



Empresa de Pesquisa Energética

**NOTA TÉCNICA**

# **PRECIFICAÇÃO DE CARBONO: RISCOS E OPORTUNIDADES PARA O BRASIL**

**Conceitos, experiências e reflexões  
para aplicação no setor energético**

**DEZEMBRO DE 2020**

**Coordenação Geral**

Giovani Vitória Machado

**Coordenação Executiva**

Elisângela Medeiros de Almeida

**Equipe Técnica**

Camila de Araujo Ferraz

Glauce Maria Lieggio Botelho

Guilherme de Paula Salgado

Gustavo Naciff de Andrade

Juliana Velloso Durão

Luisa Domingues Ferreira Alves

Marcos Ribeiro Conde

Mariana Lucas Barroso

Pedro Ninô de Carvalho

epe

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



**Ministro de Estado**

Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior

**Secretária-Executiva**

Marisete Fátima Dadald Pereira

**Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético**

Paulo Cesar Magalhães Domingues



**Presidente**

Thiago Vasconcelos Barral Ferreira

**Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais**

Giovani Vitória Machado

**Diretor de Estudos de Energia Elétrica**

Erik Eduardo Rego

**Diretora de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis**

Heloísa Borges Bastos Esteves

**Diretora de Gestão Corporativa**

Angela Regina Livino de Carvalho

<http://www.epe.gov.br>



## ■ Sumário

Sumário Executivo .....	2
Introdução .....	5
<b>1 Fundamentos teóricos da precificação de carbono .....</b>	<b>6</b>
1.1 Mudanças climáticas .....	6
1.2 O setor de energia no Brasil .....	7
1.3 Externalidades .....	8
<b>2 Definição, histórico e tipo de precificação de carbono .....</b>	<b>11</b>
2.1 Definição .....	11
2.2 Histórico mundial .....	11
2.3 Instrumentos de precificação de carbono .....	13
2.4 Vantagens e desvantagens .....	16
2.4.1 Tributação .....	16
2.4.2 Sistema de comércio de emissões .....	17
<b>3 A precificação de carbono no mundo .....</b>	<b>19</b>
3.1 Processo de implantação da precificação de carbono .....	19
3.2 Experiências positivas e negativas .....	24
<b>4 Precificação e impactos na competitividade: abordagens metodológicas e o papel dos investimentos .....</b>	<b>29</b>
4.1 Framework analítico .....	29
4.2 Análises empíricas internacionais e no Brasil .....	32
4.3 Investimento de baixo carbono .....	35
<b>5 Artigo 6º do Acordo de Paris .....</b>	<b>40</b>
5.1 Precificação como instrumento complementar às NDCs .....	40
5.1.1 Artigo 6.2 .....	41
5.1.2 Artigo 6.4 .....	43
5.1.3 Artigo 6.8 .....	47
5.2 REDD e o <i>offset</i> florestal .....	47
5.2.1 O REDD+ e o Artigo 6º .....	48
5.3 Algumas experiências piloto .....	51
<b>6 Precificação no Brasil: presente e futuro .....</b>	<b>54</b>
6.1 Políticas em vigor .....	54
6.2 Setor de energia .....	55
6.2.1 Setor energético .....	55
6.2.2 Setor elétrico .....	57
<b>7 Considerações Finais .....</b>	<b>58</b>
<b>8 Referências bibliográficas .....</b>	<b>61</b>

## ■ Lista de Figuras

Figura 1 – Participação dos setores nas emissões de GEE no Brasil em 2016 (Mt CO <sub>2</sub> e) .....	7
Figura 2 - Emissões de CO <sub>2</sub> e do Setor de Energia por segmento de atividade (1990-2016) .....	8
Figura 3 - Tributo ótimo de poluição de Pigou .....	10
Figura 4 - Nível ótimo de poluição via barganha - COASE .....	10
Figura 5 – Os ganhos de eficiência da política de precificação: Tributo versus Sistema de comércio de Emissões .....	15
Figura 6 – Panorama mundial dos instrumentos de Tributação de Carbono e Sistema de Comércio de Emissões no mundo .....	20
Figura 7 – Componentes do Projeto PMR Brasil. ....	23
Figura 8 – Preço e emissões cobertas nas iniciativas de precificação de carbono. ....	24
Figura 9 - Framework analítico sobre a relação entre performance ambiental e política ambiental e competitividade no nível da firma.....	31
Figura 10- Canais de impacto do desempenho ambiental e da política ambiental no desempenho econômico das firmas.....	31
Figura 11 - Investimentos públicos de P&D por ano por categoria de energia no Brasil (Em milhões de reais constantes de 2018).....	36
Figura 12 - Fluxo global de financiamento climático.....	37
Figura 13 - Divisão dos fluxos globais de financiamento climático por atores públicos e privados, 2013-2018.....	38
Figura 14 – Participação de renováveis na matriz energética nacional, destaque para participação de renováveis nos transportes e no setor elétrico.....	55

## ■ Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparação entre os tipos de precificação .....	18
Tabela 2 – Iniciativas de precificação de carbono no mundo .....	19
Tabela 3 – Países/Regiões que utilizam ou planejam utilizar mecanismos de precificação de carbono combidados .....	21
Tabela 4 – Principais pontos positivos e negativos das inciativas de precificação de carbono selecionadas .....	26
Tabela 5 – Tipos de investimento de baixo carbono.....	37
Tabela 6 - Potencial envolvimento das TNCs em setores carbono intensivo. ....	39
Tabela 7 – Financiamento por resultados obtidos (voluntário) X financiamento por transferência de redução de emissões. ....	49
Tabela 8 - Oportunidades e riscos da inserção do REDD+ no contexto do Artigo 6º .....	50

## Sumário Executivo

---

O efeito estufa é um fenômeno natural benéfico ocasionado pela concentração de alguns gases na atmosfera que mantêm o planeta Terra aquecido e habitável ao permitir que parte da radiação solar refletida de volta para o espaço seja absorvida pelo planeta.

A industrialização, o desmatamento, a agropecuária e outros usos dos recursos do planeta vem emitindo gases como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), entre outros, conhecidos como Gases de Efeito Estufa (GEE). Ao longo do tempo, o aumento da concentração desses gases na atmosfera contribui para as mudanças climáticas.

O aumento da concentração de GEE advindos das atividades antrópicas é um dos maiores desafios ambientais da humanidade. Mundialmente o setor de energia é historicamente o mais importante em termos de emissão de GEE. Além disso, é um dos setores mais importantes do ponto de vista das mudanças climáticas, uma vez que ele afeta os recursos ambientais e é afetado por eventos climáticos extremos. No Brasil o cenário é diferente para o setor elétrico que tem mais de 80% da matriz composta por fontes renováveis. Em relação ao setor energético, o país encontra-se entre os 20 maiores emissores do mundo (The Union of Concerned Scientists, 2020), havendo, portanto, espaço para melhorias no caminho para a transição energética de baixo carbono.

A falta de sinalização dos custos das emissões de GEE é uma das maiores dificuldades do controle das emissões no setor energético, resultando em ineficiência econômica. Nesse contexto, a valoração dessas emissões permite a internalização das externalidades produzidas pelo setor de energia, assim como dos outros setores.

A precificação é derivada do princípio poluidor pagador e tem como um dos objetivos impulsionar a diminuição das emissões de carbono por meio da reflexão das mesmas nos custos dos produtos e serviços. A precificação de carbono pode ser classificada em preço negativo, implícito ou explícito. Pode ser aplicada por tonelada de carbono emitida de dióxido de carbono equivalente ou por meio da tributação dos combustíveis fósseis, podendo ser aplicada por setores ou, de forma geral, na economia e definida por uma agência reguladora.

No comércio de emissões, o órgão regulador estabelece um teto de emissões e aloca as licenças de emissões entre os agentes envolvidos, permitindo a interação entre os agentes que possuem diferentes níveis de emissões para transacionarem as permissões de emissão entre si. A precificação por tributação, por sua vez, é um mecanismo mais fácil de ser implementado, porém possui um custo político por impactar a carga tributária. Ambos os modelos de precificação, por tributação, ou via mercado de emissões, apresentam limitações, vantagens e desvantagens, que influenciam a escolha dos países pela opção mais adequada.

Atualmente, no mundo, existem 92 iniciativas de precificação implementadas, agendadas ou em análise. As iniciativas de precificação de carbono no mundo apresentam diferentes escopos, metas, setores envolvidos, articulação política e institucional, estratégia de uso das receitas, entre outros. Cada jurisdição possui uma situação de emissão, socioeconômica e política diferente, implicando no desenho de mecanismos de precificação distintos. Determinados países optam pelos tributos, alguns pelo comércio de emissões e outros por um sistema híbrido. O sucesso do mecanismo escolhido depende, ademais da redução de emissão de GEE, da aceitabilidade política das medidas, do apoio da sociedade, e da sinalização dos impactos nos indicadores socioeconômicos.

A experiência internacional traz lições importantes para que a implementação de instrumentos de precificação de carbono seja bem sucedida, são elas:

- Distribuição justa dos custos e benefícios, alinhamento de políticas e objetivos, estabilidade, previsibilidade, transparência, eficiência, confiabilidade e integridade ambiental;
- Engajamento de stakeholders e Construção da aceitação pública,
- Introdução gradual
- Definição de medidas para mitigar riscos distribucionais e vazamentos de CO<sub>2</sub>;
- Boa governança das receitas de precificação de carbono;
- Comunicação clara e transparente.

Adicionalmente, dadas as limitações dos mecanismos de precificação para o atendimento das metas do Acordo de Paris, políticas públicas e instrumentos não mercadológicos são alternativas não menos importantes para apoiar os países, (especialmente em desenvolvimento) no atingimento das metas. Neste caso, é fundamental que as medidas e políticas contribuam para medidas mitigação de GEE e seus co-benefícios em termos de adaptação e desenvolvimento sustentável.

