

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A PRECIFICAÇÃO DE CARBONO

DESAFIOS E OPORTUNIDADES DE MERCADOS DE CARBONO PARA O BRASIL

Relatório Completo

Outubro de 2021

O presente artigo foi preparado no âmbito dos diálogos para o aprimoramento do arcabouço regulatório do País promovidos pelo Centro de Debates de Políticas Públicas (CDPP).¹

Elaboração: Guido Couto Penido Guimarães.

	Peer review	Revisores CDPP
Revisão:	Alexandre Kossoy	Angélica Queiroz
	Caroline Prolo	Joaquim Levy
	Inaiê Santos	Pedro Passos
	Stephanie La Hoz Theuer	Ricardo Gallo
	Ronaldo Seroa da Motta	

Citação sugerida: Penido, G. (2021). Mudanças climáticas e a precificação de carbono: desafios e oportunidades dos mercados de carbono para o Brasil. São Paulo: Centro de Debates de Políticas Públicas.

¹ O autor: agradece aos revisores e a todos os pesquisadores, especialistas e stakeholders que participaram dos estudos e debates do Projeto PMR Brasil, que em muito contribuíram para o desenvolvimento dos conceitos apresentados no artigo; e o dedica a Maria Clara Couto Soares, inspiração na busca por um desenvolvimento sustentável.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM PROBLEMA GLOBAL	9
3. PRECIFICAÇÃO DE CARBONO: ALTERNATIVAS REGULATÓRIAS E OS MERCADOS DE CARBONO	19
4. O BRASIL E OS MERCADOS DE CARBONO: HISTÓRICO, ONDE ESTAMOS, OPORTUNIDADES E DESAFIOS	39
5. PROPOSTAS: AMBIENTE INTERNACIONAL E AÇÃO BRASILEIRA	56
6. CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS	77
APÊNDICE I: CONTRIBUIÇÕES E RECEBIMENTOS POR RESPONSABILIDADES HISTÓRICAS	83

Lista de Figuras

Figura 1: Temperatura da superfície terrestre comparada à média 1951-1980 (médias de 5 anos).....	9
Figura 2: Concentração de dióxido de carbono na atmosfera terrestre (ppm)	10
Figura 3: Temperatura versus atividade solar	11
Figura 4: Panorama internacional dos sistemas regulados de precificação de carbono	20
Figura 5: Preços de carbono praticados em sistemas regulados, abril de 2021	21
Figura 6: A custo-efetividade da precificação de carbono.....	22
Figura 7: Proposta de arcabouço institucional relativo ao SCE brasileiro.	60

Siglas e Acrônimos

A/R	Aflorestamento e reflorestamento
AAU	<i>Assigned Amount Units</i>
ABC	Agricultura de baixo carbono
AFOLU	Agricultura, florestas e outros usos do solo
CBAM	Ajuste de fronteira baseado em carbono
Cbio	Crédito de descarbonização
CEBDS	Centro empresarial brasileiro para o desenvolvimento sustentável
CER	<i>Certified Emissions Reductions</i>
CIDE	Contribuição de intervenção no domínio econômico
CIM	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
COP	Conferência das partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima
CORSIA	<i>Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation</i>
Ctax	Tributo de carbono
CTIBC	Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono
CVM	Comissão de valores mobiliários
EITE	Intensivo em emissões e exposto ao comércio internacional
ERU	<i>Emissions Reduction Units</i>
EU ETS	Sistema de comércio de emissões da União Europeia
EUA	Estados Unidos da América
FMI	Fundo monetário internacional
GCF	<i>Green climate fund</i>
GEE	Gases de efeito estufa
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
ILPF	Integração lavoura pecuária floresta
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ITMO	<i>Internationally Transferred Mitigation Outcomes</i>
JI	Implementação Conjunta
KP	Protocolo de Quioto
ICER	<i>Long-term CER</i>
LCFS	<i>Low-Carbon Fuel Standard</i>
LDC	<i>Least developed countries</i>
LULUCF	Uso da terra, mudança do uso da terra e florestas
MACC	Curva de custo marginal de abatimento
MAPA	Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento
MBRE	Mercado brasileiro de redução de emissões
MCTI	Ministério da ciência, tecnologia e informações
MDL	Mecanismo de desenvolvimento limpo
MDS	Mecanismo de desenvolvimento sustentável
ME	Ministério da economia
MMA	Ministério do meio ambiente
MRV	Monitoramento, relato e verificação
CO2e	Gás carbônico equivalente
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NbS	Soluções baseadas na natureza
NCS	Soluções climáticas naturais
NDA	Autoridade Nacionalmente Designada

NDC	Contribuições nacionalmente determinadas
OCDE	Organização para cooperação e desenvolvimento econômico
OMC	Organização mundial do comércio
ONS	Operador nacional do sistema
PA	Acordo de Paris
PIB	Produto interno bruto
PL	Projeto de lei
PMR	<i>Partnership for Market Readiness</i>
PNMC	Política nacional de mudança do clima
RBF	<i>Results-based financing</i>
REDD	Reduções de Emissões por Desmatamento e Degradação florestal
REM	Reserva de estabilidade de mercado
RMU	<i>Removal Units</i>
SCC	Custo social do carbono
SCE	Sistema de comércio de emissões
SIRENE	Sistema de Registro Nacional de Emissões
tCER	<i>Temporary CER</i>
TPS	<i>Tradable Performance Standards</i>
UE	União europeia
UNFCCC	Convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima
VCS	<i>Verified Carbon Standard</i>

1. INTRODUÇÃO

As emissões de ‘gases de efeito estufa’ (GEE) são um importante subproduto da atividade econômica global desde o século XVIII, quando o uso de combustíveis fósseis passou a ter papel importante no desenvolvimento socioeconômico mundial. Entretanto, as atividades que foram cruciais para a revolução em nosso modo de vida se tornaram um risco à viabilidade do mesmo

A mudança do clima global é questão cada vez mais central na agenda político-econômica mundial, tanto por seus impactos socioeconômicos no presente, quanto pelo seu potencial impacto devastador a longo prazo. A percepção de que as mudanças climáticas já têm impactos sobre a vida de cada um de nós gera interesse em entender melhor as suas consequências e formas de prevenir e atenuar o processo.

Hoje já existe evidência irrefutável de um aquecimento no sistema climático global. Em 2020, por exemplo, a temperatura média da superfície terrestre ficou 1,02°C acima da média registrada entre 1951 e 1980.² A ligação entre esse aquecimento e a atividade humana também é largamente comprovada.³ O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) estima o impacto da atividade humana no processo de aquecimento global no período em cerca de 1°C.⁴

Estudos recentes estimam que as mudanças climáticas já resultam em danos de ao menos US\$ 390 bilhões anualmente em países em desenvolvimento⁵ e podem gerar perdas de até 18% do PIB global no futuro se medidas para sua mitigação não forem tomadas.⁶ Adicionalmente, o Banco Mundial estima que 132 milhões de pessoas podem ser colocadas em situação de extrema pobreza já em 2030⁷ e até 216 milhões poderiam ser desalojadas por eventos climáticos como secas e enchentes até 2050 no mundo.⁸

Entretanto, apesar de sabermos da existência, causas e gravidade do problema, enfrentá-lo representa um grande desafio. Alguns fatores preponderantes contribuem para tal: trata-se de um problema de escala global – o que traz a necessidade de ação coletiva entre nações soberanas para a sua solução; em que os causadores (emissores de GEE) não incorrem nos custos que suas emissões geram para a sociedade como um todo – não tendo incentivo privado para reduzi-las; que traz impactos a longo prazo, heterogêneos entre países e de difícil mensuração – o que dificulta a sua tangibilização. Adicionalmente, países em desenvolvimento argumentam que os esforços de mitigação de emissões devem ser conciliados com o ‘princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas’, que considera que diferenças entre países desenvolvidos e em desenvolvimento justificam atribuição de parcela maior da responsabilidade aos desenvolvidos.

² <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>

³ <https://climate.nasa.gov/evidence/>

⁴ (IPCC, 2021a). Ademais, as mudanças climáticas se referem a uma ampla gama de fenômenos que, apesar de ligados ao aquecimento global, não se resumem a ele, como a mudança nos padrões de precipitação e a ocorrência de eventos extremos. Também é cada vez mais certo que a intensidade e frequência de tais eventos sejam impactados pela atividade humana.

⁵ (Hallegatte, Rentschler, & Rozenberg, 2019).

⁶ (Swiss Re, 2021).

⁷ (Jafino, Walsh, Rozenberg, & Hallegatte, 2020).

⁸ (Clement, et al., 2021).

Neste contexto, acordos internacionais têm tentado prover bases mínimas para a mitigação da mudança do clima - ainda que o nível de ambição ainda seja deveras heterogêneo entre países⁹ - e países têm desenvolvido e trabalhado uma gama de instrumentos de mitigação de emissões de GEE para a consecução de metas estabelecidas em políticas nacionais e subnacionais. Atualmente, o Acordo de Paris¹⁰ (PA, sigla em inglês) busca reger a ação dos países no combate à mudança do clima global. No PA, 196 nações se comprometeram a mitigar o processo, restringindo o aumento médio de temperatura terrestre a menos de 2°C, e a enfrentar os efeitos irreversíveis do aquecimento global.

Os instrumentos de política adotados por governos para implementar suas metas de mitigação de emissões de GEE têm sido, em grande parte, do tipo ‘comando e controle’ - isto é, a criação de normas obrigatórias cujo cumprimento é fiscalizado pelo governo, como a adoção de padrões tecnológicos – ou baseados em incentivos fiscais, como subsídios diretos para financiamento ou regimes de tributação diferenciada. Entretanto, nos últimos anos a precificação de carbono ganhou força no cenário internacional e em 2021 já cobre mais de 20% das emissões mundiais.

A precificação de carbono busca atribuir um valor monetário às emissões de GEE causadoras das mudanças climáticas. O conceito parte do princípio do ‘poluidor pagador’, isto é, quem produz a externalidade negativa – ou seja, emite GEE – deve internalizar o custo que está gerando para a sociedade como um todo. O interesse e a notável expansão das iniciativas de precificação de carbono ao redor do mundo se devem ao fato de se tratar de um instrumento de mercado custo-efetivo, isto é, que é capaz de alcançar os objetivos agregados de redução de emissões ao menor custo possível para a sociedade. Com um valor definido para as emissões de GEE, a precificação de carbono incentiva a mitigação onde ela é mais barata, ao trazer maiores ganhos para quem mitiga ao menor custo. Além disso, direciona a demanda e os investimentos para produtos e projetos menos carbono intensivos, incentivando a inovação tecnológica. Não à toa, especialistas advogam pela adoção de um preço global de carbono como forma eficiente de combater a mudança do clima.¹¹

No ambiente regulado (ou mandatário), o escopo de agentes participantes é definido por um regulador, normalmente governos, e a precificação de carbono se traduz em dois instrumentos principais: a tributação de carbono e os sistemas de comércio de emissões (SCE), comumente chamados de mercados de carbono. Já no ambiente de participação voluntária, agentes desenvolvem projetos que mitigam emissões de GEE e, a partir de um processo de certificação e validação, podem converter as reduções ou remoções de emissões verificadas em ‘créditos de carbono’. Esses créditos são, então, transacionáveis. Empresas com compromissos de neutralização de emissões, investidores e até mesmo agentes com obrigações regulatórias em sistemas que aceitam compensações são algumas das fontes de demanda para tais créditos.

O Brasil, por sinal, tem experiência com os mercados de créditos de carbono. O País foi um dos principais desenvolvedores de projetos no âmbito do Protocolo de Quioto – o primeiro tratado internacional com metas de redução de emissões de GEE -, o chamado ‘Mecanismo de Desenvolvimento Limpo’ (MDL). Além disso, a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC) prevê a existência do ‘Mercado Brasileiro de Redução de Emissões’ (MBRE). Recentemente, um Projeto de Lei (PL 528/2021) foi apresentado no Congresso buscando regulamentar o MBRE e o Acordo de Paris, em seu Artigo 6, busca dar vida nova aos mercados internacionais de carbono.

⁹ <https://climateactiontracker.org/countries/>

¹⁰ No âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, em inglês).

¹¹ Cabe ressaltar, contudo, que este é apenas um entre vários instrumentos de política climática, sendo necessário combinar esforços direcionados a questões específicas (Tvinneim & Mehling, 2018).

O atual cenário de crescente relevância da agenda climática nas discussões internacionais traz desafios e oportunidades para o Brasil. Por um lado, a menor intensidade carbônica de nossa matriz energética em comparação com as principais economias do mundo, bem como o enorme potencial de geração de ativos de carbono de base florestal, podem trazer vantagens competitivas no comércio internacional, atrair capital estrangeiro, além de oportunidades de inovação tecnológica. Por outro, a inação regulatória no tema, a manutenção das altas taxas de desmatamento verificadas nos últimos anos e a adoção de posicionamentos que inviabilizem o consenso relativo ao Artigo 6 do PA podem isolar o Brasil na agenda, ficando para trás nos avanços internacionais e perdendo as oportunidades apresentadas.

Adicionalmente, destaca-se que o compromisso com as metas assumidas no PA (as contribuições nacionalmente determinadas, NDC) é aspecto chave para o sucesso de outras pautas econômicas prioritárias para o País – como o acordo de livre comércio entre a União Europeia (UE) e o Mercosul e a acessão à Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). A adoção de melhores práticas climáticas, como a precificação de carbono, pode favorecer decisivamente o Brasil em sua agenda de integração internacional e em negociações multilaterais, fomentando relação sinérgica entre as pautas econômica e climática.

Na próxima Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP), em Glasgow, espera-se definir um arcabouço para as transferências internacionais de carbono no âmbito do PA. Buscando aperfeiçoar o arcabouço regulatório nacional em um ambiente em que a adoção de instrumentos climáticos é cada vez mais necessária e demandada a nível internacional, faz-se necessário discutir a adoção de instrumentos de precificação de carbono no Brasil e a inserção do País nos mercados internacionais de carbono. Não é exagero dizer que o Brasil se encontra em um momento de definição no tema. O País tem potencial para se posicionar entre os líderes globais na agenda. Isso depende de tomar decisões acertadas.

O presente artigo busca justamente contextualizar o leitor no tema e debater propostas para viabilizar tanto a resolução de questões internacionais quanto o posicionamento do Brasil como líder na agenda de baixo carbono. Para tal, após essa sessão introdutória, ele se divide em três sessões descritivas e uma seção propositiva. As sessões descritivas buscam alinhar conceitos, trazendo definições e aspectos chave para a compreensão dos temas de interesse do artigo, bem como um histórico da ação global e nacional (e aprendizados decorrentes) em mudança do clima e precificação de carbono. Já a seção propositiva trará, a partir de uma visão normativa calcada na teoria econômica, uma visão positiva e aplicada do tema, tanto a nível global quanto – e principalmente – a nível nacional. Ao longo das próximas seções buscar-se-á (i) alinhar e disseminar o conhecimento nos temas mudança do clima (Seção 2) e precificação de carbono (Seção 3); (ii) explorar o papel que mercados de carbono poderiam ter na mitigação da mudança do clima global (Seção 3) e na agenda de desenvolvimento do Brasil, bem como os riscos e oportunidades associados (Seção 4); (iii) apresentar alternativas regulatórias para lidar com a questão da mudança do clima, abordando opções para o País e considerando os múltiplos setores e peculiaridades da economia brasileira (Seção 4); e, por fim, (iv) elaborar propostas de ação a nível multilateral e, principalmente, nacional, incluindo a implementação de um sistema de comércio de emissões no Brasil e o posicionamento brasileiro relativo ao Artigo 6 do Acordo de Paris (Seção 5). A Seção 6 apresenta as principais conclusões do artigo.

2. MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM PROBLEMA GLOBAL

O clima do planeta muda constantemente ao longo do tempo e evidências geológicas indicam que a temperatura média da Terra já foi, no passado, tanto mais alta quanto mais baixa do que vivenciamos hoje. Já a velocidade e intensidade com que tais mudanças ocorrem hoje é algo não registrado em milênios de observações.¹²

O termo ‘mudanças climáticas’ refere-se a mudanças crescentes nas medidas do clima por um longo período de tempo - incluindo precipitação, temperatura e padrões de vento - e abrange uma ampla gama de fenômenos globais causados pelas emissões de GEE que retêm calor na atmosfera terrestre, como as tendências de aumento da temperatura (o aquecimento global¹³), a elevação do nível do mar, mudanças na floração de plantas e eventos climáticos extremos. Neste artigo, usamos os termos ‘mudanças climáticas’, ‘mudança do clima’ e ‘aquecimento global’ intercambiavelmente. Apesar de os dois primeiros serem mais precisos e se referirem a uma gama mais ampla de fenômenos, os fenômenos estão significativamente correlacionados, de modo que seguimos Weitzman (2017) nessa flexibilização.

2.1 Evidência científica e impactos socioeconômicos

A evidência científica existente acerca da ocorrência de um aquecimento no sistema climático global nas últimas décadas é irrefutável.¹⁴ O gráfico abaixo mostra a evolução da temperatura média da superfície Terrestre ao longo dos anos que, em 2020, ficou 1,02°C acima da média registrada entre 1951 e 1980.¹⁵

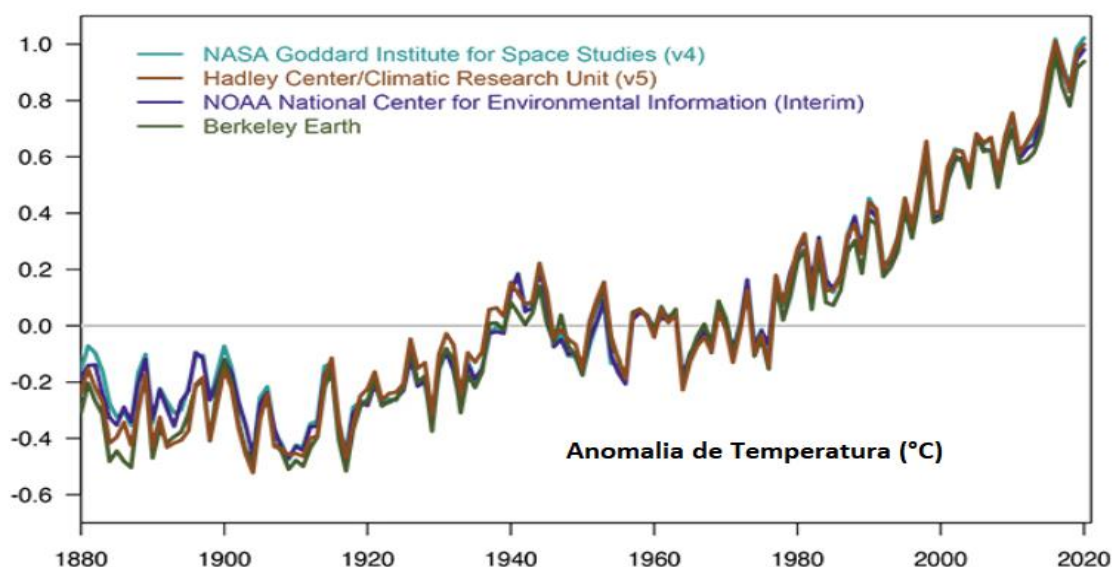


Figura 1: Temperatura da superfície terrestre comparada à média 1951-1980 (médias de 5 anos)

Fonte: Adaptado de NASA (<https://climate.nasa.gov/scientific-consensus/>)

¹² <https://climate.nasa.gov/evidence/>

¹³ O aquecimento global, em particular, refere-se ao aumento da temperatura média da superfície da terra, englobando também os oceanos e as camadas de ar superficiais.

¹⁴ (IPCC, 2021b).

¹⁵ <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>

Se a constatação do aumento da temperatura média da superfície da Terra é relativamente simples com os instrumentos de mensuração e monitoramento existentes hoje, a atribuição de causalidade entre as emissões antrópicas (da atividade humana) de GEEs e esse aquecimento é mais complexa. Entretanto, hoje também há massivo consenso na comunidade científica sobre essa relação.¹⁶ Segundo IPCC (2021b), a influência humana no aquecimento terrestre é inequívoca e a escala e rapidez da mudança do clima global no período recente é sem precedentes por milhares de anos.

Núcleos de gelo extraídos ao redor do mundo mostram que o clima da Terra responde a mudanças nos níveis de GEEs na atmosfera. Ademais, a capacidade de retenção de calor do gás carbônico (CO₂) e outros gases, como o óxido nitroso e o metano, foi demonstrada em meados do século XIX¹⁷ e, na realidade, é vital para a própria vida na Terra. Estimativas indicam que a temperatura média da Terra (cerca de +15°C) estaria abaixo dos -15°C não fosse essa capacidade de retenção do calor da radiação solar.¹⁸ Sendo assim, não há dúvidas de que o aumento das concentrações de GEEs na atmosfera deve fazer com que a Terra aqueça em resposta.¹⁹ A figura abaixo evidencia o impacto antrópico sobre a concentração atmosférica de CO₂:

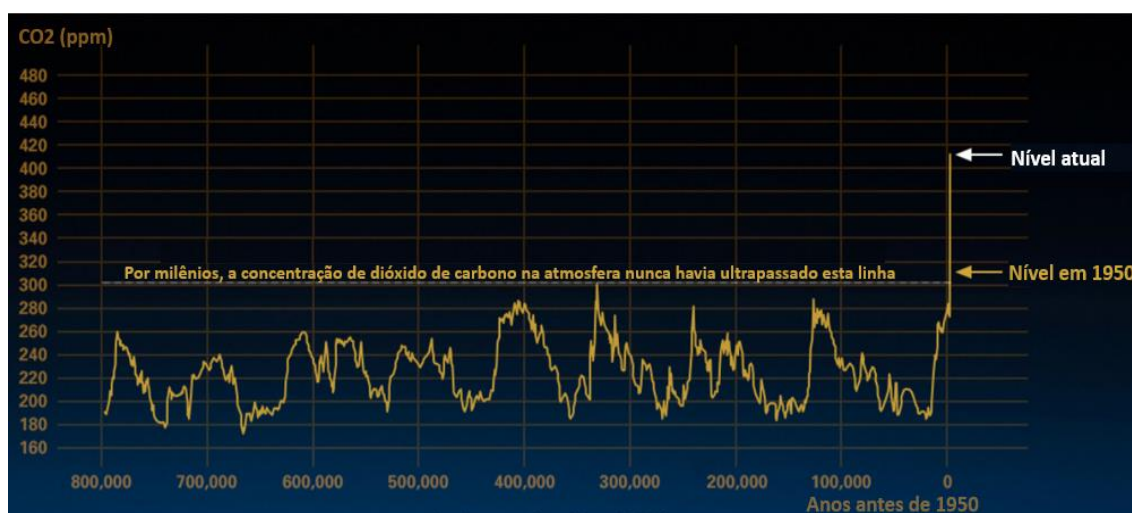


Figura 2: Concentração de dióxido de carbono na atmosfera terrestre (ppm).

Fonte: Adaptado de NASA (<https://climate.nasa.gov/evidence/>)

Nota-se o sensível pico nas concentrações históricas dióxido de carbono na atmosfera nos últimos 50 anos e análises geológicas revelam que as emissões de gás carbônico estão crescendo aproximadamente duzentos e cinquenta vezes mais rápido do que ocorreu por vias naturais após a última era do gelo. Se a maior concentração de GEEs na atmosfera gera um aquecimento do planeta e a atividade humana tem contribuído para um grande aumento de tal concentração, parece claro que a atividade humana tem impacto no processo de aquecimento global.

Ademais, no período recente de aquecimento global, fatores cruciais nos ciclos climáticos históricos - a variabilidade interna e as forças naturais, notavelmente a irradiação solar incidente sobre a Terra - parecem ter tido pouco ou nenhum papel no processo. É estimado que o impacto de tais fatores na variação da temperatura da superfície Terrestre nas últimas décadas

¹⁶ <https://climate.nasa.gov/scientific-consensus/>

¹⁷ A capacidade do dióxido de carbono afetar a transferência de energia infravermelha através da atmosfera é, inclusive, a base científica de operação de muitos instrumentos espaciais utilizados.

¹⁸ https://www.giss.nasa.gov/research/briefs/ma_01/

¹⁹ <https://climate.nasa.gov/evidence/>

esteja entre $-0,3^{\circ}\text{C}$ e $+0,3^{\circ}\text{C}$, não explicando, portanto, o aumento verificado superior a 1°C .²⁰ O gráfico abaixo mostra um descolamento entre as curvas de temperatura e irradiação solar sobre a Terra a partir de 1950, justamente quando as concentrações de gás carbônico²¹ ultrapassaram seus níveis históricos em padrão exponencial:

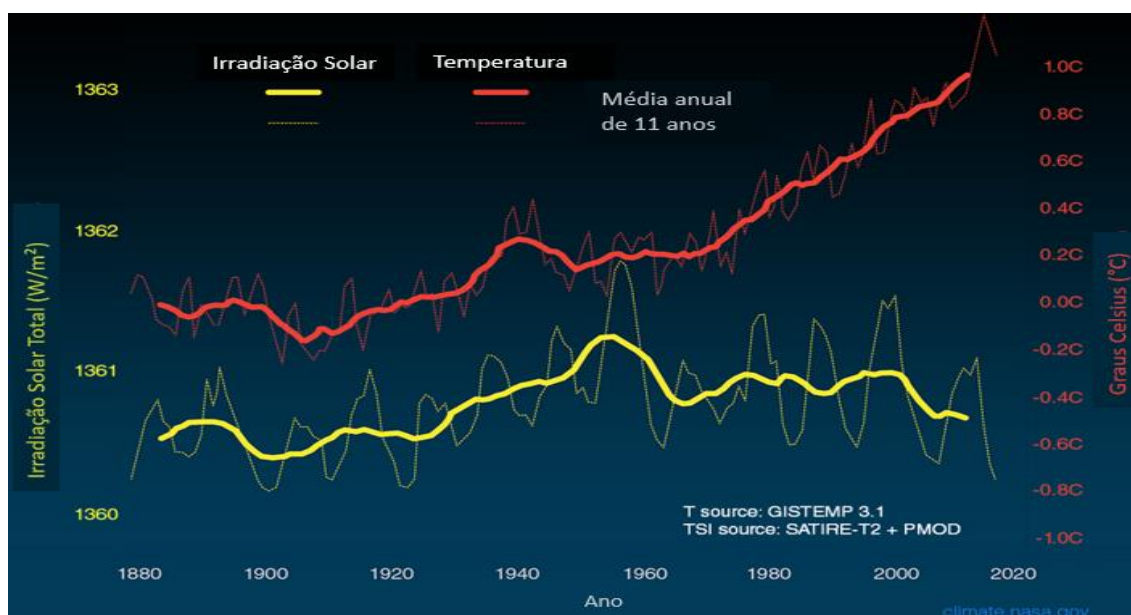


Figura 3: Temperatura versus atividade solar

Fonte: Adaptado de NASA (<https://climate.nasa.gov/causes/>)

“A quantidade de energia solar que a Terra recebe seguiu o ciclo natural de 11 anos, sem aumento líquido desde os anos 50. Durante o mesmo período, a temperatura global aumentou acentuadamente. Portanto, é extremamente improvável que o Sol tenha causado a tendência de aquecimento global observada nos últimos meio século. Se o aquecimento fosse causado por um Sol mais ativo, seriam esperadas temperaturas mais quentes em todas as camadas da atmosfera. Em vez disso, cientistas observaram um resfriamento na atmosfera superior e um aquecimento na superfície e nas partes inferiores da atmosfera. Isso ocorre porque os gases de efeito estufa estão retendo o calor na atmosfera mais baixa” - NASA²²

A partir dessas evidências, múltiplos estudos publicados em revistas científicas mostram que cerca de 97% dos cientistas que publicam ativamente no tema concordam que as tendências e ritmo do aquecimento climático no último século são decorrentes de atividades humanas.²³

Alguns dos impactos mensurados da atividade humana no clima global são: (i) o aumento de temperatura da superfície global, que de 1850-1900 a 2010-2019 é de $0,8^{\circ}\text{C}$ a $1,3^{\circ}\text{C}$; (ii) o aumento do nível do mar, de cerca de 0,2m, com crescimento acentuado das taxas nos últimos 15 anos; (iii) a retração das geleiras no Ártico, que chegou a 40% no verão; (iv) a acidificação dos

²⁰ (IPCC, 2021a).

²¹ Como é comum na literatura, por vezes neste artigo usamos os termos ‘gás carbônico’, ‘carbono’ e ‘GEE’ intercambiavelmente. Isso se deve não só ao fato de o CO_2 ser o GEE mais representativo na atmosfera, como de a métrica usada para trazer todos os GEEs para uma escala comum ser o ‘gás carbônico equivalente’ (CO_2e). Nesta, todos os gases são normalizados em termos de CO_2e , por meio da ponderação do potencial de aquecimento global (GWP, sigla em inglês) de cada um em relação ao CO_2 .

²² <https://climate.nasa.gov/causes/> (tradução livre).

²³ (Cook, et al., 2016).

oceanos, o aumento da precipitação continental média e o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como secas, ondas de calor, enchentes e ciclones.²⁴

As mudanças climáticas trazem sensíveis impactos sociais e econômicos. O aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, por exemplo, já traz impactos socioeconômicos evidentes hoje. Estudos recentes estimam que as mudanças climáticas já resultam em danos de ao menos US\$ 390 bilhões anualmente em países em desenvolvimento²⁵ e podem gerar perdas de até 18% do PIB global no futuro se medidas para sua mitigação não forem tomadas.²⁶ Adicionalmente, o Banco Mundial estima que 132 milhões de pessoas podem ser colocadas em situação de extrema pobreza já em 2030²⁷ e até 216 milhões poderiam ser desalojadas por eventos como a intensificação das secas, enchentes e o aumento do nível do mar até 2050 no mundo.²⁸

No Brasil, estudos estimam que a mudança do clima pode ter impactos severos sobre a população e a economia, principalmente pela maior frequência e intensidade de eventos extremos ligados a alterações pluviométricas, como secas e enchentes. Segundo IPCC (2021c), as regiões Sul e Sudeste devem ter aumento de chuvas extremas e enchentes; a região Nordeste deve experimentar um aumento na duração das secas; a região Centro-Oeste deve presenciar um aumento de secas, aridez e queimadas; e a região Norte deve presenciar tanto um aumento nas chuvas extremas, quanto na frequência de secas. Vale lembrar que chuvas extremas estão associadas não só a enchentes e alagamentos como também a deslizamentos de terra.

Para se ter uma ideia dos impactos econômicos decorrentes de enchentes, Haddad & Teixeira (2015) estimam que apenas as enchentes de 2008 na cidade de São Paulo geraram impactos econômicos de até R\$ 564 milhões para o País. Considerando que, entre 2009 e 2014, quase todos os municípios populosos do Brasil foram afetados por enchentes e cerca de 50.000 casas de baixa renda foram destruídas,²⁹ é possível concluir que a dimensão total dos danos associados a aumentos nesse fenômeno é muito significativa e prejudicial aos mais pobres. Além disso, chuvas extremas no Rio de Janeiro em 2011 geraram enchentes e deslizamentos que causaram cerca de mil mortes e perda de 1,35% do PIB estadual.³⁰

Os danos econômicos associados à intensificação das secas no futuro devem ser ainda maiores, podendo afetar o abastecimento de cidades, geração de energia hidrelétrica e, sobretudo, a produção agrícola no interior do país. Segundo The World Bank (2021b), os impactos cumulativos das mudanças climáticas devem reduzir a produtividade das safras e pastagens, bem como levar a uma perda de até 11 milhões de hectares de terras agricultáveis até 2030. O aumento da frequência e intensidade das secas no Nordeste e, principalmente, no Centro-Oeste, é a principal causa, além do aumento da temperatura, já que culturas como soja, cana-de-açúcar, milho e café devem sofrer com picos de calor. Estimativas da Embrapa mostram que

²⁴ (IPCC, 2021a).

²⁵ (Hallegatte, Rentschler, & Rozenberg, 2019).

²⁶ Swiss Re, 2021, <https://www.swissre.com/media/news-releases/nr-20210422-economics-of-climate-change-risks.html>

²⁷ (Jafino, Walsh, Rozenberg, & Hallegatte, 2020).

²⁸ (Clement, et al., 2021).

²⁹ (Debortoli, Camarinha, Marengo, & Rodrigues, 2017).

³⁰ (The World Bank, 2021b).

as perdas de produtividade nas culturas de soja e milho já podem gerar impactos financeiros de até US\$ 7 bilhões por ano.³¹

2.2 Desafios: natureza do problema, desalinhamento de incentivos e justificativa para a ação governamental

Apesar de sabermos da existência, causas e gravidade do problema que representa o processo de mudança do clima global, enfrentá-lo tem sido uma questão complexa, a ponto de ser considerado por muitos o maior desafio de coordenação que a humanidade já enfrentou.³²

Algumas características do problema ajudam a explicar por que é tão difícil resolvê-lo. Primeiramente, por ser causado por um subproduto da própria atividade econômica mundial, as emissões de GEE, que são geradas por agentes individuais e afetam toda a população global. A estrutura produtiva global desde o fim do século XVIII é largamente baseada em processos emissores de GEE, principalmente pela utilização de combustíveis fósseis como insumo energético. Sendo assim, a produção de bens como, por exemplo, o aço, o cimento, a carne, entre muitos outros, envolve a emissão de GEEs³³. Tais emissões impactam o clima global e, portanto, geram custos que não são internalizados pelo produtor, mas sim repartidos com toda a sociedade. Do ponto de vista econômico, emissões de GEE se enquadram nas chamadas ‘externalidades negativas’. No caso de externalidades negativas, como o emissor não arca com o seu custo total, há uma tendência a sobre-produção da externalidade em relação ao que seria socialmente ótimo. Isso é uma importante característica de mercados em que externalidades estão presentes: o mercado não consegue se autorregular de maneira eficiente – não à toa, externalidades são famosos casos de ‘falhas de mercado’. Neste caso, a própria teoria econômica justifica a ação centralizada, normalmente governamental, para a correção da externalidade, fazendo com que os mercados voltem a ser eficientes e a agregação dos ótimos privados volte a convergir com o ótimo social.³⁴

Certos casos extremos de externalidades implicam nos chamados ‘bens-públicos’.³⁵ A atmosfera Terrestre pode ser vista como um recurso natural de uso comum a todos os habitantes do planeta: um bem-público global. Neste caso, todos têm acesso ao recurso comum (a atmosfera) e podem usá-lo em excesso em benefício próprio (como depósito para suas emissões de GEE) em detrimento dos outros (causando um maior aquecimento global) sem incorrer em custos. Da mesma forma, os benefícios dos investimentos em redução de emissões também são compartilhados, sendo apenas uma pequena parcela capturada por quem incorre em seus custos. Isso não só remete à definição do problema de ‘carona’ (*free-riding*, em inglês)³⁶ - quando uma parte colhe os benefícios de uso de um bem-público sem incorrer em custos - como

³¹ Segundo Eduardo Assad (disponível em <https://www.otempo.com.br/economia/disturbios-climaticos-causam-perdas-de-us-7-bi-no-brasil-geada-afetou-mg-1.2527808>).

