandell (2008) por sua vez, traz a perspectiva de análise sobre economias com regulação híbrida onde uma parte está sujeita a um mercado de troca de permissões e outro a uma taxa de carbono. Para que se chegue à conclusão, o autor utiliza-se do modelo de Weitzman sobre “Preços vs Quantidades” para determinar que numa regulação híbrida, o ótimo-eficiente seria com uma expansão das áreas reguladas por uma taxa de carbono quanto maior fosse o custo marginal de abatimento das emissões dentro de um mercado de *cap-and-trade*, ou seja, quando os preços de um mercado de troca de permissões se tornam muito altos, o mais eficiente seria a transição a uma economia regulada por uma taxa fixa. Importante ressaltar, entretanto, que tal mecanismo de substituição de política (*cap-and-trade* vs taxa de carbono) de acordo com um gatilho econômico é uma modelação teórica que pode eventualmente se instrumentalizar como uma política na prática, porém, atualmente, tal mecanismo não foi ainda testado e não existem resultados práticos para serem avaliados.

Experiências Práticas

Ainda que a discussão teórica sobre a eficiência máxima de um modelo ou outro ou ainda a combinação de diferentes modelos seja extremamente relevante e bastante útil para o aprimoramento das políticas públicas, queremos aqui trazer a óptica das experiências práticas.

De acordo com o Banco Mundial (2022), em 2022 aproximadamente 68 mecanismos de precificação de carbono estavam ativos ao redor do mundo, cobrindo um total de 23% das emissões totais de carbono globais. Como mostra a figura 1, ao final deste parágrafo, sobre a abrangência de mecanismos de precificação de carbono, jurisdições bastante relevantes, como China, União Europeia e Califórnia estão sob um mercado de troca de permissões (ETS), ainda que alguns países da União Europeia tenham também uma taxa de carbono complementar, como por exemplo Portugal, Espanha, França, Polónia, entre outros. Usando dados da European Environment Agency (EEA) (disponível em <https://www.eea.europa.eu/highlights/eu-ets-emissions-continue>, acessado em 15 de Setembro de 2022), California Air Resources Board (disponível em <https://ww2.arb.ca.gov/ghg-inventory-data>, acessado em 15 de Setembro de 2022) e do próprio Banco Mundial (State and Trends of Carbon Pricing, 2022), se formos considerar o peso relativo na cobertura das emissões de gases de efeito estufa, o mercado ETS chinês tem sozinho uma abrangência de 7,55% (aproximadamente 30% do total de emissões da China) das emissões totais no mundo, enquanto o EU ETS engloba outros 2,64% e a Califórnia aproximadamente 0,9% das emissões globais. O cálculo foi feito baseando-se no total de emissões cobertas nas respectivas jurisdições e na quantidade total de GEE emitidos por cada um destes locais em relação às emissões totais globais, que por sua vez foram obtidas a partir de dados da International Energy Agency (disponível em <https://www.iea.org/news/global-co2-emissions-rebounded-to-their-highest-level-in-history-in-2021>, acessado em 15 de Setembro de 2022). Outros mecanismos relevantes de ETS que serão trazidos à luz em seções seguintes, traduzem então este como o mecanismo de precificação de carbono mais representativo em termos proporcionais das emissões globais que estão sob alguma jurisdição de precificação regulamentada que adotam a abordagem econômica (por vezes em complemento a outras) como mecanismo de controle nas políticas de mudanças climáticas.

Figura 1 – Mapa global de aplicação de mecanismos de precificação de GEE



Fonte – Banco Mundial – States and Trends of Carbon Pricing, 2022

Para concluir a argumentação sobre a predominância relativa dos mercados de ETS em relação às taxas de carbono, é interessante e bastante relevante para a discussão proposta notar que a visão de Weitzman citada anteriormente, encontra bastante aderência entre economistas que estudam a questão dos mecanismos de controle por abordagem econômica, ou seja, que uma taxa de carbono seria preferível em relação a um mercado de troca de permissões justamente por trazer maior previsibilidade de preço na internalização dos custos de emissão e, por ser mais simples, diminuir os custos de *compliance* e administração do mecanismo de controle. Cooper (2007), dentre outros economistas, argumenta que uma taxa de carbono é a forma mais direta e simples de influenciar as decisões de compra dos consumidores, corrigindo a falha de mercado que é a não internalização dos custos sociais do carbono. Se a literatura teórica da economia climática parece favorecer a abordagem de uma taxa de carbono, precisamos analisar sob a ótica da política porque os mercados de troca de permissões são então mais amplamente adotados. De acordo com Eitze e Schebesta (2019), a viabilidade social é crucial para uma taxa de carbono funcionar, uma vez que a criação de taxas são normalmente mal-vistas para a população e trazem custos políticos relevantes aos governantes. Outro ponto importante, é que uma taxa de carbono é menos flexível do que um mercado com precificação dinâmica e ainda tem a contrapartida de afetar de maneira desproporcional camadas de população mais pobre, que tem uma parcela maior de sua renda comprometida com serviços como transporte e energia, bastante suscetíveis a uma taxa de carbono. Além disso, os autores

argumentam que apenas determinar um preço de carbono via taxaço   uma sinaliza o de preço importante, mas que pode não ter força o suficiente se não houver bens ou serviços substitutivos. Em contrapartida, um mercado de troca de permissões institui um limite (*cap*) decrescente ao longo do tempo para o total de emissões, instituindo um mecanismo que tem por objeto fim a efetiva redu o do total de emissões na atmosfera, com objetivos (redu es) mensuráveis ao longo do tempo, podendo ter seus parâmetros adaptados de acordo com a evolu o observada.

Passando para as análises positivas das experiências com os mercados de troca de permissões, em 2018, Narassimhan, Gallagher, Koester e Alejo fazem uma extensa revisão de práticas de aplica o de uma precifica o de carbono sob o contexto de um mercado de troca de permissões de emissões, os autores analisam 8 jurisprudências distintas (China, Califórnia, União Europeia, Nova Zelândia, Coreia do Sul, Província de Québec, *Green House Gas Initiative* – composto por 11 estados americanos na costa leste do país e Su i a) que se encontram em estágios distintos de implementa o para avaliarem a efetividade em controlar as emissões de GEE. Uma contribui o importante do trabalho   a cria o de uma matriz de classifica o para avaliar a efetividade de tais ETS, a qual esta proposta utilizar  para desenvolver a proposta de aplica o local - esta matriz   então composta por: efetividade ambiental, eficiência econômica, gerenciamento do mercado, gerenciamento das receitas geradas em tal mercado e engajamento dos stakeholders. Além disso, dentro destes 5 critérios, atributos do ETS incluindo custo de abatimento de emissões, rigidez dos limites de emissão, evolu o das práticas de aloca o de recursos e a trajetória da estabilidade dos preços são também avaliadas. O estudo evolui no sentido de identificar alguns componentes chave para o sucesso de um ETS bem implementado: aprendizagem institucional; prudência administrativa; gerenciamento apropriado das receitas de carbono e engajamento adequado dos stakeholders. A seguir, apresentamos, na Tabela 1, essa matriz que balizará as demais classifica es que vamos apresentar, evidenciando os critérios citados neste último parágrafo:

Tabela 1 – Matriz de Classificação de ETS de Narassimhan et al (2018):

Avaliação Geral	Atributos do ETS	Baixo	Médio	Alto
Efetividade Ambiental	Cobertura dos Setores com Emissões Altas	O ETS se encaixa na política climática global com muitos setores não regulamentados.	O ETS se encaixa na política climática global com algumas políticas adicionais de mitigação de carbono; isenções EITE significativas.	O ETS se encaixa na política climática global que abrange todos os setores com isenções mínimas de EITE; ou cobertura EITE sob uma política alternativa.
	Limite de Emissões para Emissões cobertas	O limite foi igual ou superior aos níveis de emissão BAU cobertos no início de um período de conformidade sem maiores reduções ao longo do tempo.	O Cap estabeleceu menos do que os níveis de emissão BAU cobertos no início de um período de conformidade com alguma diminuição ao longo do tempo.	O Cap estabeleceu menos do que os níveis de emissão BAU cobertos no início do período de conformidade com diminuição definitiva ao longo do tempo.
	Rigor dos Limites	Sem aperto anual dos limites	Ad-hoc diminui no limite de emissões	Aperto anual pré-determinado do limite de emissões.
Eficiência Econômica	Custo de Abatimento	Preço alto de permissão sem EITE incluído	Preços baixos/moderados sem incluso do EITE	Preços de licenças baixos a moderados com EITE incluídos.
	Custo de Compliance	Alto marginal. A MRV custa por tonelada de emissões, sem assistência às empresas pelo governo.	Moderado. custos marginais da MRV para as empresas com assistência governamental	Baixo marginal. A MRV custa às empresas com assistência governamental.
	Custo de Administração	O custo marginal para administrar o ETS é relativamente alto em comparação com outros ETSs.	O custo marginal para administrar o ETS é moderado.	O custo marginal para administrar o ETS é relativamente baixo.
Gerenciamento de Mercado	Método das Alocações Atuais	Alocações gratuitas, sem linhas de base claras.	Alocações gratuitas, comparadas com estimativas de ano base.	Leilão completo ou alocações livres parciais, com benchmarking com dados de inventário de emissões
	Melhoria das Práticas de Alocação ao Longo do Tempo	Nenhuma mudança na metodologia de alocação inicial.	Mudanças da metodologia inicial.	Aumento dos leilões de alocações.
	Percentual Leiloado	Nenhum ou leilão parcial, sem planos para aumentar no futuro.	Leilões parciais com planos para aumentar no futuro.	Leilão completo
	Trajatória de Estabilidade de Preços	Alta volatilidade durante um período.	Estável, mas volátil em torno do início/fim do período	Estável
	Compromisso sobre o sinal/preço	Ausência de compromisso de limite de emissões para períodos futuros; Incerteza sobre o ETS. Sem medidas de estabilidade de preços.	Compromisso de limite para períodos futuros; Piso ou teto de preço; Presença de reserva de subsídio com gatilho baseado em quantidade ou sem critério claro; Regras bancárias/empréstimos pouco claras que permitem acumulação de subsídios.	Compromisso de limite, piso de preço mais alto; teto de preço; Uma reserva de subsídio com gatilho baseado em preços e diretrizes claras para intervenção; bancário/empréstimo com limites bem definidos para evitar acumulação de subsídios por empresas.
	Flexibilidade do sistema	Sem reserva de permissões; sem leilões de reserva.	Presença de reserva de permissões, com prazos rígidos de intervenção ou atraso de tempo. Ausência de contenção de preços e emissões. Quantidade de reserva de subsídio desencadeada; Permissões removidos não são aposentados	Presença de reserva de permissões, acionada por preço com independência para intervir a qualquer momento, redução de tempo de atraso. Presença de medidas de contenção de preços e emissões. As Permissões removidos são aposentados.
	Ligação atual	Nenhum link ou vínculo unilateral com compensações sem limites.	Ligação unilateral com limites de deslocamento, vínculo bilateral sem compliance comum.	Ligação bilateral com regras de compliance semelhantes.
Engajamento de Stakeholders	Número de reuniões por período ou comentários recebidos de acordo com Resultados	Engajamento dos stakeholders com empresas regulamentadas somente antes do início de um período. Não há opção para o público desempenhar um papel no processo de criação de regras. Não há correlação entre os resultados de modificação/alteração de regras e recomendações de partes interessadas. Evidência de fadiga dos stakeholders.	Engajamento dos stakeholder com empresas regulamentadas através do estabelecimento de processo de contabilidade de emissões; Uso de agendas consistentes pós-estabelecimento ETS ou sempre que uma mudança nas regras for necessária. Não há opção para comentários públicos. Os resultados de modificação/alteração de regras seguem as recomendações dos stakeholders. Evidências de discordância entre as partes interessadas sobre o resultado.	Engajamento dos stakeholders com empresas regulamentadas através do estabelecimento de processo de contabilidade de emissões; Utilização de um cronograma consistente pós-estabelecimento ETS ou sempre que uma mudança nas regras for necessária. Opção para o público expressar suas opiniões em reuniões ou comentários. Correlação clara entre os resultados de modificação/alteração de regras e recomendações de stakeholders. Acordo geral entre as partes interessadas sobre o resultado.
Gerenciamento de Receitas	Receita Gerada	Nenhuma receita arrecadada. Despesa líquida para o governo administrar o ETS e as empresas para cumprir com o ETS.	Algumas receitas arrecadadas através de leilões. Cobre custos administrativos e custos de transação da MRV.	Receita significativa gerada para gastar em metas ambientais adicionais; Receitas para aliviar a carga social e econômica de um ETS.
	Designação EITE	Nenhuma receita arrecadada, os setores EITE recebem alocações gratuitamente; Os setores EITE também recebem assistência para cumprir com o ETS.	Receita utilizada para reduzir a carga dos setores EITE, além de subsídios gratuitos concedidos.	Receita utilizada para reduzir a carga dos setores EITE sem subsídios gratuitos.
	Designação "Verde"	Sem gastos verdes adicionais.	Menor parcela da receita usada para gastos verdes	Maior parcela da receita usada para gastos verdes
	Efeitos Redistributivos	Nenhum dinheiro alocado para ajudar comunidades de baixa renda.	Menor parcela da receita usada para ajudar comunidades de baixa renda.	Maior parcela da receita alocada para ajudar comunidades de baixa renda.