Dois pontos importantes sobre a precificação são os impactos na competitividade e a capacidade de atração de investimentos. Devido à gama de recursos renováveis disponíveis no Brasil, estima-se que a precificação possa atrair investimentos em fontes renováveis de geração elétrica e em biocombustíveis líquidos, além do aumento da eficiência energética. Entretanto, não há ainda um consenso quanto aos impactos sobre a competitividade e tampouco sobre a melhor abordagem metodológica para avaliar os efeitos da precificação sobre os setores micro e as variáveis macroeconômicas em cada país. Por certo, mecanismos de mercado, como os estabelecidos no Artigo 6º do Acordo de Paris abrem a possibilidade para a construção de um desenho integrado de cooperação internacional, onde os reais impactos sobre a competitividade sejam devidamente e conjuntamente acessados e mitigados.

O Artigo 6º do Acordo de Paris diz respeito à cooperação voluntária entre os países na implementação de NDCs, garantindo a integridade ambiental, permitindo maior ambição nas políticas climáticas e buscando promover o desenvolvimento sustentável. Neste Artigo a cooperação bilateral e/ou multilateral admite a transferência de resultados de mitigação, permitindo a criação de um mercado comum de carbono em nível internacional. O setor privado também é incentivado a participar na mitigação das mudanças climáticas, por meio de incentivos adequados. Além disso, as medidas não mercantis também são estimuladas pelos mecanismos de precificação do Artigo.

O Brasil é um dos signatários do Acordo de Paris e a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do país estabelece que, em 2025, as emissões de GEE sejam 37% inferiores às verificadas em 2005<sup>1</sup>. Em relação à precificação de carbono, a única iniciativa de precificação implantada em nível nacional no Brasil é o Renovabio. No entanto o texto da NDC brasileira deixa em aberto a utilização de outros mecanismos de mercado disponíveis, estabelecidos sob o acordo de Paris, com possibilidade de implementação tanto em nível nacional quanto internacional.

---

<sup>1</sup> Em 2020 o Brasil submeteu à UNFCCC uma nova NDC, onde oficializa a meta de redução de 43% das emissões de GEE para o ano de 2030, em relação ao ano base de 2005. Maiores detalhes em: [www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/Party.aspx?party=BRA](http://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/Party.aspx?party=BRA).

Os desafios, oportunidades e dificuldades trazidas pelo Artigo 6º, serão analisados neste documento a partir de experiências desenvolvidas pelos países e a antecipação do desenvolvimento de novas regras para o estabelecimento de mecanismos de precificação de carbono para apoiar os objetivos gerais de mitigar as emissões de GEE e promover o desenvolvimento sustentável.



## Introdução

---

A preocupação com o meio ambiente envolve uma série de aspectos que foram ao longo das últimas décadas refletidos, em particular, nas negociações e ações para a prevenção das mudanças climáticas globais associadas às emissões de gases de efeito estufa (GEE). A centralidade do carbono pode ser identificada a partir da perspectiva histórica e das negociações internacionais a partir de alguns movimentos importantes, como a criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (em inglês, United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) e a realização das Conferências das Partes (COPs), nas quais os países se reúnem em busca de soluções e convergências para reduzir emissões.

No contexto do Acordo de Paris e dos compromissos de redução de emissões de GEE, a implementação das contribuições nacionalmente determinadas (NDCs) tornou-se um dos principais compromissos de governantes para limitar o aumento médio da temperatura bem abaixo de 2 graus Celsius acima dos níveis pré-industriais e envidar esforços para limitar ainda mais o aumento da temperatura a 1,5 graus Celsius. Quais políticas e ações vão apoiar os países a cumprir as NDCs têm sido motivo de amplo debate. Entre diversas possibilidades, a política de internalização das externalidades ambientais globais por intermédio da precificação de carbono tem sido indicada como a abordagem mais custo-efetiva para este fim. A análise acerca desta política, entretanto, se restringe em geral e majoritariamente à comparação entre o Sistema de Comércio de Emissões (SCE) e a Tributação.

Apontada por Stern (2006) como “o primeiro e essencial elemento de políticas sobre mudanças climáticas”, a precificação de carbono, do ponto de vista da teoria econômica, visa à internalização dos custos relacionados à emissão de GEE (a externalidade ambiental) que tem seus custos arcados pela sociedade e não pelo responsável pelas emissões.

A tradução das mudanças climáticas em toneladas de dióxido de carbono equivalentes (tCO<sub>2</sub>e) permite mais claramente a comunicação política sobre a questão ambiental (MORENO et al, 2016). Por outro lado, traz algumas limitações associadas ao princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas,<sup>2</sup> haja vista as significativas desigualdades de desenvolvimento econômico e de acesso a mercados modernos no mundo.

---

<sup>2</sup> Segundo o Artigo 3 do DECRETO Nº 2.652, DE 1º DE JULHO DE 1998, que promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992, em suas ações para alcançar o objetivo desta Convenção e implementar suas disposições, as Partes devem orientar-se *inter alia*, pelo seguinte:

1. As Partes devem proteger o sistema climático em benefício das gerações presentes e futuras da humanidade com base na equidade e em conformidade com suas responsabilidades comuns, mas diferenciadas e respectivas capacidades. Em decorrência, as Partes países desenvolvidos devem tomar a iniciativa no combate à mudança do clima e a seus efeitos negativos.

2. Devem ser levadas em plena consideração as necessidades específicas e circunstâncias especiais das Partes países em desenvolvimento, em especial aqueles particularmente mais vulneráveis aos efeitos negativos da mudança do clima, e das Partes, em especial Partes países em desenvolvimento, que tenham que assumir encargos desproporcionais e anormais sob esta Convenção.

3. As Partes devem adotar medidas de precaução para prevenir, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos. Quando surgirem ameaças de danos sérios ou irreversíveis, a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar essas medidas, levando em conta que as políticas e medidas adotadas para enfrentar a mudança do clima devem ser eficazes em função dos custos, de modo a assegurar benefícios mundiais ao menor custo possível. Para esse fim, essas políticas e medidas devem levar em conta os diferentes contextos socioeconômicos, ser abrangentes, cobrir todas as fontes, sumidouros e reservatórios

A partir do entendimento de que as teorias subjacentes às políticas exercem forte influência sobre sua lógica e seus instrumentos, a presente nota busca revisitar aspectos teóricos que fundamentam a precificação de carbono, bem como elementos históricos para que se possa construir uma análise crítica e assim subsidiar um posicionamento técnico da EPE acerca da precificação de carbono como estratégia para transição para uma economia de baixo carbono.

Com o intuito de compreender o impacto dos movimentos que configuram o contexto político de criação dos instrumentos de precificação de carbono, as próximas seções buscam ilustrar além do contexto das mudanças climáticas (que dá origem à necessidade de implementação de tal instrumento), os fundamentos teóricos, a lógica, e tipos de instrumentos para que seja possível avaliar de forma crítica a finalidade e as consequências da política de precificação sobre setores específicos. O estado e as tendências de precificação no mundo apresentados de forma não exaustiva nos capítulos 2 e 3 são de suma importância, pois comparam as principais formas de precificação (tributação e SCE) e traz as experiências mundiais que deram certo e que falharam na tentativa de reduzir as emissões de GEE. De caráter mais estratégico, o capítulo 4 analisa o status da precificação no Brasil à luz das políticas existentes para o setor de energia e os possíveis impactos sobre a competitividade econômica. Finalmente, os principais pontos de cada seção serão apresentados nas considerações finais como subsídio para o posicionamento da EPE sobre a incorporação da precificação, em todas as suas variações, dentro de um pacote de políticas públicas mais amplo para reduzir ainda mais a intensidade de carbono do setor de energia brasileiro.

## 1 Fundamentos teóricos da precificação de carbono

---

### 1.1 Mudanças climáticas

As mudanças climáticas são resultantes da intensificação do efeito estufa, pela concentração excessiva de GEE na atmosfera<sup>3</sup>, a partir de atividades humanas como alteração do uso do solo, agropecuária, descarte de resíduos sólidos, queima de combustíveis fósseis (derivados de petróleo, carvão mineral e gás natural) para geração de energia, atividades industriais e transportes. De forma geral os impactos causados pelas mudanças climáticas podem afetar, como já sinalizam as evidências científicas, o meio ambiente, a saúde humana, a

---

significativos de gases de efeito estufa e adaptações, e abranger todos os setores econômicos. As Partes interessadas podem realizar esforços, em cooperação, para enfrentar a mudança do clima.

4. As Partes têm o direito ao desenvolvimento sustentável e devem promovê-lo. As políticas e medidas para proteger o sistema climático contra mudanças induzidas pelo homem devem ser adequadas às condições específicas de cada Parte e devem ser integradas aos programas nacionais de desenvolvimento, levando em conta que o desenvolvimento econômico é essencial à adoção de medidas para enfrentar a mudança do clima.

5. As Partes devem cooperar para promover um sistema econômico internacional favorável e aberto conducente ao crescimento e ao desenvolvimento econômico sustentáveis de todas as Partes, em especial das Partes países em desenvolvimento, possibilitando-lhes, assim, melhor enfrentar os problemas da mudança do clima. As medidas adotadas para combater a mudança do clima, inclusive as unilaterais, não devem constituir meio de discriminação arbitrária ou injustificável ou restrição velada ao comércio internacional.

O decreto pode ser acessado em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d2652.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm)

<sup>3</sup>São eles o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), hidrofluorcarbonos (HFCs) e perfluorcarbonos (PFCs).

segurança alimentar, as atividades econômicas, os recursos naturais, as infraestruturas físicas etc. (MAROUN, 2007).