³² (Weitzman, 2017); (Cramton, Ockenfels, & Stoft, 2017b).

³³ Virtualmente todos os bens de consumo e serviços providos no mundo hoje envolvem a emissão, em maior ou menor escala, de GEEs. Mesmo que algumas não gerem emissões diretamente, o uso de insumos, por exemplo a energia elétrica da rede, resulta em emissões indiretas.

³⁴ As formas de correção da externalidade em questão serão vistas mais adiante.

³⁵ (Nordhaus, 2017).

³⁶ (Cramton, Ockenfels, & Stoft, Global Carbon Pricing, 2017a)

também leva, em um ambiente não-cooperativo guiado pelo interesse próprio, a um fenômeno conhecido na literatura econômica como a ‘tragédia dos comuns’.³⁷

O problema de carona é conhecido por levar à tragédia dos comuns: por exemplo, como caçadores e coletores não internalizam o custo social de suas capturas, ocorre a sobre-caça e o desmatamento excessivo que levam à extinção de espécies – como os ursos dos Pirineus e os búfalos das Grandes Planícies norte-americanas – e ao colapso de florestas e até mesmo civilizações – como na Ilha de Páscoa. Outro exemplo de tragédia dos comuns é a poluição local nas grandes cidades.³⁸ Uma conclusão muito conhecida na literatura é que para salvar os ‘comuns’, é necessária a cooperação entre seus usuários.³⁹

Isso nos traz à uma segunda característica do problema que dificulta enormemente a sua solução: trata-se de um problema de escala global. As emissões de GEE em qualquer lugar do mundo contribuem para a sua acumulação na atmosfera e, por conseguinte, para a mudança do clima global, tendo impactos em nível mundial. Isso significa dizer que, do ponto de vista climático, as emissões de uma planta siderúrgica no Brasil têm o mesmo efeito das emissões de uma planta de cimento no Japão ou de uma planta energética na Índia⁴⁰. Desse modo, fica claro que a solução do problema envolve a ação conjunta e coordenada dos países, algo muito desafiador, já que não existe autoridade supranacional com poder para implementar e fazer cumprir regulações a nível internacional, como seria feito a nível nacional.⁴¹

Ainda que não seja simples resolver problemas de bens-públicos nacionalmente, ao menos os governos nacionais possuem autoridade legal e uma estrutura de governança para estabelecer leis e impor regulações sobre as externalidades dentro de suas fronteiras. Por exemplo, se cada país tivesse sua própria atmosfera, então os governos nacionais, agindo em interesse próprio, poderiam atingir as metas climáticas unilateralmente regulando as emissões de GEE domésticas, e a dificuldade de solucionar o problema climático se aproximaria da dificuldade de solucionar outros problemas de bens-públicos nacionais, como o problema de poluição local ou a provisão de saúde e infraestrutura. Entretanto, a nível global não existe um mecanismo de governança capaz de coordenar e fazer cumprir as ações necessárias para mitigar a mudança do clima, para coibir a adoção do comportamento de carona. Isto é, sob o arcabouço legal internacional vigente hoje, não existe instrumento que seja capaz de coagir nações não-interessadas a cooperar para a mitigação da mudança do clima,⁴² mesmo que a grande maioria das nações esteja disposta a cooperar. Desta forma, os instrumentos de mitigação devem ser negociados entre nações soberanas, buscando alinhar incentivos.⁴³ São justamente os desafios de superar o comportamento de carona relativos a um bem-público internacional em um mundo de nações soberanas que estão no âmago da complexa questão climática.

Adicionalmente, a mudança do clima traz impactos a longo prazo (não imediatos), heterogêneos entre países e de difícil mensuração (incertos). Isso dificulta tanto a tangibilização desses impactos quanto a atribuição deles aos diferentes países e também a gerações ao longo do

³⁷ Ou, alternativamente, a um resultado análogo ao do ‘Dilema dos prisioneiros’, no qual muito pouca mitigação de emissões é feita em comparação com o resultado de uma abordagem cooperativa, na qual todos os envolvidos têm um *payoff* maior (Nordhaus, 2017).

³⁸ (Diamond, 2005), (Gollier & Tirole, 2017).

³⁹ (Cramton, MacKay, Ockenfels, & Stoft, 2017).

⁴⁰ Desde que em montantes equivalentes de CO₂e (gás carbônico equivalente). A unidade CO₂e é a mais usada no tema e traz todos os GEE para uma escala comum, convertendo os diferentes gases segundo seu potencial de aquecimento global. (Gollier & Tirole, 2017)

⁴¹ (Gollier & Tirole, 2017).

⁴² (Weitzman, 2017)

⁴³ (Nordhaus, 2017)

tempo. Sendo assim, enquanto os benefícios da mitigação de emissões envolvem incertezas quanto ao seu valor exato e são difusos no espaço e no tempo - em sua maior parte serão divididos globalmente e auferidos no futuro (por outras gerações) -, os seus custos são certos, locais e imediatos.⁴⁴ A combinação de custos concentrados e benefícios dispersos certamente desincentiva a ação imediata, postergando a solução do problema e fomentando o comportamento de carona, com os países aproveitando os esforços de mitigação dos demais sem tomar ação correspondente.⁴⁵

Por fim, o fato de os impactos serem heterogêneos/assimétricos entre os países⁴⁶ – que, como notam Gollier & Tirole (2017) e Nordhaus (2017), tornam a formação de acordos internacionais muito mais complexa ao dificultar a adoção de metas/instrumentos homogêneos entre países, que podem ser vistos como não isonômicos -, combina-se ao ‘princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas’. Tal princípio considera o fato de que historicamente, durante seus processos de desenvolvimento, os países contribuíram de forma diferente para o acúmulo de GEEs na atmosfera, com países desenvolvidos, notavelmente os europeus e os Estados Unidos, tendo uma contribuição maior no processo e, portanto, devendo assumir parcela maior da responsabilidade por sua solução. O princípio também considera a própria heterogeneidade de impactos da mudança do clima e assimetrias tecnológicas e de capacidades entre os países.⁴⁷ Países em desenvolvimento argumentam que os esforços de mitigação de emissões dos países devem ser conciliados com o ‘princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas’, adicionando uma camada extra a um problema já extremamente complexo. Dessa forma, o desafio se torna consensuar um tratado internacional de mitigação de emissões que trate o problema de carona global e permita uma distribuição de ônus (*burden sharing*) justa aos olhos de todas as nações envolvidas.⁴⁸ Algo complicadíssimo.

2.3 Ação no tema: histórico, negociações internacionais e o panorama atual – o Acordo de Paris e a COP de Glasgow

Desde a constatação do processo de mudança do clima global e dos desafios que ele gera para a humanidade, pesquisadores têm tentado oferecer soluções no tema e países têm tomado a iniciativa para mitigar fenômeno. Uma gama de instrumentos de mitigação climática foi desenvolvida e vêm sendo trabalhada ao longo dos anos e acordos internacionais têm tentado prover bases mínimas para a ação mitigatória das mudanças do clima - ainda que o nível de ambição ainda seja deveras heterogêneo entre países e muito aquém do que seria necessário para manter o aquecimento global abaixo de 2°C.⁴⁹

Em termos de acordos internacionais, um importante marco inicial de reconhecimento da gravidade e necessidade de ação no tema se deu em 1992⁵⁰, quando a Convenção-Quadro das

⁴⁴ (Gollier & Tirole, 2017).

⁴⁵ (Nordhaus, 2017).

⁴⁶ Além dos impactos serem assimétricos, os países também são heterogêneos em outros fatores que podem impactar as negociações internacionais, como a dependência em combustíveis fósseis, as emissões per capita e os custos de abatimento de emissões.

⁴⁷ (Winkler & Rajamani, 2014).

⁴⁸ (Cramton, Ockenfels, & Stoft, 2017a).

⁴⁹ <https://climateactiontracker.org/countries/> e (United Nations Environment Programme, 2020).

⁵⁰ Apesar de o tema já ter suscitado discussões desde 1979, na 1ª *World Climate Conference*, e o primeiro relatório de avaliação do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) ter sido lançado em 1990, a adoção da Convenção-Quadro da Nações Unidas em 1992 é rotineiramente considerada o principal marco inicial nas discussões internacionais no tema. (<https://unfccc.int/timeline/>)

Nações Unidas sobre mudança do clima (UNFCCC) foi adotada,⁵¹ reconhecendo o impacto das atividades humanas (chamada de ação antrópica) no clima global. Logo em seguida, a 'Rio 92' buscou unir países em busca da redução de emissões de GEE e da adaptação às mudanças climáticas. Já em 1997, na terceira Conferência das Partes (COP)⁵², o primeiro tratado internacional para a mitigação de emissões de GEE foi adotado: o Protocolo de Quioto (KP, da sigla em inglês). Entrando em vigor apenas em 2005, o Protocolo de Quioto envolveu metas de redução de emissões de GEE a países desenvolvidos, atuando como um instrumento para a implementação dos objetivos da Convenção. No KP, os negociadores primeiramente tentaram acordar um compromisso comum entre as partes baseado em uma fórmula simples: percentuais de redução de emissões iguais relativos aos níveis de 1990. Mas essa e outras fórmulas para um compromisso comum não foram aceitas e, no fim, cada país simplesmente definiu unilateralmente sua contribuição – a estratégia de *pledge and review*.⁵³ Além disso, o KP não atraiu novos participantes formais de países em desenvolvimento – que aumentaram em grande proporção suas emissões no período - e os EUA saíram do tratado. Com isso, o acordo que inicialmente buscava cobrir mais da metade das emissões globais, cobria apenas cerca de um quinto delas em 2012.⁵⁴

Apesar dos problemas, o KP trouxe tanto regras para o comércio internacional de reduções de emissões, quanto mecanismos para tal – como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e a Implementação Conjunta (JI) -, com procedimentos e regras para conferir maior credibilidade na contabilidade de emissões e conciliação dos compromissos.⁵⁵ Além disso, o KP estabeleceu um arcabouço para transação internacional de emissões diretamente entre países com metas de emissões (desenvolvidos), caso uma das partes superasse sua meta.

Nos anos seguintes à implementação do KP, iniciaram-se as atividades do MDL (das quais o Brasil participou), que buscava reduzir os custos de mitigação dos países desenvolvidos mediante o financiamento de ações de redução de emissões de GEE nos países em desenvolvimento. Isso ocorria por meio do comércio de ativos lastreados em reduções de emissões verificadas de projetos de mitigação em países em desenvolvimento. Também se iniciaram as atividades do JI e as transferências internacionais entre países.

Em 2009, na décima quinta COP, o Acordo de Copenhague trouxe, pela primeira vez, a menção a um compromisso global de limitar o aumento da temperatura global a 2°C acima dos níveis pré-industriais.⁵⁶ Apesar das expectativas por um tratado global e com amarrações legais, as negociações de Copenhague mostraram o peso que os países em desenvolvimento dão ao princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas. Com isso, ao invés do objetivo inicialmente ambicionado, a conferência baseou a negociação de um comprometimento de grandes recursos financeiros dos países desenvolvidos para ajudar a combater a mudança do

⁵¹ A Convenção entrou em vigor apenas em 1994, quando o número mínimo de países a ratificou.

⁵² As COP são conferências anuais que reúnem representantes de todos os países assinantes da Convenção Quadro para discutir e, sobretudo, tomar decisões sobre a ação climática a nível internacional de modo a garantir a implementação da Convenção. É o principal fórum de discussão e tomada de decisão no tema.

⁵³ (Depledge, 2000); (MacKay, Cramton, Ockenfel, & Stoft, 2017).

⁵⁴ (Nordhaus, 2017).

⁵⁵ A principal diferença entre os dois mecanismos citados é que o primeiro foca na relação entre agentes de países com metas (desenvolvidos) e de países sem metas (em desenvolvimento), enquanto o segundo foca na troca de créditos entre agentes de países com metas.

⁵⁶ <https://unfccc.int/timeline/>

clima nos países em desenvolvimento, com a criação do *Green Climate Fund* (GCF). Entretanto, o GCF não recebeu o montante de recursos prometido, de US\$100 bilhões por ano.⁵⁷

A meta de temperatura citada em Copenhague foi confirmada em 2015, quando na COP 21 o mais significativo acordo internacional sobre o clima até o momento foi alcançado: o Acordo de Paris (PA, da sigla em inglês). No PA, 196 nações concordaram em combater as mudanças climáticas - mantendo o aumento da temperatura global a menos de 2°C e buscando alcançar emissões líquidas zero na segunda metade do século - e em desencadear ações e investimentos em direção a um futuro com baixo carbono, resiliente e sustentável.⁵⁸ O Acordo de Paris busca levar todas as nações a uma causa comum, com base em suas capacidades e responsabilidades históricas, atuais e futuras. Além disso, estabelece as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC, sigla em inglês)⁵⁹ como fundamentos da ação climática global, com revisões periódicas e implementação de instrumentos de mitigação associados, de modo a atingir as metas indicadas.

O PA representa um inegável sucesso político e diplomático. Conseguir aprovação consensual de todas as partes presentes é extremamente difícil. Não surpreende, portanto, que diversas flexibilizações tenham sido necessárias no texto final aprovado, que não inclui novos compromissos juridicamente vinculantes.⁶⁰ Neste sentido, Gollier & Tirole (2017) apontam que o sucesso diplomático de Paris veio às custas do compromisso científico, dado que foi alcançado por adotar um mínimo denominador comum. De fato, seguindo a estratégia de *pledge and review* de Quioto, o PA é centrado em NDCs unilateralmente definidas, muitas vezes não-comparáveis e cujo cumprimento é não-obrigatório e não-vinculante. O resultado é que as NDCs individuais, como apresentadas hoje, mesmo se implementadas em sua totalidade, não seriam suficientes para alcançar o objetivo comum de limitar o aquecimento global a 2°C e projeções indicam que o aquecimento global poderia se aproximar dos 3°C até o final do século.⁶¹

A esperança é que as rodadas de revisão periódica previstas sejam capazes de aumentar a ambição dos países, mas especialistas são céticos quanto à capacidade deste processo nos levar ao objetivo de manter o aquecimento global abaixo dos 2°C.⁶² Uma mensagem importante dos estudos no tema é que abordagens baseadas apenas em um objetivo comum, implementado por compromissos definidos individualmente, como o PA e o KP, provavelmente falharão em entregar o nível de mitigação necessário para alcançar o objetivo comum estabelecido. Isso fica claro quando observamos que no PA a soma dos compromissos individuais não resulta no compromisso global, mas sim em um nível de emissões bem acima dele. Isso ocorre, pois essa arquitetura não é 'compatível com incentivos', isto é, mesmo que o melhor para todos seja a abordagem cooperativa, cada parte individualmente terá o incentivo de desviar e buscar um esforço de mitigação menor. Em suma, a abordagem não lida com o problema de carona.

Logo após a ratificação do PA, alguns reveses - como a posição norte-americana após a eleição de 2016 e certa morosidade na adoção de instrumentos para o cumprimento das metas por

⁵⁷ (Laurent, 2017).

⁵⁸ <https://unfccc.int/timeline/>

⁵⁹ Nas NDCs, cada país define seus compromissos de redução de emissões de GEE, além de como planeja se adaptar aos impactos das mudanças climáticas.

⁶⁰ Segundo (Laurent, 2017) um acordo com vinculações legais precisaria, por exemplo, ser aprovado no Senado americano, então controlado pelos Republicanos e, com isso, não tinha chance de ser adotado.

⁶¹ (Cramton, Ockenfels, & Stoft, 2017a), (Laurent, 2017).

⁶² (Cramton, MacKay, Ockenfels, & Stoft, 2017); (Laurent, 2017); (Cooper, et al., 2017); (Gollier & Tirole, 2017).

grande parte dos países -, atrasaram o avanço das discussões internacionais no tema, incluindo o consensuamento do próprio conjunto de regras que guiará a implementação do PA (o 'livro de regras'). Entretanto, recentemente o ritmo dos debates aqueceu rapidamente. Ainda antes da pandemia COVID-19, a União Europeia anunciou um pacote de infraestrutura verde bastante ambicioso. Esse pacote se tornou ainda mais oportuno, como ferramenta de estímulo econômico de recuperação pós pandemia. Adicionalmente, com a mudança de governo norte-americano o esforço ganhou novo ímpeto, com a volta dos EUA ao PA e o anúncio de um grande plano de investimentos em novas tecnologias, especialmente as verdes. Somam-se a isso compromissos de neutralidade carbônica até meados do século apresentados por diversos países, que, apesar de ainda não-vinculantes, são um sinal extremamente positivo quanto ao comprometimento internacional na agenda.

A retomada de interesse no tema tem se refletido nos preços de carbono praticados internacionalmente. Tais preços, que ficaram basicamente estáveis e bem aquém do esperado por alguns anos – devido principalmente à crise financeira de 2008 e à reticência de governos em acelerar a agenda de clima após 2015 -, vêm subindo muito rapidamente nos últimos meses. Apenas este ano, por exemplo, os preços no principal mercado de carbono regulado no mundo, o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS, sigla em inglês), subiram mais de 70%, alcançando 58,16 euros em agosto.⁶³

Tanto os preços de carbono quanto o ritmo das discussões no tema em 2021 evidenciam uma busca por recuperar o tempo perdido em direção à próxima COP, em Glasgow. Nessa oportunidade, é esperado que se aprove o livro de regras do Acordo de Paris, que guiará a sua implementação. Um ponto ainda não consensuado é o Artigo 6, que define modalidades e regras para o comércio internacional de créditos representativos de mitigação de emissões de GEEs. A definição e aprovação das regras do Artigo 6 é provavelmente o principal desafio de Glasgow e muito interessa ao Brasil, como veremos mais adiante.

⁶³ Valor das permissões (EUAs), mercado futuro (<https://ember-climate.org/data/carbon-price-viewer/>).

3. PRECIFICAÇÃO DE CARBONO: ALTERNATIVAS REGULATÓRIAS E OS MERCADOS DE CARBONO

Simultaneamente aos avanços dos acordos internacionais para mitigar a mudança do clima global, países vêm desenvolvendo e adotando políticas e instrumentos domésticos para implementar suas metas, reduzindo suas emissões de GEE. Dentre eles, destaca-se a precificação de carbono. Além de demonstrar comprometimento com a agenda aos outros países (*“estou fazendo a minha parte”*), alguns outros aspectos podem ajudar a justificar a ação unilateral no tema. Como aponta Parry (2017), mesmo sem levar em conta os benefícios climáticos globais, esforços para a mitigação de emissões de um país podem ser justificados por co-benefícios domésticos, destacadamente os benefícios à saúde pública decorrentes da redução da poluição local e a consequente melhoria da qualidade do ar. A redução de emissões de GEE tende trazer grandes benefícios à qualidade do ar, pois diversos GEE são também poluentes locais e muitos dos processos geradores são comuns a ambos, como a queima de combustíveis fósseis. Países como Chile e China, por exemplo, têm na redução das concentrações de poluentes locais um importante objetivo da redução de emissões de GEE. Ambos já implementaram instrumentos de precificação. De fato, avaliações da NDC chinesa concluem que os objetivos colocados pelo país não aumentam a ambição em relação ao que eles já precisariam fazer para controlar a poluição doméstica.⁶⁴

Adicionalmente, até pelo fato de os impactos esperados das mudanças climáticas serem heterogêneos entre países, alguns países têm maior preocupação com o fenômeno e buscam liderar a agenda, adotando instrumentos mais ambiciosos de modo a incentivar um aumento de ambição coletivo (*lead by example*). Por fim, motivos fiscais também podem justificar a adoção de instrumentos de precificação de carbono, algo que será abordado mais adiante.

Entretanto, muitas jurisdições considerando a adoção unilateral de instrumentos para mitigar emissões de GEE são desencorajadas não apenas pelo já comentado comportamento de carona, como pela possibilidade do chamado ‘vazamento de carbono’ (*carbon leakage*). Impor regulações para a redução de emissões de GEE gera custos, principalmente a grandes emissores, que podem ter sua competitividade afetada. Uma consequência possível é a realocação de parte daquela produção para jurisdições ‘carona’ ou com políticas de mitigação de emissões menos restritivas, onde tal custo seria menor ou inexistente. Isso geraria um ‘vazamento de carbono’, com uma redistribuição de produção, empregos e renda, sem ganho climático significativo.

Em Quioto, os países sem metas se beneficiaram dos esforços de mitigação dos países com metas tanto pelo ganho climático, configurando um comportamento de carona tradicional, como pela melhoria da competitividade relativa de suas atividades intensivas em carbono⁶⁵ – um ganho econômico relativo a um possível vazamento de carbono. É razoável afirmar que, até o momento, as preocupações relacionadas a perdas de competitividade e vazamento de carbono são as mais preponderantes na avaliação da adoção de instrumentos climáticos pelos países, sendo o comportamento de carona avulso uma preocupação secundária.

⁶⁴ (Cramton, Ockenfels, & Stoft, 2017a).

⁶⁵ (Gollier & Tirole, 2017).

3.1 Precificação de carbono: o que é, por que faz sentido e panorama internacional

Apesar das preocupações existentes, governos ao redor do mundo têm adotado políticas e instrumentos para alcançar a mitigação de emissões. Até o momento a maior parte tem sido do tipo ‘comando e controle’ - isto é, a criação de normas obrigatórias cujo cumprimento é fiscalizado pelos governos, como a adoção de padrões tecnológicos e a proibição de determinadas práticas – ou baseado em incentivos fiscais – como subsídios diretos, financiamento em condições favoráveis ou regimes de tributação diferenciada.⁶⁶ Entretanto, nos últimos anos a precificação de carbono vem ganhando força no cenário internacional. Em 2021, 64 instrumentos de precificação de carbono implementados por governos estão em operação, cobrindo cerca de 21,5% das emissões mundiais - um aumento de mais de oito pontos percentuais em relação ao ano anterior, motivado sobretudo pelo início das operações do sistema chinês.⁶⁷

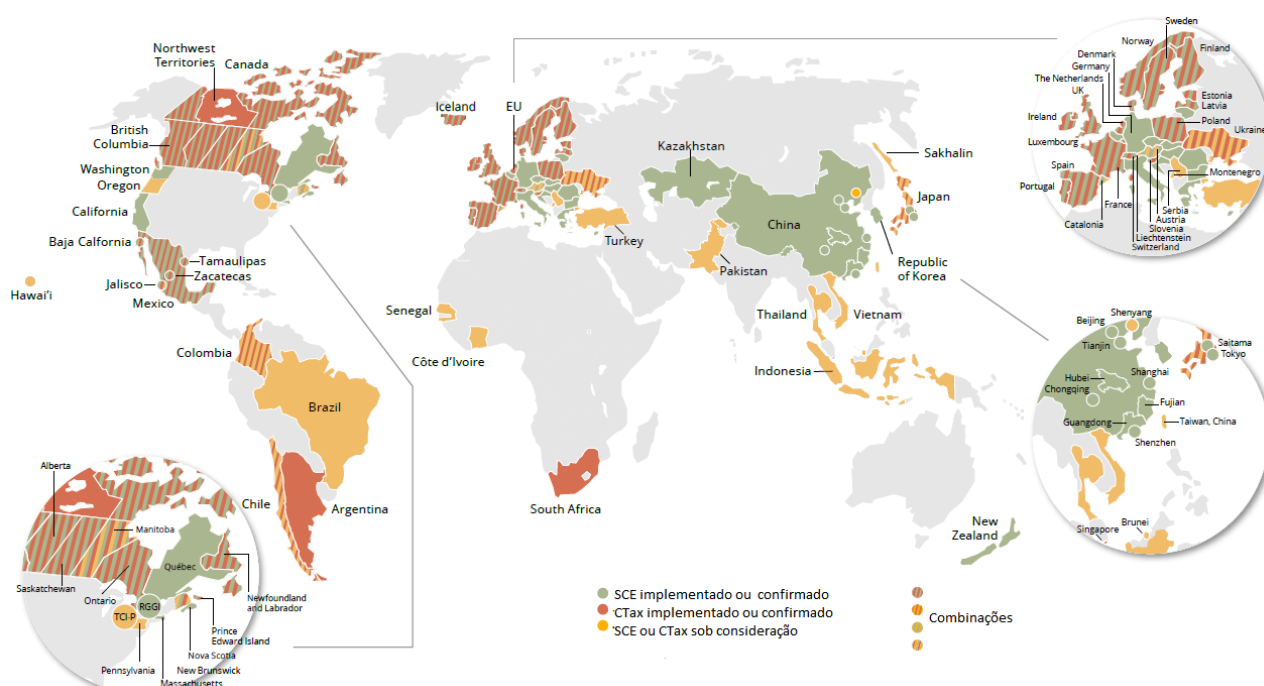


Figura 4: Panorama internacional dos sistemas regulados de precificação de carbono
Fonte: State and trends of carbon pricing 2021, The World Bank

Calcada na teoria econômica, a precificação de carbono busca atribuir um valor monetário às emissões de GEE causadoras das mudanças climáticas. O conceito parte do princípio do ‘poluidor pagador’, isto é, quem produz a externalidade negativa – ou seja, emite GEE – deve internalizar o custo que está gerando para a sociedade como um todo. A internalização de externalidades é justamente a motivação por trás da formulação de instrumentos de precificação de carbono, já que, em teoria, leva à correção eficiente do problema em questão. Na presença de um preço de carbono equivalente ao valor da externalidade gerada, os níveis de emissão de GEE definidos privadamente se igualam ao que seria socialmente ótimo, e os mercados voltam a funcionar de maneira eficiente.

O interesse e a notável expansão das iniciativas de precificação de carbono ao redor do mundo se devem ao fato de se tratar de um instrumento de mercado custo-efetivo, isto é, que é capaz

⁶⁶ (The World Bank, 2020a).

⁶⁷ (The World Bank, 2021a).

de alcançar os objetivos agregados de redução de emissões ao menor custo possível para a sociedade. De fato, a precificação de carbono incentiva a mitigação onde ela é mais barata, ao trazer maiores ganhos para quem mitiga ao menor custo. Ao invés de definir onde, como e quando as emissões devem ser mitigadas, o preço do carbono dá um sinal aos agentes econômicos, que tem flexibilidade para definir se mitigam emissões, reduzem a atividade geradora de emissões ou se mantêm sua operação inalterada e pagam por isso. Não à toa, diversos laureados pelo Nobel e instituições de renome, como o Banco Mundial, o Fundo Monetário Internacional (FMI) e a OCDE, defendem a adoção de instrumentos de precificação de carbono como forma eficiente de combater a mudança do clima.⁶⁸ Segundo especialistas, os preços de carbono no mundo deveriam se encontrar entre US\$ 40-80/tCO₂e em 2020, aumentando para US\$ 50-100 em 2030, para o cumprimento do objetivo de 2°C do PA.⁶⁹ Entretanto, como se vê na Figura 5, apesar dos avanços recentes, a maioria dos preços praticados internacionalmente ainda fica aquém desse patamar.

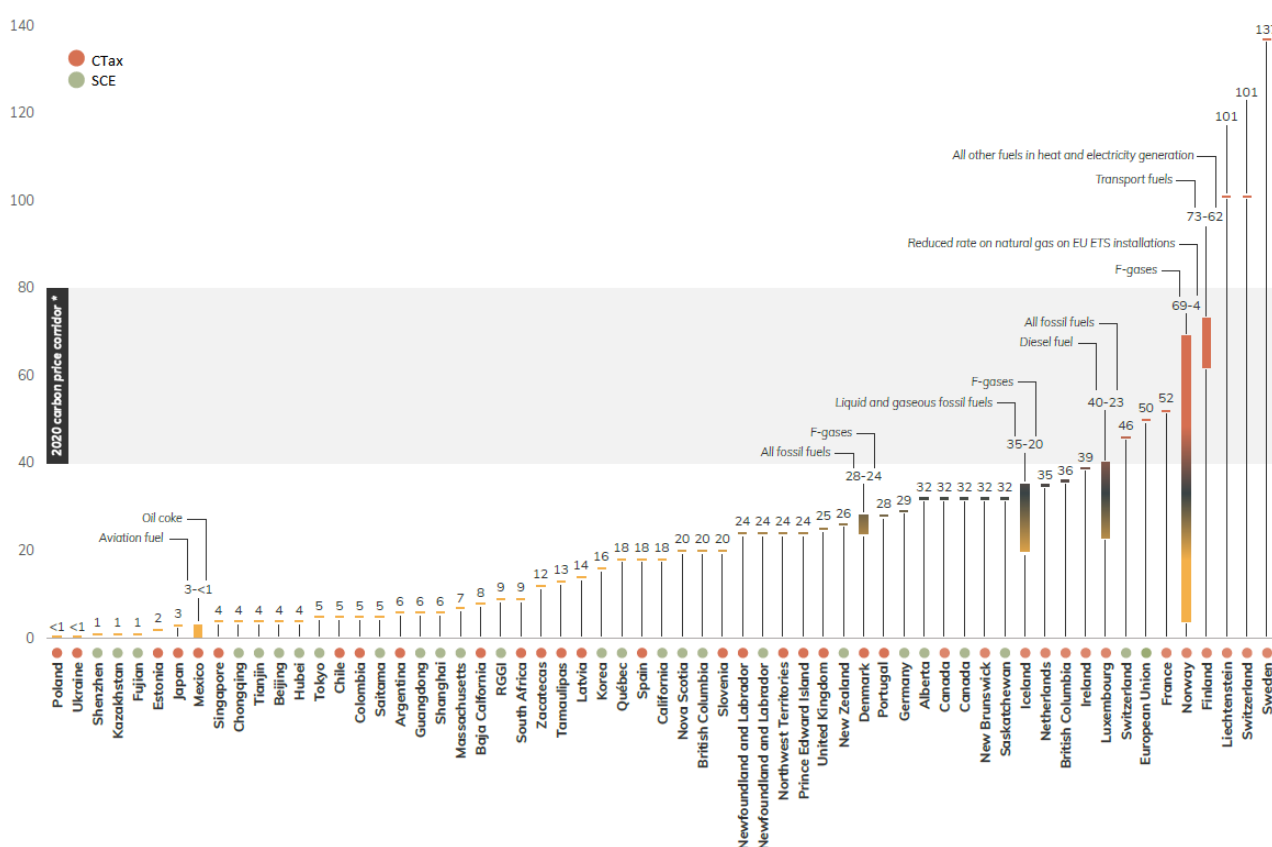


Figura 5: Preços de carbono praticados em sistemas regulados, abril de 2021

Fonte: State and trends of carbon pricing 2021, The World Bank

Ao alterar os preços relativos em favor de produtos e processos menos carbono-intensivos, a precificação de carbono ainda (i) direciona demandas de consumidores para produtos menos carbono intensivos; (ii) direciona investimentos a projetos e tecnologias menos carbono intensivas; e (iii) incentiva a inovação tecnológica. O esquema abaixo ilustra o ganho de eficiência de um instrumento de precificação de carbono em relação a uma política alternativa

⁶⁸ (Gollier & Tirole, 2017); (Cramton, MacKay, Ockenfels, & Stoft, 2017); (Weitzman, 2017); (Nordhaus, 2017); (Laurent, 2017).

⁶⁹ (High-Level Commission on Carbon Prices, 2017).

de mitigação de emissões como, por exemplo, a definição mandatória de um padrão tecnológico.