Fonte: Narassimhan et al (2018), com tradução e formatação do autor

Recorrendo a Schmalensee e Stavins (2015), os autores apresentam um resumo valioso com lições aprendidas durante três décadas de diferentes tipos de mercados de troca de permissões de poluentes, desde a primeira experiência designada para um faseamento decrescente e progressivo do uso de chumbo como aditivo à Gasolina nos Estados Unidos, até instrumentos mais modernos de *Cap-And-Trade* como o EU-ETS. Segundo os autores, mercados de trocas de permissões como o ETS já se provaram, ao longo do tempo, serem mais eficientes e eficazes do ponto de vista ambiental e econômico do que os sistemas de regulação baseados em instrumentos de controle e comando, apenas. Ainda, complementam, que sistemas menos flexíveis não teriam induzido o nível de avanço tecnológico na redução de emissões do que sistemas com abordagem de mercado em questão.

A Tabela 2, apresentada a seguir, busca compilar as lições aprendidas e analisadas por a Schmalensee e Stavins (2015) dentro da matriz de classificação desenvolvida por Narassimhan et al (2018). Este sistema de avaliação, servirá como base para as análises futuras de legislação vigente e de nossa própria proposta de regulamentação. Partindo dos critérios de avaliação que apresentamos na Tabela 1, a avaliação qualitativa dos autores nos permite enquadrar cada uma das experiências analisadas de modo que nos sirva de suporte para identificar as experiências mais bem sucedidas em cada um dos critérios e então nos permita embasar-nos para a nossa proposição que será apresentada.

Tabela 2 – Sistemas de Cap-And-Trade avaliados por Schmalensee & Stavins dentro da Matriz de Classificação de Narassimhan et al (2018):

Avaliação Geral	Atributos do ETS	Baixo	Médio	Alto
Efetividade Ambiental	Cobertura dos Setores com Emissões Altas	."RGGI"	."EU-ETS"	."Troca de Permissões de Emissões de Dióxido Sulfúrico (SO2)" ."RECLAIM" ."California AB-32"
	Limite de Emissões para Emissões cobertas	."RECLAIM"	."EU-ETS"	."RGGI" ."California AB-32" ."Faseamento de redução progressiva do Chumbo na Gasolina" ."Troca de Permissões de Emissões de Dióxido Sulfúrico (SO2)"
	Rigor dos Limites			."RGGI" ."California AB-32" ."EU-ETS"
Eficiência Econômica	Custo de Abatimento	."RGGI" ."EU-ETS"	."Oxido Nitroso Trading System" ."California AB-32"	
	Custo de Compliance	."Oxido Nitroso Trading System"	."Faseamento de redução progressiva do Chumbo na Gasolina" ."RECLAIM"	."Troca de Permissões de Emissões de Dióxido Sulfúrico (SO2)" ."RGGI" ."California AB-32"
	Custo de Administração	."RECLAIM"		."Troca de Permissões de Emissões de Dióxido Sulfúrico (SO2)" ."RGGI" ."California AB-32" ."Faseamento de redução progressiva do Chumbo na Gasolina"
Gerenciamento de Mercado	Método das Alocações Atuais		."RECLAIM" ."Oxido Nitroso Trading System" ."California AB-32"	."RGGI"
	Melhoria das Práticas de Alocação ao Longo do Tempo			."California AB-32" ."EU-ETS"
	Percentual Leiloado	."Troca de Permissões de Emissões de Dióxido Sulfúrico (SO2)"	."EU-ETS"	."California AB-32"
	Trajectoria de Estabilidade de Preços	."RECLAIM" ."Oxido Nitroso Trading System"	."EU-ETS"	."RGGI" ."California AB-32"
	Compromisso sobre o sinal/preço	."RECLAIM"	."Faseamento de redução progressiva do Chumbo na Gasolina" ."Troca de Permissões de Emissões de Dióxido Sulfúrico (SO2)"	."RGGI" ."California AB-32" ."EU-ETS"
	Flexibilidade do sistema		."Oxido Nitroso Trading System"	."RGGI" ."Faseamento de redução progressiva do Chumbo na Gasolina"
Engajamento de Stakeholders	Ligação atual	."RGGI"	."Oxido Nitroso Trading System"	."California AB-32"
	Número de reuniões por período ou comentários recebidos de acordo com Resultados		."EU-ETS"	
Gerenciamento de Receitas	Receita Gerada			."RGGI" ."California AB-32"
	Designação EITE			."RGGI"
	Designação "Verde"			."RGGI" ."California AB-32"
	Efeitos Redistributivos			."California AB-32"

Fonte: Elaboração do Autor interpolando Schmalensee & Stavins (2015, 2017) e Narassimhan et al (2018)

Importante, no entanto, afirmar que os sistemas não são exatamente comparáveis, uma vez que alguns são apenas regionais (RGGI, RECLAIM) enquanto outros nacionais (China, Coreia do Sul, Nova Zelândia), estaduais (Québec, Califórnia) e ainda internacionais (EU ETS); alguns abarcam diferentes GEEs (EU ETS, Califórnia AB-32, Suíça, entre outros)

enquanto outros apenas um gás específico (Óxido Nitroso Trading System, Troca de Permissões de dióxido sulfúrico), e assim por diante.

Outro ponto interessante, é que podemos observar que os sistemas mais recentes se enquadram em muito mais itens da matriz de classificação do que sistemas mais antigos como por exemplo o California AB-32 ou o próprio EU ETS, mostrando a evolução na consideração de diferentes variáveis durante o processo. Finalmente, ressaltamos que a interpolação dos trabalhos dos autores citados serve como exercício para balizar a definição posterior de um desenho de política pública que abarque as características mais econômico/ambiental-eficientes. Como a análise dos diferentes sistemas se mostra fundamental para embasar nossa proposta de regulamentação, vamos abordar de maneira um pouco mais detalhada a análise feita por Schmalensee & Stavins, desta vez recorrendo a um outro trabalho dos autores, chamado "The design of environmental markets: What have we learned from experience with cap and trade?", publicado em 2017, de modo que possamos destacar as principais conclusões e, a partir destas, fundamentar nossa proposta na seção 4 deste trabalho.

A primeira lição, que se mostra fundamental para o sucesso da implementação de um sistema *cap-and-trade* é a definição de regras claras de alocação, comercialização, penalização por não *compliance* e registro das emissões, diminuindo assim os próprios custos de administração e de transação, aumentando o custo-efetividade da iniciativa. Bons exemplos de sistemas que tiveram essa preocupação inicial são o "California AB-32" e o "RGGI". Em sentido inverso, como argumentam os autores, o "Óxido Nitroso Trading System" foi caracterizado pela incerteza nos métodos de alocação, resultando em alta volatilidade de preços no início do programa, ainda que o problema tenha sido corrigido posteriormente.

Outra característica importante, é a flexibilidade de mercado e a possibilidade de se gerar reservas de permissões de emissões que possam ser posteriormente comercializadas em períodos diferentes. Essa flexibilidade garante um custo de abatimento médio menor e menos volátil, aumentando a previsibilidade para os participantes envolvidos. Essa característica se fez presente em diversas experiências, com destaque para o "Faseamento de Redução Progressiva de Chumbo na Gasolina" pois esta foi a experiência de *cap-and-trade* mais antiga analisada e já contava com essa possibilidade, que acabou por se provar essencial para que o incentivo econômico proporcionado garantisse o sucesso da iniciativa. Outras experiências, como o "RECLAIM" não possuíam essa prerrogativa, o que gerou uma volatilidade de preços gigantesca devido a fatores externos, onde uma crise de energia na California acabou criando um aumento de mais de 60 vezes nos preços das permissões em menos de um ano. O próprio EU-ETS também sofreu do mesmo problema em suas fases iniciais, mas em sentido inverso,

onde o preço das permissões caiu a preços tão baixos que não se existia incentivo para o abatimento de emissões. No caso do EU-ETS, no entanto, este problema foi corrigido em fases posteriores,

Sobre o “RGGI”, os autores argumentam que este foi um dos primeiros a trazer evidência empírica da importância financeira de se leiloar as permissões para os participantes do mercado ao invés de permitir alocações gratuitas. As receitas geradas para os estados participantes, que por sua vez precisavam ser reinvestidas em programas de eficiência energética, passaram da casa de 1 bilhão de dólares. No entanto, como é um programa regional com alguns estados e cobrindo apenas um setor (geração de energia), o impacto na redução das emissões acabou sendo baixo. Outros sistemas que aplicam os leilões para a alocação de permissões são o “California AB-32” e o “EU-ETS” em suas fases mais recentes, enquanto em fases anteriores, a alocação gratuita de permissões, muitas vezes com limites acima de cenários de linha de base, acabou por gerar lucros indevidos aos participantes do mercado, que não tiveram custos para ficar abaixo dos limites e ainda puderam comercializar essas permissões alocadas gratuitamente.