Tempestades de alta intensidade, incêndios florestais, secas severas, branqueamento de corais, ondas de calor e enchentes ao redor do mundo foram observados na última década, trazendo evidências adicionais relevantes para o debate, as quais sugerem a presença de riscos à estabilidade socioeconômica global. Segundo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, para limitar o aquecimento global em 1,5 grau Celsius e minimizar consequências mais severas, serão necessários esforços elevados de transição e redução das emissões de GEE em todos os setores (IPCC, 2018). De acordo com Stern (2006), as mudanças climáticas causarão sérios impactos no crescimento e desenvolvimento global e os benefícios associados a políticas de mitigação e adaptação serão maiores que seus custos.

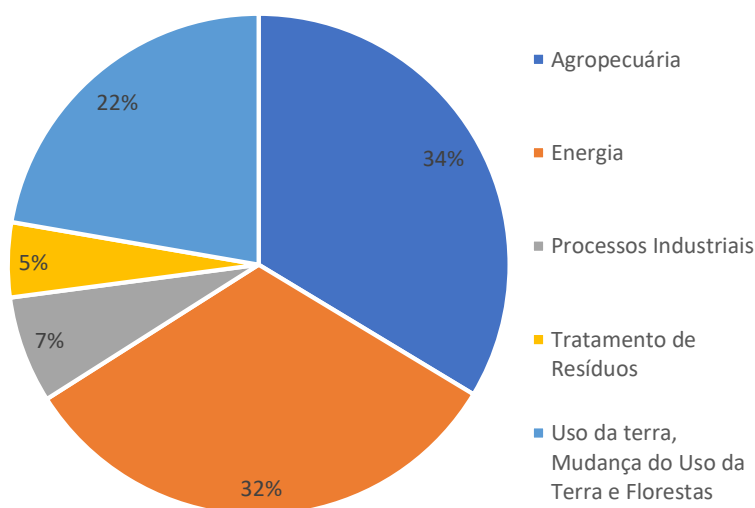
## 1.2 O setor de energia no Brasil

Energia é fundamental para o desenvolvimento econômico e social e para promover o bem-estar da sociedade. Nos países em desenvolvimento como Brasil, energia e atividade econômica são fortemente relacionados e o crescimento econômico depende da oferta de energia para atender os setores da agricultura, serviços e principalmente indústria.

O setor de oferta de energia, compreendido pelos processos de extração, conversão, armazenamento, transmissão e distribuição é o maior emissor de GEE no mundo, representando aproximadamente 73% de todas as emissões antropogênicas em 2016 (CLIMATEWATCH, 2020).

Segundo dados da 5ª Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, em 2016, o setor de energia – incluindo produção e consumo de combustíveis e energia elétrica – foi responsável por 32% do total de emissões, como ilustra a Figura 1 (MCTIC, 2020). No entanto, é importante destacar que o setor de energia foi onde se observou o maior crescimento de emissões no período de 1970 a 2016, na comparação com os outros setores.

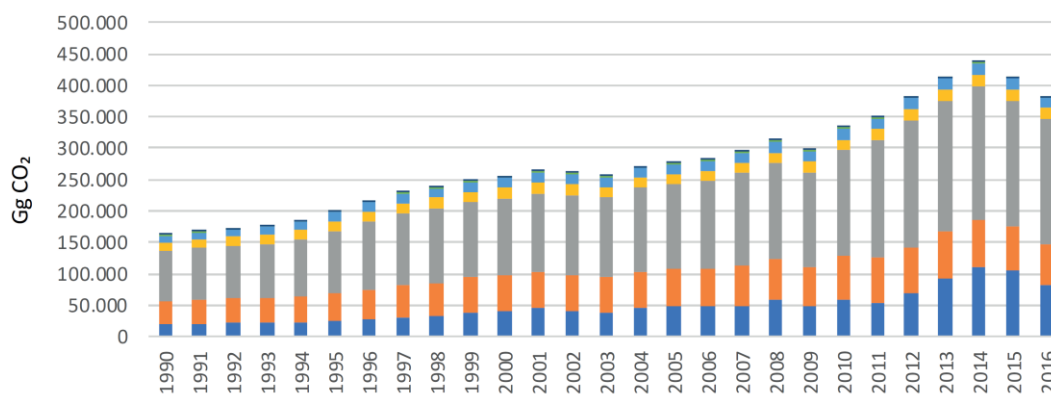
Figura 1 – Participação dos setores nas emissões de GEE no Brasil em 2016 (Mt CO<sub>2</sub>e)



Fonte: MCTIC, 2020.

No setor de energia, as emissões estão associadas principalmente a queima de combustíveis fósseis, como derivados de petróleo, gás natural e carvão. E, conforme ilustra a figura a seguir, o segmento de transporte é o maior emissor do setor de energia, assim como aquele que mais cresceu no período recente, mesmo com a ampla produção e consumo de biocombustíveis.

**Figura 2 - Emissões de CO<sub>2e</sub> do Setor de Energia por segmento de atividade (1990-2016)**



Fonte: MCTIC, 2020.

Entre as principais conclusões do Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas estão as mudanças nos padrões de precipitação, que alteram a distribuição da vazão dos rios (PBMC, 2014). Mudanças nos regimes hídricos e eólicos, na incidência solar e na temperatura média adicionam variáveis de risco e incerteza aos cenários de geração e impõem novos desafios ao setor.

Em grande medida, as emissões do setor de energia - assim como de outros setores - resultam do fato de não haver uma sinalização correta do custo das emissões. Consequentemente, o valor da energia gerada resulta num preço não ótimo do ponto de vista social. Ou seja, a externalidade derivada da produção de energia, entendida como uma falha de mercado, distorce o sistema de incentivos que constitui o sistema de preços, se configurando em uma fonte de ineficiência na alocação de recursos econômicos.

Para sanar essa ineficiência econômica é necessário que se atribua o preço correto aos recursos ambientais, internalizando os custos e ou benefícios ambientais via preços das externalidades. Em outras palavras, é necessário valorar os atributos relativos às emissões de GEE e incorporá-los ao custo de produção dos respectivos responsáveis.

### 1.3 Externalidades

A externalidade é o resultado de uma atividade que afeta (beneficia ou prejudica) aqueles que não estão diretamente envolvidos nela. Um efeito colateral adverso (ou benéfico) decorrente da produção ou do consumo de bens e/ou serviços para o qual não é feito nenhum pagamento (BARATA, 2001). Ou, como descreve Acselrad (2003), são danos causados por alguma atividade a terceiros, sem que esses danos sejam incorporados no sistema de preços.

Segundo Tolmasquim (2003), a presença destas externalidades distorce o sistema de incentivos que constitui o sistema de preços, se configurando em uma fonte de ineficiência na alocação de recursos naturais e de outros fatores de produção, e na repartição dos bens

produzidos. Em consequência, certos bens são produzidos em excesso e outros insuficientemente.

Quando os direitos de propriedade estão bem definidos, os agentes econômicos podem interagir para produzir um nível ótimo de externalidade. Entretanto, quando os direitos de propriedade não estão bem definidos, o resultado das interações econômicas causará ineficiências<sup>4</sup>.

As externalidades levam a diferenças entre o custo marginal privado e o custo social, gerando divergências nas quantidades de poluição ótima (aceitável do ponto de vista social) e a privada, onde os custos externos são negligenciados. Trata-se, portanto, de uma falha de mercado<sup>5</sup>, ou seja, uma situação em que a solução de mercado não gera um ótimo social (MUELLER, 2007 in SANTOS, 2018). Esta última abordagem é a que está intimamente ligada ao desenvolvimento das iniciativas de precificação do carbono. Segundo Santos (2018), para a economia ambiental, a solução para a degradação causada pelo processo de produção se dá através da avaliação dos danos da poluição sobre o meio ambiente e consequente internalização dos custos pelo poluidor. Trata-se uma clássica análise de custo-benefício dos mecanismos de controle e definição do mecanismo institucional a ser adotado.

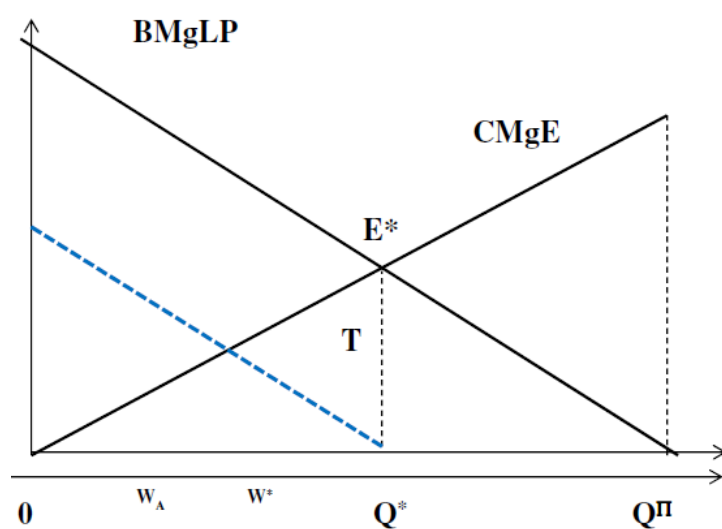
Uma dessas ferramentas pode ser a tributação, nos moldes de um tributo pigouviano. Fundamentada no Princípio do Poluidor Pagador e desenvolvido na Teoria do Bem-Estar Social de A. Pigou (1924), o gerador da externalidade negativa deve pagar um tributo que equaliza o custo marginal social e o privado. Em outras palavras, o tributo ideal (T) deve ser estabelecido onde o custo marginal (CMgE) seja igual ao benefício marginal (BMgLP). Assim, o tributo Pigouviano (T) é igual ao custo marginal no nível ótimo de poluição (E\*) (PEARCE & TURNER 1990), como ilustra o gráfico abaixo. Pigou defendia a tese da intervenção estatal para a correção das falhas de mercado, por meio da cobrança de compensação financeira ao agente econômico gerador das externalidades negativas.