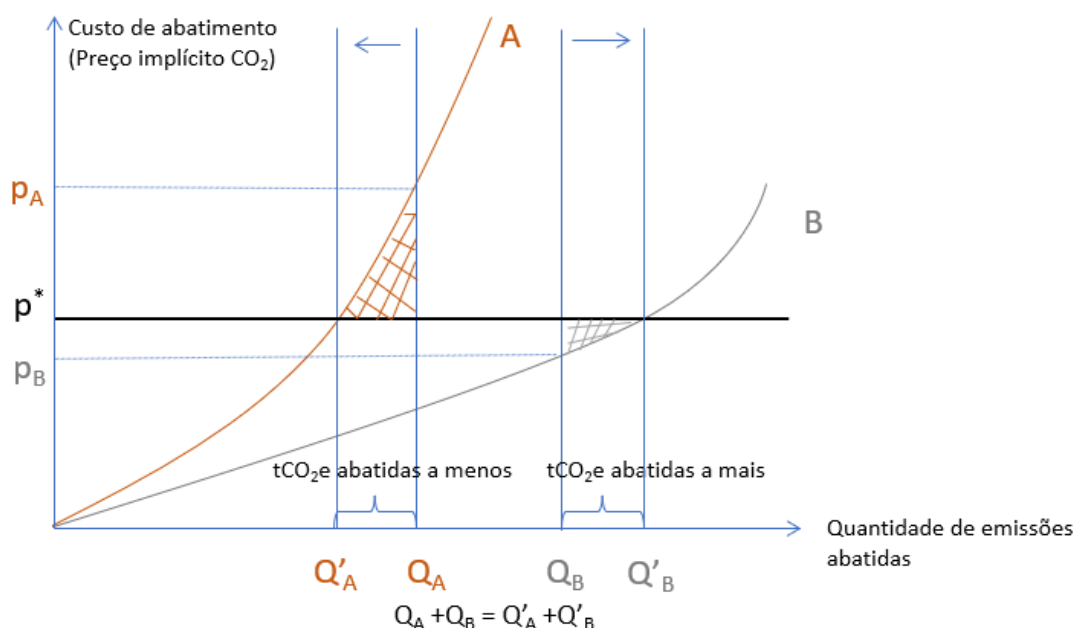


Figura 6: A custo-efetividade da precificação de carbono
Fonte: Adaptado de Ellerman & Decaux (1998)

No exemplo simplificado da figura, temos duas empresas, A e B, que inicialmente devem reduzir as suas emissões nas quantidades Q_A e Q_B , respectivamente (adotar padrões que levem a tais reduções). Nota-se que é mais custoso para a empresa A reduzir suas emissões, representado por uma curva de custo marginal de abatimento (MACC, sigla em inglês) – que representa o custo de mitigação da empresa por quantidade mitigada – mais íngreme. Com isso, o custo marginal de cumprimento da regulação pela empresa A é dado por P_A , que é maior que o custo marginal de cumprimento da regulação pela empresa B, dado por P_B . A mitigação total alcançada pela política é $Q_A + Q_B$. Alternativamente, um instrumento de precificação de carbono que almeje a mesma mitigação agregada resultaria em um preço P^* , entre P_A e P_B . Neste caso, os custos marginais de abatimento de A e B são equalizados em P^* e as novas quantidades abatidas são Q'_A e Q'_B , sendo que $Q'_A + Q'_B = Q_A + Q_B$. Note que agora a redução de emissões é feita onde é mais barato, com maior mitigação em B e menor em A. Isso gera um custo agregado menor em relação à situação anterior, e o ganho de eficiência da política de precificação de carbono em relação à anterior é dado pela soma das áreas hachuradas. Quanto maior a heterogeneidade de custos e diversidade de atores, maiores os ganhos de eficiência da precificação de carbono em relação a instrumentos alternativos de política climática.

Como observa Gollier & Tirole (2017), abordagens não-econômicas, como as de comando e controle, geram discrepâncias nos preços implícitos do carbono⁷⁰, que segundo uma análise realizada pela OCDE⁷¹, variavam desde zero até cerca de mil euros por tonelada em políticas setoriais. Isso leva a ineficiências e aumentos substanciais nos custos de políticas de redução de emissões, algo empiricamente documentado.

⁷⁰ O conceito será desenvolvido mais adiante.

⁷¹ (OECD, 2013).

Em teoria, a solução ótima para o problema da mudança do clima global envolveria a exata internalização da externalidade pelo emissor, isto é, a internalização de um custo equivalente ao dano marginal que aquela tonelada adicional de GEE causará para a população global como um todo, ao longo dos anos em que fica na atmosfera. Esse dano é capturado no conceito de ‘Custo Social do Carbono’ (SCC, da sigla em inglês). O SCC representa uma estimativa monetária do valor presente líquido de todos os danos econômicos da emissão da tonelada extra de carbono na atmosfera e responde à pergunta ‘Quanto vale pagar hoje para evitar os danos projetados para o futuro?’. Sendo assim, segundo a teoria econômica um preço global de carbono igual ao SCC sobre todas as fontes de emissão do planeta representaria a solução ótima para o problema das mudanças climáticas.^{72,73}

No entanto, cabe ressaltar que tal solução deve ser vista como uma solução idealizada para o problema e nunca existirá em sua forma pura. Além dos desafios de coordenação internacional mencionados, existem desafios técnicos associados à mensuração exata e atribuição de todas as emissões globais, além de grande incerteza e complexidade na estimação do SCC, que leva a estimativas de US\$1 a mais de US\$ 1.000.⁷⁴ Além disso, na realidade existem diversas barreiras não-mercado-lógicas à mitigação de emissões e a precificação de carbono não é uma ‘bala de prata’. Sendo assim, ela é apenas um entre vários instrumentos de política climática, havendo a necessidade de combinar esforços direcionados a setores e barreiras específicas, tais como o

Iniciativas não governamentais de redução de emissões de GEE

Outra prática que tem ganhado força no cenário internacional são as iniciativas não governamentais para a redução de emissões de GEE. Sem depender de ação governamental, empresas, associações setoriais e até grupos da sociedade civil têm buscado tomar a liderança no tema e reduzir e/ou compensar suas ‘pegadas de carbono’, isto é, o impacto que suas atividades têm sobre as emissões globais de GEE. Entre cidadãos e entidades da sociedade civil, a racionalização da demanda - buscando reduzir e direcionar seu consumo para produtos menos carbono intensivos -, o redirecionamento de investimentos para atividades/fundos mais ‘verdes’ e a pressão sobre empresas e governos são os principais instrumentos de ação. Já a revisão e atualização de processos produtivos em direção a rotas tecnológicas de baixo carbono, a adoção de compromissos voluntários de redução/neutralidade carbônica e até mesmo a autorregulação já são realidade para empresas e associações setoriais. Em termos de compromissos voluntários, cada vez mais empresas assumem publicamente compromissos de neutralidade carbônica para as próximas décadas. Não faltam exemplos, como a Microsoft, a Amazon e a Vale. Em termos de autorregulações setoriais, a mais significativa até o momento é o CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*), da aviação internacional: uma regulação de mercado com início em 2021 que busca reduzir e compensar as emissões de GEE da aviação internacional, de modo a gerar um crescimento carbono neutro a partir de 2020. O CORSIA é implementado por uma agência especializada da ONU, a ICAO.

⁷² Apesar de existir grande complexidade e incerteza envolvida no cálculo do SCC, algumas administrações ao redor do mundo já utilizam o conceito para incorporar as emissões de GEE na avaliação de projetos, investimentos e políticas. Nos EUA, por exemplo, um SCC de US\$ 51 é utilizado nas análises custo-benefício governamentais.

⁷³ (Gollier & Tirole, 2017); (Nordhaus, 2017); (Cramton, MacKay, Ockenfels, & Stoft, 2017).

⁷⁴ O valor de US\$ 1 foi utilizado durante a gestão Trump nos EUA, usando uma taxa de desconto alta e desconsiderando os impactos globais (<https://news.climate.columbia.edu/2021/04/01/social-cost-of-carbon/>). Já valores acima de US\$ 1.000 são encontrados no limiar superior da faixa de estimativas analisadas por (Wang, Deng, Zhou, & Yu, 2019).

desmatamento, a inovação tecnológica⁷⁵ ou a transformação de infraestruturas que dificilmente se viabilizam com um preço de carbono nos níveis praticados hoje em dia.

3.2 Formas de precificar o carbono

Mas como precificar o carbono? No ambiente regulado (ou mandatário)⁷⁶, no qual o escopo de agentes participantes é definido por um órgão regulador (normalmente governos), a precificação de carbono se traduz em dois instrumentos principais: a tributação de carbono (CTax) e os sistemas de comércio de emissões (SCE), que funciona sob o racional de ‘cap & trade’.

- ▣ **Tributação de carbono:** no caso de um tributo, especifica-se uma alíquota a ser paga por quantidade de GEE emitida, normalmente expressa em reais por tonelada de gás carbônico equivalente (R\$/tCO₂e). Nesse caso, o regulador define o preço cobrado dos agentes regulados e a quantidade de emissões é definida endogenamente.
- ▣ **Sistema de comércio de emissões** (mercado de carbono regulado)⁷⁷: Sob um SCE é definida uma quantidade máxima de emissões agregadas aos agentes regulados (o ‘cap’ do mercado) e são emitidas cotas equivalentes, conhecidas como permissões de emissão. As permissões de emissão são distribuídas gratuitamente ou via leilões pelo regulador aos agentes regulados e podem ser transacionadas entre estes (o ‘trade’) para que conciliem suas emissões. Nesse caso, o regulador define a quantidade de emissões permitida aos agentes regulados e o preço é definido no mercado (endogenamente).

Um exemplo pode ajudar a ilustrar o funcionamento de um SCE. Digamos, hipoteticamente, que determinado país queira regular o seu setor industrial com um SCE e que o escopo de agentes regulados totalize, no ano-base, emissões de 100 MtCO₂e. Suponha, ainda, que se defina uma meta de redução de emissões de 2% ao ano. Dessa maneira, no primeiro ano de operação, o regulador definirá o *cap* agregado em 98 MtCO₂e, emitirá número correspondente de permissões de emissão – isto é, 98 milhões de permissões – e distribuirá tais permissões, gratuitamente ou por leilões, para os agentes regulados. Cada agente regulado terá, então, o objetivo de ter um número de permissões que cubra suas emissões ao final do ano e poderá reduzir suas próprias emissões ou comprar permissões no mercado para tal. Digamos, por simplicidade, que no primeiro ano o regulador decida distribuir 100% das permissões gratuitamente. Desse modo, cada agente terá, a princípio, permissões suficientes para cobrir um volume de emissões equivalente a 98% de suas emissões no ano-base. Agentes que reduzirem suas emissões em mais de 2% no ano teriam, então, um excedente de permissões de emissão que poderiam vender no mercado secundário para agentes com opções de mitigação de emissões mais limitadas e custosas.

A partir desses dois instrumentos principais (CTax e SCE) existem variações e flexibilizações, como sistemas híbridos. **Sistemas híbridos** podem se referir a dois conceitos diferentes: (i) jurisdições que adotam SCE para regular alguns setores e CTax para outros; ou (ii) sistemas que combinam aspectos de ambos os instrumentos, flexibilizando a noção de preços fixos para o tributo e/ou quantidades fixas para o mercado. CTax podem, por exemplo, aceitar créditos de compensação (*offsets* / ‘créditos de carbono’) de atividades não reguladas para cumprimento

⁷⁵ De fato, especialistas sugerem que o redirecionamento de esforços de inovação e adoção tecnológica em direção à tecnologias de baixo carbono deve ser executado de maneira muito mais contundente do que o que verificamos hoje (Acemoglu, 2021).

⁷⁶ A padronização de nomenclaturas ainda é um desafio no tema. Aqui usamos ‘sistemas regulados’ (ou mandatários) para nos referir a situações em que governos nacionais, subnacionais ou regionais impõem a regulação a um escopo de agentes, que devem estar em conformidade com a mesma ou receber penalizações por descumpri-la.

⁷⁷ Neste artigo usamos a expressão ‘mercado de carbono regulado’ para nos referir a SCEs unicamente.

de parte dos compromissos regulatórios, e SCEs podem adotar corredores de preço para dar maior previsibilidade aos agentes regulados para a realização de investimentos de longa maturação.

Além disso, existem sistemas regulados, normalmente setoriais, que preveem a compra e venda de reduções de emissões a partir de uma linha de base, como é o caso do *Low-Carbon Fuel Standard* (LCFS) da Califórnia, programa que inspirou o RenovaBio. Nestes sistemas, agentes regulados que performam melhor do que a linha de base definida podem gerar créditos correspondentes ao seu diferencial em relação à linha de base, enquanto os agentes que performam pior do que a linha de base devem comprar créditos que compensem sua distância relativa à mesma. Enquanto The World Bank (2021a) denomina tais sistemas de **‘Linha de base e crédito’** e os classifica como versões estilizadas de sistemas de comércio de emissões, tal denominação e classificação ainda são controversas.⁷⁸ Outros especialistas denominam tais sistemas de *‘Tradable Performance Standards’* (TPS).

Um primeiro passo no processo de escolha de qual instrumento adotar é a identificação de semelhanças e diferenças entre eles. Em termos de semelhanças, é importante notar que tanto SCEs quanto *CTaxes* são capazes de promover a mitigação custo-efetiva de emissões, dando liberdade aos agentes regulados para definir como cumprir a regulação. Do ponto de vista teórico, sob certas condições (neoclássicas) os sistemas são inclusive equivalentes, com o tributo sendo o dual de preços do mercado - isto é, se um SCE define o nível de emissões X e gera um preço de mercado Y, um tributo fixado em Y geraria o nível de emissões X. Apesar de a realidade não seguir as condições neoclássicas e, portanto, existirem diferenças entre os sistemas, muitas das diferenças entre tributos e SCEs comumente apontadas são, na realidade, diferenças nos aspectos de desenho dos instrumentos e poderiam ser harmonizadas. Um dos principais exemplos para ilustrar essa ressalva diz respeito à alocação gratuita de permissões. A alocação gratuita de permissões é por vezes apontada como uma vantagem do SCE em relação a um *CTax*, pois reduz o custo de conformidade dos agentes regulados e, com isso, reduz potenciais impactos sobre a sua competitividade. Entretanto, existe desenho possível para o *CTax* absolutamente análogo à alocação gratuita: a desoneração de parcela da base tributável. Tal abordagem é, inclusive, adotada no tributo de carbono sul-africano, que isenta entre 60% e 95% da base tributável dos regulados como medida de proteção à competitividade. Também falacioso é o argumento de que o tributo teria um maior potencial de geração de receitas para o governo. Um SCE com alocação de permissões por leilões pode arrecadar o mesmo que um tributo equivalente. Mais uma vez, o que diferencia instrumentos aqui são as opções de desenho, em particular as relativas à alocação de permissões e isenções. Ademais, muitos dos principais pré-requisitos para o bom funcionamento de ambos os sistemas são os mesmos, como a existência de um sistema de monitoramento, relato e verificação (MRV) de emissões padronizado e confiável para informar a regulação e de um *enforcement* que suporte o seu cumprimento.

Apesar de os sistemas guardarem muito mais semelhanças do que pode parecer à priori, existem diferenças entre eles. Primeiramente, o tributo dá maior previsibilidade de preços, enquanto o mercado dá maior previsibilidade de quantidades, isto é, de volume agregado de emissões para

⁷⁸ Quanto à classificação, cabe lembrar que o que se comercializa não são títulos representativos de emissões em si, mas créditos representativos de reduções de emissões em relação a uma linha de base. Quanto à nomenclatura, ‘linha de base e crédito’ pode remeter à operação do sistema de geração de créditos de carbono no ambiente voluntário (que será tratado a seguir), no qual créditos são gerados a partir de comparação com uma linha de base, sem a existência de obrigação correspondente. Sendo assim, na opinião do autor, a denominação ‘Linha de base e crédito’ ao sistema em questão conta apenas metade da estória, suprimindo a obrigação de compra por parte dos agentes de pior performance.

o conjunto de fontes reguladas. Relacionado a isso, Weitzman (1974) conclui que, em teoria, a escolha por um SCE ou CTax dependeria da inclinação relativa das curvas de benefício marginal da mitigação de emissões (representado pelo custo social do carbono evitado, SCC curve) e curva de custo marginal (MACC). Caso a de benefício seja mais íngreme, então o regulador deveria escolher um SCE. Se o oposto for verdadeiro, a escolha seria por um tributo. Intuitivamente, se na presença de incerteza um choque inesperado gerar uma variação na curva de custos que domina a variação na curva de benefícios, é melhor conter a variação de custos, i.e., adotar um instrumento de preços (tributo). Caso contrário, é melhor garantir a quantidade (SCE). Entretanto, tais condições são pouco aplicadas na prática, até pelas incertezas relativas às curvas MAC e SCC.

O principal motivo usualmente apontado para a escolha de um tributo é a simplicidade de implementação. Do ponto de vista operacional, o tributo pode ser mais simples de implementar, dado que toda a estrutura fazendária de arrecadação normalmente já está presente, enquanto as instituições para a operação de um SCE devem ser desenvolvidas. Soma-se a isso a ausência de volatilidade de preços, que dá maior previsibilidade para a realização de investimentos de longo prazo e garante um incentivo mais perene à mitigação, dado que a priori o preço não varia com ciclos econômicos ou impactos de outras políticas sobre as emissões. A maior previsibilidade também se aplica à arrecadação do sistema, que permite o melhor planejamento governamental para o uso das receitas.

Já os principais motivos para a escolha de um SCE são: (i) a flexibilidade - da mesma forma que é mais simples implementar um tributo pelo fato de a estrutura fazendária estar presente, este estaria amarrado e seria regido pela legislação tributária vigente, o que torna o instrumento menos flexível para ajustes ao longo de sua operação; (ii) segurança quanto ao objetivo de redução de emissões, algo que não é garantido no caso do tributo, já que o nível de mitigação não é conhecido à priori, mas sim definido endogenamente.

O compromisso com a meta quantitativa de mitigação enquanto o preço é flexível dá certa característica anticíclica ao SCE, algo que não está presente no CTax. Quando o ciclo econômico se acelera, as emissões tendem a aumentar e os preços do mercado aumentarão em resposta para garantir o cumprimento da meta quantitativa. Já em períodos de baixa no ciclo econômico, as emissões têm tendência de baixa, afetando os preços do mercado, que devem se reduzir, acomodando a situação. O mesmo pode ser dito da interação com outras políticas de redução de emissões. Um SCE pode, neste sentido, funcionar como o mecanismo de ajuste de sua política climática como um todo, caso parcela significativa das emissões estejam cobertas. Essa é a leitura de alguns especialistas⁷⁹ relativa ao funcionamento do SCE californiano: com mais de 80% das emissões do estado cobertas, ele funciona como mecanismo de ajuste de todos os instrumentos de política climática da Califórnia – caso outros instrumentos estejam gerando mitigação acima do previsto, a demanda se reduz e os preços caem, caso contrário, aumentam, sempre garantindo que o limite quantitativo seja alcançado. Adicionalmente, a flexibilidade do SCE é vista por muitos como um fator positivo para a aceitação pública e a resiliência política do sistema. Por fim, a possibilidade de conexão com SCEs de outras jurisdições, como ocorre entre o SCE suíço e o europeu, é vista como mais um fator positivo dos SCEs.

Apesar das algumas diferenças técnicas existentes entre as alternativas – que devem ser avaliadas levando em conta o contexto nacional específico da jurisdição em questão –, até o momento a evidência mostra que a escolha por um ou outro sistema normalmente é motivada sobretudo por fatores de economia política. A simplicidade de um tributo facilita a sua implementação mais célere, quando a falta de instituições estabelecidas torna o mercado pouco

⁷⁹ (EDF & IETA, 2018).

viável. Além disso, no contexto de reformas fiscais amplas a via tributária ganha um atrativo significativo. Já a flexibilidade do mercado normalmente gera maior aceitação pública e o torna politicamente mais resiliente. Ademais, especialistas defendem que a escolha do instrumento é menos importante do que a decisão de precificar o carbono em si.

Em adição aos sistemas mandatórios de precificação de carbono vistos acima, temos os **‘mecanismos de crédito de carbono’** (*crediting mechanisms*, em inglês), que geram créditos de carbono a partir de projetos⁸⁰ de mitigação de emissões voluntariamente implementados. Neste caso, a oferta é gerada de forma totalmente voluntária: agentes interessados desenvolvem projetos que mitigam emissões de GEE – removem ou reduzem emissões em relação a uma linha de base definida - e, a partir de um processo de verificação e certificação, aplicando padrões de certificação reconhecidos e aprovados, podem converter as reduções de emissões verificadas em ‘créditos de carbono’. Tais créditos são, então, transacionáveis.⁸¹ Note que o fato de serem gerados de maneira voluntária não implica que a emissão dos créditos seja livre de regras. De fato, a emissão do ativo depende da aplicação de um padrão de certificação, e pode ser feita a partir de: (i) mecanismos internacionais, como foi o caso do MDL no Protocolo de Quioto e potencialmente o do Artigo 6.4 do Acordo de Paris; (ii) mecanismos domésticos, onde o governo define as regras e o padrão para a geração dos créditos; (iii) ou até por padrões de certificação desenvolvidos por organizações independentes, como o *Verified Carbon Standard* (VCS) ou o *Gold Standard*.⁸² É importante notar que o valor e liquidez do crédito no mercado depende do seu nível de credibilidade, que passa pela aceitação de sua origem e do padrão de certificação utilizado na sua emissão.

Já a demanda pelos créditos de carbono gerados voluntariamente pode vir de agentes buscando cumprir compromissos tanto voluntários como regulatórios. No campo voluntário, empresas que assumiram compromissos de redução e neutralização de emissões e até mesmo investidores ou filantropos são fontes de demanda por créditos de carbono atualmente. Alternativamente, agentes com obrigações regulatórias em sistemas que aceitam créditos de carbono para compensação (comumente chamados de *offsets*) são outra importante fonte de demanda. Estes adquirem créditos de carbono buscando flexibilizar o cumprimento de seus compromissos regulatórios - sob um SCE ou um CTax⁸³, por exemplo.

Neste sentido, vale notar que as abordagens voluntárias e reguladas não são excludentes, mas sim complementares. Por um lado, os mercados regulados podem constituir a mais significativa fonte de demanda por créditos de carbono gerados voluntariamente. Por outro, tais créditos flexibilizam o cumprimento de compromissos, reduzindo o custo regulatório para os agentes regulados.

É importante destacar que os mercados de créditos de carbono têm ganhado força no cenário internacional nos últimos anos, em particular ao longo de 2021, quando a pauta climática voltou a figurar entre os principais temas das negociações internacionais. Entretanto, mesmo nos anos anteriores uma interessante fonte de demanda para conformidade regulatória aqueceu esse

⁸⁰ Os projetos em questão variam de projetos específicos e autônomos até a projetos com escopo de participação e geográfico mais amplos.

⁸¹ Ao contrário das alternativas reguladas, que oneram as fontes emissoras pelas externalidades negativas geradas, buscando internalizá-las, as abordagens voluntárias remuneram agentes pela mitigação de emissões.

⁸² (The World Bank, 2021a).

⁸³ Exemplos de sistemas que aceitam *offsets* para conciliação de parte das obrigações regulatórias são o SCE californiano e o CTax sul-africano.

mercado: a pioneira regulação setorial da aviação internacional, o CORSIA. O CORSIA – que prevê um papel substantivo de compensações de emissões no cumprimento do objetivo de gerar um crescimento carbono neutro na aviação internacional a partir de 2020 - gerou uma expectativa de demanda bastante significativa para os créditos de carbono, que se traduziu em um aumento de seus preços futuros. Isso fomentou o aumento do número de projetos de redução e remoção de emissões em desenvolvimento. Apesar de a atual pandemia ter reduzido drasticamente a atividade no setor, é esperado que nos próximos anos este volte a crescer e o CORSIA tenha papel relevante de compensação de emissões derivada do crescimento do setor de aviação.

Formas alternativas de precificar o carbono

As maneiras de precificar o carbono apresentadas até aqui são usualmente chamadas de ‘precificação de carbono explícita’. The World Bank (2021a) apresenta duas vertentes alternativas:

Precificação de carbono implícita: Compreende outras regulações - como padrões tecnológicos e de eficiência, tributação de combustíveis fósseis, etc. – que têm impactos sobre as emissões de GEE nacionais. Nesse sentido, o cálculo de ‘preço implícito do carbono’ busca oferecer uma métrica comum para a comparação do rigor e exigência entre os diferentes instrumentos de política que levam à redução de emissões. Normalmente tal preço é expresso em um custo monetário por tonelada de carbono abatida pelo instrumento em questão. O preço pode ser tanto positivo, caso a política contribua para a redução de emissões, quanto negativo, caso contribua para o seu aumento (ex. subsídios a combustíveis fósseis). A estimação de preços implícitos do carbono é complexa e existe um debate sobre as metodologias de quantificação utilizadas, bem como sobre as políticas consideradas.

Precificação interna do carbono: É um instrumento usado voluntariamente por empresas, organizações e governos para guiar investimentos de longo prazo e fomentar a operação mais eficiente em emissões, reconhecendo o valor da externalidade e antecipando regulações futuras. Apesar de, em alguns casos, o preço interno ser aplicado como uma taxa – como na Microsoft -, na maior parte dos casos é aplicado como um preço sombra para orientar avaliações financeiras de investimentos. Por ser um mecanismo voluntário, a transparência na escolha do preço aplicado e na metodologia de aplicação nem sempre está presente.

3.2.1 Sistemas de comércio de emissões: principais elementos e desafios

Um SCE possui requisitos, bem como diversos elementos que o caracterizam e precisam ser definidos para a sua implementação. Os principais deles são apresentados abaixo.⁸⁴

- ▣ **MRV:** A existência de um sistema de Monitoramento, Relato e Verificação (MRV) de emissões de GEE mandatório, padronizado e robusto - de modo a garantir a existência, equivalência e confiabilidade dos dados que alimentarão o sistema – é o principal requisito informacional para a implementação de um SCE e essencial para seu bom funcionamento e credibilidade. Tal sistema deve estar operacional ao menos um ano antes da operacionalização do SCE, de modo a gerar dados confiáveis para embasar a definição do *cap* e da alocação gratuita de permissões aos entes regulados.

⁸⁴ (PMR & ICAP, 2016).

- **Elementos de desenho:** são as características específicas do SCE que se está implementando. Apesar de se dever levar em consideração as melhores práticas internacionais, o desenho deve ser adaptado ao contexto local, avaliando a estrutura e regulações vigentes nos setores regulados.
 - **Escopo:** Refere-se ao escopo total de emissões reguladas pelo sistema.
 - **Setores:** O escopo setorial regulado refere-se aos setores cobertos pela regulação. Na experiência internacional, os setores mais comumente cobertos são o energético e o industrial.
 - **Gases:** Refere-se aos gases cobertos pela regulação, que pode incluir desde só o gás carbônico, como também incluir o metano e o óxido nitroso ou, no limite, todos os GEEs.
 - **Fontes:** Refere-se às fontes de emissões cobertas pela regulação. O mais comum é regular apenas as emissões diretas das organizações reguladas (Escopo 1), mas é possível incluir também emissões indiretas do consumo de energia elétrica (Escopo 2) e até mesmo as demais emissões indiretas que ocorrem em atividades não controladas pelas organizações reguladas (Escopo 3). Além disso, também é possível definir de que processos geradores serão reguladas emissões, algo que tem grande conexão com o escopo setorial regulado. Emissões da combustão de combustíveis fósseis (estacionárias ou móveis), seguidas pelas de processos industriais são as mais usualmente cobertas, mas emissões fugitivas, de resíduos e efluentes, agrícolas e de mudanças no uso do solo também poderiam ser cobertas.
 - **Limiares:** Por conta do custo regulatório, é comum se estabelecer limiares de emissão para regulação tendo em vista a estrutura de cada setor. O objetivo é abranger a maior proporção de emissões regulando o menor número de agentes possível. Assim, excluir pequenos emissores do escopo regulado, enquanto garantindo a cobertura de parcela significativa das emissões de cada setor, pode reduzir o custo regulatório do sistema, mantendo sua relevância e efetividade.
 - **Ponto de regulação:** Refere-se ao ponto de aplicação da regulação na cadeia produtiva da atividade regulada. A decisão de regular *upstream* (à montante do ponto de emissão), *downstream* (à jusante do ponto de emissão) ou *midstream* (no ponto de emissão)⁸⁵ depende do custo regulatório de cada opção e da transmissão de incentivos na cadeia produtiva.
 - **Ambição:** Refere-se à ambição de redução anual de emissões de GEE do SCE.
 - **Fator de redução anual e Cap:** O fator de redução anual é um percentual que indica o nível de ambição do sistema em reduzir emissões de GEE. Do escopo de emissões totais reguladas no ano-base e o fator de redução anual deriva o limite quantitativo inicial do sistema, o *cap*. A partir daí, o fator de redução anual age sobre o *cap* do ano anterior, definindo o novo *cap*.⁸⁶ O fator de redução anual da fase atual

⁸⁵ Muitos autores utilizam apenas os termos *upstream* e *downstream*, sendo *downstream* relativo ao ponto de emissão. Entretanto, tal definição ignora abordagens de regulação à jusante do ponto de emissão que, apesar de incomuns, podem existir (vide setor agropecuário na seção 4).

⁸⁶ A não ser em situações em que entre anos haja alterações no escopo regulado, por exemplo pela inclusão de novos setores, nas quais o *cap* teria que ser ajustado de acordo com as fontes incluídas, podendo aumentar mesmo com uma maior ambição.

do sistema europeu (EU ETS), por exemplo, é de 2,2% ao ano, enquanto o *cap* é de cerca de 1,8 GtCO₂e.

- **Proteção à competitividade:** Refere-se a mecanismos para proteger a competitividade internacional dos agentes regulados, buscando prevenir vazamentos de carbono para jurisdições 'carona' ou com preços mais baixos de carbono. As preocupações dizem respeito tanto à competitividade do produto nacional no mercado internacional (exportações) quanto à competitividade do produto nacional no mercado doméstico (em relação às importações).
 - **Alocação de permissões:** A alocação de permissões de emissão aos agentes regulados em um SCE pode ser feita de forma gratuita ou por meio de leilões periódicos. A alocação gratuita de permissões é uma forma de reduzir os custos de conformidade dos agentes regulados com a regulação, reduzindo assim os impactos da mesma sobre a competitividade internacional desses. A alocação gratuita de permissões é a principal forma de proteção à competitividade praticada nos SCEs desde sua criação e pode ser feita em qualquer proporção até 100% das emissões do ano-base após aplicação dos fatores de redução anuais apropriados. Ela pode ser feita de duas formas principais: (i) *grandparenting*: é a maneira mais simples, que aloca permissões segundo as emissões históricas do agente regulado; (ii) *benchmarking*: utiliza *benchmarks* intrasetoriais de intensidade carbônica para alocar permissões proporcionalmente, reconhecendo os esforços passados dos agentes regulados – quem é mais eficiente recebe uma proporção maior de alocação gratuita. Mesmo que em uma primeira fase do sistema seja justificável a alocação por *grandparenting* por sua simplicidade, é indicada a transição para o *benchmarking* nas fases seguintes por ser visto como um mecanismo mais correto e justo.
 - **Ajuste de fronteira baseado em carbono (CBAM) e isenção de exportações (*export rebates*):** São mecanismos que buscam assegurar que a competitividade relativa do produto nacional em relação ao internacional não seja diretamente afetada pela introdução da regulação (SCE), tanto no mercado doméstico (CBAM) quanto no mercado internacional (isenção de exportações). No caso do CBAM, aplica-se às importações de produtos regulados pelo SCE nacional um preço de carbono equivalente ao praticado nesse sistema (ou uma obrigação de compra de certificados a tal preço), de modo que a competitividade relativa do produto importado e nacional no mercado doméstico se mantenha similar àquela existente na ausência da regulação (o SCE). Já no caso de isenção de exportações, as emissões referentes ao produto exportado são isentas da obrigação de conciliação (ou seu custo é reembolsado de alguma forma). Sendo assim, o produto exportado não tem a sua competitividade diretamente afetada pela regulação.
- **Mecanismos de flexibilidade:** Refere-se a mecanismos que flexibilizam o cumprimento da regulação, contribuindo, indiretamente, para a prevenção dos impactos sobre a competitividade dos agente regulados.
 - **Temporal:** Os principais mecanismos de flexibilidade temporal em SCEs são o *banking*, o *borrowing* e o período de conciliação. Quanto mais

longo o período de conciliação do SCE, mais tempo os regulados têm para realizar ajustes, investimentos e se adaptar ao instrumento, logo maior a flexibilidade. *Banking* e *borrowing* se referem ao carregamento de permissões excedentes em determinado período de conciliação para períodos de conciliação futuros e à conciliação de parte das obrigações do período de conciliação presente com permissões de emissão futuras, respectivamente. O *banking* é visto como um mecanismo de flexibilidade que previne colapsos de preços ao fim de fases e é normalmente aceito em determinado percentual. Já o *borrowing* é raramente aplicado, já que desincentiva a conformidade com o sistema, na medida em que viabiliza evitar penalizações.

- **Créditos de compensação (*offsets*):** Refere-se ao uso de créditos de carbono gerados por mitigação certificada em atividades não reguladas, por agentes regulados para o cumprimento de suas obrigações regulatórias. O uso de *offsets* pode ser benéfico, pois dá maior flexibilidade aos agentes regulados na conciliação de emissões, potencialmente reduzindo seus custos, além de gerar incentivo à mitigação em outros setores, efetivamente aumentando o alcance do sinal de preços do carbono. Desta maneira, pode-se argumentar que os *offsets* podem aumentar a eficiência do sistema. Normalmente é limitado a uma pequena parcela da obrigação total de conciliação, de modo a não quebrar o incentivo à redução de emissões nos setores regulados.
- **Mecanismo de estabilização de preços:** Objetiva prevenir grandes variações de preços no mercado de carbono, dando maior previsibilidade aos agentes regulados e, assim, facilitando o planejamento e investimentos de longo prazo. Pode-se buscar manter os preços acima de um ‘pisso’, se o regulador quer evitar colapsos de preços que reduzam demais os incentivos à mitigação; pode-se tentar limitar os preços abaixo de um ‘teto’, caso o receio seja de que os preços subam demais e tornem os custos de conformidade proibitivos, prejudicando a competitividade da economia nacional; ou pode-se buscar ambos, criando um ‘corredor de preços’. Pode-se operacionalizar o mecanismo a partir de gatilhos de preço – com preços piso para leilões, cancelamento de leilões e compra ao preço piso e antecipação e aumento da oferta de leilões e vendas ao teto – ou a partir de gatilhos de oferta/demanda – com regras pré-definidas e uma reserva de permissões para estabilidade de mercado, como é feito no EU ETS.
- **Penalização:** Refere-se às regras relativas à aplicação de penalidade por não-conformidade e/ou falsidade no relato de emissões ao sistema de MRV. Trata-se do mecanismo de *enforcement* do sistema, que é essencial. As penalizações em sistemas vigentes no mundo vão desde multas financeiras e obrigações de entrega de permissões em múltiplos das emissões descobertas em período seguinte até o cancelamento de subsídios, ‘shaming’ e prisão do responsável.
- **Reciclagem de receitas:** A alocação de permissões de emissão por leilões gera receitas para o órgão regulador que, apesar de não serem intrinsecamente parte da definição do instrumento, normalmente são tratadas quando da definição do mesmo. O uso das receitas de sistemas de precificação tem papel importante na aceitação pública e na viabilidade política do instrumento. Além disso, ele pode aumentar sua eficiência viabilizando situações de ‘duplo-

dividendo’ e fomentar mitigações de emissão adicionais. Das receitas dos sistemas de precificação de carbono no mundo, a maior parte vai para o desenvolvimento de baixo carbono – como fundos de inovação ‘verde’ ou adoção de tecnologias e práticas de baixo carbono pelos setores regulados – ou para o orçamento geral do governo, com partes menores indo para a redução de outros impostos e transferências diretas para empresas e famílias.