O “California AB-32”, instaurado em 2013 (e, portanto, quase 10 anos após o EU-ETS e mais de 20 anos após a primeira experiência) mostra que seu desenho institucional já se vale dos aprendizados anteriores pois traz características mais sofisticadas em relação à sinalização de preço, abrangência de setores, métodos de alocação, dentre outros. Algumas lições importantes que nos traz é a introdução de um preço-base para os leilões e uma reserva de permissões pela autoridade emissora, de modo a diminuir a volatilidade de preços. Este sistema também conta com a vinculação a outros sistemas de *cap-and-trade* (Québec), aumentando a possibilidade de comercialização, garantindo maior liquidez ao mercado. Outra lição importante, é que apesar de leiloar a maior parte de suas permissões, o início da implementação contou com alocações gratuitas para setores com alta competitividade, facilitando o suporte político à implementação do sistema.

Finalmente, sobre o uso de *offsets* provenientes do mercado voluntário de carbono (explicação sobre seus conceitos básicos na seção seguinte), verificou-se no EU-ETS que o uso indiscriminado deste mecanismo trazia o preço das permissões para níveis muito baixo, fortalecendo um ciclo vicioso de não se diminuir as emissões, ora porque os preços de permissões ficavam abaixo do custo de se reduzir emissões, ora porque a possibilidade de se comprar *offsets* se mostrava uma alternativa mais barata. Em sua quarta fase, o EU-ETS limitou a possibilidade de uso deste mecanismo para compensar no máximo 8% das emissões dentro

do limite estabelecido. O California AB-32, por exemplo, não permite a utilização deste mecanismo.

Mercados de Carbono Regulados vs. Voluntários

Um conceito que se faz importante para contextualizar a proposta de política pública que discutiremos, é a diferenciação entre mercado voluntário de carbono e o próprio mercado de troca de permissões de emissões. Em linhas gerais, enquanto o segundo é regulado por uma (ou mais) agência central, normalmente subordinada a um ente de governo, com limites e objetivos de redução de emissão claros (ainda que esses objetivos possam estar associados a um intervalo de resultados possíveis), o primeiro, o mercado voluntário de carbono tem uma abordagem descentralizada, desregulada e, como o nome diz, de participação voluntária de empresas. A ideia do Mercado Voluntário é que créditos de captura de carbono (*offsets* na linguagem comumente usadas nesta literatura) possam ser emitidos por projetos de reflorestamento, captura de carbono no ar ou emissões evitadas e passem por algum mecanismo de verificação que ateste a eficácia deste abatimento, e por sua vez possam então ser adquiridos por emissores de modo a abater suas próprias emissões e assim a empresa possa chegar em um saldo líquido de emissões ($\epsilon - \zeta$), onde $\epsilon = \text{emissões}$ e $\zeta = \text{compensações}$, igual a zero (ou próximo disso). De acordo com Hamilton et al (2007), uma vez que o mercado de voluntário não segue a lógica de um limite (cap) a curva de demanda para a compra de *offsets* tem muito mais a ver com mecanismos como o “*Fair Trade*”² do que com mercados regulados como o EU ETS. Ainda segundo os autores, as motivações dos compradores de *offsets* estão comumente vinculadas a “filantropia inovadora, benefícios de relações públicas, necessidade em se preparar para regulamentações futuras, entre outros”. Portanto, quando uma empresa se declara Saldo Zero (*Net-Zero*) é normalmente esse racional que ela utiliza para fazer tal afirmação. Essa abordagem é muitas vezes defendida por *stakeholders* de mercado pois a princípio não coloca custos de administração ou *compliance*, tampouco coloca um limite a ser respeitado para emissões.

Além da própria falta de regulamentação e de um objetivo claro para a redução de emissões, essa abordagem ainda tem problemas com a própria verificação da qualidade dos créditos de captura disponíveis no mercado, uma vez que a ciência para se avaliar se

² *Fair Trade*: “é uma parceria comercial que contribui para o desenvolvimento sustentável de mercado, oferecendo melhores condições de negociação e garantindo os direitos dos produtores e trabalhadores marginalizados” Moore, G (2004)

determinado projeto tem real potencial de captura de carbono no longo prazo e que consegue estocar este carbono e não reemitir-lo de volta à atmosfera depois de determinado período (e assim invalidando a própria ideia de saldo líquido zero) é bastante complicada (Van der Gaast et al, 2018). Outros problemas, como dupla contagem de créditos (quando duas ou mais empresas compram o “mesmo” crédito de carbono e o contabilizam em seus *offsets*) ou dificuldade na auditoria destes processos de compensação se fazem presentes (Schmidt, 2009)

Entretanto, há em algum nível uma certa intersecção entre os dois tipos de mercados de carbono. Como trazem Galdi et al (2022), alguns mercados de *cap-and-trade* trazem a possibilidade de os participantes realizarem parte de suas compensações (ou redução de emissões) através de mecanismos de compra de créditos de captura de carbono no mercado voluntário de carbono. Segundo os autores, as disposições de compensação em um ETS podem incluir limites de natureza qualitativa, ou quantitativa, ou ambos. Os limites quantitativos impõem um número máximo de compensações/créditos que podem ser usados para que os participantes do mercado ETS se adequem. Eles são tipicamente implementados na forma de uma parcela máxima de emissões que uma empresa regulamentada ou instalação é permitida cobrir com compensações, em vez de permissões alocadas (ou compradas). Alternativamente, restrições quantitativas podem ser expressas em termos de uma participação máxima de uma meta global de redução de emissões que pode ser alcançada com compensações através de créditos de captura. Os limites qualitativos, em contrapartida, não impõem um teto quantitativo sobre o uso de compensações. Em vez disso, eles restringem os tipos de atividades que podem gerar créditos elegíveis. Os reguladores do ETS podem decidir aceitar créditos apenas a partir de determinadas atividades específicas ou, mais simplesmente, eles podem preferir excluir certas atividades.

De maneira geral, a inclusão ou não deste mecanismo de compensação é controversa. Um exemplo claro é o próprio EU-ETS que aceitou que as empresas compensassem suas emissões no mercado voluntário no início da sua implementação, mas depois banuiu a prática. Por outro lado, o mercado ETS da Califórnia, dá um limite (8% das emissões) as quais podem ser compensadas através de créditos no mercado voluntário. Não há um consenso sobre o uso ou não de *offsets* (compensações) nos mercados *cap-and-trade*, mas a experiência internacional mostra que a tendência é que, em algum volume, este uso seja permitido. Se a verificação de efetividade e eficiência econômica muitas vezes é complicada, a redução nos custos de compliance para o mercado ETS são também importantes de serem levadas em conta. Além disso, há uma dimensão política da própria conformidade dos participantes do mercado em contabilizar estes créditos de captura de carbono. É seguro afirmar, porém, que à medida que

este mercado e os governos ganhem maturidade na regulação destas práticas, os mecanismos de controle, verificação e integridade fiquem mais robustos e os créditos de captura possam vir a realmente contribuir para a redução líquida de partes por milhão de carbono na atmosfera terrestre - contribuindo, portanto, para o objetivo último das políticas ambientais de redução dos impactos negativos de aquecimento global causados pela ação humana.

Finalmente, levando em consideração a intersecção crescente entre as políticas públicas de abordagem econômica e os mercados de carbono, é razoável assumir que estes mecanismos continuarão coexistindo e interagindo, sendo essa uma dimensão relevante a se considerar no desenho de uma abordagem como esta se propõe, principalmente com os desdobramentos e avanços da regulamentação do artigo 6 do Acordo de Paris³. Em linhas gerais, este artigo regulamenta o sistema de troca de créditos de carbono entre países, promovendo um framework comum para o registro e contabilização de emissões, as respectivas metas de redução de cada país e um sistema de vendedores e compradores. Estes créditos serão transacionados entre entes nacionais de modo que estes possam cumprir suas metas de descarbonização, onde potencialmente um país que esteja abaixo de suas metas determinadas possa vender o "excedente de permissões" de um país que esteja acima de suas próprias metas. Ainda que este sistema seja diferente do chamado "Mercado Voluntário" de carbono, o advento dessa regulamentação é um incentivo para que pelo menos parte destes créditos do mercado voluntário sejam considerados no balanço de emissão dos países, desde que se estabeleça um mecanismo comum de verificação e contabilização destes créditos na esfera internacional, adicionando então mais uma variável a ser considerada na avaliação do desenho da política pública que estamos propondo. A tabela a seguir faz uma breve comparação contextualizada dos dois mecanismos:

³ Artigo 6 do Acordo de Paris: artigo previsto no acordo de Paris mas ainda passível de regulamentação definitiva que estabelece a possibilidade de um mercado global de compra e venda de créditos de carbono, baseado no atingimento das metas nacionalmente determinadas (NDCs.)