---

<sup>4</sup> O bem público é um caso particular de externalidade de consumo, pois todo indivíduo é obrigado a consumir a mesma quantidade do bem. As soluções de mercado e a interações dos agentes econômicos não funcionam bem na alocação dos bens públicos, pois os mesmos são não rivais e não excludentes (Varian, 1994).

<sup>5</sup> Quando as circunstâncias da economia não se sustentam, ou seja, não houve a geração de uma situação de equilíbrio derivada da melhor alocação possível dos recursos, é sinal de que existe uma ***falha de mercado***. Uma das principais manifestações de falhas de mercado é a das externalidades (PERMAN, 2003; SANTOS, 2018). Alfred Marshall foi o primeiro a estabelecer a relação entre externalidades e falhas de mercado. Arthur Pigou, por sua vez, foi o primeiro a realizar uma análise sistemática da poluição como externalidade. É essa concepção que sustenta a corrente de Economia da Poluição entre os economistas ambientais (SANTOS, 2018).

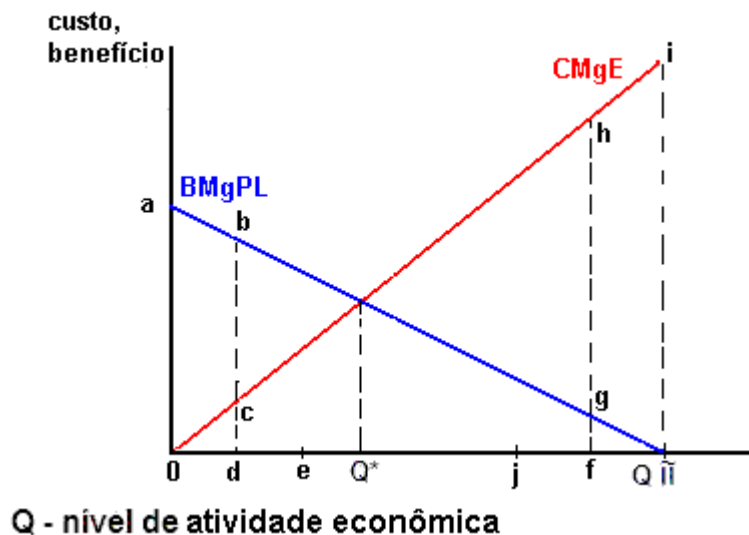
Figura 3 - Tributo ótimo de poluição de Pigou



Fonte: Pearce & Turner, 1990.

Possibilidades alternativas têm como base a ideia de Ronald Coase (1960), de que a negociação direta entre os agentes de mercado, quando os direitos de propriedade são bem definidos e transferíveis, e sob custos de transação pequenos, levará à internalização eficiente dos efeitos externos de suas atividades e, conseqüentemente, ao custo social de maneira correta. Conforme o Teorema de Coase, independente de quem tenha os direitos de propriedade, poluidor ou aqueles que sofrem a poluição, vão negociar até chegar a um acordo em que cada uma das partes fique em melhor situação e o resultado seja eficiente, no nível ótimo de poluição, dado pela atividade econômica  $Q^*$ , onde  $BMgLP$  se iguala ao  $CMgE$ .

Figura 4 - Nível ótimo de poluição via barganha - COASE.



Fonte: Pearce & Turner, 1990.

Ainda hoje, são as abordagens de Pigou e Coase que fundamentam as bases nas quais se sustentam as políticas públicas atuais no tema – ainda que, à época de sua elaboração, seus autores levassem em conta a poluição mais como um “incômodo” do que verdadeira barreira ao crescimento econômico, como passou a ser abordada desde a década de 70 e, de maneira mais forte, a partir dos anos 90, segundo Santos (2018).

Além disso, também refletem uma tendência das políticas ambientais deixarem de ser apenas de comando e controle para se basear em mecanismos econômicos, que fornecem maior flexibilidade e efetividade para o alcance das metas, como indicado por Ronald Coase e Pigou.

Portanto, é possível afirmar que é necessário o atendimento de algumas condições para que o mercado leve à situação de maior eficiência alocativa. De acordo com Coase (1960), a principal delas é a definição dos *direitos de propriedade*. Sua inexistência, ou imprecisão, levarão o mercado a, invariavelmente, alocar os recursos de maneira não-ótima. Neste contexto, o sinal de preços não reflete os custos e benefícios sociais verdadeiros e é demandada a intervenção estatal para corrigir os mercados (PERMAN, 2003 in SANTOS, 2018).

Como ressaltou Nicholas Stern, “as mudanças do clima são a maior falha de mercado de todos os tempos” (STERN, 2006). Do ponto de vista da eficiência econômica, a precificação de carbono é justificada como meio de internalizar alguns dos custos ambientais associados à produção e ao consumo de bens e serviços intensivos em carbono e demais gases de efeito estufa.

## 2 Definição, histórico e tipo de precificação de carbono

---

### 2.1 Definição

O preço pago pelos bens, em geral, não reflete os impactos ambientais causados ao longo do seu ciclo de vida. A precificação de carbono é uma forma de atribuir um custo aos impactos gerados pelo aumento de emissão de GEE na atmosfera.

Conforme mencionado anteriormente, ela deriva do princípio do poluidor pagador e é um mecanismo para compensar as externalidades negativas relacionadas à emissão de GEE. A precificação afeta os preços relativos de produtos, aumentando a atratividade daqueles com menor intensidade de carbono, em relação aos mais intensivos. Assim, o preço do carbono visa a gerar incentivos para mudar o comportamento dos agentes econômicos que, racionalmente, buscarão desenvolver produtos e serviços menos carbono-intensivos, seja na produção ou no consumo (NICOLLETTI & LEFÈVRE, 2016).

De acordo com o arcabouço teórico que fundamenta a precificação do carbono, tal sinal de preços é vital para tornar mais interessantes e rentáveis as opções com menos intensidade de carbono. Entretanto, quando se tem em mente a curva de custo de abatimento das emissões, é importante ressaltar que o sinal de preços terá efetividade no contexto em que o custo de abatimento das emissões é positivo. Quando negativo, políticas como redução de assimetria de informações, entre outras, serão mais efetivas. Do mesmo modo, quando extremamente elevado o custo de abatimento, políticas como investimento em pesquisa e inovação se tornam complementares e desejáveis. Significa dizer que a precificação de carbono deverá ser inserida em um conjunto mais amplo de políticas de mitigação que envolvem não apenas instrumentos econômicos, mas também responsabilidade socioambiental, regulação e políticas de comando e controle.

### 2.2 Histórico mundial

A crise ambiental percebida com mais clareza, principalmente no período pós 2ª guerra mundial, levou à convocação da 1ª Conferência Mundial sobre Meio Ambiente Humano

organizada pela ONU, em 1972. Foi justamente nessa histórica Conferência de Estocolmo, que foi proposta, pela primeira vez, uma alternativa que visava conciliar a sustentação do desenvolvimento econômico eficiente no longo prazo com a melhoria das condições sociais e o respeito ao meio ambiente (EPE, 2019). O crescimento do movimento ambientalista e das preocupações sobre a exaustão dos recursos naturais levou também ao desenvolvimento da gestão ambiental pública e privada em todo mundo e culminou, mais recentemente, com a elaboração dos primeiros mecanismos econômicos para mitigação das emissões de GEE, como os de precificação de carbono.

Em 1987, foi lançado pela ONU o relatório “Nosso Futuro Comum” (*Our Common Future*), que estabeleceu o conceito de desenvolvimento sustentável e reconheceu o tema mudanças climáticas como prioritário. A partir de então a redução de GEE passou a ser discutida a nível mundial. Já em 1988 foi realizada a Conferência Mundial sobre as Mudanças da Atmosfera, na qual foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO 1992) se concretizou como um dos mais importantes marcos na política ambiental internacional. Foi um momento culminante da trajetória de construção do desenvolvimento sustentável, por meio de uma coalizão geopolítica e do fortalecimento da atuação de representantes da sociedade civil, com a efetiva participação de organizações não governamentais (ONGs) e dos movimentos sociais e populares.

Esse período marca também a introdução e o fortalecimento dos instrumentos econômicos no âmbito das políticas ambientais, onde prevaleciam até então os clássicos instrumentos de comando e controle. A proposição de possíveis mercados internacionais de emissões começa, então, a ganhar corpo. Foi justamente na Rio 92 que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC, sigla em inglês) foi assinada. O objetivo da Convenção do Clima é a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera em um nível que previna uma interferência perigosa no sistema climático (EPE, 2019).

A partir de 1995 foram iniciadas as Conferências das Partes na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP), realizadas anualmente. Na COP-3, realizada em 1997 no Japão, foi adotado o Protocolo de Quioto, que estabeleceu metas de redução para GEE para os países desenvolvidos, chamados "Países do Anexo I". Apesar de pouco efetivo em relação a seus objetivos, este protocolo teve grande importância para o desenvolvimento de um mercado de carbono, já que estabeleceu a possibilidade de serem gerados créditos de carbono através de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) e da Implementação Conjunta (IC).

O próximo grande marco ocorreu somente na COP-21, realizada na França e que culminou com a formalização do Acordo de Paris. Este acordo foi baseado nas proposições de cada país através das Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas (INDC), as quais deveriam ser posteriormente ratificadas, passando a NDCs. Até abril de 2019, 195 partes já haviam assinado o Acordo de Paris. Destas, 96 mencionaram a precificação de carbono em suas NDCs (BANCO MUNDIAL, 2019). Este fato demonstra a grande importância dada à precificação de carbono para se alcançar a redução de emissões no mundo. Apesar de o avanço ter sido tímido no passado recente, esse pode se tornar um dos principais instrumentos no futuro.