É importante notar que o desenho de certas características do SCE pode variar (e é até esperado que varie) ao longo de sua operação, como por exemplo a forma de alocação e a ambição. Isso é condizente com a possibilidade de implementação gradual e flexibilidade dinâmica dos SCE. Ademais, deve-se definir:

- **Arcabouço institucional:** Refere-se às instituições envolvidas na implementação e operação do SCE. O arcabouço institucional pode ter desde uma forma bem centralizada, sendo o sistema administrado e operado por um único órgão da administração pública, ou ter uma maior descentralização e distribuição de competências entre diferentes órgãos, inclusive da iniciativa privada. Uma importante restrição a um sistema totalmente privado é a necessidade de o órgão regulador ter ‘poder de polícia’ para fazer cumprir a regulação, o que envolve a capacidade de aplicar penalizações a agentes em não-conformidade. Entre os principais papéis que devem ser delegados a instituições que compõem o arcabouço institucional do sistema estão: (i) regulação e supervisão; (ii) operação; (iii) gestão dos sistemas de registro de emissões e transações; (iv) gestão das plataformas de negociações nos mercados primário e secundário (leilões e transações entre agentes); (v) verificação de inventários de emissões; (vi) certificação de verificadores; (vii) verificação de conformidade e aplicação de penalização; (viii) o próprio papel de agente regulado.⁸⁷ Na opção mais centralizada, um só órgão poderia, em tese, exercer todos os papéis que não o de agente verificador e agente regulado. Uma opção descentralizada focada na participação privada, por sua vez, necessitaria ao menos que o órgão regulador e supervisor fosse ancorado na administração pública, para aplicar eventuais penalizações por não conformidade.
- **Marco regulatório, natureza jurídica e tributação:** A forma de criação do marco regulatório, isto é, o instrumento legal para a implementação do SCE, é outra questão a ser definida. As principais opções seriam Projeto de Lei ou Decreto, com a opção de combinação entre as modalidades – um projeto de lei proveria o arcabouço geral e definições necessárias, enquanto as especificidades do sistema seriam regulamentadas por decreto. Já a natureza jurídica do ativo é importante para determinar a que tipo de supervisão regulatória o ativo estará sujeito. Por exemplo, ativos financeiros e valores mobiliários são supervisionados por instituições usuais no mercado financeiro, o Banco Central e a Comissão de Valores Mobiliários (CVM), respectivamente, o que tende a gerar maior confiabilidade e, com isso, maior liquidez. Por fim, é crucial definir o regime tributário aplicável, uma vez que a legislação tributária existente hoje traz um enquadramento legal claro para os ativos.
- **Ajustes em instrumentos vigentes e engajamento:** Passos desejáveis, porém não obrigatórios, para a implementação de um SCE são os ajustes em instrumentos vigentes e o engajamento de *stakeholders*. Os ajustes devem ser avaliados para harmonizar o

⁸⁷ É possível prever a existência de outros agentes, como agentes financeiros cuja participação é permitida nos mercados secundários para dar maior liquidez ao mercado e desenvolvedores de projetos de geração de créditos de compensação.

arcabouço regulatório, fomentando as relações sinérgicas e mitigando as contraproducentes. Subsídios a combustíveis fósseis, por exemplo, que são o sinal de preços contrário ao da precificação de carbono, representam uma clara relação contraproducente. Já o apoio ao desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono, tem interação sinérgica com a precificação. Por fim, o engajamento de *stakeholders* tem se mostrado bastante importante para a viabilização política de implementação de SCE e, também, para a sua resiliência aos ciclos eleitorais.

Em termos de principais desafios na implementação de um SCE, a preocupação com questões de competitividade se sobressai. As preocupações com competitividade e vazamento de carbono são tão proeminentes que todos os programas de precificação de carbono existentes têm recursos projetados para lidar com esse problema, sendo que o mais utilizado até hoje é a alocação gratuita de permissões para agentes em risco. Os riscos competitivos podem e devem ser enfrentados por meio de soluções localmente adaptadas. Além da alocação gratuita, destacam-se os ajustes de fronteira e a isenção de exportações.

Outro fator com implicações chave para o custo econômico total do instrumento é como a receita gerada pelo SCE é reciclada de volta à economia. O suporte específico para adoção de tecnologias de baixo carbono nos setores regulados pode reduzir o risco de vazamento de carbono e o apoio à inovação tecnológica ‘verde’ tem relações sinérgicas com a precificação de carbono, complementando a atuação do instrumento.⁸⁸ Entretanto, quanto maior é a parte das receitas destinada a substituir outros tributos que distorcem mais a atividade econômica, como impostos sobre emprego ou investimentos, maiores são os benefícios para a economia. Essa situação dá origem ao chamado duplo-dividendo da precificação de carbono: é possível desenhar um mecanismo fiscalmente neutro por meio da oneração de um ‘mal’ (as emissões de GEE) e desoneração de um ‘bem’ cuja tributação é mais distorciva (como o trabalho), dando origem não só à redução de emissões como a um aumento da eficiência econômica. Essa motivação extrafiscal da precificação de carbono e possíveis ganhos de eficiência podem ser a principal motivação para a adoção do instrumento. Em particular em cenários de restrição fiscal, como é o caso do Brasil hoje, levantar recursos a partir de um instrumento de precificação pode ser interessante, já que deve impor menores custos econômicos do que a partir de outros instrumentos fiscais mais tradicionais.⁸⁹ Em 2020, US\$ 53 bilhões em receitas foram gerados por sistemas de precificação de carbono no mundo.⁹⁰

Felizmente, múltiplas meta-análises recentes que sintetizam as evidências de uma ampla gama de estudos *ex-post* sobre precificação de carbono e competitividade concluem que, embora as preocupações sejam completamente fundamentadas, os impactos sobre a competitividade decorrentes da precificação são inexistentes, ou pequenos e concentrados em poucas indústrias⁹¹, ou ainda positivos, fruto de ganhos de eficiência e progresso tecnológico⁹², não havendo evidência de vazamento de carbono.⁹³ Os estudos concluem que outras variáveis - como impostos corporativos, preços de energia e infraestrutura - exercem uma influência muito

⁸⁸ De fato, (Acemoglu, Aghion, Bursztyn, & Hemous, 2012) e (Acemoglu, Akcigit, Hanley, & Kerr, 2016) concluem que a trajetória ótima de políticas climáticas para a descarbonização da economia envolve tanto a precificação do carbono quanto o estímulo à inovação em tecnologias limpas (P&D).

⁸⁹ (Parry, 2017).

⁹⁰ (The World Bank, 2021a).

⁹¹ (Cohen & Tubb, 2018); (Carbon Pricing Leadership Coalition, 2019).

⁹² (Dechezleprêtre, Nachtigall, & Venmans, 2018).

⁹³ (Colmer, Martin, Muûls, & Wagner, 2020).

mais forte nas decisões de localização e investimento das empresas. Adicionalmente, os estudos encontram efeitos significativos sobre a mitigação de emissões de GEE.

Entretanto, alguns especialistas apontam que os impactos discretos ou inexistentes encontrados até hoje podem refletir os baixos níveis de preços do carbono verificados historicamente. Sendo assim, com o recente aquecimento dos mercados internacionais de carbono e os aumentos significativos de preços, as discussões sobre a adoção de CBAMs se intensificaram até que, em 2021, a União Europeia anunciou a adoção de um CBAM em seu SCE.⁹⁴ Ao contrário de gratuidades de permissões definidas de maneira *ad hoc* para suavizar os potenciais impactos sobre a competitividade dos regulados, os CBAMs buscam solucionar o problema por meio da aplicação de tratamento equânime entre produto nacional e importado. Teoricamente, esse seria o tratamento mais eficaz e eficiente ao problema⁹⁵ e, se combinado à isenção de exportações - que permitiria também a não oneração do produto nacional no mercado internacional -, mitigaria preocupações relacionadas à competitividade dos agentes regulados. É importante notar que o tratamento do produto importado deve ser isonômico ao do produto nacional, de modo que o mecanismo não configure medida protecionista. Caso contrário, o instrumento violaria as regras da Organização Mundial do Comércio (OMC)⁹⁶ e provavelmente seria vetado. Por fim, ressalta-se que CBAMs e alocação gratuita podem coexistir, como acontece na atual proposta europeia de CBAM, desde que se considere o percentual de alocação gratuita na aplicação do CBAM, de modo a manter o instrumento isonômico.

3.2.2 Os mercados internacionais de créditos de carbono: histórico e as discussões em torno do Artigo 6 do Acordo do Paris

Como mencionado na Seção 2.3, além de ter sido o primeiro tratado internacional para a redução de emissões de GEE, o Protocolo de Quioto também estabeleceu o primeiro mercado internacional de carbono. O KP foi adotado em 1997, mas seu livro de regras só foi consensuado em 2001 e o tratado entrou em vigor apenas em 2005, quando foi ratificado pela Rússia. O livro de regras do KP formalizou regras operacionais para o ‘Comércio Internacional de Emissões’, o ‘Mecanismo de Desenvolvimento Limpo’ (MDL) e o de ‘Implementação Conjunta’ (JI), além dos procedimentos de contabilização de emissões e de conformidade.⁹⁷ Como parte da estratégia para atingir as metas de redução de emissão assumidas pelas partes, o KP criou definições e padrões de certificação internacionais que davam origem a quatro tipos de ativos de carbono:⁹⁸

- ▣ Assigned Amount Units (AAU): São as unidades referentes ao mecanismo de ‘Comércio internacional de Emissões’, que permite o comércio intergovernamental de unidades de emissão entre países com metas de redução (países desenvolvidos - Anexo I). Países com emissões inferiores à sua meta, podiam vender o ‘excesso’ para outros países com metas.
- ▣ Emissions Reduction Units (ERU): São as unidades referentes aos projetos de JI, que permite que um país com um compromisso de redução de emissões obtenha

⁹⁴ Até então o SCE Californiano tinha o único CBAM implementado no mundo, referente ao comércio interestadual de energia elétrica.

⁹⁵ (Branger & Quirion, 2014).

⁹⁶ (Mehling, Asselt, Das, Droege, & Verkuil, 2019).

⁹⁷ <https://unfccc.int/timeline/>

⁹⁸ <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms/emissions-trading>

créditos de um projeto de redução ou remoção de emissões em outro país com compromissos semelhantes, isto é, o comércio de reduções de emissões entre países com metas.

- **Removal Units (RMU):** Unidades emitidas, por países com metas, a partir de projetos no setor de uso da terra, mudança do uso da terra e florestas (LULUCF, sigla em inglês).
- **Certified Emissions Reduction (CER)⁹⁹:** São as unidades referentes aos projetos de MDL, mecanismo que buscava reduzir os custos de mitigação dos países desenvolvidos mediante o financiamento de mitigação de emissões nos países em desenvolvimento, por meio do comércio de reduções de emissões baseadas em projetos de mitigação. Sendo assim, o MDL é o único instrumento que permitia o comércio entre países com metas (desenvolvidos) e sem metas (em desenvolvimento) no âmbito do KP. O Brasil, inclusive, teve grande participação no mercado de MDL, como será visto na próxima seção.

Nos anos seguintes à ratificação do KP, os mecanismos para o comércio internacional de reduções de emissões iniciaram operações e todos os tipos de créditos foram alvo de transações internacionais em volumes significativos, sendo os AAUs e os CERs responsáveis pelo maior volume de transações. Entretanto, as transações dos créditos do KP não ocorreram livre de controvérsias, com diversas acusações relativas à falta de integridade ambiental de determinadas transações.

As principais questões relacionadas aos créditos gerados por projetos de mitigação, em particular o MDL, foram relativas ao estabelecimento da mitigação trazida por cada projeto—que é função da comparação com uma linha de base, isto é, um cenário alternativo em que o projeto deixa de ser executado, e a verificação de que essa mitigação efetivamente ocorreu. O estabelecimento de linhas de base infladas, portanto, dá origem a um volume maior de créditos para um mesmo projeto. Isso gera incentivos perversos e, em um mundo com progresso tecnológico, o risco de se fazer comparações com cenários com tecnologias obsoletas, mais poluentes e não necessariamente mais baratas mostrou-se real, levando à percepção de que as reduções respaldando a aplicação do MDL eram muitas vezes infladas.

Já em relação aos AAUs, a principal crítica se deu pelo chamado *'hot air'*. Alguns países, com destaque para a Rússia, tinham emissões no ano base (1990) infladas pela desindustrialização que ocorreu após a queda do bloco soviético. Com isso, o cenário *business as usual* russo já envolvia emissões menores do que a sua meta assumida (em cerca de 30%),¹⁰⁰ gerando grande excesso de AAUs transacionáveis, sem que tenha realmente havido um esforço adicional de mitigação.

Sucedendo o KP, o Acordo de Paris ainda não teve sua estrutura para transações internacionais de carbono acordada, sendo este o principal entrave à finalização do livro de regras do PA. Entretanto, como no PA todos os países signatários têm metas (ao contrário do que ocorria no KP), os mercados internacionais não apenas preveem uma maior flexibilidade para o cumprimento das metas nacionais, mas também o aumento de ambição.

⁹⁹ Uma vez regulamentada a emissão de CERs por projetos florestais, surgiram duas variações de CERs para atividades de a/reflorestamento: o tCER (CER temporário) e o ICER (CER de longo prazo).

¹⁰⁰ <https://www.euractiv.com/section/sustainable-dev/opinion/what-can-the-eu-do-to-encourage-russia-to-ratify-the-kyoto-protocol/>

O Artigo 6 do PA trata dessas transações internacionais, prevendo a criação de dois instrumentos que dariam origem à ativos de carbono:

- **Artigo 6.2:** prevê a comercialização entre países de resultados de mitigação de emissões, a partir dos '*Internationally Transferred Mitigation Outcomes*' (ITMOs). Consiste, portanto, na criação de um arcabouço para a geração de ativos representativos de mitigação de emissões a serem transacionados diretamente entre países em cooperação. O 6.2 guarda semelhanças com o Artigo 17 do KP, que previa o comércio internacional de emissões com os AAUs. Assim como os AAUs, os ITMOs podem ser comercializados entre países, sendo que o crédito transacionado contará para o cumprimento das metas do país comprador e deverá ser descontado no cumprimento da meta do vendedor, o chamado ajuste correspondente. Tal ajuste é essencial para evitar a dupla contagem, algo que violaria a integridade ambiental da transação e do PA como um todo.¹⁰¹
- **Artigo 6.4:** seguindo a lógica descentralizada de projetos dos outros mecanismos de Quioto, o 6.4 cria um mecanismo por meio do qual se estabelece um padrão de certificação internacional, com regras e metodologias para a geração de créditos de carbono a partir de projetos que gerem reduções ou remoções de emissões de GEE em relação a uma linha de base projetada. Tais projetos seriam implementados por agentes públicos ou privados e, à princípio, devem ser validados pela Autoridade Nacionalmente Designada (NDA) e pelo órgão supervisor do mecanismo, criado no âmbito do PA. Os créditos resultantes poderiam ser comercializados e usados pelo país comprador para o cumprimento de sua NDC. A supervisão de metodologias e definições de linhas de base para os projetos, bem como sua certificação, devem ficar a cargo de um órgão supervisor.¹⁰²

Apesar de ainda não ter um nome definido, o mecanismo do Artigo 6.4 tem sido chamado de Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS). Na opinião do autor, essa denominação pode gerar confusão, pois dá a impressão de que este mecanismo é o sucessor do MDL de Quioto. Entretanto, é crucial lembrar que no caso do MDL os projetos eram hospedados em países sem metas de redução de emissões no âmbito do KP e, consequentemente, os CERs eram transacionados entre países com metas e países sem metas. Como no PA todos os países participantes têm metas de redução de emissões – dadas pelas NDCs –, tal realidade não mais existe. Ao invés disso, o mecanismo do Artigo 6.4 muito mais se assemelha ao JI de Quioto, nos quais os projetos eram hospedados em países com metas e geravam ERUs transacionados entre países com metas.¹⁰³

Uma implicação disso diz respeito à necessidade de ajustes correspondentes de NDC nas transações do Artigo 6.4. Esse é um dos pontos controversos das discussões relativas ao Artigo 6 e parece essencial para evitar a dupla contagem de mitigação de emissões nas transações. Na ausência de ajustes correspondentes, se quebrariam a integridade ambiental das transações e

¹⁰¹ Como observa (Schneider, et al., 2017), existem diversos desafios para garantir a contabilidade robusta das transferências internacionais no Artigo 6, incluindo o escopo e temporalidade dos ITMOs e metas e o acompanhamento das transferências internacionais. Além disso, em um ambiente de NDCs altamente heterogêneas, a própria aplicação dos ajustes correspondentes é um desafio (Schneider & La Hoz Theuer, 2019), já que existem países com metas condicionais, metas de intensidade, metas não expressas em GEEs (de eficiência energética, por exemplo) e metas expressas em um intervalo.

¹⁰² (Prolo, Penido, Santos, & La Hoz Theuer, 2021).

¹⁰³ (Instituto Clima e Sociedade, 2021).

do PA como um todo. No caso do MDL, como a transação ocorria entre um país sem meta e outro com meta, não existia a necessidade de ajustes correspondentes para o vendedor, que não tinha meta de redução. Já nas transações sob o JI, ajustes correspondentes eram requeridos, evitando a consideração da mesma mitigação na meta de dois países – a dupla contagem. Ainda que os países em desenvolvimento queiram fazer valer o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, parece óbvio que cancelar os ajustes correspondentes no mecanismo do Artigo 6.4 não é o caminho a ser tomado, dado que colocaria a integridade climática do PA em xeque.

Além dos ajustes correspondentes de NDC, no Artigo 6.4 provavelmente também será necessária a participação do governo para validar a emissão dos créditos, garantindo que o projeto em questão gerou mitigações de emissão adicionais no país e que sua transferência para outra jurisdição não prejudicará o cumprimento de sua própria NDC. Isso era uma realidade no JI, mas não no MDL, no qual a autoridade nacional designada precisava apenas declarar que os projetos promoviam o desenvolvimento sustentável do país.¹⁰⁴

A padronização de regras e metodologias de contabilização de emissões e certificação de créditos entre os países participantes - garantindo que 1 tCO₂e em um projeto ou inventário de determinado país seja real e equivalente a 1 tCO₂e em qualquer outro projeto ou inventário – é outro fator essencial para a manutenção da integridade ambiental do acordo.¹⁰⁵ Também o é a garantia da já mencionada adicionalidade na geração de créditos de projetos, isto é, que o projeto gerou mitigação de emissões que não teriam ocorrido.

Uma última questão ainda indefinida é o que fazer com as unidades geradas sob os mecanismos de Quioto que ainda não foram utilizadas. Grandes volumes de CERs emitidos e ainda não usados encontram-se no mercado - até 955 milhões de unidades, das quais cerca de 400 milhões estão no registro do MDL segundo estimam alguns estudos¹⁰⁶ -, ao que se soma uma oferta potencialmente ainda maior de CERs não emitidos, cujas atividades não concluíram os processos de validação e geração de créditos. Neste contexto, discute-se se tais unidades de Quioto seriam transferíveis para o arcabouço de Paris. Três críticas principais são apresentadas pelos que se opõem à transferência: (i) tais créditos não se referem à reduções de emissões feitas no horizonte temporal do PA e, portanto, usá-las representaria uma queda de ambição das metas apresentadas; (ii) o grande volume existente inundaria o mercado internacional, reduzindo os preços e desincentivando a adoção de medidas de mitigação no âmbito do PA; (iii) a incompatibilidade dos créditos entre os dois acordos, dado que em Paris não existem mais os países sem metas que geraram os CERs, para os quais os ajustes correspondentes não eram aplicáveis. Os defensores do carregamento das unidades do KP para o PA, por sua vez, defendem que o não carregamento geraria insegurança jurídica no mercado internacional, já que os tais CERs foram gerados com uma expectativa de negociação estabelecida no arcabouço de Quioto.

Espera-se que as definições sobre carregamento de unidades do KP para o PA e demais aspectos relativos à regulamentação dos mercados internacionais no âmbito do Artigo 6 sejam definidos

¹⁰⁴ (Prolo, Penido, Santos, & La Hoz Theuer, 2021).

¹⁰⁵ Em seu Artigo 4.13, o PA diz: “As Partes devem prestar contas de suas contribuições nacionalmente determinadas. Ao contabilizar as emissões e remoções antrópicas correspondentes às suas contribuições nacionalmente determinadas, as Partes devem promover a integridade ambiental, a transparência, a exatidão, a completude, a comparabilidade e a consistência, e assegurar que não haja dupla contagem, de acordo com orientação adotada pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Acordo”.

¹⁰⁶ (Michaelowa, Censkowsky, Espelage, & Singh, 2021).

na próxima COP em Glasgow. Só então poderemos ter maior clareza sobre as características dos mecanismos internacionais previstos no Artigo 6.

4. O BRASIL E OS MERCADOS DE CARBONO: HISTÓRICO, ONDE ESTAMOS, OPORTUNIDADES E DESAFIOS

O atual cenário de crescente relevância da agenda climática no ambiente internacional traz desafios, riscos e oportunidades para o Brasil. A partir da apresentação do histórico e contexto atual do País no tema, apontando gargalos e barreiras a serem superados, busca-se justificar que, seja por suas características naturais ou por escolhas de desenvolvimento passadas, o País está posicionado para ser um dos líderes globais na agenda e poderá colher significativos benefícios caso adote estratégias consistentes nos próximos anos. Entretanto, caso negligencie a importância de coibir o desmatamento ilegal e não apoie o avanço das negociações internacionais, o País não só perderá oportunidades como estará exposto a riscos, sobretudo da aplicação de instrumentos comerciais (como sanções).¹⁰⁷ A estes, soma-se a própria intensificação dos riscos climáticos, que devem afetar-nos principalmente por alterações no regime pluviométrico, impactando a economia de forma perversa por meio de itens relevantes como a produção agrícola, a geração de energia elétrica e o abastecimento de grandes cidades.

4.1 Perfil de emissões nacional, vantagens competitivas e histórico de ação no tema

Globalmente, a produção e uso energético são destacadamente as maiores fontes de emissões de GEEs. As emissões energéticas, primordialmente derivadas da queima de combustíveis fósseis nos diversos setores usuários, representam mais de 70% das emissões totais no mundo. Se adicionarmos a isso as emissões não-energéticas industriais, chegamos a mais de 80% das emissões globais, com o setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU) representando cerca de 15% e o restante sendo relacionado ao setor de resíduos.¹⁰⁸

O Brasil, entretanto, possui um perfil de emissões que difere bastante da média internacional. No País, mais de 60% emissões de GEE vêm do setor de AFOLU e menos de um terço das emissões brasileiras tem origem no setor energético. Já as emissões industriais não-energéticas representam menos de 10% das emissões nacionais e as emissões do setor de resíduos são responsáveis por cerca de 5% das emissões nacionais.¹⁰⁹

Além da grande relevância do setor agropecuário, responsável por cerca de um terço das emissões líquidas de GEE no Brasil e líder histórico em nossa pauta exportadora, dois outros aspectos principais ajudam a entender as particularidades do perfil de emissões brasileiro. Primeiramente, o grande peso histórico do setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e

¹⁰⁷ Os riscos externos da inércia climática brasileira parecem estar crescendo rapidamente. A pressão dos EUA pela preservação da Amazônia, a insistência da UE em cláusulas relacionadas ao clima no novo acordo comercial com o Mercosul e o aumento do número de grandes conglomerados europeus que banem produtos agrícolas cuja produção pode estar ligada ao desmatamento é prova factual disso.

¹⁰⁸ (World Resources Institute, 2021).

¹⁰⁹ Na contabilidade de emissões nacionais, a fonte oficial - (MCTI, 2021) – trabalha com o conceito de emissões líquidas, isto é, as emissões totais do país descontadas das remoções de GEEs por sumidouros, como as florestas. Já as estimativas relativas a emissões brutas podem ser encontradas em (SEEG, 2020). As metodologias resultam em diferenças significativas: as emissões de 2016 (último ano disponível na fonte oficial) sobem de cerca de 1,5 GtCO₂e para cerca de 2 GtCO₂e, sobretudo pela não consideração das remoções do setor de AFOLU. Já em relação à distribuição setorial, (MCTI, 2021) atribui pouco mais de 61% das emissões para o setor de AFOLU e cerca de 27% às emissões energéticas, enquanto (SEEG, 2020) atribui mais de 70% das emissões para AFOLU e pouco mais de 20% para o setor energético.

Florestas (LULUCF, da sigla em inglês), particularmente devido ao desmatamento. As tendências de desmatamento ilegal afetam sobremaneira as emissões nacionais, dado que mais de 60% do território brasileiro exibe algum tipo de cobertura vegetal - com a Amazônia cobrindo cerca de 50% do território. As emissões de LULUCF, que chegaram a representar mais de 70% das emissões nacionais em 2004, caíram e passaram a representar menos de 15% em 2012, mas cresceram desde então e, em 2016, representavam cerca de 25% das emissões brasileiras.¹¹⁰ Tais números dão uma dimensão do grande peso do desmatamento ilegal nas emissões de GEE brasileiras, sendo este o maior fator de variabilidade das emissões nacionais. Ao mesmo tempo, a extensão florestal brasileira é uma característica natural do País que traz enorme potencial para a geração de ativos de carbono de base florestal. Fica claro, portanto, que existem riscos e oportunidades associados ao setor de LULUCF brasileiro.

Em segundo lugar, destaca-se a matriz energética brasileira, que é limpa se comparada às principais economias do mundo. Por ser a principal fonte de emissões globais e um importante insumo para a atividade econômica, um setor energético de baixa intensidade carbônica pode se tornar um importante diferencial competitivo para o País. A baixa intensidade de emissões da matriz elétrica brasileira se deu por escolhas de desenvolvimento passadas, como o investimento em grandes hidrelétricas, que nada tiveram a ver com a questão climática, mas sim com parâmetros de custo e segurança energética, deixando claras as aptidões naturais do País na pauta de energias renováveis. Enquanto a nível global apenas cerca de 14% da matriz energética tem base em fontes renováveis, no Brasil essa parcela é superior a 45%. Já na matriz elétrica, temos 85% no Brasil, contra cerca de 22% no mundo.¹¹¹

Tais aspectos setoriais serão explorados na próxima subseção, mas vale mencionar que a menor intensidade carbônica do setor energético aliado ao grande potencial de geração de ativos de carbono de base florestal podem trazer vantagens competitivas no comércio internacional, atrair capital estrangeiro, além de oportunidades de inovação tecnológica.

As particularidades brasileiras indicam que, ainda que seja possível e necessário aprender com a experiência internacional no tema e buscar adotar as melhores práticas existentes, as soluções para as emissões de GEE brasileiras devem ser desenvolvidas e adaptadas levando em consideração o contexto nacional, tanto em termos de emissões quanto em termos de estruturas econômica e regulatória.

Neste contexto, o Brasil vem desenvolvendo políticas e instrumentos de ação climática ao longo das últimas décadas, com importantes marcos legais e participação ativa nas negociações internacionais. A Política Nacional sobre Mudança do Clima¹¹² representa o mais relevante pilar e marco legal para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas no Brasil, estabelecendo seus princípios básicos, objetivos, diretrizes e instrumentos. Ela foi formalmente instituída em 2009, ano da COP de Copenhague. Na ocasião o Brasil assumiu o compromisso voluntário de reduzir entre 36,1% e 38,9% das suas emissões de GEE projetadas para 2020.

A PNMC buscou garantir que os objetivos climáticos fossem incorporados às demais políticas do país por meio de iniciativas transversais de desenvolvimento de baixo carbono. Como principal instrumento de implementação da PNMC, o Plano Clima previu uma ampla gama de políticas e programas integrados, incluindo instrumentos de comando e controle, incentivos econômicos e investimentos públicos e privados, ligados a planos setoriais e objetivos específicos. Dentre os

¹¹⁰ Em termos de emissões líquidas, isto é, emissões descontadas das remoções de GEE (MCTI, 2021).

¹¹¹ (EPE, 2021).

¹¹² Lei Federal número 12.187 (2009).

objetivos setoriais destacam-se a redução do desmatamento (de 80% na Amazônia comparado à média verificada entre 1996 e 2005), a expansão de sistemas agrícolas de baixo carbono (como plantio direto e sistemas integrados) e de energias renováveis, bem como redução das emissões da indústria e transportes, com medidas de eficiência energética e mudança de fonte energética.

Infelizmente, com o aumento do desmatamento e, por conseguinte, das emissões nacionais nos últimos anos, algumas das metas setoriais da PNMC não foram atingidas - com destaque para a meta principal de redução do desmatamento - e é provável que a meta geral do compromisso não tenha sido cumprida (TALANOIA, 2020).¹¹³ Conquanto essa falha não tenha consequências jurídicas internacionais, ela é problemática interna e externamente no contexto atual de degradação da imagem do país na pauta ambiental.

É importante notar que a PNMC também previa, em seu Artigo 9º, a utilização de mecanismos de mercado para a redução de emissões de GEE brasileiras, o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões. O MBRE, que nunca foi regulamentado, representaria um mercado de títulos representativos de emissões de GEE evitadas, a serem transacionados em bolsa de valores. Sendo assim, o MBRE remete mais a um mercado de créditos de carbono e compensação de emissões do que a um SCE. De fato, análises indicam que o MBRE não se aplicaria diretamente a um SCE, por não possuir elementos básicos como a definição de limites obrigatórios de emissões, penalizações e um título equivalente a uma permissão de emissão.¹¹⁴ Recentemente, o deputado Marcelo Ramos apresentou um Projeto de Lei (PL 528/2021) buscando regulamentar o MBRE e o deputado Zé Vitor apresentou uma proposta substitutiva a tal PL, baseada em CEBDS (2021). O interessante das propostas de regulamentação é que ambas são Projetos de Lei e, com isso, possuem poder legal para não só regulamentar o MBRE, como também para instituir novas definições e instrumentos, algo que não seria possível em uma regulamentação por decreto. Nesse sentido, ambas preveem o MBRE como um padrão de certificação doméstico de créditos de carbono com um sistema de registro de ativos nacional atrelado, normatizando e buscando credibilizar o lado da oferta, o que é muito relevante. Adicionalmente, os expedientes em discussão no PL buscam tratar o lado da demanda instituindo: um mercado mandatório de compensações de emissões intersetorial (PL original) ou o sistema brasileiro de comércio de emissões, que seria um SCE doméstico (PL substitutivo).

Ainda relacionado a mecanismos de mercado, o Brasil teve boa participação nos mercados internacionais de MDL, no âmbito do KP, sendo um dos maiores ofertantes globais de CERs. Tal tópico será abordado mais adiante.

Mais recentemente, no âmbito do Acordo de Paris, o Brasil apresentou e ratificou a sua Contribuição Nacionalmente Determinada, que envolve a redução de 37% e 43% de suas emissões de gases de efeito estufa em 2025 e 2030, respectivamente, em relação às emissões de 2005.¹¹⁵ As metas da NDC brasileira são do tipo *economy-wide* (e não setoriais), o que traz

¹¹³ Projeções do SEEG indicam que a meta absoluta, que ficaria entre 1,977 e 2,068 GtCO₂e em 2020, não será atingida, mesmo com as generosas hipóteses feitas para se alcançar a linha de base. Entretanto, a crise econômica devido à pandemia COVID-19 pode atuar na redução de emissões no ano de 2020. De todo modo, só teremos clareza quanto ao cumprimento da meta quando a fonte oficial disponibilizar o dado relativo às emissões de 2020.

¹¹⁴ (TALANOIA, 2020); (Partnership for Market Readiness Brasil, 2020).

¹¹⁵ A recente submissão brasileira de sua NDC atualizada gerou confusão quanto ao compromisso assumido pelo País, ao atualizar a fonte de dados, alterando as emissões do ano base (2005). No entanto, é importante esclarecer que as metas assumidas pelo Brasil sempre foram relativas ao ano-base (os 37% e 43%) e estas foram confirmadas na última submissão. A atualização das emissões no ano

vantagens e desafios para o seu cumprimento. Por um lado, como não foram estabelecidas metas setoriais no compromisso brasileiro¹¹⁶, tornou-se mais difícil a atribuição de responsabilidades aos emissores nacionais, que buscam se eximir de qualquer ônus relativo à redução de emissões. Por outro, o desenho atual dá bastante flexibilidade na definição de formas para o cumprimento das metas, incluindo a possibilidade de instrumentos de política intersetoriais. Contudo, ainda não houve definição da estratégia de cumprimento da NDC brasileira. Até hoje os únicos instrumentos e objetivos setoriais apresentados foram apenas indicativos e constavam no anexo da NDC brasileira. Também não houve acompanhamento real dos objetivos indicativos, tais como o reflorestamento de 12 milhões de hectares.