Tabela 3 – Comparação entre Permissões de Emissões x Créditos de Carbono

Características	Permissões de emissões de carbono	Créditos de carbono
Definição	Direitos de emissão de uma quantidade determinada de gases de efeito estufa	Mecanismos financeiros que representam a redução de emissões de gases de efeito estufa e/ou a não emissão desses gases
Uso	Utilizados em mercados regulados de carbono, como o Mercado Europeu de Carbono ou o mercado da Califórnia	Podem ser vendidos e comprados independentemente de onde foram gerados
Adequação	Empresas precisam possuir o número adequado de allowances para cobrir suas emissões	Podem ser gerados por projetos de redução de emissões, como a proteção de florestas ou a implementação de fontes de energia renovável
Limitação	O número de Permissões é limitado e regulado	Os créditos podem ser usados para compensar emissões em outro lugar, permitindo às empresas atingir metas de redução de emissões

Fonte: Elaboração do Autor de acordo com a literatura apresentada

3. Legislação Vigente e Proposições Correntes No Brasil

Desde 2009 o Brasil conta com uma Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC, Lei número 12.187/2019), instituída por lei aprovada no Congresso Nacional e sancionada pelo Presidente da República. É de se destacar que no parágrafo primeiro de seu artigo 5º, fica determinado que um de suas diretrizes são " os compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, no Protocolo de Quioto e nos demais documentos sobre mudança do clima dos quais vier a ser signatário", ou seja, o Acordo de Paris, o qual o Brasil foi um dos signatários em 2015, deveria também servir de diretriz para este dispositivo. Não apenas isso, a lei em questão contém conceitos e diretrizes que, no momento de sua publicação, poderiam ser considerados como iniciativas de vanguarda no contexto global da questão das mudanças climáticas - apenas como exemplo, o parágrafo oitavo de seu quarto artigo projeta o desenvolvimento do chamado Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). Doze anos depois, em 2021, o Senado Federal aprovou o Projeto de Lei (PL) 6539/2019 e deu seu encaminhamento ao Congresso Nacional (onde tal PL segue em tramitação), dispositivo que altera e atualiza a PNMC para contemplar os compromissos assumidos no Acordo de Paris (mesmo que desnecessária, visto o artigo quinto

da lei vigente), adicionando o compromisso no parágrafo segundo de seu décimo segundo artigo de "neutralizar 100% (cem por cento) das suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) até o ano de 2050, na forma da Estratégia Nacional de Longo Prazo". Pode-se dizer, pelos fatos expostos, que a discussão na esfera pública brasileira sobre a regulamentação de práticas de precificação de carbono a fim de reduzir as emissões de gases de efeito estufa tem avançado. Entretanto, uma observação mais atenta nota também que não só os avanços são lentos em comparação com outros países do mundo, mas são também bastante vagos: as peças legislativas aqui expostas pouco se aprofundam em como os planos setoriais serão estabelecidos e auditados, quais serão as bases para um mercado regulado e qual de fato a estratégia de longo prazo para enfim atingir a neutralização de emissões até 2050.

Mais recentemente, a presidência da república do Brasil, publicou em maio de 2022 o decreto número 11.075/2022 com a intenção manifesta de regulamentar a Política Nacional de Mudança do Clima (a mesma que o PL do Senado visa atualizar) e enfim criar o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões. Contudo, seu teor difere pouco em conteúdo das demais peças legislativas em vigor ou em discussão, pois uma vez mais é um texto de diretrizes bastante amplas, com pouca concretude no que tange um plano de implementação. Vejamos: em suas disposições finais o texto estabelece que os setores regulados "poderão apresentar, (...), suas proposições para o estabelecimento de curvas de redução de emissões de gases de efeito estufa, considerado o objetivo de longo prazo de neutralidade climática informado na NDC". Esta determinação não encontra paralelo em outras experiências internacionais ao transferir aos setores regulados a proposição de suas próprias curvas de redução de emissão, num claro problema de agência.

Outro ponto problemático é a não determinação de como as reduções de emissão serão contabilizadas ou o quanto as emissões podem ser compensadas por meio de créditos do mercado voluntário de carbono. Como já explicado na seção anterior, mercados de carbono regulados mais maduros limitam ou até mesmo proíbem que as emissões possam ser compensadas por créditos, num sinal claro de que a meta destes mercados é de fato atingir uma redução significativa de emissões. Há ainda no decreto brasileiro o conceito de créditos de metano (CH₄), num claro aceno ao agronegócio (principal produtor deste gás de efeito estufa), creditados numa eventual redução da emissão deste gás a partir de uma linha de base determinada. A determinação de se gerar créditos a partir da redução em relação a uma linha de base não é o maior problema em si, uma vez que mercados de carbono voluntário também trabalham com este conceito, mas a criação de um tipo de crédito específico para metano chama a atenção, uma vez que convencionalmente no mundo os GEE são sempre medidos em unidade

de Carbono Equivalente (CO₂e) de acordo com seu potencial de aquecimento global, de maneira que se obtenha um valor padronizado e comparável, não deixando claro, portanto, o sentido dessa "inovação" no decreto presidencial.

Além destes problemas apontados, notam-se também as mesmas questões das legislações anteriores: falta de clareza em um plano concreto. Não se determina a dinâmica do MBRE, como as permissões seriam alocadas e transacionadas; quais seriam os padrões de certificação do registro dos inventários de carbono; a destinação da receita da compra de permissões; não se comenta sobre um mecanismo de regulação de preços ou um mecanismo de compensação de carga tributária para empresas reguladas, dentre outros itens que foram explorados na literatura internacional e nas análises de experiências correlatas que trouxemos na seção anterior. Por fim, é importante mencionar nessa breve análise sobre o decreto em questão, que este estabelece a criação do Sinare - o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa, que segundo o artigo oitavo do decreto, a finalidade é servir de central única de registro de emissões, remoções, reduções e compensações de gases de efeito estufa e de atos de comércio, de transferências, de transações e de aposentadoria de créditos certificados de redução de emissões que garante ao Ministério da Economia a jurisprudência na determinação de seu funcionamento, padrões de certificação registro, etc. Este é um avanço importante em relação aos textos anteriores, mas ainda assim peca bastante por apenas listar diretrizes e não um plano de ação específico. Na seção posterior, que versará sobre a proposta de regulamentação do MBRE, discutiremos mais a fundo quais seriam as atribuições ideais do Sinare. Na tabela 4, ao final deste parágrafo, buscamos classificar o decreto utilizando a matriz de classificação de Narassimhan et al (2018) (tabela 1) para ilustrar como este decreto poderia ser classificado. De acordo com a metodologia adotada a pontuação baixa obtida para este decreto em quase todas as categorias se dá justamente pela falta de clareza que ele trás, sem identificar quase nenhum dos elementos chave para uma avaliação consistente de sua eficácia. As exceções ficam a cargo apenas dos setores regulados, cujo decreto, apesar de não definir peremptoriamente os setores regulados e deixar essa tarefa à regulamentação do Congresso Nacional, deixa a entender que os setores são os mesmos já estabelecidos no PNMC: “geração e distribuição de energia elétrica, transporte público urbano e interestadual de cargas e passageiros, indústria de transformação e de bens de consumo duráveis, indústrias químicas fina e de base, papel e celulose; mineração; construção civil; serviços de saúde, e agropecuária”. Destaca-se que em um eventual MBRE que abranja todos estes setores já em fase inicial, seria uma experiência única na comparação internacional, mas não fora de propósito a se considerar o relativo atraso de uma implementação do tipo. Outras pontuações

médias como os custos de administração e *compliance* se dão pela inserção do Sinare, ainda que se ressalte mais uma vez uma lacuna de determinações mais claras sobre o funcionamento.

Tabela 4 – Decreto número 11.075 de 2022 classificado de acordo com a matriz de Narassimhan et al (2018)

Avaliação Geral	Atributos do ETS	Baixo	Médio	Alto
Efetividade Ambiental	Cobertura dos Setores com Emissões Altas		. Decreto No 11.075	
	Límite de Emissões para Emissões cobertas	. Decreto No 11.075		
	Rigor dos Limites	. Decreto No 11.075		
Eficiência Econômica	Custo de Abatimento	. Decreto No 11.075		
	Custo de Compliance		. Decreto No 11.075	
	Custo de Administração		. Decreto No 11.075	
Gerenciamento de Mercado	Método das Alocações Atuais	. Decreto No 11.075		
	Melhoria das Práticas de Alocação ao Longo do Tempo	. Decreto No 11.075		
	Percentual Leiloado	. Decreto No 11.075		
	Trajatória de Estabilidade de Preços	. Decreto No 11.075		
	Compromisso sobre o sinal/preço	. Decreto No 11.075		
	Flexibilidade do sistema		. Decreto No 11.075	
Engajamento de Stakeholders	Ligação atual	. Decreto No 11.075		
	Número de reuniões por período ou comentários recebidos de acordo com Resultados	. Decreto No 11.075		
Gerenciamento de Receitas	Receita Gerada	. Decreto No 11.075		
	Designação EITE	. Decreto No 11.075		
	Designação "Verde"	. Decreto No 11.075		
	Efeitos Redistributivos	. Decreto No 11.075		

Fonte: Elaboração do Autor partindo do postulado do Decreto Presidencial número 11.075 (Maio/2022) e Narassimhan et al (2018)

Avançando nas discussões legislativas, é importante trazer ao debate neste texto o possível conflito gerado por um decreto, que tem força de lei, mas que pode ser derrubado ou alterado por votação no congresso nacional, e peças legislativas atualmente em discussão nas casas legislativas. Destaca-se, neste contexto, o Projeto de Lei (PL) número 528 de 2021 que versa justamente sobre o tema do Decreto Presidencial. O projeto em questão já passou por votação em comissões especiais, teve substitutivos e emendas apresentadas e atualmente encontra-se pronto para a votação na Câmara Federal, um dos últimos passos para a regulamentação da Lei. Além disso, tal PL trás um arcabouço de regulamentação bem mais amplo que o decreto, estabelecendo prazos para a implementação de um mercado regulado (2 anos após a publicação – artigo 9, disposições gerais), o modo de alocações de permissões (leilões ou gratuitamente – artigo 9, parágrafo terceiro), a periodicidade para revisão e atualização das alocações (a cada 5 anos – artigo 9, parágrafo quarto) a determinação de definição das receitas geradas pelo MBRE, a determinação das alocações agregadas por setor condizentes com sua contribuição às emissões totais do país (artigo 9, parágrafos sexto e oitavo, respetivamente), desenvolvimento de um mecanismo de estabilidade de preços (artigo 9, parágrafo décimo) e as compensações tributárias a participantes do mercado regulado (artigo 10), além de outras determinações de regulamentação condizentes à prática internacional. Não deixa de ser curioso, portanto, a falta de determinação do Governo Federal em trazer à

apreciação da casa legislativa um Projeto de Lei, que se aprovado teria então força de Lei Federal, cuja regulamentação é bastante robusta, preferindo publicar um Decreto que pode, portanto, perder a validade, além de trazer insegurança jurídica na eventualidade da aprovação de tal PL, e que contém apenas diretrizes gerais. Não é objeto deste texto, no entanto, a análise dos motivos dos movimentos políticos, mas é importante o registro de que tal decreto acaba por ter uma contribuição baixa no objetivo fim de se ter enfim um mercado regulado de troca de permissões de emissões.

Finalmente, adentrando às políticas de mitigação correntes no Estado de São Paulo, é interessante notar que analogamente a PNMC já explicitada aqui, o estado conta com a PEMC, a política estadual de mudanças climáticas (Lei Estadual número 13.798 de 2009, regulamentada pelo decreto número 55.947 de 2010). Em seu capítulo terceiro, artigo 29, o texto determina que a companhia ambiental do estado de São Paulo (CETESB) será responsável por determinar práticas de incentivo ao Registro Público de Emissões e ainda determinando que seu comitê gestor poderá propor mecanismos de incentivo econômico para um mercado de crédito de carbono – algo que até então não foi regulamento.