## 2.3 Instrumentos de precificação de carbono

A precificação de carbono como parte de estratégias de intervenção pública pode ser classificada em três categorias: preço negativo, implícito ou explícito.

Na primeira, o preço negativo do carbono inclui subsídios ou suporte para produção ou uso de combustíveis fósseis que levam a emissões de carbono, atuando no sentido contrário à redução de emissões de GEE.

No preço implícito, restrições de emissão estipuladas pelo órgão competente representam, implicitamente, um custo sobre a emissão, na medida em que demandam alterações em tecnologias, combustíveis ou processos, que implicam um gasto adicional para o responsável pelas emissões. Dessa forma, preço implícito consiste em políticas/instrumentos que acabam impondo valor ao carbono de maneira indireta, como os tributos que incidem sobre combustíveis fósseis.

Na categoria de preço explícito, a precificação é direta e pode ser estruturada em dois principais formatos: (1) tributo sobre carbono (*carbon tax*) aplicado diretamente às emissões de GEE ou ao carbono presente nos combustíveis fósseis produzidos e (2) sistema de comércio de emissões (SCE), (*emissions trading mechanisms*, gênero do qual são espécies os sistemas de *cap and trade* e de *baseline and credit* – BALDWIN et al, 2012). Ambas as categorias de preço explícito (tributos e mercado) serão foco desta seção.

A tributação e os SCE são considerados equivalentes teóricos, pois partem do mesmo princípio, a precificação do carbono, para alcançar o mesmo fim, a redução das emissões de GEE, por meio da equalização dos custos marginais de abatimento dos diferentes agentes do mercado. Segundo a teoria econômica, a precificação explícita resulta geralmente em maior custo-efetividade por possibilitar maior flexibilidade para o cumprimento das metas de mitigação (BAILEY, 2002).

Tanto a tributação como o SCE são mecanismos econômicos. No primeiro, o preço da emissão de uma tCO<sub>2</sub>eq é definido pelo órgão competente e, em seguida, o mercado define a quantidade de GEE emitida. No segundo, cabe ao órgão regulador definir a quantidade a ser emitida (o teto ou limite de emissões) para que o mercado defina o preço da tonelada.

Ambos se fundamentam na ideia de que a abordagem de ajuste no mercado é a mais custo-efetiva para lidar com tal problema ambiental, ou seja, permitem alcançar o objetivo de mitigação ao menor custo possível (FGVces, 2017). Além disso, reduzem as emissões associando um preço uniforme com atividades de emissão, levando à eficiência na redução de emissões de baixo custo. E ambos podem incorporar incentivos para o sequestro de carbono e outras atividades de compensação (PARRY & PIZER, 2007).

A tributação de emissões de GEE pode ser estabelecida a partir de tributo existente, ou a partir da criação de um tributo específico. A tributação pode ter objetivos fiscais, extrafiscais ou combinar os dois. A finalidade fiscal é aumentar a arrecadação, cujos recursos podem ser destinados ao financiamento de políticas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, por exemplo. Já o objetivo extrafiscal tem impacto no setor privado, incentivando ou desestimulando determinados setores ou atividades de acordo com a intensidade de carbono desejada (NICOLLETTI & LEFÈVRE, 2016).

A tributação pode ser aplicada proporcional a tonelada de dióxido de carbono equivalente emitida (R\$/tCO<sub>2</sub>eq) ou por meio da tributação dos combustíveis fósseis, de acordo com seu teor

de carbono. O tributo pode se dar em setores específicos ou de forma geral na economia, alinhado ao custo marginal de redução das emissões dos GEE. Nesse caso, o órgão regulador define o valor do tributo e as empresas têm incentivo para reduzir as emissões enquanto o custo marginal de abatimento for menor que o tributo.

BALDWIN et al (2012) relatam que, no sistema de comércio de emissões, o órgão regulador emite um determinado número de licenças com o objetivo de estimular um determinado comportamento. Após um momento inicial em que as licenças emitidas são alocadas aos permissionários, elas podem ser comercializadas, o que encoraja os agentes de mercado a reduzirem as suas emissões com o intuito de vender o excedente para outros agentes.

Ainda de acordo com o relato de BALDWIN et al (2012), o sistema de comércio de emissões apresenta inúmeras variações, dentre as quais se destacam os sistemas de *cap and trade* e de *baseline and credit*.

No sistema de *cap and trade*, um número pré-determinado de licenças é criado, permitindo a emissão de uma certa quantidade de poluentes. Estas licenças são então alocadas ou vendidas aos agentes de mercado, que podem comercializá-las.

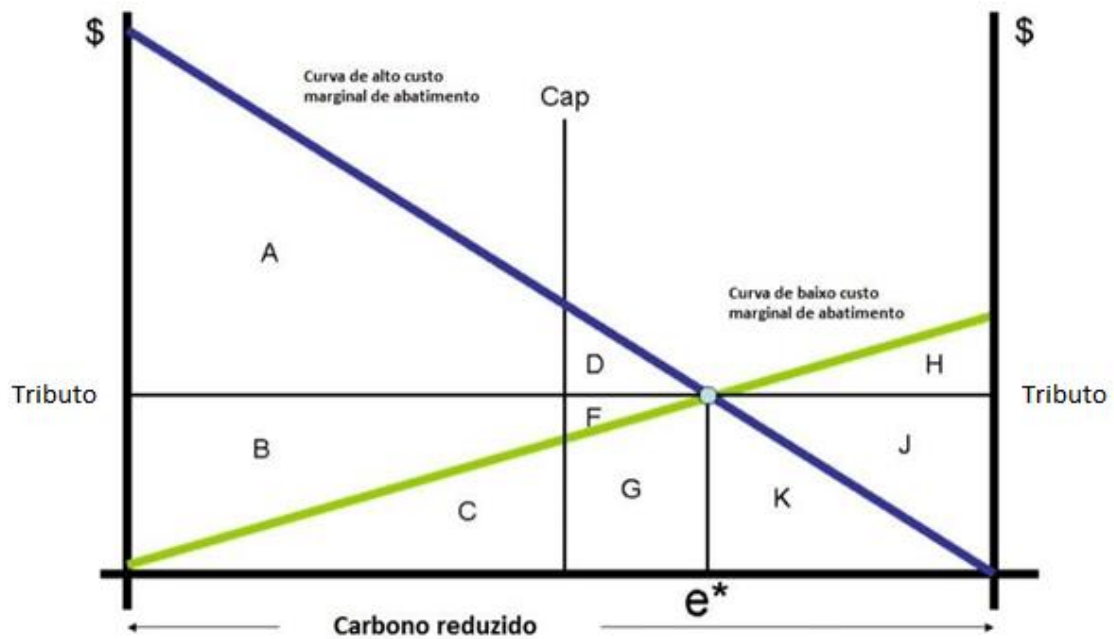
No sistema de *baseline and credit*, por outro lado, um parâmetro (linha de base) é estabelecido, normalmente tendo por referência o cenário *business as usual*. A partir do estabelecimento deste parâmetro, os agentes de mercado podem gerar créditos para si reduzindo as suas emissões a níveis inferiores aos da linha de base que lhe foi estipulada. Os créditos gerados podem então ser negociados no mercado.

Seja por meio da tributação, ou do estabelecimento de um sistema de comércio de emissões, a precificação de carbono, ao introduzir um sinal de preços no mercado, dá a flexibilidade necessária aos entes regulados, que podem escolher entre pagar o preço de carbono ou reduzir suas emissões, dependendo do custo marginal de abatimento e do preço de mercado.

A Figura 5 ilustra as diferenças entre a implementação da precificação via tributo e sistema de comércio de emissões entre duas empresas com custos marginais de abatimento distintas, ambos crescentes. Uma tem uma planta antiga, suja, ineficiente, com altos custos de abatimento (em azul) que vai da direita para a esquerda com a redução. A outra empresa tem uma planta mais nova e eficiente, com custos de abatimento menores (em verde) que vão da esquerda para a direita. A largura do eixo horizontal é o abatimento que deve ser alcançado para reduzir as emissões globais ao nível eficiente.

A interseção dos dois custos marginais de abatimento é onde a eficiência econômica é alcançada, também conhecido como ponto ótimo de poluição. Os custos totais para alcançar o nível eficiente de redução de emissões são:  $C + G + K$ . O nível ótimo de emissões ( $e^*$ ) mostra que a empresa com menor custo marginal de abatimento deve reduzir mais emissões do que a empresa com alto custo de redução (FLACHSLAND, 2010).

Figura 5 – Os ganhos de eficiência da política de precificação: Tributo versus Sistema de comércio de Emissões



Fonte: Flachsland, 2010.

Considerando a tributação sobre carbono, uma maneira de atingir o nível de redução desejado é definir um tributo em que os custos marginais de redução sejam iguais, considerando que essa informação seja disponibilizada. Esse ponto é representado pelo tributo na linha horizontal. Nesse caso, as empresas poluidoras percebem que é mais barato reduzir as emissões de carbono, desde que o custo marginal de redução esteja abaixo do tributo estabelecido.

A empresa mais ineficiente reduz as emissões da direita para a esquerda até  $e^*$ , incorrendo nos custos de redução de K. A partir deste ponto ela pagará um tributo igual a  $B + C + F + G$ . A empresa com menor curva de custo diminuirá da esquerda para direita até  $e^*$ , incorrendo nos custos de redução de  $C + G$ , a partir de onde pagará um tributo relativo a  $J + K$ .

Como resultado, pode-se afirmar que o nível ótimo de abatimento é alcançado em  $e^*$ , o custo de abatimento para as empresas poluidoras,  $C + G + K$ , é minimizado e o governo arrecada o montante relativo às áreas  $B + C + F + G + J + K$ .