A atual indefinição pode ser custosa, porque o compromisso com a NDC brasileira é aspecto chave para o sucesso de várias pautas econômicas prioritárias para o País – como o acordo de livre comércio entre a União Europeia e o Mercosul e a adesão à OCDE. Além disso, sem um comprometimento sério com a NDC, estaremos vulneráveis a potenciais instrumentos comerciais baseados na ação climática dos países, que devem se tornar mais comuns no ambiente internacional. Um primeiro passo nesse sentido já foi dado com o CBAM europeu, confirmado unilateralmente pela UE como uma política comercial isonômica para proteger as entidades reguladas pelo EU ETS de concorrentes em países com ação climática menos ambiciosa. Estimativas iniciais mostram que, considerando o nível de exportações dos países para a UE nos setores regulados e a intensidade de emissões de tais setores nos países de origem, o Brasil estaria entre os países em desenvolvimento mais expostos ao CBAM.¹¹⁷ Se o Brasil seguir apresentando taxas de desmatamento crescentes sem ações contundentes para coibir tal prática, sua imagem deve seguir se deteriorando no cenário internacional, o que certamente seria prejudicial ao País tanto em negociações e acordos internacionais, quanto em eventuais sanções comerciais.

Adicionalmente, o Brasil pode estar “perdendo o barco” na discussão de pontos fundamentais para a implementação do Acordo de Paris, o que nos fechará portas. O posicionamento institucional nas negociações do livro de regras do PA e a pouca compreensão pela sociedade das implicações econômicas dessas negociações são um grande risco para o País, suas empresas e trabalhadores. Institucionalmente, o Brasil foi apontado, por outros países, como um dos entraves ao consensualismo do Artigo 6. Buscando garantir a aplicação do princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, o País fez oposição a certos princípios de integridade climática que se procura incluir nas regras. Essa estratégia foi, na opinião do autor, danosa ao próprio País. Caso não seja revertida na próxima COP, outros países devem avançar de forma independente na agenda, com base em acordos multilaterais. Tais alternativas já estão sendo exploradas e a expansão dos já firmados ‘Princípios de San Jose para a alta ambição e

base se deu por atualizações metodológicas no inventário nacional de GEE, administradas pelo órgão responsável, o MCTI, ainda em 2016, quando lançou a Terceira Comunicação Nacional. Tal atualização gerou um aumento nas emissões de 2005, que foi refletida na submissão atualizada da NDC brasileira. Um fato interessante é que, desde então, o MCTI já liberou a 4ª Comunicação Nacional, que contém novas atualizações metodológicas e altera novamente as emissões de 2005, reduzindo-as em relação à 3ª Comunicação Nacional. Desta forma, é esperado que se atualize novamente as emissões no ano base da próxima revisão da NDC brasileira. As metas se traduzem em valores absolutos para 2030 da seguinte forma: 1,2 GtCO₂e (original), 1,56 GtCO₂e (versão atual) e 1,46 GtCO₂e (utilizando a fonte atualizada da 4ª Comunicação Nacional).

¹¹⁶ Apesar de o anexo da NDC original conter uma listagem de objetivos setoriais, eles eram meramente indicativos.

¹¹⁷ (UNCTAD, 2021).

integridade dos mercados internacionais de carbono¹¹⁸ - acordando as melhores práticas que não puderam ser consensuadas no âmbito do Artigo 6 do PA, como os ajustes correspondentes – é uma possibilidade cada vez mais real. Peru e Suíça, por exemplo, já firmaram acordo bilateral de transação de redução de emissões no âmbito do cumprimento das metas assumidas no Acordo de Paris com base nos princípios de San Jose. Tal prática deve se disseminar caso o livro de regras não seja acordado na próxima COP.

Glasgow representa, portanto, tanto um risco quanto uma oportunidade e o será a depender dos posicionamentos e ações adotadas pelo País. A adoção de melhores práticas internacionais na pauta climática, como a precificação de carbono, pode fortalecer a posição brasileira nas negociações internacionais, facilitar sua inserção nos mercados de carbono internacionais e favorecer decisivamente o país em sua pauta de integração internacional, o que traria benefícios econômicos tangíveis em adição à redução do custo de cumprimento de suas metas climáticas. Já a manutenção dos padrões atuais de desmatamento e de posicionamentos que inviabilizem a formação de consensos para a implementação do Artigo 6, bem como a inércia regulatória no tema, colocariam o País em risco, com possível isolamento internacional. Propostas de implementação de um SCE doméstico e de ação do País relativa ao Artigo 6 em Glasgow são apresentadas na seção 5.

4.2 O papel de um mercado de carbono doméstico: aplicabilidade, relação com agendas e políticas setoriais e alternativas regulatórias

Com parcela superior a 80% das emissões globais, não surpreende que a experiência internacional com instrumentos de precificação de carbono seja fortemente concentrada nos setores energético (incluindo uso de energia) e industrial, que também contam com os mais simples e robustos métodos para mensuração e monitoramento de emissões de GEE. Contudo, conforme se observou acima, o perfil de emissões do Brasil difere da média mundial, com mais de 60% das emissões nacionais originárias do setor de AFOLU, para o qual a experiência internacional com sistemas mandatórios de precificação de carbono é bastante escassa.

A experiência internacional, portanto, traz valiosos aprendizados para aplicação de SCEs nos setores energéticos e industriais, mas poucos *insights* para a maior fonte de emissões brasileiras. Ademais, a própria aplicação das recomendações e melhores práticas existentes aos setores energéticos e industriais requer avaliação detalhada e adaptações ao cenário nacional. A estrutura dos setores domésticos pode diferir da experiência internacional e as políticas em vigência nesses setores podem ter redundâncias e contraproducências em relação à precificação de carbono, gerando ineficácia e ineficiências na aplicação do instrumento. Além de ajustes para tornar o instrumento mais harmônico em relação ao arcabouço regulatório vigente, novas alternativas que sejam mais adaptadas ao cenário em questão também devem ser investigadas. O setor elétrico, por exemplo, é estruturado de forma que dificulta a aplicação direta de um SCE, como será visto mais adiante.

Dentre os gargalos existentes para a implementação de um SCE no País, destacam-se os de natureza técnica, institucional e política. O principal gargalo técnico diz respeito à necessidade de implementação de um sistema nacional de MRV de emissões organizacionais padronizado e mandatório, ao menos para os agentes que seriam incluídos no escopo da regulação. O sistema de MRV provê o principal insumo informacional para a aplicação da regulação e sua existência

¹¹⁸ <https://cambioclimatico.go.cr/sanjoseprinciples/about-the-san-jose-principles/>

é crucial para o bom funcionamento do SCE.¹¹⁹ É importante notar que a existência de um sistema padronizado de MRV de emissões de GEE a nível nacional é importante não apenas para viabilizar a adoção de um mercado doméstico de carbono e dar maior credibilidade para os créditos de carbono brasileiros no ambiente de negociação internacional, mas para a própria avaliação informada de projetos e políticas. Em um mundo em que, cada vez mais, questões climáticas afetam políticas comerciais e se mostram aspecto chave para a tomada de decisão, a disponibilidade de informação confiável será crucial para o processo decisório e para a avaliação de políticas públicas. Sendo assim, independentemente de avanços na pauta de precificação de carbono, é importante que o Brasil avance na implementação de tal sistema.

Em termos institucionais, seria necessário desenvolver capacidades para a operação e supervisão do sistema nos órgãos da administração pública brasileira. As opções são a criação de novas instituições, como uma agência regulatória própria, ou a ampliação de capacidades e escopo de atuação de instituições existentes. Por fim, as barreiras políticas exigem maior engajamento das partes interessadas, em particular dos tomadores de decisão, que ainda parecem distantes do tema tanto em interesse quanto em conhecimento.

Em um primeiro momento, a que setores um mercado de carbono (SCE) seria aplicável no Brasil?

Boa parte dos estudos que avaliaram essa questão parecem chegar a uma conclusão¹²⁰: em um primeiro momento, ao setor industrial, englobando as emissões de processos industriais e uso energético. Ainda que, conforme mencionado, seja necessária a implementação de um sistema MRV de emissões a nível organizacional para a operacionalização de um mercado de carbono no setor industrial brasileiro, a experiência internacional com a precificação de carbono no setor se aplica razoavelmente bem ao caso brasileiro e propostas para a regulação do setor via mercado de carbono já existem. Apesar de as emissões cobertas por tal sistema representarem menos de 15% das emissões nacionais, um SCE pode ser uma boa alternativa de instrumento flexível e eficiente para a redução das emissões industriais brasileiras em um contexto em que esforços de todos os setores são esperados para o cumprimento de uma NDC *economy-wide*, especialmente quando se considera o objetivo de descarbonização no longo prazo.

A que se deve a escolha por um SCE para o País, ao invés de um tributo de carbono?

Como mencionado anteriormente, apesar de critérios técnicos existirem para a diferenciação dos sistemas, questões de economia política normalmente são preponderantes na escolha do instrumento de precificação a se adotar. Consultas realizadas em diversos fóruns durante o Projeto *Partnership for Market Readiness* Brasil (PMR Brasil) – maior projeto sobre a precificação de carbono conduzido no País até então, coordenado pelo Banco Mundial e pelo Ministério da Economia - revelaram uma forte preferência por um SCE em relação a um tributo de carbono¹²¹, com altos níveis de rejeição à alternativa tributária, tanto no setor privado quanto por parte de representantes governamentais e até mesmo em organizações da sociedade civil. A implementação de um tributo de carbono no Brasil só parece viável no caso de uma reforma tributária ampla, em que o tributo de carbono seria incluído em um contexto de muitas outras alterações e simplificações, sem aumento da carga fiscal. Nesse caso, análises preliminares indicam que um bom caminho a se tomar seria substituir a atual ‘Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico’ (CIDE) Combustíveis por uma CIDE Carbono, ampliando o escopo regulado para cobrir outras atividades. A alteração daria um objetivo extrafiscal claro à

¹¹⁹ (Gollier & Tirole, 2017).

¹²⁰ (The World Bank, 2020a); (CEBDS, 2021).

¹²¹ (The World Bank, 2020f).

regulação, definindo alíquotas – que hoje são meramente volumétricas - por intensidade carbônica do item regulado. Ademais, a CIDE é a espécie tributária mais apropriada para um CTax no Brasil, dado que permite a destinação específica (*earmarking*) de receitas.

Sendo a maneira mais eficiente de alcançar metas climáticas ao menor custo para a sociedade, como um SCE poderia impactar outras áreas com grande participação nas emissões nacionais?

Essa é outra questão bastante comum nos debates sobre o tema, dado que as metas climáticas brasileiras não serão alcançadas apenas pela redução de emissões industriais, mas principalmente pela mobilização dos setores de agricultura, uso da terra e energia. Abaixo apresentam-se alternativas apontadas por especialistas, principalmente no âmbito dos estudos e debates realizados pelo Projeto PMR Brasil, para a inclusão ou mobilização destes setores a partir de instrumentos de precificação e carbono. É importante lembrar, contudo, que a precificação de carbono não é a bala de prata que solucionará todos os desafios relacionados à pauta climática, mas apenas um instrumento que deve compor um portfólio de políticas complementares no tema, incluindo políticas de comando e controle para a redução do desmatamento ilegal e incentivos à inovação tecnológica verde.

i) Energia

Eletricidade: O Brasil é um dos líderes globais na produção de eletricidade renovável, que tem participação de mais de 80% na matriz elétrica brasileira. O desafio do setor é, portanto, atender ao aumento projetado de demanda sem aumentar suas emissões. Tal desafio é significativo, dado que 64% da geração elétrica tem base em fonte hidrelétrica, que não apenas está próxima à exaustão de seu potencial de crescimento no País, como ainda deve sofrer cada vez mais com a variabilidade hídrica afetada pelas mudanças climáticas. Esse ano, por exemplo, a crise hídrica resultou em baixas nos reservatórios de hidrelétricas, que poderão gerar menos energia. Isso demandará um aumento da produção de energia a partir de termelétricas, o que gera um forte aumento das emissões de GEE do setor elétrico, além de um maior custo da energia que será repassado ao consumidor, com impacto inflacionário.

Relacionada à dinâmica de preços está a proposta atual de reforma do setor elétrico (PL 14.120/2021). No que tange às fontes renováveis, o governo pretende eliminar os subsídios *ad hoc* dados a tais fontes, já que hoje elas já são competitivas na oferta de preços. Por outro lado, é necessário remunerar o atributo ambiental gerado por fontes renováveis, dado que não só elas contribuem para a redução de emissões de GEE nacionais, como também para a redução de poluentes locais, afetando positivamente a qualidade do ar e, com isso, reduzindo os custos do sistema de saúde. Um mercado de carbono, a princípio, seria uma maneira eficiente de gerar tal remuneração.

Entretanto, ao analisar as particularidades do setor no Brasil, encontram-se dificuldades para a implementação de um SCE, tanto no mercado livre de eletricidade quanto no mercado cativo. Enquanto o mercado livre já é dominado por fontes renováveis no País por seu baixo custo – o que reduziria a efetividade do instrumento -, a operação do mercado cativo segue estrutura de despacho centralizado, sendo o Operador Nacional do Sistema (ONS) responsável pela gestão do despacho elétrico por oferta de preços. Sendo assim, a estrutura de incentivos não se adequa perfeitamente a um mercado de carbono, dado que os produtores de energia, que emitem GEEs, não definem o quanto e nem quando irão produzir e, por conseguinte, tem pouco controle sobre o quanto irão emitir. Além disso, o setor já é pouco emissor, com mais de 80% da eletricidade brasileira vindo de fontes renováveis, e a modicidade tarifária é um objetivo explícito de política

no setor elétrico – de modo que o custo adicional do carbono poderia gerar resistências. Já a expansão do sistema elétrico é dada por leilões de energia planejados pelo governo.

Uma alternativa desenvolvida por especialistas que parece se encaixar bem na estrutura do setor no Brasil seria a adoção de um preço sombra do carbono no mercado cativo do setor elétrico.¹²² Tal preço seria adotado tanto no algoritmo de despacho da ONS, quanto nos leilões de expansão do sistema, garantindo a consistência entre o curto prazo (operação) e o longo prazo (expansão). Por conta da estrutura centralizada de operação do setor, o preço sombra do carbono: (i) teria a mesma efetividade na redução de emissões do setor que um tributo de carbono ou mercado com valor equivalente – promovendo a mudança na ordem de despacho, favorecendo fontes menos carbono intensivas; (ii) seria muito mais simples de aplicar e operar e prontamente implementável, reduzindo os custos de implementação e operação; e (iii) traria um impacto mínimo sobre a tarifa de eletricidade, já que o preço do carbono não seria repassado ao consumidor.

Alternativas aventadas são o desenvolvimento de um mercado de certificados de energia renovável ou a continuação da adoção de políticas de comando e controle, com o planejamento energético definindo características das fontes a serem contratadas nos leilões de forma consistente com o alcance das metas climáticas brasileiras.

Demais energéticos: Além do setor de energia elétrica, as emissões do setor energético advém da combustão de combustíveis fósseis em setores usuários, com destaque para o setor de transportes, o maior emissor do setor energético no País.

A estrutura de mercado no setor de combustíveis é historicamente marcada por níveis de concentração elevados, com a Petrobrás tendo claro papel de líder. Além disso, sua interface com o setor de transportes está sujeita a diversas regulações, com destaque para duas que já promovem a redução de emissões de GEE por meio da promoção dos biocombustíveis.¹²³ A primeira é o mandato obrigatório de mistura de biocombustíveis, pelo qual se define a adição de etanol e biodiesel na gasolina e diesel comercializados no País. Os percentuais superiores a 10% para o biodiesel no diesel e a 25% para o etanol anidro na gasolina destacam o Brasil no cenário internacional de regulação de biocombustíveis. Adicionalmente, a Política Nacional de Biocombustíveis, Renovabio, estabelece um sistema inovador e peculiar que remete à precificação de carbono. Inspirado no *‘Low Carbon Fuel Standard’*, da Califórnia, o Renovabio é um sistema modificado de TPS ou de linha de base e crédito (e conformidade). Baseado nas emissões de GEE evitadas ao longo do ciclo de vida dos biocombustíveis em relação a uma linha de base fóssil, os produtores de biocombustíveis podem gerar ‘créditos de descarbonização’ (CBios), equivalentes a uma tonelada de carbono equivalente (tCO₂e) evitado. As distribuidoras de combustíveis, por sua vez, são reguladas e devem comprar CBios para cumprir com metas predeterminadas de intensidade carbônica na sua composição de portfólio. Desse modo, o Renovabio institui um instrumento de mercado que atribui um valor às emissões evitadas de carbono por meio do CBio.

Com tais regulações implementadas, avaliações sugerem que a implementação de um mecanismo de precificação de carbono adicional no setor de combustíveis, ao menos à gasolina e o diesel, teria certas interações redundantes com as políticas vigentes no setor e não justificaria o esforço regulatório. Apesar de os dois instrumentos poderem atuar conjuntamente,

¹²² (The World Bank, 2020c).

¹²³ (The World Bank, 2019).

como ocorre na Califórnia por exemplo, o ideal parece ser, ao menos a curto prazo, buscar aperfeiçoar o próprio Renovabio, idealmente ampliando o seu escopo para incluir os demais combustíveis fósseis e fomentando a liquidez do mercado.

Por fim, é interessante ressaltar que um primeiro passo a ser dado pelo setor energético é remover os subsídios a combustíveis fósseis, que totalizaram quase R\$ 100 bilhões em 2019.¹²⁴ A relação de tais subsídios com um preço de carbono seria contraproducente, dado que enviam sinais de preços opostos. Além disso, é questionável a manutenção de tais subsídios para itens que geram externalidades negativas, ainda mais em um ambiente de restrições fiscais.

ii) Agropecuária

O setor agropecuário representa cerca de um terço das emissões de GEE nacionais e deve ser um dos setores mais afetados pela mudança do clima no País. Portanto, é um setor extremamente relevante no debate climático nacional. No campo de políticas públicas, o principal instrumento vigente com objetivos de redução de emissões no setor é o Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC), que fornece financiamento subsidiado para práticas sustentáveis na agricultura.

No que tange à precificação de carbono, regular o setor agropecuário é um grande desafio. Não há experiências bem-sucedidas com sistemas regulados de precificação de carbono no setor das quais se possa tirar lições. Além dos desafios políticos de se regular um setor com grande impacto na balança comercial brasileira, existem desafios técnicos relativos ao MRV de emissões do setor, impostos pela natureza biológica da maioria de suas emissões.¹²⁵ Adicionalmente, no Brasil o setor é composto por milhões de produtores agrícolas pulverizados pelo território nacional¹²⁶, o que traria desafios e massivos custos regulatórios.

Diante desses desafios, é comum restringir a análise do setor agropecuário ao seu principal emissor, as emissões da fermentação entérica da pecuária de corte. Esta atividade responde por mais da metade das emissões do setor no Brasil. Adicionalmente, os objetivos de mitigação de emissões e aumento de produtividade parecem ser sinérgicos para a pecuária de corte, uma vez que melhorar a qualidade das pastagens e reduzir a idade média de abate animal apresentam benefícios comuns a ambos. Desta maneira, regulações sobre emissões podem incentivar aumentos de produtividade na atividade.¹²⁷

Não obstante, os desafios relacionados ao potencial número de agentes regulados e ao monitoramento de emissões persistem. Em relação ao primeiro, uma solução aventada por especialistas¹²⁸ é alterar o ponto de regulação. A regulação *downstream*, nos frigoríficos de bovinos com inspeção federal, parece ser a melhor alternativa, já que reduz enormemente o número de regulados, concentra a maior parte da produção nacional e permite alguma transmissão de incentivos ao longo da cadeia produtiva até o ponto de emissões. Isso pois, com

¹²⁴ (INESC, 2020).

¹²⁵ Apesar de avanços recentes, inclusive alguns liderados pela EMBRAPA, terem gerado um grande avanço nas metodologias e parâmetros para o MRV no setor de AFOLU.

¹²⁶ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

¹²⁷ É importante, contudo, notar que, dada a dinâmica de uso da terra no País, seriam importantes instrumentos regulatórios que previnam o efeito ricochete (*rebound effect*) derivado não só do aumento na produção como, e principalmente, da conversão de terras florestais em novas pastagens. Com o aumento da produtividade na pecuária e a consequente valorização da terra, aumenta o valor da terra marginal e, com isso, o incentivo à conversão, o que geraria um grande volume de emissões.

¹²⁸ (The World Bank, 2020d).

um número muito restrito de frigoríficos que comprem de milhares de produtores rurais, o mercado tem certas características de oligopsônio. Sendo assim, deve haver certo repasse do incentivo de preços ao produtor quando da venda de sua mercadoria. Já em relação ao monitoramento e mensuração de emissões, dada a inviabilidade atual de monitorar as emissões de cada animal, uma *proxy* deve ser aplicada. O cruzamento da quantidade de produto com a idade de abate do animal já geraria um referencial razoável: quanto mais tempo o animal vive, maiores as emissões biológicas. Essa informação já se encontra disponível em frigoríficos com inspeção federal, que por razões sanitárias ligadas a exportação já devem fornecer diversas informações relacionadas ao produto. A inclusão do método/tecnologia de produção complementaria a informação, gerando uma *proxy* de melhor qualidade para as emissões da pecuária de corte.

Conforme mencionado, além dos desafios técnicos endereçados no parágrafo anterior, propostas de regulação do setor agropecuário no Brasil encontram forte resistência política. Deste modo, a inclusão do setor no escopo de regulação de um mercado de carbono no Brasil enfrentaria forte oposição, principalmente em um primeiro momento. Uma alternativa para suavizar resistências seria trabalhar um TPS ou instrumento de linha de base e crédito para o setor, no qual o MAPA definiria metas em termos de idade média de abate e adoção de tecnologias de produção e os frigoríficos cujo produto, em média, ficasse abaixo da meta gerariam créditos que seriam comprados por frigoríficos que ficassem acima da meta. Desse modo se gera um claro incentivo à adoção de práticas de baixa emissão no setor e, ao mesmo tempo, uma oportunidade de ganho para os produtores eficientes (The World Bank, 2020d).

Entretanto, apesar de haver alternativas para a implementação de sistemas regulados - como exposto acima -, é esperado que, ao menos no curto prazo, a participação do setor agropecuário se restrinja ao ambiente voluntário dos mercados de créditos de carbono.

iii) Florestas e outros usos da terra

O Brasil possui a maior extensão de florestas tropicais do mundo e aproximadamente 54% (463 milhões de hectares) de seu território possui alguma forma de cobertura florestal.¹²⁹ Só a Amazônia cobre cerca de 50% do território nacional.

A principal fonte de emissões do setor de florestas e outros usos da terra é o desmatamento, que está entre as principais fontes de emissão do País como um todo. O desmatamento é, também, o principal fator de variância das emissões nacionais. O caso da Amazônia ilustra bem a situação: entre 2004 e 2012, o desmatamento na Amazônia legal caiu cerca de 84%, de mais de 27 mil km² para 4.571 km². Desde então, o desmatamento subiu cerca de 120%, para mais de 10 mil km² em 2020.¹³⁰

Entretanto, como a maior parte desse desmatamento é de origem ilegal, um sistema regulado de precificação de carbono não teria grande efetividade em sua diminuição.¹³¹ Nesse caso, os sistemas de comando e controle para coibir atividades ilegais, com intensificação da fiscalização na região, devem ser a principal forma de combate à ilegalidade. Sendo assim, não é indicado

¹²⁹ (Brasil, 2016).

¹³⁰ http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5811

¹³¹ O Brasil possui um do Código florestal (Lei 12.651/2012) que está entre as leis florestais mais avançadas do mundo, inclusive estabelecendo percentuais de obrigação de manutenção de vegetação nativa em propriedades privadas, na forma de Reserva Legal (RL). O percentual e RL varia por bioma, chegando a 80% no bioma Amazônia. O desafio é o *enforcement* rigoroso das previsões legais e coerção de atividades ilegais.

que as emissões do setor de Florestas e outros usos do solo sejam incluídas no escopo regulado de um sistema de precificação de carbono.

Apesar de parte significativa das emissões do País (AFOLU) não se encaixarem prontamente no escopo de um SCE doméstico, ele poderia influenciar a redução de tais emissões?

Sim. Ainda que não se inclua no setor de AFOLU no escopo regulado, um mercado de carbono pode ter impacto sobre a mitigação de emissões no setor de ao menos três formas. Primeiro ao constituir uma importante fonte de demanda para os créditos de carbono gerados voluntariamente, algo essencial para o desenvolvimento deste mercado, que geraria incentivos a atividades como o reflorestamento. Segundo, ao melhorar a qualidade da informação e dos métodos empregados no País para o MRV de emissões e desenvolvimento de projetos, que dariam maior credibilidade aos créditos de carbono brasileiros. Terceiro, pela reciclagem de receitas, que pode ter parcela destinada, por exemplo, ao combate ao desmatamento ilegal.

Como observado em seções anteriores, os mercados regulados de carbono são uma importante fonte de demanda para os créditos de carbono gerados no ambiente voluntário, na medida em que aceitam tais créditos como compensação para conciliação regulatória. Na verdade, é esperado que sistemas regulados configurem a principal fonte de demanda por esses créditos no mundo.¹³² Exemplos do impacto da demanda por créditos de carbono de tais mercados vêm do MDL e do CORSIA. O SCE europeu (EU ETS), primeiro SCE do mundo, aceitou créditos de MDL brasileiros (não-florestais) durante suas primeiras fases de operação. A partir de 2012, passou a aceitar créditos apenas de *'least developed countries'* (LDC), secando uma importante fonte de demanda para os CERs do País. Isso, aliado à crise de 2008 – que reduziu os níveis de atividades emissoras, reduzindo as emissões de GEE e, por conseguinte, a demanda por créditos –, gerou um colapso de preços dos CERs brasileiros no mercado, o que afetou diversos projetos. Até hoje existem créditos *'encalhados'* no mercado. Por outro lado, o anúncio e comprometimento da aviação internacional com o CORSIA, que envolve metas de *offseting* de emissões da aviação internacional com créditos de carbono, aqueceu o mercado, gerou aumentos de preços e levou a novos ciclos de desenvolvimento de projetos, ainda que a atual pandemia tenha postergado a materialização de tal demanda. Na ausência de sistemas com obrigações regulatórias, a demanda por créditos de carbono nacionais pode se mostrar deveras limitada.

Além disso, ao implementar um mercado regulado de carbono, naturalmente haverá uma nova demanda regulatória por informações relativas a emissões e uma padronização de métodos a nível nacional – sejam métodos de monitoramento e relato de emissões ou padrões para a certificação e emissão de créditos de carbono usados como *offsets* no mercado regulado. Esse é um passo chave no desenvolvimento de iniciativas voluntárias brasileiras, que se beneficiariam de maior padronização em linha com as melhores práticas internacionais, dado que isso conferiria maior credibilidade aos créditos gerados e maior liquidez no mercado.

Por fim, uma última maneira pela qual um SCE doméstico pode afetar a redução de emissões em setores não regulados é por meio da reciclagem de receitas. É comum que parte das receitas de um SCE sejam destinadas a atividades específicas (*earmarked*) que reforcem reduções de

¹³² De fato, como nota CEBDS (2021), o volume transacionado no mercado voluntário no ano de 2019 foi de cerca de 1% do volume transacionado em mercados regulados naquele ano (104 MtCO₂e e 11 GtCO₂e, respectivamente). Em termos de valores, a diferença é ainda maior, dado que o preço médio nos mercados regulados é superior ao dos mercados voluntários.

emissões. No contexto brasileiro, um destino poderia ser a intensificação da fiscalização do desmatamento ilegal, por exemplo, ajudando a mitigar o problema.

Desse modo, fica claro que a regulação de um mercado de carbono doméstico poderia aquecer e propagar boas práticas no ambiente voluntário de geração de créditos de carbono, não apenas contribuindo para a mitigação de emissões nacionais a baixo custo, como nos deixando melhor preparados para participar e aproveitar as oportunidades do mercado internacional.

Os impactos de um mercado de carbono brasileiro sobre variáveis socioeconômicas chave segundo as estimações do Projeto PMR Brasil

Se já existem algumas evidências empíricas dos impactos econômicos, sociais e ambientais de SCEs implementados ao redor do mundo (como tratado na Seção 3.2.1), para o Brasil devemos nos basear em estimativas prospectivas. É provável que o mais completo estudo conduzido nesse tema no País tenha sido o Projeto PMR Brasil.

Buscando responder se seria viável e desejável ter um instrumento de precificação de carbono compondo a política climática nacional e quais características tal instrumento deveria ter para otimizar a relação entre o cumprimento de objetivos climáticos e o desenvolvimento socioeconômico, o PMR Brasil analisou os impactos de diferentes cenários regulatórios sobre variáveis socioeconômicas e regulatórias chave. A análise de impactos do projeto PMR Brasil foi centrada em um componente de modelagem integrada (The World Bank, 2020e) (centrado em um modelo de equilíbrio geral computável (CGE)) e uma análise de impacto regulatório (AIR) (The World Bank, 2020g).

As avaliações compararam diversos cenários de cumprimento da NDC brasileira. Cenários que continham SCEs, com diferentes escopos setoriais – desde apenas emissões industriais e energéticas, excluindo combustíveis líquidos como a gasolina e o diesel, até cenários de escopo amplo, estendendo a regulação inclusive para o setor pecuário – foram comparados a um cenário de referência, que não continha instrumentos de precificação de carbono, ampliando instrumentos regulatórios mais comuns em território nacional, como medidas de comando e controle. Destacam-se os seguintes resultados obtidos (The World Bank, 2020a):

- A significativa distância observada entre os cenários com SCE e o cenário de referência, tanto para os critérios respondidos pela modelagem, quanto pela AIR, o que sugere ser desejável ter um SCE compondo a política climática brasileira. Em 2030, os cenários com SCE tiveram:
 - maior crescimento do PIB, em média 2,25% superior;
 - menor desemprego, cerca de 1,3 p.p. menor;
 - maior taxa de investimento, mesmo com uma economia de CAPEX em mitigação para uma mesma meta climática de mais de R\$ 100 bilhões entre 2021-2030, o que evidencia a maior custo-efetividade do instrumento;
 - maior redução da pobreza, com maior evolução da renda real média e da parcela da renda nacional disponível dos 20% mais pobres da população;
 - do lado negativo, está a maior inflação, derivada da combinação entre maior nível de atividade e o componente de custo trazido pelo preço de carbono;
- O desempenho superior do cenário com escopo de regulação mais amplo;
- O papel fundamental e surpreendente que os offsets tiveram na simulação: mesmo nos cenários mais restritivos, a grande oferta de offsets de origem florestal a custos entre USD 5 e 9 foi capaz de manter os custos de conformidade totalmente sob controle. Com isso o preço do carbono estimado ficou pouco acima dos R\$ 25/tCO₂e;
- As receitas de mais de R\$ 2 bilhões para provedores de offsets, o que evidencia oportunidades de fomentar e destravar uma série de investimentos no país, ampliando o alcance do sinal de preços de carbono e, com isso, a eficiência da mitigação nacional como um todo.

Os resultados das estimativas do Projeto PMR Brasil sugerem que, se bem desenhado, um SCE doméstico pode ajudar no cumprimento custo-efetivo das metas climáticas nacionais, enquanto fomenta o desenvolvimento socioeconômico.

4.3 A inserção do País no mercado internacional de créditos de carbono: experiências nacionais, riscos, desafios e oportunidades

Os mercados internacionais de créditos de carbono que serão regulamentados no âmbito do Artigo 6 do Acordo de Paris representam uma grande oportunidade para o Brasil. O País detém um grande potencial de geração de tais créditos, podendo figurar entre os principais ofertantes do mercado que será estabelecido caso adote posicionamentos e estratégias que garantam credibilidade e, por conseguinte, liquidez a seus créditos no mercado internacional. Estimativas indicam que o comércio de créditos de carbono no âmbito do Artigo 6 do PA poderia chegar a US\$ 167 bilhões até 2030, obtendo o Brasil receitas líquidas de até US\$ 27 bilhões.¹³³ A inserção bem-sucedida em tais mercados poderia, portanto, atrair fluxos significativos de capital estrangeiro para o País, ajudando a financiar a transição para uma economia de baixo carbono.

O Brasil, por sinal, tem experiência com os mercados internacionais de créditos de carbono. O País foi um dos principais desenvolvedores de projetos de MDL no âmbito do Protocolo de Quioto¹³⁴, com mais de 300 projetos registrados no Conselho Executivo do mecanismo (terceiro maior globalmente) gerando reduções de emissões de mais de 300 MtCO₂e, sendo o quarto maior vendedor de CERs no mundo. Além disso, entes brasileiros também desenvolvem projetos utilizando padrões de certificação independentes, como o VCS. Além de acessar o mercado voluntário, tais desenvolvedores brasileiros têm a expectativa de acessar a demanda criada pelo CORSIA. Uma vez regulamentado o Artigo 6 do PA, é esperado que novos projetos migrem (ao menos em parte) para o padrão de certificação internacional instituído pela UNFCCC, de modo a também acessar a demanda internacional gerada por ele.

Sendo assim, o País tem boa experiência e já foi beneficiado pela atuação nos mercados internacionais de créditos de carbono. É de interesse do País que sua inserção nos mercados internacionais estabelecidos no âmbito do PA seja o mais bem-sucedida possível.

Além dos setores energético e de resíduos, que tiveram grande participação na geração de créditos brasileiros de MDL, os setores de AFOLU têm oportunidades interessantes nos mercados voluntários e internacionais de créditos de carbono.¹³⁵ No setor agropecuário, atividades sustentáveis como a adoção de sistemas integrados (integração lavoura pecuária floresta (ILPF)) e o aproveitamento de dejetos animais para a produção de biogás podem ser elegíveis para a geração de créditos de carbono. Tais créditos poderiam ser vendidos para empresas com compromissos voluntários de neutralidade de emissões, para aquelas reguladas por um potencial mercado doméstico de carbono ou internacionalmente, tanto para a compensação de agentes regulados por sistemas setoriais como o CORSIA, quanto no ambiente de comercialização internacional de créditos de carbono do Acordo de Paris, uma vez que este seja regulamentado. Para a inserção exitosa dos créditos do setor agropecuário no mercado internacional é necessária sua credibilização, com o desenvolvimento/adoção de metodologias de mensuração e monitoramento robustas e a rigorosa aplicação dos padrões de verificação e

¹³³ (IETA, 2019); (Piris-Cabezas, Lubowski, Schwartzman, Golub, & Keohane, 2016). Ainda que ambos os números tenham sido estimados antes da pandemia atual, apresentam uma ordem de grandeza associada aos volumes que potencialmente serão transacionados nesses mercados.