Sobre o Registro Público de Emissões, desde 2009 quando 35 empresas aderiram à divulgação sob o programa brasileiro do GHG Protocol (PBGHG), este número vem subindo ano a ano, também influenciados por outras iniciativas como o CDP (*carbon disclosure protocol*) ou outras regulamentações privadas e setoriais como o WSA (*World Steel Association*), entre outras. Em 14 de Abril de 2021, no entanto, a CETESB determina pela portaria número 035 de 2021 o registro obrigatório com a finalidade de acompanhamento e evolução das emissões de GEE das empresas do estado em setores intensivos de carbono e outras organizações com emissões superiores a 20 ktCO₂e (vinte mil toneladas de carbono equivalente). Conclui-se, portanto, que em âmbito estadual a política de mudanças climáticas já está em estágio mais avançado do que o que se observa na esfera nacional, com arcabouço jurídico regulamentado, carecendo apenas de atualização e ampliação para regulamentar um mercado de troca de permissões na esfera subnacional. É desta conclusão, portanto, que partiremos para a proposta prática na seção seguinte da regulamentação, no estado de São Paulo de um mercado de troca de permissões de emissões de gases de efeito estufa.

4. A Proposta de Implementação para o Estado de São Paulo

Nas seções anteriores, principalmente na revisão de literatura, discutimos conceitualmente as diferenças de aplicação de um mecanismo de precificação de carbono via

uma taxa de carbono (mecanismo regulatório) ou de um mercado de troca de permissão de emissões (mecanismo de mercado) a fim de internalizar os custos sociais da externalidade negativa que promove o aquecimento global com danos potencialmente catastróficos à organização social humana em nosso planeta e apontamos afinal que, apesar da literatura apontar que uma taxa simples de carbono seria mais economicamente eficiente em termos da internalização destes custos e da diminuição dos custos de transação devido a um gerenciamento simplificado dessa taxa, é o mercado de troca de permissões o mecanismo mais amplamente aplicado ao redor do mundo e é também àquele que cobre uma quantidade superior de emissões em relação a alternativa regulatória (ainda que em algumas jurisdições ambos os mecanismos coexistam, como já foi apontado). A possível explicação encontrada para esta realidade é em relação aos custos políticos da aplicação de um mecanismo de mercado em detrimento de um mecanismo regulatório. A primeira parte dessa sessão se dedicará então a elucidar brevemente essa questão e servirá de base também para a análise *PASTEL* que conclui esta mesma sessão do trabalho.

Em primeiro lugar, é seguro dizer que uma taxa pura e simples é quase sempre malvista pelos entes econômicos e pela sociedade como um todo – ninguém fica satisfeito com os governantes de plantão quando um novo imposto é instituído sem pelo menos uma compensação em outras taxas no arcabouço fiscal. Além disso, no Brasil é prudente inserirmos a preocupação de grupos de interesse exercerem pressão para ficar fora da possível taxa (recebendo, portanto, um subsídio indireto), como é muito comum em outros tipos de impostos que existem. Outro ponto de atenção é a questão da dominância fiscal, uma vez que sendo as taxas recolhidas para um governo central (ou estadual), essas receitas poderiam competir com outras prioridades da administração pública, podendo ter sua finalidade desvirtuada ou, pior, ficar suscetível a pressões políticas para aumento dos gastos correntes, contrário às melhores práticas internacionais que determinam a destinação da receita da precificação de carbono à transição a uma economia de baixo carbono ou a iniciativas de adaptação de comunidades e populações mais atingidas pelas mudanças climáticas.

Se no mecanismo regulatório tínhamos um fluxo de receita (e de administração dessa receita) partindo do privado ao ente regulador apenas, no mecanismo de mercado temos a dinâmica do fluxo financeiro ocorrendo entre os entes regulados, entre os entes regulados e o ente regulador e entre os entes regulados e outras instituições financeiras, trazendo um dinamismo maior do que em relação a uma taxa simples. Outro ponto de extrema importância para a escolha do mecanismo de troca de permissões é uma maior flexibilidade da regulação institucional, permitindo que, no desenho regulatório, se incluam mecanismos de

garantia de competitividade de entes regulados e de não vazamento⁴ das emissões para jurisdições não reguladas. Em sentido oposto, renúncia fiscal para manutenção da competitividade no mecanismo regulatório traria uma complexidade maior de administração dos tributos, dificuldade em inserir os setores inicialmente isentos e maior insegurança jurídica.

Finalmente, o mecanismo de troca de permissões não é pura e simplesmente um mecanismo de precificação de soma zero, onde os custos sociais impostos pela externalidade negativa são integralmente internalizados em um preço de equilíbrio de eficiência econômica, mas é também uma política climática com objetivos de redução das emissões de gases de efeito estufa a fim de se atingir os compromissos previamente designados na conferência quadro das Nações Unidas e no Acordo de Paris. A flexibilidade de tal mecanismo, proporciona então, a capacidade de adaptação e ajustamento de percurso ao longo do tempo para que o objetivo fim seja atingido. Assim, e considerando que os mercados de *cap-and-trade* já se demonstraram eficientes do ponto de vista de redução de emissões (Schmalensee & Stavins, 2015) e levando em conta a dimensão política e regulatória, faz sentido a adoção deste mecanismo de mercado em relação à sua alternativa. Utilizando sempre a matriz de classificação de Narassimhan et al (2018) e as experiências analisadas por Schmalensee & Stavins (2017) descritas na seção 2 deste documento, vamos passar então às características fundamentais de nossa proposta de regulamentação para o mercado de *cap-and-trade* no estado de São Paulo.

5.1 – Do Órgão Regulador

De acordo com o decreto estadual 55.947/2010, o comitê gestor do PEMC é composto pelos titulares das pastas de 12 secretariados estaduais que designa a CETESB como órgão regulador e fiscalizador da aplicação de políticas públicas dentro da esfera mais ampla que é a PEMC. Sendo a atuação da CETESB um tanto ampla, passando por licenciamento ambiental até a determinação de setores regulados, recomenda-se a criação de entidade em regime de autarquia especial especificamente para regulamentar e gerenciar o mercado de troca de permissões de emissões, tendo a CETESB como um de seus membros partícipes no conselho gestor. Outros membros, seriam os secretários estaduais de meio ambiente e fazenda e idealmente participantes especialistas no tema da sociedade civil, academia e conselhos de setores da economia. Os conselheiros-gestores teriam mandato fixo de 4 anos e seriam

⁴ Vazamento de Carbono: define-se “vazamento de carbono” como a prática de transferir a produção (e suas emissões associadas) de uma jurisdição regulamentada para uma não regulamentada, diminuindo então os efeitos de uma política regulatória em determinado local (Kuik et al, 2010)

substituídos depois de igual período por indicações de seus setores participantes, precisando ser aprovados pela Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (ALESP). Busca-se, com este tipo de conselho e participação ampla, critérios ambiciosos de governança, transparência e engajamento social, além do próprio fortalecimento institucional com uma gestão que se pretende independente do governo de plantão, sendo uma política de Estado e não de governo.

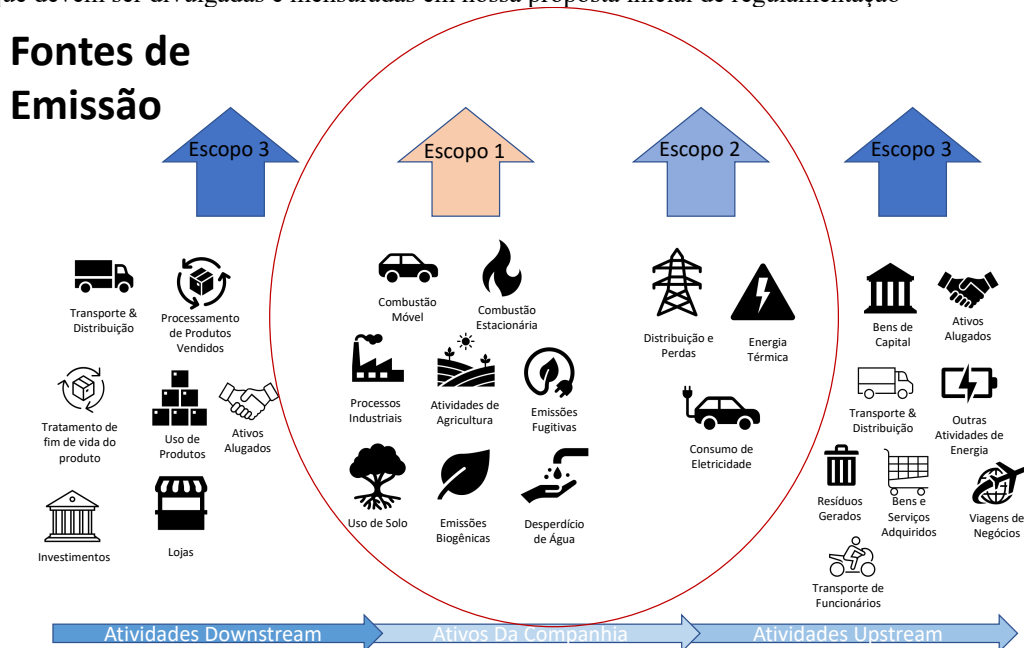
5.2 – Dos Setores e Gases Regulados

A ideia da proposta não é romper com os avanços conquistados nos últimos anos, mas sim acrescentar, trazendo também a perspectiva da experiência internacional. Assim, numa fase inicial de implementação e aprendizado, e considerando que tal mecanismo será implementado em fases com adição de controles e setores regulados ao longo do tempo, traria os setores determinados na portaria 035/2021 da CETESB para registro obrigatório, além das organizações com emissões anuais maiores do que vinte mil toneladas de carbono equivalente. A saber, seriam os seguintes setores: **i)** setores industriais intensivos em emissão de carbono; **ii)** indústria de papel e celulose com utilização de fornos de cal; **iii)** instalações com emissões fugitivas⁵ com quantidade superior a vinte mil toneladas de carbono equivalente; **iv)** Aeroportos com movimentação anual igual ou superior a 5 milhões de passageiros; **v)** Aterros sanitários com média anual de recebimento de resíduos sólidos urbanos igual ou superior a 400 t/dia; **vii)** Transporte de cargas ou passageiros cuja frota de veículos diesel (caminhões ou ônibus) seja superior a 300 veículos. Em relação aos gases regulados, seriam considerados os que são já mandatórios no Programa Brasileiro do *GHG Protocol* – Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O) e os Gases Refrigerantes (HFC's, PFC's e SF₆). Finalmente, ressalta-se que as organizações precisariam reportar os GEE condizentes com suas emissões de Escopo 1 (diretos) & 2 (indiretos)⁶.