O sistema de comércio de emissões, onde o limite de carbono emitido é definido pelo número de permissões de emissões distribuídas para empresas poluidoras, oferece outra forma de se alcançar esse nível ótimo de abatimento. Cada permissão confere à firma o direito de emitir uma unidade de carbono. Nesse sistema, se não for possível conceder mais permissões para a empresa de maior custo de abatimento, deve-se distribuir a mesma quantidade de permissões para cada empresa, representada pela linha vertical cap. O custo de abatimento para a empresa mais eficiente é igual à área C. O custo de abatimento para a empresa de maior custo marginal de abatimento é a área  $D + F + G + K$ .

Caso a empresa mais ineficiente perceba que seu custo marginal de abatimento é maior do que o custo da outra empresa, ela pode preferir comprar uma licença do que reduzir suas próprias emissões. Para isso, porém, ela precisa propor uma negociação. Nessa perspectiva, a linha azul sobre a área D, F e G representa uma curva de demanda por licenças e a linha verde

uma curva de oferta de licenças. A área entre a linha azul e a verde representa um preço de permissão mutuamente aceitável entre as duas empresas. Um mercado competitivo de permissões resultará em um preço de licença equivalente a um tributo eficiente sobre o carbono. Percebe-se pela figura que a negociação reduz os custos de abatimento relativos às áreas D + F.

Como resultado da interação de mercado, o nível ótimo de poluição é alcançado em  $e^*$  e o custo de abatimento para as empresas poluidoras,  $C + G + K$ , é minimizado.

Considerando a externalidade negativa do carbono em termos de falha de mercado, a tributação e um SCE aumentam de forma igual a eficiência da economia encontrando o nível ótimo de poluição ao menor custo. A única diferença recai sobre as implicações distributivas.

Em resumo, segundo a teoria econômica, sob condições adequadas e com informação perfeita, o sistema de tributação e de comércio de emissões geram resultados equivalentes do ponto de vista da mitigação das emissões (STERN, 2006). Na prática, existem vantagens e desvantagens atreladas às duas abordagens, como será visto a seguir.

## 2.4 Vantagens e desvantagens

### 2.4.1 Tributação

A tributação, por um lado, fornece certeza sobre custos e reduz riscos para investidores. Por outro lado, não garante o resultado ambiental almejado. Já um SCE assegura resultados ambientais (já que estabelece um teto de emissões), mas implica volatilidade de preço e riscos aos atores econômicos envolvidos (APEC, 2010).

A principal vantagem da tributação é o preço das emissões de  $CO_2$  ser bem definido. O preço pode subir ao longo do tempo, mas é conhecido. Enquanto o preço sobre licenças ou permissões é volátil, já que o número de permissões é fixo e a demanda varia de acordo com o tempo.

Economicamente, faz sentido permitir que as emissões dos países variem de um ano para o outro. Porque as empresas podem optar por abater menos emissões e pagar mais tributos nos períodos em que os custos de abatimento estão altos e vice e versa, quando os custos estão baixos. Já o SCE não permite essa flexibilidade, uma vez que o limite de emissões para toda a economia (*wide-economy*) deve ser atendido independente do custo de abatimento observado.

Ainda de acordo com Parry & Pizer (2007), a tributação pode aumentar a arrecadação dos governos, enquanto nos antigos sistemas de comercialização os governos distribuíram a maioria das licenças de forma gratuita. E a receita extra oriunda desses tributos poderia ser usada para incentivar a atividade econômica por meio da redução de outros tributos, como o imposto de renda de pessoa física e impostos sobre produção, ou mesmo para apoio a investimentos, por exemplo, em *green innovation*<sup>6</sup>. Esse processo de utilização das receitas da precificação de carbono passou a ser comumente chamado de reciclagem.

---

<sup>6</sup> De acordo com Gramkow (2018, p.20), inovação verde é definida como a implementação de um produto novo ou significativamente melhorado (bem ou serviço), ou processo, ou um novo método organizacional na prática comercial que beneficia o meio ambiente e contribui para a sustentabilidade ambiental (Kemp & Pearson, 2007; OCDE, 1997; Oltra, 2008). De acordo com CEPAL (2019), a inovação verde é um vetor do desenvolvimento sustentável, pois ela atua sobre duas externalidades: a externalidade negativa ambiental, ao reduzir a pegada sobre o meio ambiente, e a externalidade positiva da inovação, que gera *feedbacks*, *spillovers* e interações positivas no tecido econômico.

Por outro lado, o sistema de precificação via tributos sobre as emissões de carbono possui várias desvantagens. A primeira delas é a resistência política à criação de novos tributos, o que remete à importância da comunicação e transparência em relação a este instrumento.

Outra questão se refere à eficiência dos gastos das receitas geradas pelos tributos sobre as emissões de carbono. Receitas usadas de forma ineficiente ou utilizadas para atender a outros interesses que não a preservação ambiental, e colocariam em dúvida a manutenção de um sistema de tributação de carbono. No entanto, o tributo sobre as emissões de carbono não deve ser totalmente descartado, pois não é possível prever quais políticas serão viáveis no futuro, especialmente sob diferentes conjunturas políticas e preocupações sobre aquecimento global e dívida pública.

#### 2.4.2 Sistema de comércio de emissões

Segundo Santos (2018), a utilização de mecanismos de mercado é considerada pela teoria convencional como a melhor maneira de se gerir os recursos naturais e lidar com a poluição. Isso porque o mercado se constrói sobre a ideia de que o sistema de preços, a priori, reflete de maneira adequada o valor do meio ambiente, seus bens e serviços.

O SCE visa a redução de emissões e permite trajetórias claras para alcançar os objetivos definidos. É projetado para entregar um resultado ambiental de acordo com o teto de emissões estabelecido. Sanções, como multas, são previstas caso os objetivos não sejam cumpridos.

O SCE é uma opção de abatimento custo-efetiva, como mostraram estudos da OCDE que, comparando distintos instrumentos, incorreu nos menores custos por tonelada de emissões abatidas. A combinação entre um teto de emissões com sinal de preço do carbono derivado das negociações ajuda as empresas a identificar processos de baixo custo para reduzir emissões, como investir em eficiência energética - o que pode levar a uma redução adicional nos custos de produção.

O problema da volatilidade nos preços das permissões nos sistemas de comércio de emissões pode ser parcialmente resolvido com a utilização de sistemas de controle de custos, como uma “válvula de segurança”, funcionando junto com um sistema bancário de permissões. Esses sistemas de segurança funcionam como um limite ou teto (*cap*) sobre os preços das permissões. Na prática, o sistema impede que os preços aumentem acima de certo patamar, mesmo quando a demanda por licenças e o custo de abatimento estão elevados. De forma análoga, em períodos de baixo preço das permissões por consequência dos baixos custos de abatimento, o sistema bancário permite que algumas empresas mantenham para uso no futuro, quando há expectativa de aumento nos preços das licenças. Com efeito, esses mecanismos criam uma faixa de preços considerada aceitável, reduzindo a volatilidade característica dos sistemas de comércio.

O SCE é um sistema flexível e permite que as empresas escolham onde e quando reduzir as emissões. As opções de redução mais baratas são priorizadas, de preferência quando for mais rentável para as empresas. Além disso, o sinal de preço criado através de um SCE se adapta automaticamente às mudanças na conjuntura econômica, tornando as reduções de emissões mais baratas quando a economia desacelera e mais caras durante os períodos de crescimento, dentro de limites específicos, caso sejam implementados mecanismos de segurança descritos acima.

Os sistemas de mercado também poderiam gerar receita para os governos por meio da arrecadação dos tributos sobre as emissões de carbono se as licenças fossem leiloadas, ao invés de distribuídas gratuitamente, como normalmente ocorre.

A União Europeia optou pelo comércio de carbono por entender que esse tipo de precificação é mais conveniente ao lidar com os grandes e sofisticados emissores do setor elétrico e da indústria de base. Entretanto, alguns países optaram pelo sistema híbrido (BANCO MUNDIAL, 2019). Por outro lado, a experiência mostra que é preciso estruturar uma governança e procedimentos normativos robustos para evitar fraudes e certificados sem lastros e aderência técnica (verificação de projetos e certificação de adicionalidade, por exemplo), tendo em vista assegurar a credibilidade destes mercados (SANTOS, 2018).

A Tabela 1 faz um resumo das vantagens e desvantagens da precificação via tributação e sistema de comércio de emissões.

**Tabela 1 - Comparação entre os tipos de precificação**

<b>Tipo</b>	<b>Tributação</b>	<b>SCE (cap-and-trade)</b>
<b>Certeza sobre o preço ou custo do CO<sub>2</sub>?</b>	Sim, o preço é definido.	Não, mas a volatilidade dos preços pode ser limitada por sistemas específicos de segurança.
<b>Certeza sobre emissões?</b>	Não. As emissões variam com a demanda de energia existente e com os preços dos combustíveis.	Sim, na sua forma tradicional (sobre as fontes de emissões cobertas). Não, com o uso de mecanismos adicionais de contenção de preços.
<b>Incentiva eficientemente o baixo custo da redução de emissões?</b>	Sim.	Sim.
<b>Capacidade de aumentar a arrecadação?</b>	Sim. Resultados na geração máxima de receita em comparação com outras opções.	Tradicionalmente, com uma alocação amplamente livre, não. Mas o crescente interesse nas realizações de leilões de permissões sugere a oportunidade de arrecadação no futuro.
<b>Incentivo para P&amp;D em tecnologias limpas?</b>	Sim. O preço estável do CO <sub>2</sub> é necessário para induzir a inovação.	Sim. No entanto, incertezas sobre o preço das permissões gratuitas às empresas compensa os efeitos prejudiciais sobre a lucratividade.
<b>Prejudica a competitividade?</b>	Sim, embora se outros impostos forem reduzidos por meio da reciclagem de receita, a competitividade da economia em geral pode ser melhorada.	Sim (como um tributo), mas fornecer permissões gratuitas às empresas compensa os efeitos prejudiciais sobre a lucratividade.
<b>Obstáculos práticos ou políticos à implementação?</b>	Sim. Novos impostos são politicamente indesejáveis.	Sim. Identificar uma alocação razoável é difícil.
<b>Novos requerimentos institucionais?</b>	Mínimo.	Sim, mas a experiência com programas de comércio existentes sugere que os mercados surgem de forma rápida e relativamente barata.