¹³⁴ (Bittencourt, Busch, & Cruz, 2019)

¹³⁵ Em 2018, pela primeira vez créditos de carbono oriundos de floresta e uso do solo passaram aqueles oriundos de energias renováveis em termos de volume de créditos transacionados no mercado, com 50,7 MtCO₂e no mundo, um crescimento de 264% em três anos (Seroa da Motta, 2020).

certificação internacionalmente reconhecidos no âmbito do PA, de modo a garantir a integridade ambiental do ativo. Isso os dará maior liquidez e valor.

O setor agropecuário brasileiro não é estranho aos mercados internacionais de carbono, dado que teve participação na comercialização dos créditos relativos ao Protocolo de Quioto, o MDL. Projetos de biogás a partir do aproveitamento de dejetos animais foram desenvolvidos e são uma alternativa interessante que poderia ser viabilizada em maior escala pela possibilidade de comércio de créditos de carbono. A atividade ainda teria impactos sinérgicos com o setor energético, dado que uma fonte estável de biogás para geração térmica poderia ajudar a solucionar problemas de intermitência decorrentes da maior penetração outras fontes renováveis, como a eólica e a solar.

No setor florestal, o Brasil tem grande potencial de oferta e vantagens competitivas significativas relacionadas à remoção de GEEs por sumidouros.¹³⁶ Os incentivos positivos promovidos pela remuneração de atividades de restauração da vegetação (aflorestamento e reflorestamento - A/R) a partir de créditos de carbono e, dependendo dos resultados das negociações do Artigo 6, até mesmo de atividades de conservação florestal, podem se somar aos incentivos gerados por instrumentos de pagamento por resultados, nos moldes do Fundo Amazônia. Isso ajudaria a monetizar tais atividades, as tornando mais economicamente viáveis. Essa interação é vista como chave para o destravamento de diversas atividades econômicas sustentáveis na região que hoje não conseguem se manter financeiramente, como as atividades de manejo sustentável.

Para atividades de restauração de vegetação (A/R) são gerados créditos de carbono relativos à remoção líquida de carbono que ocorre durante o período de crescimento da vegetação, relativo a uma linha de base em que o projeto de A/R não ocorre. Tais atividades foram aceitas no âmbito do MDL, com algumas condições especiais. Já para as atividades de conservação de vegetação e manejo sustentável, a emissão de créditos de carbono seria um pouco mais complexa, já que tais créditos seriam gerados a partir do potencial desmatamento evitado pela atividade de conservação, necessitando a definição de uma linha de base esperada para a área que seria desmatada na ausência da atividade de conservação em questão. Essa atividade não foi aceita para a geração de créditos de carbono no escopo do MDL.¹³⁷

Um desafio adicional para a geração de créditos de carbono de base florestal é a questão da permanência, isto é, como garantir que o hectare de floresta que baseou a geração do crédito de carbono não será desmatado/degradado e o que fazer caso ele o seja. No âmbito do MDL, a solução para a questão de não-permanência foi endereçada pela criação de modalidades de créditos de carbono temporários, os tCER ou ICER, que expiravam após certo tempo. Essa solução, apesar de viabilizar a geração de créditos de projetos florestais, gerou diversas restrições do lado da demanda, já que tais créditos não equivaliam exatamente aos demais CERs permanentes. Importantes fontes de demanda, como o EU ETS, informaram que não aceitariam créditos florestais. Com isso, houve redução do valor desses créditos e poucos projetos saíram do chão. Ainda que os primeiros créditos de MDL florestal no mundo (tCERs) tenham sido emitidos no Brasil - por um projeto em parceria com o Banco Mundial, que garantiu a compra dos créditos gerados por um de seus fundos - apenas três projetos florestais foram registrados

¹³⁶ Autores classificam tais ações como parte das Soluções Climáticas Naturais (NCS, sigla em inglês), vertente das Soluções Baseadas na Natureza (NbS, sigla em inglês), que são custo-efetivas no País (Seroa da Motta, Oportunidades e Barreiras no Financiamento de Soluções Baseadas na Natureza, 2020).

¹³⁷ (Marques, 2019).

no âmbito do MDL no País, gerando remoções de 2,4 MtCO₂e. Entretanto, é possível que o principal legado da atuação brasileira na questão florestal seja institucional, na medida em que liderou a inclusão de projetos florestais no escopo de projetos elegíveis no MDL e contribuiu para o desenvolvimento e aprovação multilateral de metodologias de geração de créditos florestais, gerando avanços nos parâmetros de MRV e prestação de contas (Marques, 2019).

Dentre as soluções aventadas por especialistas para lidar com o problema de não-permanência sem incorrer no problema de temporalidade dos créditos está a criação de um *buffer*, isto é, reservas com excedentes de créditos a serem acessados em caso de 'sinistro' em créditos já transacionados, dando maior segurança ao comprador.¹³⁸

Os créditos de carbono baseados em atividades de conservação florestal e manejo sustentável seriam gerados por um *framework* internacional conhecido como REDD+, em que 'REDD' significa 'Reduções de Emissões por Desmatamento e Degradação florestal' e o '+' simboliza o papel da conservação, do manejo sustentável das florestas e do aumento dos estoques de carbono florestais. Deste modo, o REDD+, desenvolvido no âmbito da UNFCCC, é um mecanismo criado com o objetivo de evitar as emissões de GEE associadas ao desmatamento de florestas, permitindo a remuneração daqueles que mantêm as florestas em pé. Até o momento, as metodologias de REDD+ aprovadas e em vigor no ambiente internacional ainda não estabelecem regras específicas para a geração de créditos de carbono em mecanismos internacionais, mas apenas para pagamentos por resultados (The World Bank, 2020h). Essa é, inclusive, a preferência indicada no Artigo 5 do PA, que regula o mecanismo de REDD+. ¹³⁹ Entretanto, essa é uma pauta que será debatida em Glasgow e, dependendo das negociações, o REDD+ poderia funcionar tanto para pagamento por resultados quanto para a geração de créditos de carbono.¹⁴⁰

O Brasil é pioneiro na implementação do REDD+ e há anos capta recursos internacionais com base nele. Entretanto, o recente crescimento do desmatamento em território nacional, afetado por cortes nos orçamentos dedicados à fiscalização e coerção de atividades de desmatamento, de desregulamentações ambientais e da atual crise econômica, coloca em risco a captação de recursos internacionais por meio do REDD+. Se no presente a situação já tem impactos expressivos sobre a captação de tais recursos - com a desmonetização de recursos do Fundo Amazônia por financiadores europeus -, no futuro isso pode se traduzir em perdas de bilhões de dólares, tanto em pagamentos por resultados quanto nos mercados internacionais de créditos de carbono, caso essa modalidade passe a ser aceita no arcabouço do PA. Atualmente, o governo brasileiro conduz o projeto Piloto Floresta+, focado em desenvolver o mercado e estratégias de REDD+ no Brasil, e a Lei 14.119/21, pendente de regulamentação, prevê, entre outros, o pagamento pelos serviços ambientais da conservação florestal..

Caso não se tomem ações contundentes que demonstrem seu comprometimento com o combate ao desmatamento e que se traduzam em resultados palpáveis de redução do desmatamento, é provável que o País não consiga acessar uma grande parte dos benefícios financeiros potenciais tanto da conservação quanto de A/R, principalmente por restrições de

¹³⁸ Apesar de ser a proposta mais popular para lidar com a não-permanência, a solução com o uso de *buffers* não é livre de críticas, como a questão de '*moral hazard*' associado ao sinistro intencional, isto é, o desmate intencional de áreas geradoras de créditos, que requer mecanismos auxiliares (Schneider, Michaelowa, Broekhoff, Espelage, & Siemons, 2019).

¹³⁹ (Seroa da Motta, 2020).

¹⁴⁰ Apesar de a primeira opção ter algumas vantagens, como a de limitar o *spillover* dos riscos associados à geração de créditos por desmatamento evitado para outros mercados.

países desenvolvidos comprometidos com a causa climática. A credibilidade dos créditos, com a aplicação de processos de certificação robustos que deem garantias de integridade ambiental, adicionalidade e permanência – i.e. que cada crédito gerado realmente represente 1tCO₂e evitada (ou removida) pelo projeto/atividade em questão, que tal mitigação não seria levada à cabo na ausência dele e que existam proteções e salvaguardas para evitar ou compensar eventuais ‘sinistros’ –, é essencial para que os créditos brasileiros consigam acessar todos os mercados internacionais, aumentando seu valor e liquidez.¹⁴¹

¹⁴¹ Estimativas apontam potenciais de até 2,4 GtCO₂e pela restauração de vegetação nativa em áreas com passivo legal e entre 2 e 8 GtCO₂e pelo desmatamento evitado em áreas com excedentes relativos ao código florestal, dependendo do nível de governança usado para estabelecer a linha de base (The World Bank, 2020h).

5. PROPOSTAS: AMBIENTE INTERNACIONAL E AÇÃO BRASILEIRA

“The purpose of this chapter is primarily expository and exploratory. Any proposal to resolve the global warming externality will face a seemingly overwhelming array of practical administrative obstacles and will need to overcome powerful vested interests”
(Weitzman, 2017)

As seções anteriores buscaram alinhar conhecimentos nos temas relativos à mudança do clima global e a precificação de carbono, apresentando: (i) o problema, suas causas e impactos; (ii) os desafios para lidar com o mesmo e a justificativa para a ação governamental no tema; (iii) as alternativas regulatórias e seus objetivos, apontando prós e contras e destacando os instrumentos de precificação de carbono, bem como suas diferentes modalidades; (iv) o histórico de ação no tema no Brasil e no mundo; e (v) a aplicação disso ao Brasil, salientando desafios, riscos e oportunidades. Já a presente seção é propositiva e apresenta, com base em uma visão normativa calcada na teoria econômica, uma visão positiva e aplicada do tema, tanto a nível global quanto – e principalmente – a nível nacional.

Primeiramente, apresenta-se uma proposta para a implementação de um sistema regulado de comércio de emissões no Brasil, ao estilo do que está em curso na Europa, na China e em outras jurisdições, abordando seus detalhes de desenho, arcabouço institucional, gargalos e aspectos legais. Em seguida, o artigo traz um debate relativo ao que seria desejável em termos de posicionamento do País no Artigo 6 do Acordo de Paris, que deve ditar as regras para o mercado internacional de créditos de carbono nos próximos anos. Por fim, apresenta-se proposta de ação multilateral para lidar com a mudança do clima global. Partindo de uma perspectiva teórica, discorre-se sobre o que seria necessário e ideal para endereçar o problema, que envolve, necessariamente, algum mecanismo de incentivos que gere compromissos comuns em um arcabouço cooperativo a nível internacional. Segundo, reconhecendo que tal solução é extremamente complexa, incerta e improvável no curto prazo, traz alternativa descentralizada para lidar com a situação nesse interim.

5.1 A implementação de um sistema de comércio de emissões no Brasil

A proposta apresentada abaixo visa a implementação de um Sistema de Comércio de Emissões no Brasil, já que esta opção confere flexibilidade aos agentes regulados e parece gozar de maior aceitação pública e viabilidade política do que a alternativa tributária. O SCE brasileiro teria implementação gradual, com uma primeira fase de operação focada no aprendizado dos agentes regulados, desenvolvimento de instituições e aprimoramentos informacionais, principalmente àqueles ligados ao MRV de emissões. Adicionalmente, teria mecanismos para garantir a competitividade internacional dos agentes regulados, para fomentar reduções de emissões em atividades não reguladas e para prover estabilidade regulatória, de modo a viabilizar investimentos de longo prazo.

A proposta é largamente baseada nos estudos e aprendizados do Projeto PMR Brasil¹⁴² – que, durante quatro anos, contou com a contribuição direta de cerca de noventa pesquisadores e especialistas, bem como com a contribuição de diversos de *stakeholders*, obtidos a partir de

¹⁴² Primordialmente em (The World Bank, 2020b); (The World Bank, 2018); (Partnership for Market Readiness Brasil, 2020); (The World Bank, 2020a), com insumos dos demais relatórios produzidos.

uma gama de consultas, seminários e workshops - e está em linha com a proposta apresentada pelo Centro Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS, 2021). De fato, seus elementos foram elaborados a partir de contribuições de diversos especialistas no tema e partes interessadas durante o Projeto PMR Brasil, de modo que o autor não reivindica propriedade intelectual sobre ela como um todo.

A proposta detalha e justifica as escolhas para os elementos de desenho do sistema, a forma de criação de criação do marco regulatório associado, o arcabouço institucional para a sua operação, entre outros. Ainda, leva em consideração elementos das realidades econômica, tecnológica, institucional e regulatória nacionais, mapeadas e analisadas durante estudos no País, bem como restrições identificadas à implementação de determinadas alternativas em uma primeira fase de operação do SCE. Inicia-se pela forma de criação do marco regulatório associado à implementação SCE nacional; em seguida, apresenta-se proposta de arcabouço institucional para a sua operação; após isso, todas as principais características de desenho do instrumento são detalhadas; e, por fim, apresentam-se demais recomendações e definições.

MARCO REGULATÓRIO	
PROPOSTA	O marco regulatório relativo à criação do SCE brasileiro seria instituído via Projeto de Lei, referenciando sua atuação ao escopo e objetivos da PNMC (Lei N° 12.187/2009). Caso ainda não se tenha estabelecido sistema de MRV organizacional de emissões mandatório e padronizado a nível nacional quando do estabelecimento do SCE, a mesma peça legal incluiria a criação de tal sistema. O PL representaria o arcabouço legal amplo relativo à criação do SCE nacional, devendo estabelecer as regras essenciais para a implementação e operação do sistema; definir os termos e nomenclaturas envolvidas, bem como os objetivos e escopo da regulação; estabelecer e/ou designar órgãos competentes, estabelecendo o arcabouço institucional para a governança e operação do sistema; definir as naturezas legal e tributária dos ativos de carbono transacionados no âmbito do SCE, bem como as modalidades de transação em si; definir as possíveis destinações para as receitas auferidas; determinar possíveis penalidades por não conformidade; definir mandatos para a regulamentação de características específicas e dinâmicas dos sistemas e os procedimentos para a revisão e atualização de regras e parâmetros do sistema ao longo de suas fases de operação. Um Decreto regulamentaria o sistema de MRV criado pela Lei anterior, elaborando as demais regras, parâmetros e procedimentos necessários para a operação do sistema. A instituição responsável pelo Sistema de MRV, cujo mandato foi designado no PL, seria responsável pela elaboração do Decreto. O sistema de MRV deve, naturalmente, ser compatível com os requerimentos do SCE. Um outro Decreto regulamentaria o SCE criado na Lei anterior, elaborando as demais regras, parâmetros e procedimentos necessários para a operação do sistema. A instituição responsável pelo SCE, cujo mandato foi designado no PL, seria responsável pela elaboração do Decreto.
JUSTIFICATIVA	A proposta se baseia nas análises de (Partnership for Market Readiness Brasil, 2020), que sugerem que a regulamentação via Decreto do MBRE, previsto no Artigo 9° da Lei 12.187/2009, não serviria aos propósitos de um SCE mandatório doméstico, como se observou na seção 4. Sendo assim, sugere-se que o instrumento legal mais apropriado para a instituição do SCE nacional seria um Projeto de Lei, a ser aprovado nas duas casas do

	Congresso Nacional e sancionado pelo(a) Presidente da República quando da tramitação da Lei. Tal processo não só atende às necessidades legais presentes como daria maior legitimidade e resiliência ao sistema. Entretanto, em linha com a diretriz de implementação gradual do sistema, é esperado que regras e parâmetros ligados à operação do SCE sejam atualizados periodicamente ao longo de sua operação, particularmente entre as fases de operação do sistema, de acordos com critérios técnicos. Isso é prática comum nos SCEs em operação no mundo: a alocação de permissões, a ambição do sistema e o escopo total regulado são apenas alguns dos exemplos de características do sistema que são comumente atualizadas entre as fases de operação. Sendo assim, recomenda-se tais aspectos técnicos que demandam maior flexibilidade dinâmica sejam definidos por Decreto, um instrumento legal mais flexível. Dessa forma, o PL constituiria a espinha dorsal da regulação, estabelecendo suas principais características, além de regras e mandatos de órgãos competentes para a regulamentação posterior e atualização das características mais específicas do sistema. Tais órgãos, então, regulamentariam e atualizariam as regras do sistema.
--	---

Tendo estabelecido a forma de criação do marco regulatório, cabe definir as instituições responsáveis pela regulação e operação do SCE.

ARCAPOUÇO INSTITUCIONAL	
PROPOSTA	Inspirado em (Partnership for Market Readiness Brasil, 2020), o modelo institucional proposto é ancorado na administração pública, com participação privada em atividades de revisão e suporte técnico à tomada de decisão, verificação de inventários de GEE e planos de monitoramento, operação de plataforma de transações do mercado e, naturalmente, no papel de entes regulados pelo SCE. ▣ Comitê interministerial: o comitê seria responsável pela supervisão, revisão e coordenação macro do sistema (visão estrutural e estratégica). É ideal que todos os ministérios relevantes ao tema ou ligados aos agentes regulados tenham assento no comitê. Sugere-se que o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) ou instância equivalente acumule esse papel; ▣ Órgão assessor: uma associação privada formada por representantes dos agentes regulados (associações setoriais), membros da academia e organizações da sociedade civil, prestaria suporte técnico e tomaria parte em determinadas reuniões do Comitê interministerial, provendo críticas e sugestões para a operação e revisão do SCE; ▣ Órgão regulador: a um dos órgãos membro do Comitê deve ser atribuído o papel de regulador do sistema. Tal órgão deteria capacidades técnicas e recursos humanos para coordenar e fiscalizar as operações cotidianas do sistema, sendo responsável pela aplicação da regulação em si. Seriam de responsabilidade do órgão regulador aspectos como: a emissão de permissões de emissão, a alocação das permissões, incluindo o planejamento dos leilões, a gestão da plataforma de registro das permissões de emissão, a fiscalização e verificação de cumprimento da regulação, a aplicação de penalizações, a gestão do fundo com as receitas do

	sistema, o monitoramento do mercado secundário. Ademais, fica a cargo do órgão regulador a proposta inicial de atualização de regras e parâmetros do sistema entre suas fases de operação, a ser debatida em reuniões amplas do Comitê interministerial. Sugere-se que o papel de órgão regulador seja atribuído ao Ministério da Economia (ME), ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), ou que seja criada agência reguladora dedicada a tal papel; ■ Órgão responsável pelo MRV: o órgão responsável pela gestão das informações relativas às emissões de GEE dos agentes regulados, isto é, dos inventários organizacionais de GEE, ficaria encarregado de receber e validar os planos de monitoramento de emissões dos agentes regulados e, anualmente, os relatos verificados de emissões. Sendo assim, tal órgão – que também deve ser membro do Comitê – será responsável pelo sistema de registro de emissões, gerindo a informação do sistema e a fornecendo ao órgão regulador. Sugere-se que o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), responsável pelo Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), seja responsável pelo sistema de MRV nacional. ■ Plataforma de operações: plataforma para as transações no mercado secundário. Poderá ser qualquer mercado regulamentado e autorizado pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) para tanto. A plataforma deverá gerir e disponibilizar o registro de transações ao órgão regulador. ■ Órgão acreditador: órgão governamental com capacidade técnica para acreditação dos verificadores de inventários de emissões privados. Sugere-se que o INMETRO tenha essa atribuição. ■ Agente verificador: entidade privada contratada pelo agente regulado e acreditada pelo órgão acreditador para verificação das informações de emissões reportadas pelo agente regulado. ■ Agente regulado: agentes que deverão estar em conformidade com as regras do sistema.
JUSTIFICATIVA	O arcabouço institucional sugerido é ancorado na administração pública – o que é importante para viabilizar a aplicação de penalizações por não conformidade –, mas prevê participação privada, diretamente ligada ao órgão supervisor e decisor do sistema, o Comitê interministerial. Em tal comitê se dará a participação ampla de todos os órgãos de governo associados ao sistema, bem como de representantes dos agentes regulados, academia e sociedade civil, a partir de interações periódicas (reuniões) com participação do órgão assessor. A escolha por órgãos já estabelecidos que poderiam cumprir os papéis designados – ainda que possa ser necessário o fortalecimento de capacidades e recursos, sobretudo humanos – busca simplificar a implementação, reduzindo o esforço regulatório. Neste contexto, a escolha do já estabelecido CIM como Comitê interministerial do SCE é natural, dado que o SCE estaria alinhado à PNMC e o CIM já cumpre papéis similares. Já a função de órgão regulador, que envolve um número maior de funções novas e um dispêndio maior de recursos humanos, exigiria ao menos um fortalecimento significativo de capacidades de órgãos existentes, sendo justificável a criação de Coordenação-Geral dedicada à operação do sistema. O MMA, por ter papel histórico na política climática nacional, ou o ME, por se tratar de um instrumento econômico com potencial geração de receitas,

são opções. Ainda, uma opção mais completa, porém menos econômica, seria a criação de agência reguladora em regime de autarquia especial, como sugerido por CEBDS (2021).

No que tange ao órgão responsável pelo sistema de MRV de emissões, o MCTI, responsável pelo monitoramento das emissões de GEE nacionais no âmbito do SIRENE, possui as capacidades institucionais e técnicas para a implementação do MRV citado, as quais devem ser fortalecidas no caso de implementação do SCE. A iniciativa 'Inventários Organizacionais', no âmbito do Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono (CTIBC), poderia ser adaptada para tal.

Por fim, o INMETRO é alternativa natural para a acreditação de verificadores de emissões, já que não é estranho ao papel de acreditação e gere normas relativas à emissão de GEEs.

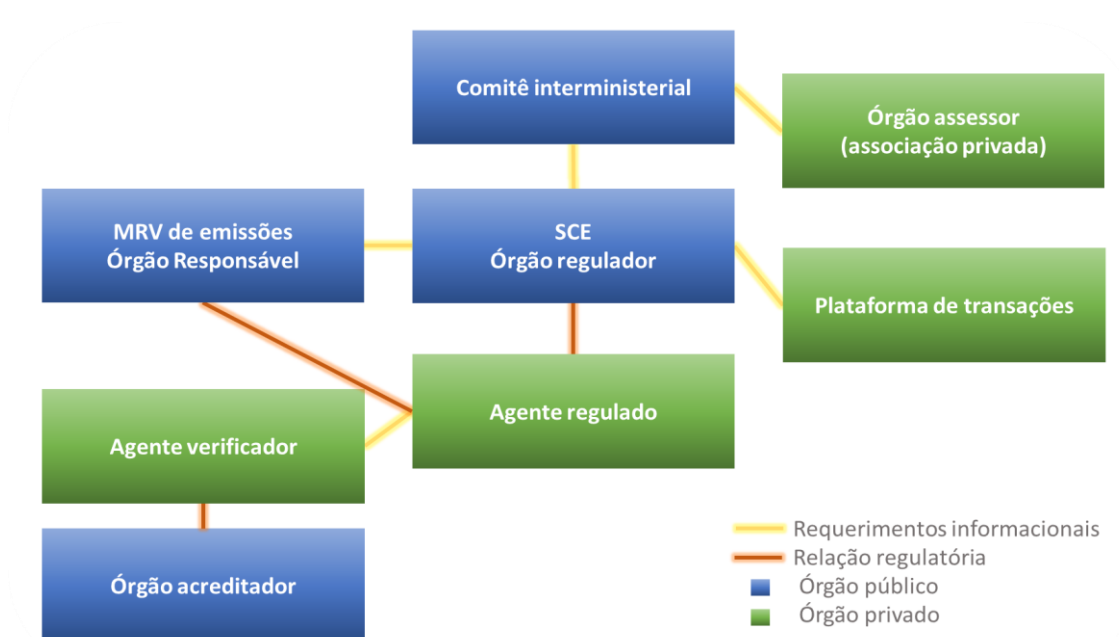


Figura 7: Proposta de arcabouço institucional relativo ao SCE brasileiro (elaboração própria com base em (Partnership for Market Readiness Brasil, 2020).

As características que definem o SCE proposto em sua primeira fase, isto é, os elementos de desenho da regulação, são detalhados abaixo, bem como justificativas para as escolhas feitas. O exposto é largamente baseado nos estudos e propostas do projeto PMR Brasil, que indicam que as características propostas se adaptariam às realidades setoriais nacionais (econômica, regulatória, institucional e tecnológica), sendo tanto implementáveis quanto eficazes em seu objetivo. Recomendações para a evolução do instrumento em fases seguintes são apresentadas em seguida. As características também estão em grande parte alinhadas ao proposto em CEBDS (2021) e às melhores práticas internacionais identificadas nos relatórios do Banco Mundial.¹⁴³

¹⁴³ <https://www.thepmr.org/content/technical-notes-and-guidance-documents>

ELEMENTO DE DESENHO	PROPOSTA PARA A PRIMEIRA FASE DE UM SCE NACIONAL
REGRAS DE MRV	Proposta: O órgão responsável (MCTI) definirá regras e parâmetros padronizados para o MRV de emissões organizacionais de GEE no Brasil. Com base nisso, os agentes regulados deverão enviar planos de monitoramento de emissões, verificados por terceira parte, para validação. Os agentes verificadores serão entes privados acreditados pelo órgão acreditador (INMETRO), com a função de garantir a credibilidade dos dados reportados. O relato de emissões será anual para todos os agentes regulados, com verificação por terceira parte. Fiscalização por amostragem será conduzida. O sistema de MRV deve estar operacional ao menos um ano antes da implementação do SCE, de modo a gerar os dados de ano-base do sistema. <i>Justificativa:</i> A proposta de monitoramento e relato segue as melhores práticas internacionais. A verificação é aspecto chave para a garantia de credibilidade dos dados e, com isso, a aplicação bem-sucedida do SCE.
ESCOPO DA REGULAÇÃO	○ Setorial: Na fase inicial, propõe-se a regulação dos principais emissores do setor industrial. <i>Justificativa:</i> setor para o qual a regulação seria mais prontamente aplicável, já que análises indicam que a experiência internacional se aplica bem ao caso brasileiro. ○ Gases: CO₂, N₂O, CH₄. <i>Justificativa:</i> representam os principais gases emitidos pelo setor industrial. ○ Fontes: emissões de Escopo 1 (diretas) da combustão estacionária industrial e de processos industriais. <i>Justificativa:</i> representam as principais fontes de emissão do setor industrial e contam com métodos de mensuração e monitoramento bem desenvolvidos. ○ Limiares: Estabelecimentos industriais com emissões anuais acima de 40ktCO₂e.¹⁴⁴ <i>Justificativa:</i> com o objetivo de abranger a maior proporção de emissões regulando o menor número de agentes possível, é comum se estabelecer limiares de emissão para regulação tendo em vista a estrutura de cada setor. Análises anteriores sugerem que limiares entre 25 e 50ktCO₂e se aplicariam à realidade industrial brasileira.
PONTO DE REGULAÇÃO	Proposta: A regulação será aplicada a nível de estabelecimento industrial. <i>Justificativa:</i> A decisão de regular upstream, downstream ou midstream depende do custo regulatório de cada opção e da transmissão de incentivos na cadeia produtiva. No caso das emissões do setor industrial, seja da combustão estacionária ou de processos industriais, a experiência internacional mostra que é possível regular o ponto de emissão (midstream), que representa a alternativa mais eficaz.
CAP / AMBICÃO	Proposta: O cap dependerá do escopo total regulado (volume de emissões cobertas) e da ambição de mitigação do sistema (fator de redução anual). Sugere-se um fator de redução agregado na primeira fase de 1% ao ano.

¹⁴⁴ Adicionalmente, indica-se o relato de emissões para agentes econômicos da indústria com emissão anual acima de 25ktCO₂e, mesmo que sem necessidade de verificação.

	<i>Justificativa: Por se tratar de fase inicial de aprendizado em um sistema com implementação gradual, indica-se uma baixa ambição de mitigação na primeira fase, a ser aumentada em fases posteriores.</i>
ALOCÇÃO DE PERMISSÕES	Proposta: Alocação gratuita baseada nas emissões históricas em ano base (<i>grandparenting</i>) de 80% das permissões por agente regulado, complementada por leilões periódicos. Os leilões terão restrição de compra por agente regulado para evitar comportamentos monopolistas/manipulativos no mercado, restrito a uma proporção das permissões leiloadas relacionada (um múltiplo de) à proporção das emissões do agente nas emissões agregadas. <i>Justificativa: A falta da informação necessária para aplicação de alocação baseada em indicadores de eficiência (<i>benchmarking</i>) justifica a alocação baseada em <i>Grandparenting</i> nessa primeira fase. Tanto a generosa parcela de alocação gratuita quanto a manutenção de certa parcela a ser leiloadas se justificam por se tratar de uma fase de aprendizado.</i>
PROTEÇÃO À COMPETITIVIDADE ADICIONAL	Proposta: Além da alocação gratuita original, sugere-se 20% de alocação gratuita adicional para setores em risco de competitividade (EITE – intensivos em emissões e expostos ao comércio internacional). O setor seria definido como EITE se: custo de controle¹⁴⁵ > 5% do custo de produção ou intensidade de comércio¹⁴⁶ > 15% ou a combinação > 16% (ex. 4% e 13%). <i>Justificativa: Com a alocação adicional por risco de competitividade, a alocação gratuita para agentes regulados sob risco de competitividade chega a 100% na primeira fase, mitigando preocupações em relação à competitividade dos regulados nessa fase de aprendizado. Os critérios para a alocação adicional seguem as melhores práticas internacionais.</i>
FLEXIBILIDADE TEMPORAL	Proposta: O <i>banking</i> de permissões de emissão (utilização de permissões excedentes do período atual em períodos futuros) seria aceito, limitado a 10% das emissões conciliadas entre os ciclos de cumprimento e 1% entre a fase inicial de operação do sistema e a subsequente. O <i>borrowing</i> não seria aceito. <i>Justificativa: O <i>banking</i> é visto como um mecanismo de flexibilidade que previne colapsos de preços ao fim de ciclos de cumprimento e permite aos agentes carregar permissões entre fases, proporcionando um melhor ajuste intertemporal. O baixo percentual de <i>banking</i> entre fases de operação se deve ao fato da primeira fase ter ambição modesta, devendo seu aumento em fases seguintes. Já o <i>borrowing</i> é tido a evitar penalizações por não conformidade, reduzindo os incentivos ao cumprimento da regulação.</i>
PERÍODO DE COMPROMISSO	Proposta: A primeira fase de operação teria entre 2 e 3 anos, focada no aprendizado, desenvolvimento de capacidades e instituições e aperfeiçoamento de dados e informações, em particular àquelas relativas ao sistema de MRV. Recomenda-se que as fases seguintes sejam alinhadas aos períodos de compromisso da NDC. Já os períodos de conciliação e verificação de conformidade seriam anuais. <i>Justificativa: Como um dos instrumentos da política climática brasileira, o SCE comporá a estratégia de cumprimento da NDC do País. Sendo assim, é indicado que as fases de operação estejam alinhadas aos períodos de cumprimento da</i>

¹⁴⁵ Refere-se ao custo conformidade com a regulação. Alternativamente, pode-se estabelecer um parâmetro de intensidade de emissões da produção.

¹⁴⁶ Refere-se à soma dos valores exportados e importados sobre o valor da produção do setor.

	<i>NDC. Já a verificação de conformidade (ciclos de cumprimento) seria anual, em linha com os reportes de MRV e como é feito em experiências internacionais, como o EU ETS.</i>
USO DE OFFSETS	Proposta: Será autorizada a conciliação de até 20% das emissões por agente regulado com uso de créditos de compensação (offsets) de projetos verificados em atividades não reguladas. <i>Justificativa:</i> O uso de offsets flexibiliza a conciliação de emissões dos agentes regulados, reduzindo os custos de conformidade, enquanto estimula medidas de mitigação em atividades não reguladas, ampliando o alcance do sinal de preços de carbono e, com isso, aumentando a eficiência do sistema. O grande papel dos offsets para o mercado brasileiro foi demonstrado nas análises do projeto PMR Brasil. A grande questão é garantir a credibilidade dos créditos gerados – que tenham integridade ambiental e representem 1tCO₂e mitigado/removido de modo a permitir a fungibilidade no mercado –, algo que deve ser garantido pela aplicação de métodos robustos para geração dos créditos e a verificação por terceira parte. O limite de 20% fica acima do normalmente aceito na experiência internacional, mas se justifica numa fase de aprendizado em uma conjuntura nacional com tamanho potencial para tais ativos, devendo ser reavaliado entre as fases de operação do sistema.
MECANISMO DE ESTABILIZAÇÃO DE PREÇOS	Proposta: O mecanismo de estabilização de preços buscaria mantê-los em determinado corredor. O mecanismo funcionaria por meio de restrição/injeção de oferta via leilões de permissões de emissão, a partir de gatilhos de preços. A partir da experiência internacional, e particularmente a experiência em países em desenvolvimento, recomenda-se que os gatilhos sejam definidos em R\$ 10/tCO₂e e R\$ 50/tCO₂e na fase inicial. Limiar inferior: os leilões de permissões teriam piso de preço estabelecido no limiar inferior e os leilões de permissão seriam cancelados caso os preços de mercado caíam abaixo deste limiar, sendo retomados apenas quando tais preços reagirem. Limiar superior: Uma reserva de estabilidade de mercado (REM) com o equivalente a 5% das permissões anuais do sistema será estabelecida. Caso os preços de mercado atinjam o limiar superior, um leilão será antecipado, com oferta acrescida de metade das permissões da REM. A parte não usada da REM ao final de um ciclo será cancelada e uma nova REM será estabelecida para o próximo ciclo.¹⁴⁷ <i>Justificativa:</i> A adoção de mecanismo de estabilização para evitar picos e colapsos de preços dá maior previsibilidade aos agentes para realizar investimentos de longo prazo. Sendo assim, é boa prática identificada adotar ‘pisos’ e/ou ‘tetos’ de preços em SCEs. O mecanismo recomendado não é rígido, no sentido de que busca atuar a partir da alteração da relação oferta/demanda de permissões e não com o controle de preços em si.
PENALIZAÇÃO	Proposta: A penalização por não-conformidade seria a uma multa financeira equivalente ao montante descoberto vezes o valor de fechamento do mercado, acrescida da obrigação de entrega de uma permissão de emissão por tCO₂e não coberta no ciclo seguinte. A multa pela falta ou falsidade no relato de emissões seria de valor fixo, dobrando em caso de reincidência. Há ainda a possibilidade de aplicação da lei de crimes ambientais.