⁵ Emissões Fugitivas: emissões são não intencionais e partem de tubulações e vazamentos de equipamentos em superfícies seladas ou impermeáveis, e até de dutos subterrâneos (US EPA)

⁶ Definição conceptual dentro da literatura de controlo e divulgação de emissões de GEEs acerca do tipo de controlo que determinada entidade exerce sobre o gerenciamento de suas próprias emissões. Na figura 2 há um diagrama explicativo.

Figura 2 – Diagrama com definição dos tipos de emissão de GEEs; Destaque vermelho para as fontes de emissão que devem ser divulgadas e mensuradas em nossa proposta inicial de regulamentação



Fonte – Elaboração do autor a partir das categorias existentes no GHG Protocol. Disponível em <https://ghgprotocol.org/>

5.3 – Do Sistema de Registro e Relatos

A portaria da CETESB que determina a submissão dos inventários de GEE dos setores regulados a fim de acompanhamento e registro, não estabelece um sistema próprio para esse fim e flexibiliza os protocolos que podem ser utilizados – ABNT ISO 14.064 ou Programa Brasileiro do GHG Protocol. Entretanto, como o objetivo é um mecanismo compulsório de troca de permissões de emissões, um sistema central de registro se faz necessário.

Partindo do determinado no decreto 11.075/2022 e na experiência internacional, ficaria a cargo da autarquia criada para gerenciamento do mercado, em parceria com a companhia de processamento de dados do estado de São Paulo (Prodesp), o desenvolvimento e manutenção de um sistema de registro estadual das emissões de GEE – o qual chamaremos para fins de identificação de “Sistema Estadual de Registro de Emissões de São Paulo” (SERESP). Tal sistema seria desenvolvido para o registro e verificação pública das emissões dos setores regulados, mas seria aberto também a outras organizações não reguladas que desejem já se familiarizar com o sistema de registro, antevendo fases posteriores do mercado regulado que abarquem novos setores da economia. Neste sentido, o SERESP guarda semelhança com o SINARE, proposto no decreto presidencial e destacado na seção anterior; porém, o SERESP teria uma atribuição mais ampla.

Além disso, o mesmo sistema teria como atribuição a centralização dos registros dos chamados créditos de carbono, originados no mercado voluntário por meio de programas de reflorestamento, manejo do uso de solo e outras iniciativas de captura e armazenagem do carbono atmosférico, que possam ser utilizados na modalidade de *offsets* dentro do mercado regulamentado. A intenção é que o sistema de registro seja uma fonte única de centralização de informações verificáveis sobre as emissões, direitos de emissão e créditos originados no mercado voluntário. Não vamos nos aprofundar neste ponto específico nessa proposta, mas faz-se necessário o estudo da aplicabilidade de tecnologia de *blockchain* para verificação da não-fungibilidade dos créditos para que se reduza ao máximo o risco de dupla contabilidade dos *offsets*.

5.4 – Da Alocação dos Direitos de Emissão

Na primeira fase da implementação de tal mercado o ideal é que a maioria das alocações sejam gratuitas, com determinação setorial e organizacional partindo da média ponderada com peso reverso-temporal dos anos de 2021-23 (peso maior para 2021, menor para 2023), com a gratuidade perdendo participação a cada ano em um limite fixo percentual, com revisão dos percentuais a cada nova fase da implementação (as fases serão apresentadas na seção seguinte). Assim, sugere-se uma alocação gratuita de 95% no primeiro ano, 92% no segundo ano e 89% no terceiro ano – os três anos iniciais da fase. Essas percentagens não se baseiam em um racional empírico, mas sim no observado na prática internacional. Retomando o que expusemos na seção sobre “experiências práticas”, fica clara a importância de se leiloar as alocações de emissões a fim de se evitar o que houve na fase inicial do EU ETS, mas ao mesmo tempo, a alocação gratuita serve para garantir suporte político à iniciativa, assim busca-se um percentual elevado de alocações gratuitas logo no início para garantir a implementação, mas já com uma sinalização decrescente e com avaliação posterior logo à primeira fase sobre se o nível de alocações gratuitas encontra-se em patamar satisfatório ou se precisa ser reduzido. Dessa maneira, garantimos a competitividade dos entes expostos a regulamentação, além de reforçar o caráter educativo da primeira fase. A partir das fases seguintes, de acordo com a revisão da trajetória das metas atingidas, o percentual de alocações gratuitas terá cada vez peso menor, enquanto os leilões de direitos de emissão ganharam maior fatia das alocações, aumentando com isso as receitas geradas no mercado e o incentivo econômico para os entes regulados para que de fato reduzam suas emissões (uma vez que caso contrário teriam que comprar percentual cada vez maior de permissões de emissões).

5.5 – Do Uso de *Offsets* e Mecanismos de Estabilidade de Preços

Como apontado na revisão de literatura, o uso de *offsets* não é um consenso nas experiências internacionais, mas ainda assim é utilizado em maior ou menor grau em diversos mecanismos. Adiciona-se a isso as características intrínsecas ao Brasil, onde a maior fonte de emissão está na mudança do uso do solo e atividades agropecuárias, é não só razoável, mas também desejável, que projetos de reflorestamento e manejo do uso do solo sejam incentivados por mecanismos econômicos como a possibilidade de se gerar ativos financeiros (créditos) que possam ser comercializados a entes privados participantes do mercado regulado. Como trouxemos na seção 5.3, a centralização e verificação desses créditos no mesmo sistema de registro e relato de emissões e direitos facilitaria o controle e auditoria do órgão regulador. Contudo, e como nos mostram outras experiências, a utilização desse mecanismo não pode ser ilimitada, sob risco de tirar a liquidez da comercialização dos direitos de emissão e subverter o objetivo fim de tal regulação que é diminuir as emissões totais de GEE. Assim, recomenda-se que este limite seja de 25% no primeiro ano, 20% nos dois anos seguintes da fase 1 e que seja revisto antes da implementação da segunda fase. Assim como na seção anterior, novamente estas percentagens não são empíricas, mas sim se valem de outras iniciativas. O EU ETS, por exemplo, permitia em seu início que 100% das emissões fossem abatidas por uso de *offsets*. Isso mostrou-se ineficiente, pois para os entes regulados era mais barato simplesmente comprar estes créditos do que reduzir de fato suas emissões. Atualmente, tal mercado não permite mais a compensação por compra de créditos. No Califórnia AB-32, este limite é de 8% e os resultados de redução de emissões tem sido consistentes. No Brasil, como já se existe um mercado voluntário com algum grau de maturidade e pela própria característica do país, com alto potencial para geração de créditos vindo de soluções baseadas na natureza⁷ (McKinsey, 2022), buscou-se dar um limite mais alto no início e que possa ser reajustado, caso necessário a partir da experiência empírica. Ressalta-se aqui a importância de se estabelecer padrões de validação e verificação dos créditos no mercado voluntário, de modo que os créditos aqui utilizados venham de iniciativas e desenvolvimentos tecnológicos que de fato contribuam para a redução de partes por milhão de dióxido de carbono na atmosfera.

Sobre o mecanismo de estabilidade de preços que impossibilite tanto que o preço caia a patamares baixos que desincentivem a redução de emissões quanto suba a preços fora de um

⁷ Soluções Baseadas na Natureza é o nome que se dá para ações que protegem, gerenciam ou restauram de forma sustentável um ecossistema para enfrentar os desafios sociais – como as mudanças climáticas (IRFC)

patamar econômico-eficiente reduzindo sobremaneira a competitividade dos entes regulados, propomos: i) um mecanismo de leilão de alocação com limites mínimos e máximos; ii) a possibilidade de *banking*⁸ de direitos de emissão de um ano a outro; iii) reserva de estabilidade com retirada de direitos do mercado quando o preço atingir banda mínima do leilão e uma reserva de direitos do total de permissões pelo órgão regulador para disponibilização quando o preço estiver no limite máximo do leilão

5.6 – Dos Stakeholders do Mercado

Para a comercialização dos direitos de emissão via mercado primário (leilões de alocação, recomenda-se o credenciamento e habilitação de leiloeiro único com experiência de mercado (a bolsa de valores mobiliários, B3, pode ser uma opção válida) que se valerá dos registros do Seresp e o alimentará com as informações sobre alocação dos direitos. No mercado secundário, recomenda-se o credenciamento de múltiplas plataformas, desde que diferentes do leiloeiro primário, que poderão comercializar os direitos de emissão entre os entes participantes, atentando-se a características de liquidez do sistema.

Sobre os demais participantes ou partes interessadas no mercado (poder público, entes regulados, sociedade civil como um todo), a própria inserção de um conselho administrador diverso que abrange estes setores, como enunciado na parte 5.1 desta seção, traz a preocupação de que as partes envolvidas sejam escutadas no processo decisório e comunicadas sobre as mudanças e ajustes temporais. Busca-se garantir maior transparência e maturação do processo de regulamentação. Essa abordagem busca mais uma vez na matriz de classificação de Narassimhan et al (2018) sua inspiração para ser considerada, já que um dos critérios de avaliação é justamente o engajamento dos *stakeholders* e o sua pontuação definida pelo número de reuniões existentes entre os participantes, a quantidade de comentários recebidos e absorvidos e a transparência nas comunicações.

5.7 – Sobre Conexões Internacionais e Alocação das Receitas

A experiência internacional é promissora no que diz respeito à possíveis conexões internacionais entre sistemas de troca de permissões de emissões. Atualmente, os mercados da Califórnia, nos EUA e de Québec, no Canadá, possuem ligação que permite que os entes

⁸ *Banking* é o mecanismo pelo qual entidades reguladas por um sistema de *cap-and-trade* podem “estocar” suas permissões remanescentes resultantes de uma redução de emissões para além de seu limite (*cap*) estabelecido em determinado ano, podendo fazer uso deste “estoque” em abatimentos futuros ou em ganhos financeiros na interação com o mercado

participantes de ambos os mercados comercializem seus direitos de permissão entre si. Há a expectativa que o mercado ETS do México também se junte a estes dois em breve, mas ainda não definido. A ligação de diferentes mercados fortalece a liquidez ao possibilitar mais opções de compra e venda e fortalece também o aprendizado institucional. Entretanto, em um primeiro momento, recomenda-se que não haja ligação entre o mercado do estado de São Paulo e demais mercados semelhantes, enquanto o processo de aprendizado amadurece. É, entretanto, desejável que o mercado local evolua em uma segunda fase para se ligar a outros mercados com características análogas. Além destes efeitos práticos positivos, a própria internacionalização dos mercados de *cap-and-trade* será importante para um mercado entre países à luz do artigo 6 do Acordo de Paris.