Fonte: adaptação de Parry & Pizer, 2007.

## 3 A precificação de carbono no mundo

### 3.1 Processo de implantação da precificação de carbono

De acordo com o banco de dados do Banco Mundial (2020a), existem 92 iniciativas de precificação implementadas, agendadas ou em análise (Tabela 2 – Iniciativas de precificação de carbono no mundo). Além disso, três iniciativas foram abolidas: Alberta Carbon Tax, Austrália CPM e Ontário CaT. Das implementadas, 32 são de tributação de carbono e 28 de mercado de carbono. O Brasil está listado como uma das quatro iniciativas cujo instrumento de precificação está indefinido, ainda constam o anúncio de duas iniciativas subnacionais de SCE para o Rio de Janeiro e São Paulo em análise e sem progresso no seu desenvolvimento.

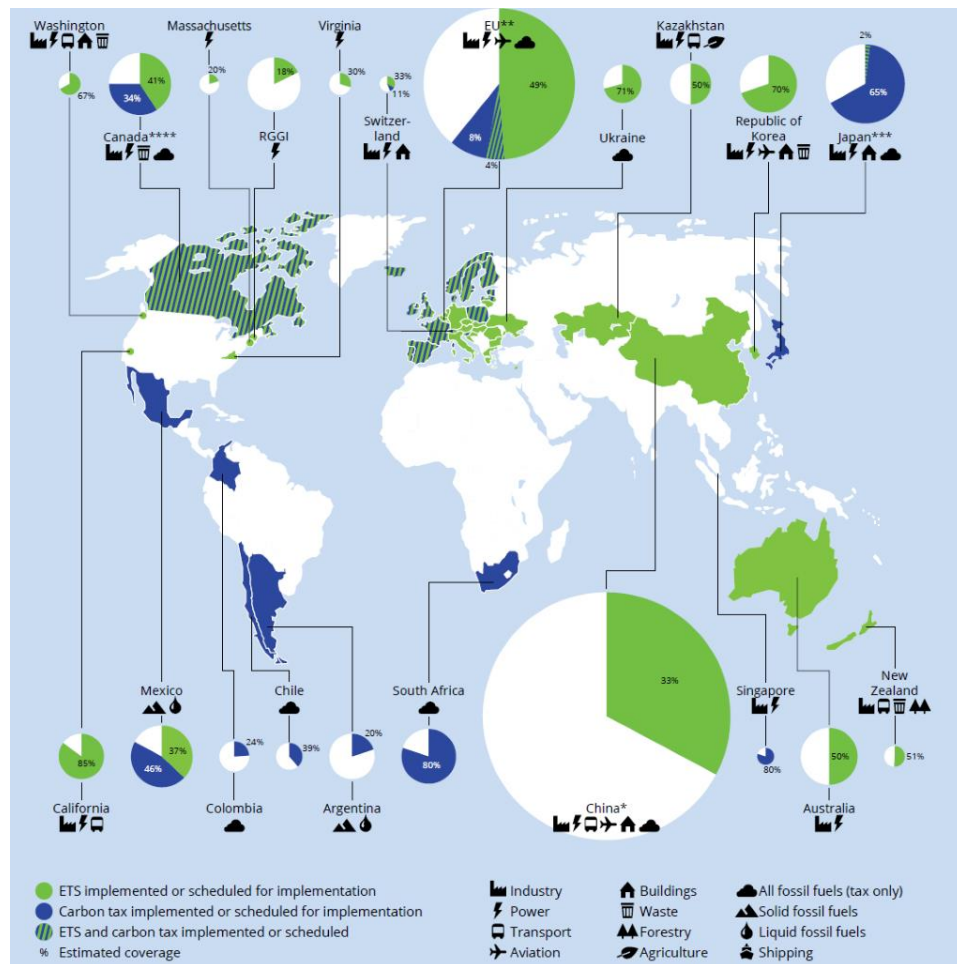
Tabela 2 – Iniciativas de precificação de carbono no mundo

Instrumento	Nacional	Regional	Subnacional	Total
<b>Tributação de carbono</b>	<b>29</b>		<b>12</b>	<b>41</b>
Abolido			1	1
Implementado	25		7	32
Agendado			1	1
Em análise	4		3	7
<b>Sistema de comércio de emissões</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>31</b>	<b>50</b>
Abolido	1		1	2
Implementado	7	1	20	28
Agendado	2		1	3
Em análise	8		9	17
<b>Indefinido</b>	<b>4</b>			<b>4</b>
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>1</b>	<b>43</b>	<b>95</b>

Fonte: adaptado de BANCO MUNDIAL, 2020a.

As iniciativas de precificação de carbono no mundo apresentam diferentes escopos, metas, setores envolvidos, articulação política e institucional, estratégia de uso das receitas, entre outros. A Figura 6 apresenta como esses instrumentos encontram-se empregados no mundo segundo o Relatório sobre precificação de carbono no mundo mais recente do Banco Mundial (2020b).

Figura 6 – Panorama mundial dos instrumentos de Tributação de Carbono e Sistema de Comércio de Emissões no mundo.



Fonte: BANCO MUNDIAL, 2020b.

Existem diferentes instrumentos possíveis para a mitigação das emissões de GEE, e a solução mais efetiva e eficiente é altamente específica para cada caso (Dissanayakea, et al, 2020). A opção pelo emprego de um instrumento ou combinação de instrumentos depende de diversos fatores como perfil de emissões, políticas existentes, estrutura dos setores, capacidade institucional, entre outras. Geralmente, jurisdições que empregam SCE utilizam tributação para cobrir as demais emissões ou ainda para garantir a estabilidade de preço nos setores cobertos pelo próprio mercado (BANCO MUNDIAL, 2017).

Neste sentido, algumas jurisdições que já utilizam ou estão avaliando o emprego combinado da tributação de carbono com sistema de comércio de emissões para mitigação das suas emissões (Tabela 3 – Países/Regiões que utilizam ou planejam utilizar mecanismos de precificação de carbono combinados). Ressalta-se o caráter complementar na aplicação desses mecanismos. No Canadá, por exemplo, a tributação incide sobre os combustíveis, e empresas intensivas em emissões podem pagar o preço da poluição de carbono ou comprar créditos para atingirem as metas (CANADA, 2018). No Chile a tributação de carbono foi desenhada para ser compatível com a implementação futura de SCE (BANCO MUNDIAL, 2020a).



**Tabela 3 – Países/Regiões que utilizam ou planejam utilizar mecanismos de precificação de carbono combidados**

<b>Nome</b>	<b>Tipo</b>	<b>Situação</b>
<b>BC GGIRCA</b>	SCE	I
<b>BC carbon tax</b>	T	I
<b>Canada federal OBPS</b>	SCE	I
<b>Canada federal fuel charge</b>	T	I
<b>Chile ETS</b>	SCE	EA
<b>Chile carbon tax</b>	T	I
<b>Colombia ETS</b>	SCE	EA
<b>Colombia carbon tax</b>	T	I
<b>Japan ETS</b>	SCE	EA
<b>Japan carbon tax</b>	T	I
<b>Manitoba ETS</b>	SCE	EA
<b>Manitoba carbon tax</b>	T	EA
<b>Mexico carbon tax</b>	T	I
<b>Mexico pilot ETS</b>	SCE	I
<b>New Brunswick ETS</b>	SCE	EA
<b>New Brunswick carbon tax</b>	T	I
<b>Newfoundland and Labrador PSS</b>	SCE	I
<b>Newfoundland and Labrador carbon tax</b>	T	I
<b>Switzerland ETS</b>	SCE	I
<b>Switzerland carbon tax</b>	T	I
<b>Ukraine ETS</b>	SCE	EA
<b>Ukraine carbon tax</b>	T	I

*Legenda:* T - Tributação de carbono; SCE - Sistema de comércio de emissões; I – Implementado; EA - Em avaliação

Fonte: adaptado de BANCO MUNDIAL, 2020a.

Considerando a diversidade de estratégias políticas possíveis, de modo geral, o primeiro passo para a definição da melhor alternativa para o país é a avaliação comparativa dos instrumentos. Deste modo, é possível verificar qual ou quais são os mais adequados para atingir os objetivos desejados. Neste sentido, recomenda-se responder às seguintes perguntas (PMR, 2017):

- Quais são as características e emissões dos setores-chave?
- Quais são as principais barreiras para a mitigação das emissões?
- Quem deve suportar o custo da redução das emissões?

Na sequência, é necessário estabelecer as premissas que nortearão a análise (PMR, 2017):

- Definição dos objetivos da política;
  - Compreensão do contexto nacional;
  - Definição dos princípios;
  - Seleção das ferramentas de avaliação e estimativa<sup>7</sup> para suporte à tomada de decisão;
- A partir das decisões tomadas, para o desenho e implementação do instrumento em si, existem dois guias que orientam os seguintes passos:

- Tributação de Carbono (PMR, 2017):

1. Definir base da tributação;
2. Definir o ritmo da tributação;
3. Tratar possíveis efeitos indesejáveis;
4. Definir a aplicação das receitas;
5. Assegurar conformidade e supervisão

- Sistema de Comércio de Emissões (PMR e ICAP, 2016):

1. Definir escopo;
2. Definir o cap;
3. Determinar a distribuição de permissões;
4. Definir sobre o uso de offsets;
5. Definir a flexibilidade temporal;
6. Tratar a previsibilidade de preços e contenção de custos;
7. Assegurar conformidade e supervisão;
8. Engajar as partes interessadas, comunicação e desenvolvimento de capacidades;
9. Considerar interações;
10. Implementar, avaliar e aprimorar.