¹⁴⁷ Uma alternativa para maior comprometimento com o corredor de preços seria a compra de permissões pelo regulador ao preço piso e a venda de permissões ao preço teto.

	<i>Justificativa: As penalizações por não-conformidade e relato incorreto são necessárias para garantir o claro incentivo ao cumprimento da regulação e adotadas em todos os SCEs no mundo. As penalizações devem gerar claro ônus em relação ao cumprimento da regulação, de forma a constituir incentivo substancial à conformidade.</i>
DESTINAÇÃO DAS RECEITAS	Proposta: Recomenda-se a criação de um fundo, ou de conta específica em fundo existente, para administração das receitas do SCE. As possíveis destinações para alocação do fundo deverão ser especificadas na peça legal de criação do SCE.¹⁴⁸ Na primeira fase, na qual as receitas devem ser limitadas, sugere-se destinação única para, por exemplo, assistência aos setores regulados por meio de fomento a ações de inovação e adoção de tecnologias de baixo carbono, algo que daria maior viabilidade política ao instrumento. Além disso, antes da destinação das receitas para a(s) alternativa(s) definida(s), seriam recolhidos recursos necessários para custear a operação do sistema. <i>Justificativa: A flexibilidade na reciclagem das receitas é uma das vantagens do SCE. As destinações podem ser diversas, em diferentes proporções, que podem, inclusive, variar dinamicamente conforme as prioridades nacionais entre as fases do sistema, dependendo de como se desenhar o mecanismo. Na primeira fase do SCE doméstico proposto, na qual a parcela de alocação gratuita variaria de 80% a 100%, entretanto, o montante de receitas auferido deve ser módico. Sendo assim, se recomenda destinação única nessa fase e, por se tratar de uma fase de aprendizado, a reciclagem poderia servir à inovação e adoção de tecnologias de baixo carbono em setores regulados.</i>
INDICAÇÕES PARA FASES POSTERIORES	Proposta: Entre as fases de operação do sistema, alguns de seus detalhes de desenho seriam atualizados por Decreto, em linha com o gradualismo preconizado na implementação do instrumento. Sugere-se que: ○ Aumente-se gradualmente a penalização por não conformidade, chegando a dobrar o valor da multa financeira, mantendo a obrigação de entrega das permissões descobertas na fase seguinte; ○ Reavalie-se o percentual de offsets aceito para conciliação de obrigações à luz da experiência obtida; ○ Reavalie-se o escopo regulado,¹⁴⁹ buscando oportunidades de ampliação, tanto a partir da inclusão de outras atividades ou fontes quanto pela queda do limiar de participação; ○ Aumente-se a ambição de redução de emissões do sistema, por meio do aumento do fator de redução anual; ○ Reavalie-se o método de alocação de permissões e proteção à competitividade. Dependendo da evolução da adoção de CBAMs e isenções de exportações no mundo, em particular da atual proposta europeia, recomenda-se adotar tais instrumentos para proteger a

¹⁴⁸ Na experiência internacional tais receitas são destinadas a diversos fins, dentre eles: (i) Assistência aos setores regulados: fomento a ações de inovação e adoção em tecnologias de baixo carbono; (ii) desonerações tributárias: opção que busca ganhos de eficiência, aproveitando oportunidade de duplo dividendo ao desonerar cargas de tributos mais distorsivos - a desoneração de tributo sobre o trabalho (INSS), testada no PMR, fomentaria a queda do desemprego e a formalização do trabalho; (iii) transferências para famílias de baixa renda: a fim de combater a pobreza, parte das receitas poderiam ser destinadas à parcela mais pobre da população, via acréscimos discriminados no Bolsa Família, por exemplo; (iv) orçamento geral da União: dá maior flexibilidade ao estado para definir o que fazer com os recursos, porém com menor transparência. Além disso, tendo em vista a relevância do desmatamento ilegal nas emissões nacionais, uma destinação plausível para o País seria (v) o fortalecimento das ações de fiscalização e combate do desmatamento ilegal.

¹⁴⁹ Cenários com escopos de regulação mais amplos tiveram melhores avaliações na Análise de Impactos Projeto PMR Brasil (Modelagem (The World Bank, 2020e) e AIR (The World Bank, 2020g)).

	competitividade dos produtos nacionais nos mercados externo e doméstico, fazendo a alocação de permissões por leilão. Caso não haja clareza sobre tais instrumentos de fronteira, recomenda-se que buscar implementar a alocação gratuita por benchmarking (e não <i>grandparenting</i>), com aumentos graduais na proporção de permissões leiloadas; ○ Reavalie-se os percentuais de banking aceitos. ○ Reajuste-se o corredor de preços almejado pelo mercado, em linha com a inflação do período e o aumento de ambição do SCE; ○ Reavalie-se as parcelas e destinações das receitas do SCE, buscando melhorias de eficiência e/ou sinergias com outras pautas prioritárias no País (ex. queda do desmatamento e redução da pobreza). <i>Justificativa: Em linha com a experiência internacional e com o gradualismo na implementação do sistema, é esperado que se ajuste regras e parâmetros dinamicamente durante a operação do SCE, buscando sobretudo (i) aumentar a ambição do sistema e seu escopo, bem como (ii) corrigir algumas questões com base na experiência de implementação. Os pontos referentes à penalização, escopo regulado, ambição e corredor de preços dizem respeito a (i), enquanto aqueles relativos aos offsets e a reciclagem de receitas dizem respeito a (ii) e a alocação de permissões e proteção à competitividade diz respeito a ambos. Todas as recomendações estão em linha com as melhores práticas globais.</i>
--	--

Por fim, resta definir questões relativas à natureza jurídica e tributária dos ativos transacionados no âmbito do SCE brasileiro, bem como propor ajustes em instrumentos de política vigentes que promovam maior harmonização do arcabouço regulatório nacional. Análises indicam que a natureza jurídica do ativo ‘permissão de emissão’ não se enquadra nas definições de valor mobiliário, bem tangível e derivativo, e seu enquadramento como *commodity* parece precipitada enquanto não se finalizarem as negociações em torno do Artigo 6 do Acordo de Paris. Duas definições parecem possíveis: títulos representativos de ativos/bens intangíveis - uma vez que são títulos que corporificam um direito de emitir os gases de efeito estufa - ou ativo financeiro – na hipótese de escrituração por instituição financeira.¹⁵⁰ A proposta substitutiva do PL 528/2021 classifica os ativos (permissão de emissão e crédito de compensação) como bens intangíveis. O autor segue essa proposta, sugerindo a **classificação como bens intangíveis**.

Já em relação à natureza tributária, sugere-se regime de tributação especial no qual os ganhos auferidos na alienação de permissões de emissão e créditos de compensação no mercado secundário **serão tributados com alíquota de 10% com base no regime de ganhos líquidos**, sendo isentos de demais tributações. O regime de tributação especial reforça o caráter *suus generis* dos ativos transacionados no SCE brasileiro.

No que tange aos ajustes em instrumentos de política vigentes, a análise de interações entre instrumentos do Projeto PMR Brasil gerou algumas sugestões para mitigar relações contraproducentes e reforçar relações sinérgicas e, desta forma, tornar mais harmônico o arcabouço regulatório nacional. Destaca-se:¹⁵¹ Adoção do formato “*feebate*” no programa ROTA 2030, a partir de um *benchmark* de eficiência no consumo de combustíveis; Abertura e adoção de Tarifas dinâmicas no mercado cativo de Energia elétrica; Remoção gradual dos subsídios do REPENEC e REPEX; *Phasing-out* dos subsídios ao carvão mineral; Inclusão de critérios de

¹⁵⁰ (Partnership for Market Readiness Brasil, 2020)

¹⁵¹ (The World Bank, 2020b).

elegibilidade por adoção de práticas de Baixo Carbono no crédito rural e melhora das condições do seguro rural para práticas de Baixo carbono; Aumento dos incentivos a P&D em tecnologias de baixo carbono; Intensificação nos planos de monitoramento, fiscalização e combate ao desmatamento.

Apesar de o instrumento proposto inicialmente cobrir parcela módica das emissões de GEE nacionais (inferior a 15%), como colocado na Seção 4, existem diversos efeitos e co-benefícios derivados de sua implementação. O SCE brasileiro auxiliaria no desenvolvimento institucional, de capacidades e informações que serão de suma importância tanto para a transição do país para uma economia de baixo carbono quanto para sua atuação no mercado internacional, em um ambiente em que, cada vez mais, questões climáticas devem influir em pautas comerciais. Além disso, o desenho proposto promove a mobilização de outros setores, fomentando o desenvolvimento e a adoção de práticas e tecnologias de baixo carbono na economia brasileira como um todo, em adição à redução custo-efetiva de emissões entre os agentes regulados. Esses aspectos são particularmente relevantes em quando se observa que, em uma NDC *economy-wide*, contribuições são esperadas de todos os setores econômicos nacionais e serão cruciais para o cumprimento da meta de longo prazo de neutralidade carbônica. Por fim, o instrumento promove uma concreta sinalização de preços para a economia brasileira, alterando os preços relativos em favor de itens menos carbono intensivos e, assim, incentivando escolhas – seja de consumo, tecnologias ou investimentos – mais consistentes com a transição para uma economia de baixo carbono.

Com a configuração apresentada, espera-se que o instrumento ajude o País não apenas a cumprir com seus objetivos climáticos, mas também a se posicionar estrategicamente para melhor aproveitar as oportunidades que serão criadas em virtude de nossas características nacionais – que deverão cada vez mais gerar vantagens competitivas para a economia brasileira. A implementação gradual combinada aos mecanismos de flexibilidade, proteção da competitividade e estabilização de mercado devem prevenir impactos negativos sobre a competitividade dos agentes regulados, enquanto fomentam reduções de emissões, viabilizam investimentos de longo prazo e destravam investimentos em mitigação em atividades não reguladas. Além disso, um SCE doméstico contribuiria para a pauta de integração internacional do país, fortaleceria sua posição nas negociações multilaterais e facilitaria sua inserção nos mercados internacionais de carbono no âmbito do Acordo de Paris, atraindo fluxos de investimentos para o Brasil. Sendo assim, o instrumento proposto contribuiria para viabilizar a transição gradual para uma economia de carbono neutra, enquanto fortalece a competitividade e fomenta o desenvolvimento nacional.

5.2 Posicionamento brasileiro relativo ao artigo 6 do Acordo de Paris

Como mencionado anteriormente, os mercados internacionais que serão desenvolvidos no âmbito do Artigo 6 do PA representam uma grande oportunidade para o Brasil. O País possui grande potencial de geração de créditos de carbono a custos relativamente baixos, com destaque para os créditos advindos do setor de AFOLU. Sendo assim, a participação nos mecanismos do Artigo 6 do PA podem ajudar a tangibilizar as vantagens competitivas do Brasil na agenda climática, atraindo fluxos de capitais e investimentos estrangeiros para o País.

Entretanto, dependendo do posicionamento do País em Glasgow, existe o risco de ‘ficarmos para trás’ e cada vez mais isolados no tema, sem consenso no Artigo 6 e com restrições significativas relativas a potenciais compradores para os ativos de carbono brasileiros. Sendo

assim, apresentam-se abaixo propostas justificadas para o posicionamento do Brasil nas negociações em torno do Artigo 6 do PA, que buscam mitigar riscos e potencializar oportunidades do País nos mercados internacionais de créditos de carbono.

Uma primeira recomendação é que o Brasil se posicione favoravelmente aos ajustes correspondentes de NDC nas transações internacionais do Artigo 6. Isso é essencial para a integridade climática das transações, evitando a dupla contagem de reduções de emissão – pelo país vendedor e o comprador. O Artigo 6 provavelmente não será consensuado sem os ajustes correspondentes e, mesmo que fosse, permitir a venda de créditos sem ajustes correspondentes implicaria em restringir as principais fontes de demanda por tais créditos – ou seja, excluindo a dos países desenvolvidos que aderiram ou devem aderir aos Princípios de San Jose –, gerando um alto deságio e iliquidez para a venda dos créditos do País. Ademais, como notam Instituto Clima e Sociedade (2021) e Seroa da Motta (2021), mesmo com os ajustes correspondentes, a venda de ativos de carbono no mercado internacional trará benefícios ao país vendedor, já que o esforço de mitigação será financiado por recursos internacionais, gerando investimentos, emprego e renda ao país hospedeiro sem custos para a sua população.

Um outro ponto defendido por alguns países é que projetos no âmbito do Artigo 6.4 originários de setores/gases não cobertos na NDC do país hospedeiro não deveriam estar sujeitos aos ajustes correspondentes. Nem o Brasil – por ter uma NDC *economy-wide* –, nem o clima global – que teria reduções de emissão sendo contabilizadas em dois inventários nacionais –, tem nada a ganhar com isso. Tal prática gera incentivos perversos para a não ampliação (ou restrição) de escopo das NDCs nacionais nos processos periódicos de revisão e poderá gerar vazamentos de carbono intersetoriais. Sendo assim, **recomenda-se que o Brasil passe a se posicionar contra essa proposta.**

Em consonância com estes dois primeiros pontos, recomenda-se que o Brasil adira ao Princípios de San Jose¹⁵². Aderindo a tais princípios, o Brasil, por ter uma NDC ambiciosa a *economy-wide*,¹⁵³ deve experimentar um expressivo aumento da liquidez de seus créditos de carbono no mercado internacional, com aumento no valor dos mesmos, o que gera maiores benefícios ao País. **A adesão envolveria, entretanto, estar de acordo com o não carregamento das unidades de Quioto (os CERs brasileiros ainda no mercado) para o arcabouço de Paris.** Esse é um ponto mais controverso, mas existem motivos para tal, como observado na seção 3: os CERs eram gerados sem a necessidade de ajuste correspondente em um ambiente de países com metas e sem metas, algo que não mais existe em Paris. Sendo assim, a aceitação de CERs não só diminuiria a ambição do PA como comprometeria a integridade ambiental do acordo. Para que os CERs no mercado não se tornem ‘ativos encalhados’ (*stranded assets*), existe a possibilidade de fomentar sua aceitação no mercado voluntário, em mecanismos domésticos ou em mecanismos setoriais internacionais, como o CORSIA, sem a inclusão nos inventários nacionais no presente. **Uma outra alternativa seria a compra e cancelamento de tais créditos de Quioto por um fundo internacional.¹⁵⁴** Essa alternativa é particularmente interessante, já que pode ser justificada como um aumento da ambição climática (prevenindo uma queda de ambição) que atende ao princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas. Com ela, se garante a integridade climática do PA sem a insegurança jurídica do abandono de tais ativos.

¹⁵² Em consonância com o proposto por (Seroa da Motta, 2021).

¹⁵³ Como observam (Schneider & La Hoz Theuer, 2019), metas *economy-wide* e ambiciosas facilitam o alcance e verificação da integridade ambiental dos créditos, o que traria maior credibilidade para eles.

¹⁵⁴ (Instituto Clima e Sociedade, 2021).

Ainda em relação ao princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, recomenda-se que o Brasil seja voz ativa na cobrança do cumprimento às promessas feitas em Copenhague relativas aos recursos anuais ao GCF. Utilizando a proposta apresentada na seção 4.1 ou não, os US\$ 100 bilhões anuais devem ser perseguidos para suporte à transição dos países em desenvolvimento para uma economia carbono neutra.

Uma outra questão a se considerar é relativa à definição de linhas de base para a geração de créditos no Artigo 6.4. As legislações ambientais dos países têm rigores muito heterogêneos e basear a adicionalidade relativa à legislação ambiental de cada país pode ser muito complicado. Se gerariam incentivos perversos à desregulamentação ambiental a fim de inflar as linhas de base e, com isso, gerar mais créditos para um mesmo projeto. **Sendo assim, uma abordagem em que o contrafactual seja mais positivo do que normativo pode ser mais aconselhável para definir linhas de base e adicionalidade no 6.4:** ‘o que ocorreria na ausência do incentivo gerado pelo mecanismo?’ ao invés de ‘o que deveria ocorrer na ausência do incentivo gerado pelo mecanismo?’.

Já no que tange ao planejamento para participação nos mecanismos do Artigo 6, segue-se as recomendações de Seroa da Motta (2021):

“Fortalecer a governança climática e ambiental, inclusive da Autoridade Nacional Designada (AND), para operacionalizar os ajustes correspondentes dos instrumentos de mercado do Artigo 6, com canais de participação da academia, do setor produtivo e da sociedade civil;

Introduzir um sistema nacional de relato de emissões de fontes fixas e difusas, incluindo os sistemas de controle de desmatamento e das informações de REDD+;

Organizar, em parceria com o setor privado, um conjunto de ações e atividades de redução e remoção de emissões para formarem um ITMO brasileiro e/ou um conjunto de projetos candidatos ao mecanismo do Artigo 6.4, acomodando opções florestais em um sistema jurisdicional de REDD+ em conjunto com opções de controle de emissões industriais, de eficiência energética, de saneamento e resíduos sólidos”.

Ademais, é crucial que o Brasil trabalhe para garantir a definição e o pleno reconhecimento dos ativos provenientes de suas principais fontes de redução/remoção de emissões de GEE. Créditos florestais e agrícolas ligados ao uso do solo, em particular - para os quais o Brasil detém enorme potencial de geração -, são os que possuíam métodos de certificação menos consolidados e, com isso, foram os menos reconhecidos e aceitos no âmbito do Protocolo de Quioto. A tangibilização de nossas vantagens comparativas no tema passa, portanto, pela alteração desse cenário.

Isso requer o desenvolvimento de metodologias e processos confiáveis de geração de créditos de carbono por atividades no setor de AFOLU. Primeiramente, é necessário o desenvolvimento e/ou consolidação de métodos robustos e com credibilidade para (i) a mensuração e verificação das emissões/remoções de GEE, (ii) o estabelecimento de linhas de base dos projetos e (iii) a adoção de sistemas de salvaguarda que lidem com a questão da permanência. Em seguida, é necessária a disseminação dessa informação no ambiente internacional, que garanta que tais metodologias sejam formalmente reconhecidas, de modo que os créditos tenham sua qualidade equiparada aos demais créditos no mercado. Como exposto na seção 3, o Brasil já teve experiências com razoável nível de sucesso nesse tema, sendo o País um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento institucional e técnico que viabilizou a certificação de créditos de origem florestal no âmbito dos projetos de MDL do KP. Entretanto, apesar de ter

aprovado as metodologias e viabilizado, pela primeira vez, a emissão de tais créditos, observou-se que estes não eram vistos como tendo qualidade equivalente à dos demais - como créditos de projetos no setor energético, por exemplo -, tendo inclusive uma classificação diferenciada (tCER ou ICER). Com isso, seu valor era reduzido quando comparado aos demais CERs e suas fontes de demanda restritas,¹⁵⁵ incluindo a demanda do EU ETS, que figurou entre as principais fontes de demanda para os demais CERs.

O Acordo de Paris, que reconhece formalmente que remoções de GEE por sumidouros serão necessárias para o cumprimento dos objetivos de longo prazo, parece ter o arcabouço apropriado para tal reconhecimento. **Cabe ao Brasil tomar a liderança no desenvolvimento e consolidação de metodologias e processos e no engajamento de atores-chave para garantir que nossos diferenciais se traduzam em resultados positivos e concretos no cenário internacional.**

Ainda relacionado ao setor florestal, as atividades classificadas no escopo do REDD+ (majoritariamente conservação florestal) atualmente estão vinculadas à mecanismos de pagamento por resultados (RBF, sigla em inglês) no Artigo 5 do PA. **Primordialmente, recomenda-se buscar comprometimento claro e substantivo para o reconhecimento dos serviços climáticos prestados pela Amazônia por meio de RBF.** Em caso de insucesso, sugere-se que o Brasil busque enquadrar abordagens jurisdicionais de REDD+ no Artigo 6 do PA, em particular com a estruturação de um ITMO REDD+ brasileiro, em consonância com a proposta persente em Seroa da Motta (2021).

Por fim, uma vez regulamentado o Artigo 6 do PA, é válido mencionar que os custos de transação para a geração de ITMOs devem ser mais baixos do que para a geração de créditos do 6.4, dado que não deve haver necessidade de comprovação de adicionalidade e a burocracia envolvida na emissão de ITMOs deve ser menor do que aquela para a geração de créditos de carbono. O mesmo foi verificado no âmbito do KP: os AAUs (correspondentes aos ITMOs) tiveram custo de transação muito inferior ao dos CERs e ERUs, para os quais tais custos chegavam a US\$ 110 mil por projeto.¹⁵⁶ Entretanto, por conta do *hot air* associado aos AAUs, seu preço também foi menor. Com a mitigação das questões de *hot air* é possível que os preços de ITMOs e créditos do 6.4 sejam equiparados. Neste caso, a venda de ITMOs pode ser mais atrativa do ponto de vista financeiro. **Sendo assim, uma abordagem jurisdicional interessante para o governo brasileiro e para os desenvolvedores de projetos pode ser a realização de leilões inversos (*reverse auctions*), nos quais desenvolvedores de projetos certificados domesticamente ofertam os créditos gerados e o governo adquire por oferta de preços até determinado montante predeterminado.** O governo, então, poderia estruturar as vendas centralizadas de ITMOs a partir de créditos nacionais, compatibilizando com o cumprimento da NDC e, potencialmente, auferindo algum lucro, caso os custos de certificação domésticos sejam substancialmente inferiores aos internacionais. É importante destacar que, nesse caso, os créditos provenientes dos projetos serviriam apenas para basear o volume de ITMOs a ser ofertado, dado que o crédito em si seria apenas cancelado pelo governo brasileiro, com geração equivalente de ITMOs.

¹⁵⁵ (Marques, 2019).

¹⁵⁶ (Aldrich & Koerne, 2012).

5.3 Ambiente internacional: solução ideal e aproximações factíveis

A atual subseção é dividida em duas partes: proposta – em que se apresentam as propostas – e justificativa – em que se justificam os detalhes propostos.

PROPOSTA: duas propostas são apresentadas abaixo: uma para o médio prazo - reconhecendo o caminho a percorrer até a adoção de um compromisso multilateral, tendo em vista o arcabouço atual de *pledge and review* de Paris -, e outra para o curto prazo, com potencial ação nos próximos anos no contexto de cumprimento do PA.

A estratégia de buscar um ‘objetivo comum’ do PA, baseada em compromissos unilateralmente definidos, deve fracassar em gerar a mitigação de emissões necessária, uma vez que as metas assumidas não se traduzem no objetivo almejado. Sendo assim, recomenda-se:¹⁵⁷

Que os países busquem, como meta de acordo internacional a médio prazo, um compromisso comum em torno de um preço global de carbono – ou um sistema de comércio de emissões internacional. O acordo deve:

- i) buscar envolver o maior número possível de participantes, mas sem requerimento de unanimidade, para dar maior viabilidade política a um tratado ambicioso;
- ii) estabelecer regras comuns para os participantes;
- iii) estabelecer mecanismos de monitoramento de emissões e verificação de conformidade com o compromisso assumido, a ser performed por organismo internacional designado;
- iv) estabelecer penalizações por não conformidade ou deserção, na forma de sanções comerciais por motivo de *dumping*, regidas pela OMC, de modo a incentivar a conformidade;
- v) estabelecer mecanismos de fronteira para prevenir vazamentos de carbono a jurisdições não-aderentes, na forma de CBAMs para importações com origem em países não aderentes e isenção de exportações destinadas a tais países, de modo a desincentivar o comportamento de carona;
- vi) criar duas contas dedicadas no GCF para lidar com o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas:
 - a. a primeira conta buscará ‘nivelar o campo de jogo’ no que tange às emissões históricas de GEEs e sua acumulação na atmosfera, de modo a lidar com a questão das responsabilidades históricas diferenciadas entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Sugere-se utilizar os dados de emissões históricas por país, cada vez mais verossímeis,¹⁵⁸ atrelados a um preço de carbono e uma linha de base acordados entre as partes aderentes. Tal preço provavelmente ficará abaixo do valor acordado para o presente e futuro, tendo em vista que o SCC era mais baixo no passado, quando a acumulação de GEEs na atmosfera era menor. Já a linha de base estaria ancorada em um parâmetro de emissões históricas *per capita*, que serviria de referência tanto para o pagamento por parte de países desenvolvidos quanto para o recebimento dos países beneficiários, i.e., países em desenvolvimento aderentes ao acordo. Os pagamentos totais seriam parcelados anualmente, buscando atingir a meta

¹⁵⁷ A proposta está em linha, ainda que com algumas diferenças e inclusões, com as propostas de (Nordhaus, 2017); (Stiglitz, 2017); (Gollier & Tirole, 2017); (Weitzman, 2017).

¹⁵⁸ Cerca de 2.500 GtCO₂ foram emitidos desde 1850 pela atividade humana (IPCC, 2021b) e <https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change>.

anual de US\$ 100 bilhões de Copenhague – que nunca foi cumprida –, até que o montante total seja amortizado¹⁵⁹;

- b. uma segunda conta deverá recolher pequena porcentagem, a ser acordada entre as partes aderentes, das receitas provenientes do sistema de precificação auferidas por países desenvolvidos, para financiamento de medidas de adaptação e adoção de tecnologias de baixo carbono em países em desenvolvimento. O objetivo é lidar com as questões relacionadas à heterogeneidade dos impactos climáticos entre países e ao diferencial tecnológico entre os países desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento;

vii) LDCs não aderentes seriam isentos de sanções.

Em caso de tributo de carbono ou SCE implementado de maneira multilateral entre as partes, seria necessário incluir no acordo a criação, ou designação, de organização multilateral isenta para a operação central do sistema, envolvendo a custódia dos sistemas de registro, a condução das atividades de monitoramento, a verificação de conformidade e, potencialmente, a aplicação de penalidades. Caso tal arcabouço institucional multilateral constitua empecilho ao consenso do tratado, sugere-se que as partes aderentes acordem um patamar de preços a ser perseguido, aplicando domesticamente o mecanismo de precificação de sua preferência – tributo, SCE ou híbrido – desde que se garanta que o preço médio do carbono cobrado está, ao menos, no patamar definido pelas partes. O preço médio do carbono poderia ser definido como as receitas totais da precificação de carbono divididas pelas emissões totais em cada país aderente. As receitas do carbono incluiriam tanto arrecadações por tributos quanto o valor de mercado das permissões em SCEs.

Já a curto-prazo, seguindo o exemplo recente da UE, recomenda-se que países interessados em aumentar a ambição climática de maneira unilateral – seja por meio da implementação ou do aumento da ambição de instrumentos de precificação já implementados – **adotem CBAMs isonômicos para as importações de produtos regulados, acoplados à isenção do produto exportado**. Desta forma, o produto nacional dos setores regulados tem a sua competitividade protegida tanto no ambiente internacional (isenção de exportações) quanto no ambiente doméstico (CBAM), prevenindo o vazamento de carbono para países de menor ambição climática. Acredita-se que esta seja maneira efetiva de endereçar preocupações competitivas.

JUSTIFICATIVA: Conforme exposto na Seção 3, a solução ótima para o problema da mudança do clima global envolveria a exata internalização da externalidade pelo emissor, isto é, a internalização do custo total gerado para a sociedade global das emissões de GEE em questão. Isso seria alcançável pela imposição de um preço global de carbono igual ao SCC sobre todas as fontes de emissão do planeta e representaria a solução ótima para o problema das mudanças climáticas.¹⁶⁰

No entanto, cabe lembrar que tal solução deve ser vista como uma solução idealizada para o problema e nunca existirá em sua forma pura. Além de desafios técnicos associados à mensuração exata e atribuição de todas as emissões globais e da grande incerteza e complexidade na estimação do SCC, barreiras relacionadas a questões de soberania nacional impedem a imposição de instrumentos sobre os países. Sendo assim, para a adoção de um preço global do carbono, os países teriam que cooperar voluntariamente.

¹⁵⁹ O Apêndice I traz um detalhamento do esquema de pagamentos e recebimentos sugerido.

¹⁶⁰ (Gollier & Tirole, 2017); (Nordhaus, 2017); (Cramton, MacKay, Ockenfels, & Stoft, 2017).

Diante dessa realidade, especialistas buscam desenhar mecanismos que gerem cooperação voluntária entre as partes, os chamados mecanismos ‘compatíveis com incentivos’, no intuito de alcançar situações de *second best* inspiradas na solução ótima. Uma conclusão usual de experimentos sociais é que a reciprocidade é essencial para a cooperação e um compromisso comum do tipo ‘eu o farei se você o fizer’ pode transformar uma situação não cooperativa em uma situação de cooperação total, mesmo com agentes agindo em interesse próprio. De fato, estudos de campo e laboratório mostram que essa é a estratégia que estabiliza os maiores níveis de cooperação (Kraft-Todd., Yoeli, Bhanot, & Rand, 2015). Cramton, MacKay, Ockenfels, & Stoft (2017) apresentam um exemplo hipotético simples para ilustrar a situação:

Dez pessoas, com R\$ 10 cada, jogam um jogo com a seguinte regras: “Cada jogador individualmente define uma quantia (‘R\$ X’) para colocar em um bolo comum e tais quantias são reveladas simultaneamente. Cada R\$ 1 no bolo comum será dobrado e a quantia será distribuída igualmente entre os jogadores, independentemente de quanto eles colocaram. Isso é, qualquer R\$ 1 colocado virará R\$ 2 e R\$ 0,20 serão dados a cada jogador”. Podemos pensar no dinheiro do bolo como contribuições para a mitigação de emissões de GEE globais e a dobra da quantia como os benefícios climáticos resultantes, que são repartidos entre os participantes. O resultado desse jogo com agentes auto interessados é a famosa tragédia dos comuns. Apesar da estratégia cooperativa de todos, com cada um colocando os R\$ 10 no bolo, gerar R\$ 200 ao final do jogo e, portanto, dobrar o dinheiro de cada um dos jogadores (R\$ 20), a estratégia ótima unilateral é dar R\$ 0, já que a cada R\$ 1 dado, apenas R\$ 0,20 é recebido. Por exemplo, se todos os outros jogadores cooperarem, R\$ 90 estarão na mesa, que serão dobrados para R\$ 180 e se dividirão em R\$ 18 para cada. Se o 10º jogador der R\$ 0, ele fica com R\$ 28 enquanto os demais ficam com R\$ 18. Se colocar R\$ 10, fica apenas com R\$ 20. Isso se aplica a todos os jogadores, em todos os pontos de escolha.

Agora, buscando incentivar o comportamento cooperativo entre os jogadores auto interessados, considere a seguinte regra de comprometimento comum para o mesmo contexto: “O comprometimento de R\$ X é interpretado como o jogador estando disposto a colocar até R\$ X no bolo, mas somente tanto quanto o menor comprometimento verificado nos demais jogadores”. Essa regra diz: “eu o farei contanto que vocês também o façam” e altera totalmente o resultado do jogo, sem impor nada a nenhum dos agentes, que continuam agindo em interesse próprio. Agora, colocar R\$ 0 no bolo significa simplesmente manter os R\$ 10 originais (já que todos contribuem apenas tanto quanto o menor comprometimento feito), enquanto comprometer R\$ 10 pode ter qualquer retorno entre R\$ 10 (caso alguém coloque R\$ 0 no bolo) e R\$ 20 (caso todos coloquem R\$ 10). O equilíbrio desse jogo é todos colocarem R\$ 10 no bolo, ou na analogia apresentada antes, todos contribuírem o máximo para a mitigação de emissões.

Fica claro que, nesse exemplo simples, como a regra de comprometimento comum protege contra o comportamento de carona, o resultado mudou de não cooperação para cooperação total, apenas com a adoção de um mecanismo compatível com incentivos.

Grande parte dos economistas acredita que o melhor candidato a um compromisso comum na política climática internacional é, justamente, o compromisso com um patamar global de preços do carbono.¹⁶¹ Tal patamar poderia, em teoria, ser atingido tanto por um mecanismo que funcione como um tributo global – o que exigiria o desenvolvimento de alguma governança

¹⁶¹ (Cramton, Ockenfels, & Stoft, 2017b); (Cooper, et al., 2017); (Nordhaus, 2017); (Weitzman, 2017); (Stiglitz, 2017); entre outros. Outros citam um piso global de preços de carbono, que seria um limiar inferior para a precificação em cada país (Parry, 2017); (International Monetary Fund (IMF), 2021).

internacional – como por países definindo instrumentos de precificação domésticos, inclusive um SCE, desde que se garanta que o preço médio do carbono cobrado em cada país¹⁶² esteja ao menos no patamar indicado. Já outros especialistas, como Gollier & Tirole (2017), advogam pela negociação de um SCE global como a melhor forma de comprometimento comum para a ação climática internacional.¹⁶³

Voltando ao exemplo anterior e seguindo a analogia com o tema climático, é importante notar que nele todos os jogadores valoravam os benefícios climáticos associados ao investimento em mitigação da mesma forma: cada R\$ 1 investido em mitigação gerava R\$ 2 em benefícios climáticos para todos, isto é, os benefícios para o grupo eram o dobro dos custos individuais. Entretanto, trazendo um pouco mais para a realidade do problema, devemos lembrar que os impactos das mudanças climáticas são heterogêneos entre os países e a própria avaliação destes impactos pode diferir. Além disso, os próprios custos podem ser avaliados de maneira diferente pelos países, com aqueles com economias mais dependentes de combustíveis fósseis, por exemplo, associando maiores custos macroeconômicos à mitigação de emissões. Sendo assim, o mecanismo de “dobrar”, para todos os participantes, o valor dos investimentos em mitigação por conta dos benefícios climáticos auferidos, como foi apresentado no exemplo, não se mantém no mundo real. Na realidade, países podem avaliar custos e os benefícios climáticos advindos da mitigação de emissões de maneira muito diferente. Sendo assim, países que acreditam que serão fortemente afetados pela mudança do clima podem avaliar o multiplicador da ação climática como superior a 2 - o número usado no exemplo -, enquanto outros países podem avaliar que serão menos afetados, atribuindo um valor menor que 2 ao multiplicador dos benefícios.