Sobre a destinação das receitas obtidas pelos leilões de alocações e outras receitas provenientes do mercado, ficará a critério do órgão regulador definir sua destinação em definição orçamentária anual, porém respeitando três preceitos básicos: i) 10% para um fundo de reserva e estabilidade; ii) 10% para compensações tributárias de renúncia fiscal de entes regulados; iii) 80% divididos entre investimentos no desenvolvimento de tecnologias verdes e investimentos para mecanismos de adaptação, não podendo ultrapassar a proporção de 60% / 20% para nenhum dos dois setores. Mais uma vez, não existem um embasamento empírico para os percentuais sugeridos, apenas um balizamento sobre qual deve ser a destinação de receitas do mercado regulado de acordo com as melhores práticas internacionais e à matriz de classificação que utilizamos em todo este documento. A ideia de se destinar a maior parte do investimento em transição tecnológica para tecnologias verdes e mecanismos de adaptação é justamente para acelerar a mudança tecnológica, fundamental para uma economia de baixo carbono, ao mesmo tempo em que suporta os locais e comunidades mais afetados pelas consequências das mudanças climáticas. Além disso, permitir que estes 80% das receitas possam ser divididas de maneira flexível, mas que eu mesmo tempo não fiquem além de um percentual mínimo é para garantir autonomia aos formuladores de política pública em relação à melhor alocação de recursos dependendo da necessidade corrente, mas que se tenha também um mecanismo que impossibilite que este orçamento seja capturado por interesses privados em detrimento de um maior interesse público. Finalmente, os 20% restantes, divididos entre um sistema de estabilidade de preços e numa compensação tributária serve para facilitar a implementação do mecanismo do ponto de vista político (compensação tributária) e econômico (estabilidade de preços).

A tabela 5 a seguir traz a inserção de nossa proposta de regulamentação dentro da matriz de classificação de Narassimhan et al (2018). O que se buscou em cada uma das subseções

acima, foi cobrir todos os pontos de classificação da matriz, a saber: a) Efetividade Ambiental; b) Eficiência Econômica; c) Gerenciamento de Mercado; d) Engajamento de Stakeholders e e) Gerenciamento de Receitas, trazendo as características das experiências internacionais que melhor se encaixam em cada um dos critérios para a nossa proposta de regulamentação. Observa-se, portanto, que tal proposta ou se encaixa na classificação média durante sua primeira fase, considerando o tempo de aprendizagem e adaptação, ou se encaixa já na classificação alta, fruto da aprendizagem institucional e adaptação de experiências internacionais. Por outro lado, em fases posteriores, o objetivo é que se atinja a classificação alta em todos os itens de modo que esta seja uma proposta factível e ao mesmo tempo eficiente, valendo-se do já mencionado aprendizado institucional e recomendações acadêmicas

Tabela 5 – Proposta de regulamentação de um mercado de troca de permissões de emissões no estado de São Paulo dentro da matriz de classificação de Narassimhan et al (2018):

Avaliação Geral	Atributos do ETS	Baixo	Médio	Alto
Efetividade Ambiental	Coertura dos Setores com Emissões Altas		Fase 1 - Setores Carbono Intensivos, com gama variada de gases regulados	Fases Posteriores - Expansão para todos os setores da economia, com reports específicos de GEE
	Limite de Emissões para Emissões cobertas		Fase 1 - Cap estabelecido por média ponderada das emissões dos três anos anteriores	Fases Posteriores - Cap decrescente anual em conformidade com os objetivos da NDC Brasileira
	Rigor dos Limites		Fase 1 - Os limites seguem a média ponderada das emissões dos anos anteriores	Fases Posteriores - Os limites são revistos anualmente
Eficiência Econômica	Custo de Abatimento			Custos inicialmente baixos com alocações gratuitas
	Custo de Compliance			Custo Baixo, com o Seresp como MRV central e subsidiado pelo governo
	Custo de Administração			Custo marginal relativamente baixo com participação dos stakeholders
Gerenciamento de Mercado	Método das Alocações Atuais		Fase 1 Maioria das permissões gratuitas em conformidade com as linhas de base de emissões dos anos anteriores. Pouco Leilão	Fases Posteriores - Leilões substituindo progressivamente as alocações gratuitas
	Melhoria das Práticas de Alocação ao Longo do Tempo			Aumento dos leilões de alocações
	Percentual Leiloado		Leilões parciais com perspectiva de aumento no futuro	
	Trajectoria de Estabilidade de Preços			Busca por estabilidade do preço dentro dos períodos desde o início com o mecanismo de estabilização
	Compromisso sobre o sinal/preço			Estabelecimento de mecanismo de estabilidade desde o início, com leilões de piso mínimo, subsídios de reserva do ente regulador, possibilidade de <i>banking</i> entre anos
	Flexibilidade do sistema			Presença de mecanismo de reserva de permissões, acionada por gatilhos de preço; órgão regulador com capacidade de retirar ou aumentar liquidez por meio deste sistema
Engajamento de Stakeholders	Ligação atual	Fase 1 - nenhuma vinculação		Fases Posteriores - Ligações com mercados semelhantes e regras de compliance claras e bem definidas entre stakeholders
	Número de reuniões por período ou comentários recebidos de acordo com Resultados			Conselho do órgão regulador formado por amplos setores da sociedade (poder público, academia, empresas, instituições financeiras e representantes da sociedade civil) - transparência na divulgação de regras
Gerenciamento de Receitas	Receita Gerada			Receita significativa gerada para gastar em metas ambientais adicionais; Receitas para aliviar a carga social e econômica de um ETS.
	Designação EITE		10% de recursos destinados a compensações tributárias	
	Designação "Verde"			80% dos recursos destinados a adaptação da economia de baixo carbono ou mecanismos de adaptação às consequências das mudanças climáticas
	Efeitos Redistributivos	A princípio sem destinação para redistribuição de renda		

Fonte: Elaboração do Autor interpolando a proposta objeto tema deste documento e Narassimhan et al (2018)

Finalmente, vamos passar pela análise de viabilidade prática, trazendo o conceito da análise *PASTEL* que leva em conta os aspectos Políticos, Ambientais, Sociais, Tecnológicos, Econômicos e Legais para a implementação de determinada política. A escolha de tal metodologia se dá pelo trabalho “*Tips for Writing Policy Papers*” da Escola de Direito de Stanford, que recomenda esta metodologia de análise para que se avalie a viabilidade de implementação de determinada proposição de política pública. A tabela 6, inclusa no apêndice, traz essa matriz de classificação com um *score* binário (positivo ou negativo) em cada um dos aspectos e o expande, para compará-lo a um mecanismo de taxaço de carbono, avaliando também outros parâmetros. Pode-se dizer, portanto, que apesar de alguma dificuldade no aspecto econômico, uma vez que empresas tendem a ser refratárias a regulamentações que impliquem em maiores custos de transação, no geral tal proposta tem: i) força política, com eleitores cada vez mais preocupados com questões ambientais e pares políticos globais já um passo a frente nessa regulamentação. Ainda, em comparação com uma taxa pura e simples, eleitores tendem a ser menos resistentes como já argumentado ao longo deste texto; ii) contribui para a questão ambiental na diminuição de emissões de GEE no longo prazo, como também explicado durante o texto na argumentação sobre se os mercados de *cap-and-trade* são ou não

eficientes nesta questão; iii) impacta a sociedade positivamente no sentido de se diminuir a emissão de GEE, prevê mecanismos de adaptação às mudanças climáticas, bem como o incentivo à inovação tecnológica com destinação de receita a tecnologias verdes; iv) não prevê nenhuma ruptura tecnológica. Há necessidade de desenvolvimento tecnológico no sentido do Seresp. Por outro lado, mecanismos de Cap-and-Trade promovem mais inovação tecnológica em relação à taxação, como argumentam Chen et al (2020); v) pode existir alguma reação contrária a regulamentação, mas por outro lado empresas são pressionadas por compradores internacionais a adotarem práticas de mitigação de GEE, o qual tal mercado regulamentado vem a ajudar; vi) já existe um arcabouço legal que da sustentação à complementação pela regulação proposta como mostramos na seção 4 deste trabalho

Tabela 6 – Análise *PASTEL* com comparativo entre Taxas de Carbono e Mercados de Cap-And-Trade

Atributos PASTEL	Variáveis	Taxa de Carbono	Sistema de Cap-and-Trade
Efeitos Econômicos	Custo-eficiência	+	-
	Necessidade de Informação em ambiente de incerteza	+	-
	Sinal de Preço com dinamismo em relação às forças de mercado	-	+
Viabilidade Política	Custo Político	-	+
	Flexibilidade / Adaptação	-	+
Efeitos Ambientais	Impacto na redução de GEE	+	+
	Alinhamento do mecanismo com os objetivos macros de redução de GEE	-	+
Efeitos Distributivos	Mecanismos de Adaptação	+	+
	Justiça Social	-	+
Aspectos Legais	Existe arcabouço legal?	-	+
	Complexidade jurídica	+	-
Aspectos Tecnológicos	Existe necessidade de adaptação tecnológica?	+	-
	Promove Inovação?	-	+

Fonte: Elaboração do Autor, com avaliação baseada em diferentes fontes bibliográficas apresentadas ao longo deste documento

5. Considerações Finais

Nesta dissertação, pretendemos trazer uma proposta de regulamentação prática e factível, à luz dos conceitos da economia do meio ambiente e do arcabouço regulatório das políticas climáticas existentes no Brasil e no mundo, buscando uma contribuição ao debate público neste campo que ganha cada vez mais espaço relevante nas discussões políticas e econômicas em âmbito local e global. A ideia central não foi trazer uma proposta completamente inovadora com o que vem sendo praticado, mas sim utilizar-se do aprendizado institucional das experiências internacionais, das recomendações da academia e das políticas regulatórias já presentes para elaborar um documento que possa de fato servir como base de um processo de regulamentação que se faz cada vez mais urgente. Ainda assim, consideramos que trouxemos algumas propostas com um viés inovador interessante: i) a proposta de se iniciar por uma regulamentação regional e não federal – o que é pouco comum em políticas deste tipo no Brasil – aproveitando-se de um arcabouço regulatório mais bem desenvolvido neste estado do que em outros entes federativos; ii) o desenvolvimento de um sistema de registro centralizado não só para os direitos de emissão, mas também para o registro de créditos que poderão ser utilizados nas compensações (*offsets*), buscando reduzir os custos de administração e garantir maior transparência ao processo por meio de uma plataforma centralizada e de amplo acesso; iii) a autarquia reguladora criada pelo poder público, mas com conselho de mandato fixo e ampla participação de *stakeholders* interessados no processo como modo de garantir maior governança, transparência e engajamento em todo o processo. Outras recomendações dadas, se não inovadoras do ponto de vista do ineditismo, buscam absorver o que vem sendo implementado de mais inovador no âmbito global, a fim de posicionar a regulação local em nível de igualdade a seus pares.