No limite, o mecanismo descrito acima se torna absolutamente ineficaz se houver ao menos um país que avalie que não obterá benefícios líquidos com a mitigação da mudança do clima. Nesse caso, o país não teria incentivos para comprometer recursos para a mitigação e, portanto, comprometeria R\$ 0 à ação climática. Com isso, seguindo o mecanismo descrito no exemplo, o equilíbrio teria todos pagando apenas o valor do menor compromisso, isto é, todos contribuindo com R\$ 0 – voltamos ao equilíbrio não cooperativo que leva à tragédia dos comuns.

Neste sentido, autores reconhecem que a cooperação voluntária unânime é extremamente improvável no caso da mudança do clima global. Alguns países não se interessariam pelo compromisso comum proposto e, na ausência de jurisprudência internacional para coagir países soberanos, o requerimento de unanimidade levaria o acordo por água abaixo. Alternativas aventadas passam por restringir o compromisso comum às partes interessadas no tema, buscando englobar os principais emissores globais. Stiglitz (2017) propõe a formação de uma coalizão de interessados (*‘coalition of the willing’*) como um primeiro passo para solucionar o problema. Entre países comprometidos com o tema, o preço de carbono acordado entre as partes como um compromisso comum certamente seria positivo. Nordhaus (2017) segue linha

¹⁶² O preço médio do carbono poderia ser definido em cada país como as receitas totais da precificação de carbono divididas pelas emissões totais. As receitas do carbono incluiriam tanto arrecadações por tributos quanto o valor de mercado das permissões em SCEs (Cramton, Ockenfels, & Stoft, 2017a).

¹⁶³ Nesse caso, o comprometimento comum seria em torno de um orçamento ‘global’ de carbono definido entre as partes aderentes, com emissão e leilão de permissões de emissão equivalentes. As receitas dos leilões poderiam ser distribuídas entre os países aderentes seguindo critérios a serem acordados, como ocorre hoje no EU ETS. Note que este caso é mais eficaz em lidar com a questão climática, já que se elimina a dimensão de incerteza relacionada a ‘que preço de carbono leva ao nível de emissões pleiteado’. Sendo assim, seria mais factível gerir o ‘orçamento de carbono’ que temos para cumprir as metas atuais de limitação de aumento da temperatura.

parecida, sugerindo a formação de um ‘clube’ multilateral em torno de uma meta de preço do carbono, que poderia ser atingida domesticamente com o instrumento que cada parte julgar mais apropriada a seu contexto.

Ambos os autores, entretanto, reconhecem que são necessários mecanismos para lidar tanto com o comportamento de carona das partes não aderentes, em particular visando evitar o vazamento de carbono, quanto com *non-compliers* e eventuais desertores. Um achado consistente em estudos sociais é que somos muito avessos a que se aproveitem de nós (*be taken advantage of*). Isso faz com que, em ambientes de decisões repetidas, os níveis de cooperação caiam com o tempo à medida que as partes cooperativas verifiquem que os desertores estão se aproveitando deles com o comportamento de carona (Ledyard, 1995). De fato, o que Ostrom (2009) e outros autores concluem é que um ambiente cooperativo estável para lidar com recursos comuns - como o clima global - necessita não só de regras padronizadas, mas de penalizações para aqueles que quebram as regras. É o chamado *enforcement* (fazer cumprir), que traz à tona aspectos incômodos associados à aplicação de penalizações e sanções internacionais.

Para lidar com o comportamento de carona dos não aderentes ao tratado, especialistas sugerem que os mecanismos mais eficientes são medidas/sanções comerciais.¹⁶⁴ Alternativas incluem tanto a adoção de ajustes de fronteira para importações de países não aderentes e isenções para exportações destinadas a tais países, quanto a adoção de tarifas uniformes punitivas para países não aderentes (Nordhaus, 2017). No primeiro caso, a aplicação isonômica é aceita pela OMC. No segundo, existe jurisprudência no órgão para a imposição de tarifas caso o país de origem viole acordos ambientais internacionais.¹⁶⁵ Já para as partes aderentes ao acordo, o *enforcement* se divide entre monitoramento e penalização. O monitoramento é cada vez mais simples pelo desenvolvimento de satélites e sensores de longa distância e poderia ser levado a cabo por organizações internacionais – como o Banco Mundial, a OMC ou a Agência Internacional de Energia (IEA), que já fazem papel similar em menor escala.¹⁶⁶ Já a penalização para *non-compliers* e desertores tomaria também a forma de sanções comerciais, já que tais atitudes deveriam ser vistas pela OMC como uma forma de *dumping*. Adicionalmente, Gollier & Tirole (2017) sugerem tratar a não conformidade como dívida soberana dos países.

Tendo alinhado esses quesitos, um último desafio seria lidar com o ‘princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas’, que envolve, principalmente, a maior responsabilidade histórica dos países desenvolvidos na acumulação de GEE na atmosfera, mas também a maior vulnerabilidade dos países mais pobres aos impactos da mudança do clima e a desigualdade tecnológica entre países desenvolvidos e em desenvolvimento na transição para uma economia de baixo carbono. Na literatura, a maior parte dos especialistas recomenda tratar esse aspecto a partir da alocação de parcela das receitas geradas pelo instrumento para os países não desenvolvidos aderentes ao tratado. Stiglitz (2017) recomenda alocar 20% das receitas da precificação em países desenvolvidos no *Green Climate Fund* (GCF), que financiaria gastos em adaptação e mitigação em países em desenvolvimento. Gollier & Tirole (2017) concordam com a abordagem e apresentam a alternativa de usar transferências *lump-sum* para os países em desenvolvimento. Outra alternativa aventada por Cramton, Ockenfels, & Stoft (2017b), Weitzman (2017) e De Perthuis & Jouvét (2015) é que países com emissões *per capita*

¹⁶⁴ (Cooper R. , 2008); (Stiglitz, 2017); (Nordhaus, 2017); (Laurent, 2017).

¹⁶⁵ (Cooper R. , 2008); (Mehling, Asselt, Das, Droege, & Verkuil, 2019).

¹⁶⁶ (Cramton, Ockenfels, & Stoft, 2017b).

acima de determinado limiar (por exemplo, a média mundial) transfeririam parte das receitas para países abaixo de tal limiar.

Apesar de serem boas alternativas para lidar com a questão, um problema das abordagens apresentadas é que não põem um ponto final na questão que parece ser a mais proeminente para o impasse das negociações internacionais: as responsabilidades históricas na acumulação de GEE na atmosfera, que geram condições iniciais desequilibradas entre as partes. Quando e quanto será o suficiente para compensar a diferença histórica? Esse fato vai gerar negociações complexas e dinâmicas no futuro. Sendo assim, pode ser interessante buscar ‘nivelar o campo de jogo’, endereçando o problema de estoque – o histórico (passado) – para poder focar somente no problema de fluxo, que é o importante para resolvermos a situação atual – o presente e futuro. A proposta apresentada no presente artigo buscou justamente isso, ao separar os fundos no GCF: um que remete às propostas anteriores, para lidar com o diferencial tecnológico e a heterogeneidade de impactos climáticos; e outro para equilibrar as condições iniciais relativas às responsabilidades históricas pela acumulação de GEEs na atmosfera (vide Apêndice I para mais detalhes).

Já a segunda proposta, reconhecendo que o caminho a percorrer até a chegada a um compromisso comum no tema pode ser longo, apresentou uma alternativa para ação unilateral no curto prazo por países interessados em aumentar a sua ambição climática. A proposta busca, sobretudo, endereçar a principal preocupação atual relativa à tal aumento de ambição: as possíveis perdas de competitividade decorrentes da ação unilateral e o consequente vazamento de carbono. Prevenindo os impactos comerciais e econômicos a partir de medidas de fronteira, tais principais preocupações estariam sanadas e mais países tendem a tomar a frente na agenda, apesar de países caros ainda desfrutarem dos benefícios climáticos da ação alheia. É o que busca fazer a UE no momento, com o CBAM e o que se buscou na proposta, que protege o produto nacional tanto no mercado doméstico quanto no mercado internacional, com a aplicação de medidas isonômicas. Ademais, salienta-se que é possível, inclusive, que ações unilaterais gerem acordos bilaterais e, por meio da inclusão gradual de mais partes em um acordo comum, se caminhe em direção à primeira proposta, em algo alinhado à coalizão de interessados, como propôs Stiglitz.

6. CONCLUSÃO

O presente artigo buscou alinhar conhecimentos nos temas relativos à mudança do clima global e a precificação de carbono e apresentar propostas de ação na agenda, que permitam ao País tangibilizar suas vantagens competitivas no tema, promovendo não só a mitigação eficiente de emissões como também a maior integração internacional e desenvolvimento socioeconômico.

Uma primeira parte descritiva trabalhou conceitos e experiências relativas à mudança do clima global e a precificação de carbono, focando nos ‘mercados de carbono’. Apresentou-se: (i) o problema, suas causas e impactos; (ii) os desafios para lidar com o mesmo e a justificativa para a ação governamental no tema; (iii) as alternativas regulatórias e seus objetivos, apontando os seus prós e contras e destacando os instrumentos de precificação de carbono como forma eficiente e flexível para cumprimento de meta climáticas e a transição suave para uma economia de baixo carbono; (iv) o histórico de ação no tema no Brasil e no mundo; e (v) a aplicação disso ao Brasil, salientando desafios, riscos e oportunidades. Outra parte, propositiva, apresentou, a partir de uma visão normativa calcada na teoria econômica, uma visão positiva e aplicada do tema, abrangendo duas propostas aplicadas ao Brasil e uma discussão sobre o que deveria ser buscado em termos de acordos e compromissos internacionais no tema mudança do clima.

No âmbito dos compromissos internacionais, defendeu-se que, no curto prazo, países interessados em aumentar a ambição climática de forma unilateral façam uso de instrumentos de precificação de carbono e busquem adotar medidas de fronteira – CBAMs e isenção de exportações –, de modo a prevenir impactos negativos sobre a competitividade de sua economia e evitar vazamentos de carbono. Já no médio prazo, defendeu-se que os acordos internacionais no tema busquem afastar-se da estratégia de *pledge and review* com objetivos globais, mas com compromissos definidos de maneira unilateral – caso de Quioto e Paris. Ao invés disso, defendeu-se que acordos busquem alcançar um compromisso comum entre as partes e que tal compromisso multilateral se dê em torno de um preço global de carbono ou um SCE global.

Já em relação a propostas aplicadas ao Brasil, recomendou-se a implementação gradual de um sistema de comércio de emissões doméstico no País, com uma primeira fase de aprendizado e de desenvolvimento institucional e de dados, cobrindo as emissões da combustão estacionária e de processos do setor industrial. Detalhou-se e justificou-se todas as principais características que tal sistema deveria apresentar, à luz das melhores práticas internacionais e da estrutura e contexto nacionais. A proposta se baseou em estudos e debates no País no tema, em particular os estudos do projeto PMR Brasil, e contém mecanismos que o conferem flexibilidade, estabilidade e protegem a competitividade dos agentes regulados, bem como estimulam reduções de emissões em outros setores por meio de créditos de compensação. Por trás da proposta apresentada, está o estabelecimento de um sistema de MRV organizacional mandatório e padronizado em nível nacional, que serviria, também, a outros propósitos.

Por fim, apresentou-se recomendações referentes ao posicionamento do Brasil nos principais temas relativos ao Artigo 6 do Acordo de Paris, que serão debatidos na COP de Glasgow. Tal artigo diz respeito ao mecanismo que embasará os mercados internacionais de carbono nos próximos anos. Apontando riscos e oportunidades para o Brasil, se delineou proposta que busca viabilizar a sua inserção bem-sucedida em tais mercados, posicionando o País como um dos líderes globais na agenda e atraindo fluxos de capital estrangeiro, investimentos, emprego e renda ao País e, assim, tangibilizando suas vantagens competitivas na agenda climática.

REFERÊNCIAS

- Acemoglu, D. (2021). *What Climate Change Requires of Economics*. Retrieved from Project Syndicate: <https://www.project-syndicate.org/onpoint/what-climate-change-requires-of-economics-by-daron-acemoglu-2021-09>
- Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L., & Hémous, D. (2012). The Environment and Directed Technical Change. *American Economic Review*, pp. 102(1): 131–166.
- Acemoglu, D., Akcigit, U., Hanley, D., & Kerr, W. (2016). Transition to Clean Technology. *Journal of Political Economy*, pp. vol. 124, no. 1.
- Aldrich, E. L., & Koerne, C. L. (2012). Unveiling Assigned Amount Unit (AAU) Trades: Current Market Impacts and Prospects for the Future. *Atmosphere*, pp. 229-245.
- Bittencourt, S. R., Busch, S. E., & Cruz, M. R. (2019). THE CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM IN BRAZIL. In F. W. Frangetto, A. P. Veiga, & G. Luedemann, *Legacy of the CDM: lessons learned and impacts from the Clean Development Mechanism in Brazil as insights for new mechanisms*.
- Branger, F., & Quirion, P. (2014). Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies. *Ecological Economics*, pp. 29-39.
- Brazil. (2016). *ENREDD+: national strategy for reducing emissions from deforestation and forest degradation, and the role of conservation of forest carbon stocks, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks*. Brasília: Ministry of the Environment.
- Carbon Brief. (2021). *Which countries are historically responsible for climate change?* Retrieved from Carbon Brief: <https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change>
- Carbon Pricing Leadership Coalition. (2019). *Report of the High-Level Commission on Carbon Pricing and Competitiveness*. Washington, DC: World Bank.
- CEBDS. (2021). *Proposta de marco regulatório para o mercado de carbono brasileiro*. Rio de Janeiro: Centro Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável.
- Clement, V., Rigaud, K. K., de Sherbinin, A., Jones, B., Adamo, S., Schewe, J., . . . Shabahat, E. (2021). *Groundswell Part 2: Acting on Internal Climate Migration*. Washington, DC: World Bank.
- Cohen, M. A., & Tubb, A. (2018). The Impact of Environmental Regulation on Firm and Country Competitiveness: A Meta-analysis of the Porter Hypothesis. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, pp. 371-399.
- Colmer, J., Martin, R., Muûls, M., & Wagner, U. J. (2020). Does pricing carbon mitigate climate change? Firm-level evidence from the European Union emissions trading scheme. *Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science*.
- Cook, J., Oreskes, N., Doran, P., Anderegg, W., Verheggen, B., Maibach, E., . . . Green, S. (2016). Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environmental Research Letters*, p. 11.

- Cooper, R. (2008). *The Case for Charges on Greenhouse Gas Emissions*. Cambridge, MA: Harvard Project on International Climate Agreements.
- Cooper, R. N., Cramton, P., Edenhofer, O., Gollier, C., Laurent, É., MacKay, D. J., . . . Weitzman, a. M. (2017). Why Paris Did Not Solve the Climate Dilemma. In D. J. Peter Cramton, *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.
- Cramton, P., MacKay, D. J., Ockenfels, A., & Stoft, S. (2017). *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.
- Cramton, P., Ockenfels, A., & Stoft, S. (2017a). Global Carbon Pricing. In P. Cramton, D. J. MacKay, A. Ockenfels, & S. Stoft, *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.
- Cramton, P., Ockenfels, A., & Stoft, S. (2017b). An International Carbon-Price Commitment Promotes Cooperation. In P. Cramton, D. J. MacKay, A. Ockenfels, & S. Stoft, *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.
- De Perthuis, C., & Jouvet, L.-A. (2015). *Routes to an Ambitious Climate Agreement in 2015*. Paris: Institut Louis Bachelier, Opinions et Débats.
- Debortoli, N. S., Camarinha, P. I., Marengo, J. A., & Rodrigues, R. R. (2017). An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. *Natural Hazards*.
- Dechezleprêtre, A., Nachtigall, D., & Venmans, F. (2018). The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance. *OECD Economics Department Working Papers*.
- Depledge, J. (2000). *The Origins of the Kyoto Protocol*. Bonn: UN Framework Convention on Climate Change.
- Diamond, J. (2005). *How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York: Viking Books.
- EDF & IETA. (2018). CALIFORNIA: An Emissions Trading Case Study. In EDF, & IETA, *The World's Carbon Markets: A Case Study Guide for Practitioners*.
- Ellerman, A., & Decaux, A. (1998). *Analysis of Post-Kyoto CO2 Emissions Trading Using Marginal Abatement Curves*. Retrieved from Joint Program Report Series Report 40: <http://globalchange.mit.edu/publication/15652>
- EPE. (2021). *O setor energético do Brasil no horizonte 2030 e 2050: PDE 2030 - PNE 2050*.
- Gollier, C., & Tirole, J. (2017). Effective Institutions against Climate Change. In P. Cramton, D. J. MacKay, A. Ockenfels, & S. Stoft, *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.
- Haddad, E. A., & Teixeira, E. (2015). Economic impacts of natural disasters in megacities: The case of floods in São Paulo, Brazil. *Habitat International*.
- Hallegatte, S., Rentschler, J., & Rozenberg, J. (2019). *Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity*. Washington, DC: The World Bank.
- High-Level Commission on Carbon Prices. (2017). *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*. Washington, DC: World Bank.

- IETA. (2019). *The Economic Potential of Article 6 of the Paris Agreement and Implementation Challenges*. Washington, D.C.: University of Maryland and CPLC.
- INESC. (2020). *Incentivos e Subsídios aos Combustíveis Fósseis no Brasil em 2019: Conhecer, Avaliar, Reformar*.
- Instituto Clima e Sociedade. (2021). *As vantagens competitivas do Brasil nos instrumentos de mercado do Acordo de Paris*. Rio de Janeiro.
- International Monetary Fund (IMF). (2021). *Proposal for an International Carbon Price Floor among Large Emitters*. Washington, DC: IMF Climate Notes.
- IPCC. (2021a). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2021b). Summary for Policymakers. In V. P. Masson-Delmotte, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2021c). *SIXTH ASSESSMENT REPORT: Regional fact sheet – Central and South America*. Cambridge University Press.
- Jafino, B. A., Walsh, B., Rozenberg, J., & Hallegatte, S. (2020). *Revised Estimates of the Impact of Climate Change on Extreme Poverty by 2030*. Washington, DC.: Policy Research Working Paper No. 9417. World Bank.
- Kraft-Todd, G. T., Yoeli, E., Bhanot, S. P., & Rand, D. G. (2015). Promoting cooperation in the field. *Current Opinion in Behavioral Sciences*.
- Laurent, É. (2017). From the Paris Agreement to the Carbon Convergence. In P. Cramton, D. J. MacKay, A. Ockenfels, & S. Stoft, *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.
- Ledyard, J. (1995). Public goods: A survey of experimental research. In H. Kagel, & A. E. Roth, *The Handbook of Experimental Economics*. Princeton University Press.
- MacKay, D. J., Cramton, P., Ockenfel, A., & Stoft, S. (2017). Price Carbon—I Will If You Will. In P. Cramton, D. J. MacKay, A. Ockenfel, & S. Stoft, *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.
- Marques, F. N. (2019). FOREST CDM IN BRAZIL: FUNDAMENTALS, LEGACY AND ELEMENTS FOR THE FUTURE. In F. W. Frangetto, A. P. Veiga, & G. Luedemann, *Legacy of the CDM: lessons learned and impacts from the Clean Development Mechanism in Brazil as insights for new mechanisms*. Brasília.
- MCTI. (2021). *Sistema de registro nacional de emissões: 4º Inventário Nacional*. Retrieved from SIRENE: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/emissoes/emissoes-de-gee-por-setor-1>
- Mehling, M. A., Asselt, H. v., Das, K., Droegge, S., & Verkuil, a. C. (2019). DESIGNING BORDER CARBON ADJUSTMENTS FOR ENHANCED CLIMATE ACTION . *THE AMERICAN JOURNAL OF INTERNATIONAL LAW* .

- Michaelowa, A., Censkowsky, P., Espelage, A., & Singh, A. (2021). *Volumes and types of unused Certified Emission Reductions (CERs)*. Freiburg: Perspectives Climate Group & Zurich University of Applied Sciences.
- Nordhaus, W. (2017). Climate Clubs and Carbon Pricing. In P. Cramton, D. J. MacKay, A. Ockenfels, & S. Stoft, *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.
- OECD. (2013). *Climate and Carbon: Aligning Prices and Policies*. Paris: OECD Publishing.
- Ostrom, E. (2009). *A polycentric approach for coping with climate change*. World Bank Report.
- Parry, I. (2017). Reflections on the International Coordination of Carbon Pricing. In P. Cramton, D. J. MacKay, A. Ockenfels, & S. Stoft, *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.
- Partnership for Market Readiness Brasil. (2020). *Aspectos jurídicos para marco regulatório de um Sistema de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil*. São Paulo: Stocche Forbes Advogados.
- Piris-Cabezas, P., Lubowski, R., Schwartzman, S., Golub, A., & Keohane, N. (2016). Washington D.C: Environmental Defense Fund.
- PMR & ICAP. (2016). *Emissions Trading in Practice: a Handbook on Design and Implementation*. Washington, DC: World Bank.
- Prolo, C., Penido, G., Santos, I., & La Hoz Theuer, S. (2021). *Explicando os mercados de carbono na era do Acordo de Paris*. Rio de Janeiro: Instituto Clima e Sociedade.
- Schneider, L., & La Hoz Theuer, S. (2019). Environmental integrity of international carbon market mechanisms under the Paris Agreement. *Climate Policy*, pp. 19:3, 386-400.
- Schneider, L., Füssler, J., Kohli, A., La Hoz Theuer, S., Graichen, J., Healy, S., . . . Cook, V. (2017). *Robust Accounting of International Transfers under Article 6 of the Paris Agreement*. Berlin: UBA.
- Schneider, L., Michaelowa, A., Broekhoff, D., Espelage, A., & Siemons, A. (2019). *Lessons learned from the first round of application by programs for eligibility under CORSIA*. Berlin: Öko-Institut / Perspectives / Stockholm Environment Institute.
- SEEG. (2020). *Emissões totais de GEE por setor 1990-2018*. Retrieved from SEEG Brasil: http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission#
- Seroa da Motta, R. (2020). *Oportunidades e Barreiras no Financiamento de Soluções Baseadas na Natureza*. Rio de Janeiro: iCS e CEBDS.
- Seroa da Motta, R. (2021). *As vantagens competitivas do Brasil nos instrumentos de mercado do Acordo de Paris*. Rio de Janeiro: Instituto Clima e Sociedade.
- Stiglitz, J. (2017). Overcoming the Copenhagen Failure with Flexible Commitments. In P. Cramton, D. J. MacKay, A. Ockenfels, & S. Stoft, *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.

- Swiss Re. (2021). *World economy set to lose up to 18% GDP from climate change if no action taken*. Retrieved from Swiss Re: <https://www.swissre.com/media/news-releases/nr-20210422-economics-of-climate-change-risks.html>
- TALANO. (2020). *A Política Nacional de Mudança do Clima em 2020: estado de metas, mercados e governança assumidos na Lei 12.187/2009*. Rio de Janeiro.
- The World Bank. (2018). PMR Brasil: Recomendações de pacotes de instrumentos de precificação de carbono. In Componente 1 do Projeto PMR Brasil, *Waycarbon & Seroa da Motta*. Brasília: World Bank.
- The World Bank. (2019). Projeto PMR Brasil: Diagnóstico setorial do setor de combustíveis. In Componente 1 do projeto PMR Brasil, *Waycarbon, Vivid Economics*. Brasília: World Bank.
- The World Bank. (2020a). *Síntese das análises e resultados do Projeto PMR Brasil*. Brasília.
- The World Bank. (2020b). Projeto PMR Brasil: Síntese das Recomendações Setoriais e sobre Instrumentos de Precificação de Carbono. In Componente 1 do Projeto PMR Brasil, *Waycarbon & Seroa da Motta*. Brasília: World Bank.
- The World Bank. (2020c). Projeto PMR Brasil: Recomendações para o Setor de Energia Elétrica. In Componente 1 do Projeto PMR Brasil, *Waycarbon & Volga*. Brasília: World Bank.
- The World Bank. (2020d). Projeto PMR Brasil: Recomendações para o setor agropecuário. In Componente 1 do Projeto PMR Brasil, *Waycarbon & CEPEA*. Brasília.
- The World Bank. (2020e). Projeto PMR Brasil: Resultados da Modelagem de Impactos Socioeconômicos. In Modelagem Integrada do Projeto PMR Brasil, *COPPE UFRJ*. World Bank.
- The World Bank. (2020f). Projeto PMR Brasil: Consolidação dos processos de consulta. In Análise de Impacto Regulatório do PMR Brasil, *FGVces*. World Bank.
- The World Bank. (2020g). Projeto PMR Brasil: Síntese dos resultados e estratégia de avaliação ex-post. In AIR do Projeto PMR Brasil, *FGVces*. World Bank.
- The World Bank. (2020h). Quantificação do potencial de geração de ativos de carbono através de atividades florestais. In Componente 1 do Projeto PMR Brasil, *Waycarbon & UFMG*.
- The World Bank. (2021a). *State and Trends of Carbon Pricing 2021*. Washington, DC: World Bank.
- The World Bank. (2021b). *Climate Risk Profile: Brazil*.
- Tvinnereim, E., & Mehling, M. (2018). Carbon pricing and deep decarbonisation. *Energy Policy*.
- UNCTAD. (2021). *A European Union Carbon Border Adjustment Mechanism: Implications for developing countries*.
- United Nations Environment Programme. (2020). *Emissions Gap Report 2020 - Executive summary*. Nairobi.
- Wang, P., Deng, X., Zhou, H., & Yu, S. (2019). Estimates of the social cost of carbon: A review based on meta-analysis. *Journal of Cleaner Production*, pp. 1494–1507.

- Weitzman, M. (1974). Prices vs. quantities. *The Review of Economic Studies*.
- Weitzman, M. (2017). How a Minimum Carbon-Price Commitment Might Help to Internalize the Global Warming Externality. In P. Cramton, D. J. MacKay, A. Ockenfels, & S. Stoft, *Global Carbon Pricing: The Path to Climate Cooperation*. The MIT Press.
- Winkler, H., & Rajamani, L. (2014). Common but Differentiated Responsibility and Respective Capabilities in a Regime Applicable to All. *Climate Policy*, p. DOI:10.1080/14693062.2013.791184.
- World Resources Institute. (2021). *Climate Watch Historical GHG Emissions*. Retrieved from <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>

APÊNDICE I: CONTRIBUIÇÕES E RECEBIMENTOS POR RESPONSABILIDADES HISTÓRICAS

A conta dedicada no GCF, que busca ‘nivelar o campo de jogo’ no que tange às emissões históricas de GEEs e sua acumulação na atmosfera, de modo a lidar com as responsabilidades históricas diferenciadas entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Os países desenvolvidos aderentes ao acordo teriam as suas contribuições ao fundo definidas com base em suas emissões históricas acumuladas de GEE¹⁶⁷, no preço de histórico carbono acordado entre as partes aderentes e na distância entre as suas emissões históricas acumuladas per capita¹⁶⁸ e aquelas de uma linha de base acordadas entre os países aderentes.¹⁶⁹ Já os países em desenvolvimento aderentes, receberiam também com base na distância entre suas emissões acumuladas per capita e a linha de base definida, bem como no preço do carbono e em sua população.

Pagamento: os países desenvolvidos aderentes com emissões históricas per capita acima do valor da linha de base deverão contribuir ao fundo, seguindo a seguinte formula:

$$PGTO_i = P_c \times EH_i \times \frac{EPC_i - EPC_b}{EPC_i}$$

Onde PGTO_i é o pagamento total a ser realizado pelo país desenvolvido i com emissões per capita acumuladas acima da linha de base (i=1, ..., I), P_c é o preço do carbono histórico acordado entre as partes, EH_i são as emissões históricas acumuladas do país i, EPC_i são as emissões históricas per capita do país desenvolvido i ($\sum_{1850}^{202x} E_i / POP_{i(202x)}$) e EPC_b representa a linha de base de emissões históricas per capita.

Dessa forma, cada país desenvolvido paga de acordo com suas emissões históricas e sua distância para o baseline, de modo que tanto as emissões absolutas quanto a intensidade carbônica da população são levadas em consideração. O montante total estimado seria diluído em pagamentos anuais, de modo a alcançar os US\$ 100 bilhões anuais (agregado) prometidos em Copenhague, até que o valor total fosse amortizado.

Exemplo - Considerando a base de dados histórica apresentada em Carbon Brief (2021), tomando a China como linha de base (EPC_b seria de aproximadamente 200tCO₂e) e supondo um preço de carbônico histórico de US\$ 2/tCO₂e:

Os EUA, que emitiram historicamente aproximadamente 500GtCO₂e e tem população de aproximadamente 330 milhões, teriam uma EPC de aproximadamente 1.515. O pagamento total dos EUA, então seriam:

¹⁶⁷ Sugere-se que o período de cálculo seja desde 1850 (ano inicial usado pelo IPCC na definição de linha de base pré industrial) até o presente, podendo excluir anos em que sistemas de precificação de carbono estiveram em vigência. Além disso, há de se definir se serão consideradas apenas emissões do consumo de combustíveis fósseis ou também por mudanças no uso do solo. No segundo caso, há ainda que se definir se serão consideradas emissões brutas ou líquidas.

¹⁶⁸ Emissões históricas acumuladas dividido pela população na data do acordo.

¹⁶⁹ Sugere-se o uso do parâmetro chinês como linha de base tentativa, já que a China é o representante do bloco em desenvolvimento com maior parcela das emissões globais.

$PGTO_{EUA} = 2 \times 500 \text{ bi} \times ((1515 - 200)/1515) = \text{US\$ } 868 \text{ bilhões.}$

Já a Alemanha, com uma emissão histórica de aproximadamente 93 GtCO₂e e população de 83 milhões, teria um EPC de 1.120, com isso:

$PGTO_{GER} = 2 \times 93 \text{ bi} \times ((1120 - 200)/1120) = \text{US\$ } 152,8 \text{ bilhões.}$

Analogamente:

$PGTO_{UK} = 2 \times 67 \text{ bi} \times ((1120 - 200)/1120) = \text{US\$ } 110 \text{ bilhões.}$

$PGTO_{JAP} = 2 \times 66 \text{ bi} \times ((524 - 200)/524) = \text{US\$ } 81,6 \text{ bilhões.}$

E assim por diante. A soma de todos os pagamentos (PGTOTOT) seria diluída em pagamentos anuais que totalizem os US\$ 100 bi anuais de Copenhagen, até que esteja esgotado.

Já os recebedores - países aderentes com EPC abaixo da linha de base (de 200tCO₂e per capita no exemplo) -, receberiam os recursos da compensação baseado na sua distância para o baseline e sua população:

$$REC_j = PGTOTOT \times \frac{POP_j}{POP_{TOT}} \times \frac{EPC_b - EPC_j}{\overline{\Delta EPC}}$$

Onde PGTOTOT é a soma dos pagamentos de todos os países desenvolvidos (anualmente US\$ 100 bi), POP_j é a população do país em desenvolvimento j com EPC menor que EPC_b, POP_{TOT} é a população total dos países em desenvolvimento aderentes com EPC menor que EPC_b, EPC_j são as emissões acumuladas históricas per capita do país em desenvolvimento aderente j, e $\overline{\Delta EPC}$ é a média ponderada das distâncias entre os EPC_j e o EPC_b, dado por:

$$\overline{\Delta EPC} = \frac{\sum_{j=1}^J ((EPC_b - EPC_j) \times POP_j)}{POP_{TOT}}$$

Um exemplo hipotético baseado no pagamento anual de US\$ 100 bi é dado abaixo.

Suponha que, com um EPC_b de 200 tCO₂e, um total de 10 países em desenvolvimento aderentes ao acordo tenha EPC_j (j = 1, ..., 10) menor que EPC_b, e que a população destes 10 países totalize 3 bilhões de pessoas. Suponha que as POP_j e EPC_j sejam dados pelos valores apresentados na tabela abaixo:

Países	População (milhões)	EPC
1	300	180
2	1.000	150
3	500	190
4	150	120
5	60	85
6	30	73
7	375	168
8	250	176
9	200	50
10	135	164

Ponderando os ΔEPC_j (dado por EPC_b - EPC_j) pelas respectivas populações de j = 1, ..., 10, teríamos um $\overline{\Delta EPC}$ de aproximadamente 45,5 tCO₂e. Com isso, teríamos, para o país 1:

$REC_1 = US\$ 100 \text{ bi} \times (300 \text{ mi} / 3 \text{ bi}) \times ((200 - 180)/45,5) = US\$ 4,4 \text{ bi}$. A tabela a seguir mostra o *breakdown* dos US\$ 100 bi anuais para os 10 países do exemplo:

Países	A receber (US\$)
1	4.393.351.394,89
2	36.611.261.624,08
3	3.661.126.162,41
4	8.786.702.789,78
5	5.052.354.104,12
6	2.789.778.135,75
7	8.786.702.789,78
8	4.393.351.394,89
9	21.966.756.974,45
10	3.558.614.629,86
Total	100.000.000.000,00