Na quinta e última sessão deste documento, trouxemos a proposta prática da regulamentação, explicando a separação por fases e a classificando na matriz de avaliação de Narassimham, enquadrando base desta proposta. Não trouxemos detalhes, no entanto, de como estas fases seriam determinadas. Abaixo, buscamos então detalhar o faseamento de implementação, considerando o ano de 2023 como o ano base para a proposição, aprovação nas esferas necessárias e desenvolvimento dos sistemas de registro, verificação, contabilidade e gestão do mercado proposto:

- Primeira fase: Início em Janeiro de 2024, com duração até Dezembro de 2026 – com isso, teríamos já 3 anos de aprendizagem das organizações reguladas em reportarem suas emissões para a CETESB (2021, 2022 e 2023) e todo o ano de 2023 para desenvolver o sistema de registo e formar o conselho gestor do mercado. Além disso, os 3 anos de funcionamento do mercado em fase 1, permitiriam também a adaptação dos participantes, com a maior parte das alocações gratuitas, como explicado na seção anterior
- Segunda fase: Início em Janeiro de 2027, com duração até Dezembro de 2030 – com 6 anos de aprendizagem institucional e ajustes nos métodos de alocação, consideramos que podemos passar a alinhar as práticas do mercado às políticas climáticas, determinando um limite de emissões condizentes com a NDC Brasileira (reduzir em 50% os GEE em relação aos patamares de 2005) e utilizando-se dos mecanismos econômicos para que estes objetivos sejam atingidos (maior percentual e permissões leiloados por exemplo). Os demais setores da economia passam a ser obrigados a registrar suas emissões no Seresp. O mercado local pode ou não ser vinculado a outros mercados de *cap-and-trade*, a depender de avaliação do comitê gestor. Idealmente, a experiência de São Paulo terá se tornado nacional e os entes subnacionais (estados) terão metas individuais de redução de acordo com uma linha de base estabelecida (2005, condizente à NDC Brasileira), podendo trocar suas permissões entre si
- Terceira fase: Início em Janeiro de 2031, com nova avaliação em Dezembro de 2035 – Todos os outros setores da economia passam a fazer parte do mercado regulamentado. Aumento do percentual leiloado e revisões constantes dos limites de emissões em relação as metas climáticas. A vinculação com mercados internacionais é preferencialmente implementada.

A partir deste ponto, as demais fases necessárias seriam definidas pelo conselho-gestor, fazendo-se uso dos próprios mecanismos de mercado para que a meta final, de neutralização das emissões de GEE até 2050, seja atingida. Projeções para além de 2035 de etapas de implementação são difíceis de prever e, invariavelmente, ajustes serão necessários, ao mesmo tempo que o desenvolvimento tecnológico dentro de um contexto de redução de emissões de GEE provavelmente alterará paradigmas edificantes deste processo. O importante, entretanto, é o estabelecimento e fortalecimento institucional, com um arcabouço regulatório robusto que, ao mesmo tempo permita adaptações, mas que sinalize de maneira determinante a transição

para uma economia de baixo carbono. Neste sentido, consideramos, portanto, que a presente dissertação cumpre o papel de se propor como documento base para a implementação de tal mecanismo institucional.

Apesar de considerarmos a contextualização e abrangência da presente proposta bastante completa, admite-se que um aprofundamento da modelagem econômica para um refinamento nas metodologias de alocação primária de permissões, alocação de receitas e limites para compensações no mercado voluntário seria bem-vindo para diminuir as chances de má calibragem na implementação e conseqüentemente os potenciais ruídos políticos e institucionais que está má calibragem poderia ocasionar. Outras investigações neste campo, poderiam se focar nestes pontos para reforçar o embasamento de uma proposta que o parlamento nacional venha a aprovar em lei. Além disso, outros aspectos que este documento não aprofundou, mas que poderiam ser importantes contribuições, seriam os estudos de custeio de implementação e operacionalização de um mercado como este, bem como projeções de curvas de oferta e demanda destas permissões de emissões. Entretanto, consideramos de enorme urgência a implementação de um mercado como este e temos segurança que quaisquer ajustes que se façam necessários, podem também ser introduzidos no momento de reavaliação da política pública, desta vez valendo-se dos dados empíricos da experiência prática. Concluímos que a presente proposta é robusta do ponto de vista institucional, viável do ponto de vista político e eficiente do ponto de vista econômico e ambiental, sendo quaisquer outros aprofundamentos não suficientes para impedir a tramitação e implementação desta proposta.

Referências

- BRASIL, Presidência da República - Lei número 12.187 de 2009, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm . Acessado em 21 de Julho de 2022
- BRASIL, Senado Federal – Projeto de Lei número 6539 de 2021, disponível em https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=node01f02hm16cfinq11epkzfs12qy915399145.node0?codteor=2101342&filename=PL+6539/2019 . Acessado em 21 de Julho de 2022
- BRASIL, Presidência da República - Decreto número 11.075 de 2022, disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/1505298704/decreto-11075-22>. Acessado em 21 de Julho de 2022
- Bressler, R. D. "The Mortality Cost of Carbon." *Nature Communications*, vol. 12, no. 1, 2021, pp. 1-10.
- Chen, Y. H., Wang, C., Nie, P. Y., and Chen, Z. R. "A Clean Innovation Comparison between Carbon Tax and Cap-and-Trade System." *Energy Strategy Reviews*, vol. 29, 2020, pp. 100483.
- Cooper, R. N. "The Case for Charges on Greenhouse Gas Emissions." Discussion Paper 08-10, Harvard Project on International Climate Agreements, Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, October 2008.
- Corfee-Morlot, J., Maslin, M., and Burgess, J. "Global Warming in the Public Sphere." *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol. 365, no. 1860, 2007, pp. 2741-2776.
- Eitze, J. and Shebesta, M. "Comparing Carbon Pricing Models: How can Germany Achieve its Climate Targets Sustainability?" *Facts and Findings*, Konrad Adenauer-Stiftung, no. 361, November 2019.
- Galdi, G., Verde, S. F., Borghesi, S., and Ferrari, A. "Linking Emissions Trading Systems with Different Offset Provisions." *European University Institute*, 2022.
- Hamilton, K., Bayon, R., Turner, G., and Higgins, D. *State of the Voluntary Carbon Markets 2007: Picking up Steam*. Washington, DC, 2007.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by V. Masson-Delmotte et al., Cambridge University Press, in press.
- Kuik, O. and Hofkes, M. "Border Adjustment for European Emissions Trading: Competitiveness and Carbon Leakage." *Energy Policy*, vol. 38, no. 4, 2010, pp. 1741-1748
- Mandell, S. "Optimal Mix of Emissions Taxes and Cap-and-Trade." *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 56, no. 2, 2008, pp. 131-140.
- Moore, G. "The Fair Trade Movement: Parameters, Issues and Future Research." *Journal of Business Ethics*, vol. 53, no. 1, 2004, pp. 73-86.
- Leiserowitz, A. "International Public Opinion, Perception, and Understanding of Global Climate Change." *Human Development Report*, 2008, pp. 1-40.
- Moura, A. M. M. D. (2016). *Aplicação dos instrumentos de política ambiental no Brasil: avanços e desafios*. Cap 5, páginas 111-145. Disponível em <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9268> , acesso em 18 de Julho de 2022.
- Narassimhan, E., Gallagher, K. S., Koester, S., and Alejo, J. R. "Carbon Pricing in Practice: A Review of Existing Emissions Trading Systems." *Climate Policy*, vol. 18, no. 8, 2018, pp. 967-991.
- Nordhaus, William D. "The 'DICE' Model: Background and Structure of a Dynamic Integrated Climate-Economy Model of the Economics of Global Warming." *Cowles Foundation Discussion Papers 1009*, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University, 1992.
- Nordhaus, William. "Evolution of Modeling of the Economics of Global Warming: Changes in the DICE Model, 1992-2017." *Climatic Change*, vol. 148, no. 4, Springer, June 2018, pp. 623-640.

- SÃO PAULO, Estado de. DECRETO Nº 55.947, DE 24 DE JUNHO DE 2010. Disponível em https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2014/04/decreto_55947_2010-11.pdf e acessado em 26 de Junho de 2022.
- Schmalensee, Richard, and Robert N. Stavins. "Technology Invention and Diffusion in Residential Energy Consumption: A Stochastic Frontier Approach." Nota di Lavoro 107.2015, Fondazione Eni Enrico Mattei, 2015.
- Schmalensee, Richard, and Robert N. Stavins. "The Design of Environmental Markets: What Have We Learned from Experience with Cap and Trade?" *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 33, no. 4, 2017, pp. 572-588.
- Sengupta, P., Choudhury, B. K., Mitra, S., & Agrawal, K. M. (2020). "Low Carbon Economy for Sustainable Development." In *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials*, edited by C. J. Brinker and J. B. Dunlop, 551-560. Amsterdam: Elsevier.
- Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima, disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/territories/sao-paulo/card?year=2020>. Acesso em 14 de Maio de 2022
- Schmidt, Charles W. "Carbon Offsets: Growing Pains in a Growing Market." *Environmental Health Perspectives*, vol. 117, no. 2, 2009, pp. A62-A68. doi:10.1289/ehp.117-a62. URL: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/abs/10.1289/ehp.117-a62>. Acesso em 28 de Setembro de 2022
- Stanford Law Scholl. "Tips for Writing a Policy Paper" (2013). Disponível em: <https://www-cdn.law.stanford.edu/wp-content/uploads/2015/04/White-PapersGuidelines.pdf>. Acesso em 15 de Março de 2022
- Szklo, A. C. A., et al. "Estudos sobre Mercado de Carbono no Brasil: Análise do Potencial Dimensionamento do Mercado-Estudo de Caso sobre o Estado de São Paulo." July 2015.
- van der Gaast, W., Sikkema, R., & Vohrer, M. (2018). "The contribution of forest carbon credit projects to addressing the climate change challenge." *Climate Policy*, vol. 18, no. 1, pp. 42-48.

- World Bank. 2022. State and Trends of Carbon Pricing 2022. State and Trends of Carbon Pricing;. Washington, DC: World Bank. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/37455> License: CC BY 3.0 IGO.”
- Weitzman, M. L. (2014). "Can negotiating a uniform carbon price help to internalize the global warming externality?" *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, vol. 1, no. 1/2, pp. 29-49.
- Weitzman, M. L. (2017). "On a world climate assembly and the social cost of carbon." *Economica*, vol. 84, no. 336, pp. 559-586.