Ambos consideram os princípios de sucesso para precificação de carbono, conhecido pelo acrônimo “FASTER”, desenvolvido pelo Banco Mundial e a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE). São eles: justiça, alinhamento de políticas e objetivos, estabilidade e previsibilidade, transparência, eficiência, confiabilidade e integridade ambiental.

No caso brasileiro, a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), criada pela Lei nº 13.576/2017<sup>8</sup>, é a primeira iniciativa de precificação no país. Seu objetivo é fomentar a expansão

---

<sup>7</sup> O ideal é que sejam utilizadas ferramentas de modelagem.

<sup>8</sup> LEI Nº 13.576, DE 26 DE DEZEMBRO DE 2017.

Art. 4º São instrumentos da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), entre outros:

I - as metas de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa na matriz de combustíveis de que trata o Capítulo III desta Lei;

II - os Créditos de Descarbonização de que trata o Capítulo V desta Lei;

III - a Certificação de Biocombustíveis de que trata o Capítulo VI desta Lei;

IV - as adições compulsórias de biocombustíveis aos combustíveis fósseis;

V - os incentivos fiscais, financeiros e creditícios; e

VI - as ações no âmbito do Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Parágrafo único. Os instrumentos previstos neste artigo, em relação às metas de redução das emissões mencionadas no inciso II do caput do art. 1º desta Lei, guardarão compatibilidade com as metas previstas para os demais setores.

dos biocombustíveis de modo sustentável com o emprego de diversos instrumentos, entre os quais: metas nacionais de redução de GEE para a matriz de combustíveis, Créditos de Descarbonização (CBIO) e certificação da produção de biocombustíveis. A meta nacional é definida pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), enquanto a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é responsável pelo seu desdobramento em metas individuais para os distribuidores de combustíveis. As metas são atendidas a partir da compra do Crédito de Descarbonização por Biocombustíveis (CBIO), emitido pelos produtores certificados de modo proporcional à nota de eficiência do processo produtivo da usina. Sendo assim, o RenovaBio promove a redução da intensidade de carbono na matriz de combustíveis com incentivo à eficiência da produção.

Ressalta-se ainda o trabalho desenvolvido por meio de parceria do Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGVces) e a Bolsa Verde do Rio (BVRio) para primeira simulação para formação de um mercado de emissões no país que identificou como desafios atingir o balanço entre volume de emissões e aquisição de títulos e avaliação do risco/retorno dos offsets que possuem risco de performance (FGVces, 2018).

No país, também está em andamento o Projeto PMR Brasil que busca avaliar a precificação de emissões, tributação ou mercado, para implementação na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) no pós-2020 (Brasil, 2020). As atividades desenvolvidas no âmbito do PMR podem ser observadas na Figura 7, e culminam na elaboração de recomendações para a implementação do instrumento de precificação de carbono no país a ser submetida aos tomadores de decisão.

**Figura 7 – Componentes do Projeto PMR Brasil.**



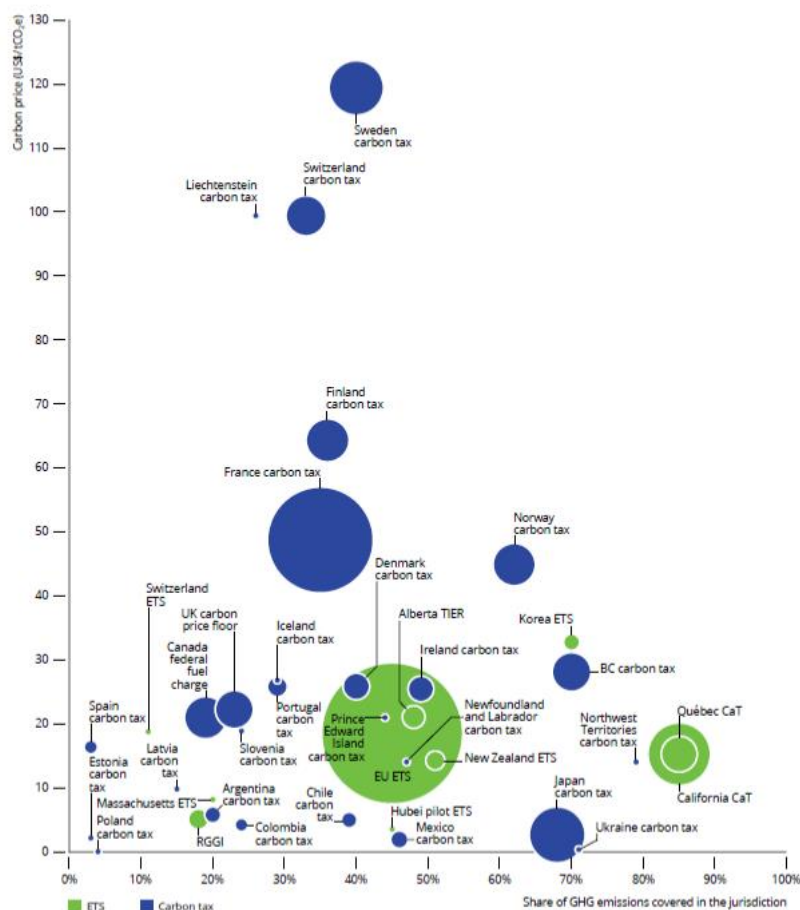
Fonte: BRASIL, 2020.

### 3.2 Experiências positivas e negativas

É consenso que a precificação de carbono pode ser uma ferramenta importante para o atendimento das metas do Acordo de Paris (FUNKE & MATTAUCH, 2018). Por outro lado, sabe-se que são necessários esforços mais elevados no sentido de alcançar balanço zero de emissões nas próximas décadas, pois até então os instrumentos de precificação de carbono não resultaram em reduções significativas nas emissões (TVINNEREIM & MEHLING, 2018). É estimado que em 2020 as iniciativas de precificação cubram 12 tCO<sub>2eq</sub>, o que representa 22% das emissões de GEE mundiais anuais (BANCO MUNDIAL, 2020a).

Neste sentido, governos estão revisando seus instrumentos com o objetivo de ampliar a sua cobertura e ambição climática. Entretanto, esses esforços ainda são insuficientes para atender o Acordo de Paris, tendo em vista que menos de 5% das emissões cobertas apresentam preço compatível<sup>9</sup> com as metas, conforme Figura 8 (BANCO MUNDIAL, 2020b).

Figura 8 – Preço e emissões cobertas nas iniciativas de precificação de carbono.



Fonte: BANCO MUNDIAL, 2020b.

Funke e Mattauch (2018) identificaram que o maior desafio para a aprovação e preservação dos instrumentos de precificação de carbono é a aceitabilidade política. Pela análise realizada, os países que obtiveram sucesso são os que apresentam alta confiança política e baixos níveis de corrupção, e também quando as políticas implementadas proporcionam custos difusos e

<sup>9</sup> US\$ 40/tCO<sub>2</sub> - US\$80/tCO<sub>2</sub> em 2020 e US\$50/tCO<sub>2</sub> a US\$100/tCO<sub>2</sub> até 2030.

benefícios concentrados (quando a tendência é que ocorra o inverso). Por exemplo, após protestos, a França apresentou congelamento na evolução do tributo e Washington enfrentou rejeição pública da proposta de tributação de carbono, o que evidencia a importância do apoio público para o sucesso das iniciativas, especialmente quando interfere no preço de commodities importantes (BANCO MUNDIAL, 2020b).

Outra preocupação relevante sobre a implementação de instrumentos de precificação é o impacto negativo na competitividade das empresas. Entretanto, segundo o relatório da OCDE de Ellis et al (2019), a implementação desses instrumentos nos países da OCDE e do G20 não causaram efeitos estatisticamente significativos nos preços de energia nas diferentes dimensões de competitividade avaliadas. Esses resultados podem ser justificados em parte pelo nível baixo dos preços de carbono e das isenções de tributação para indústrias, ou pela distribuição generosa de permissões gratuitas nos mercados de carbono.

A Tabela 4 – Principais pontos positivos e negativos das iniciativas de precificação de carbono selecionadas a seguir busca sintetizar os principais pontos positivos e negativos em alguns países selecionados:

**Tabela 4 – Principais pontos positivos e negativos das iniciativas de precificação de carbono selecionadas**

<b>País (Iniciativa)</b>	<b>Instrumento (ano)</b>	<b>Setores e/ou combustíveis</b>	<b>Pontos positivos</b>	<b>Pontos negativos</b>	<b>Observações</b>	<b>Fonte</b>
<b>Austrália (ERF Safeguard Mechanism)</b>	Mercado de Carbono (2016)	Setor industrial e elétrico		Mesmo apresentando equidade e eficiência no mecanismo de tributação de carbono, houve falta de credibilidade política, narrativa convincente e comunicação eficiente	Programa foi lançado em 2012 e abolido em 2014 com a mudança de governo;  Recentemente, o ERF foi revisado para modificar as linhas de base de modo a representar mais a intensidade de carbono na economia	Funke e Mattauch (2018)  Han et al. (2019)  Banco Mundial (2020a)
<b>EUA (Califórnia)</b>	Mercado de Carbono (2012)	Setor de transporte; Setor elétrico	O mercado de carbono é efetivo na internalização das emissões de CO2 do estado.	Baixa probabilidade de investimento na produção de gás natural, cujo uso nas térmicas é maior que carvão, o que aumenta o preço de mercado do estado		Woo et al. (2018)  Hu e Chen (2019)

País (Iniciativa)	Instrumento (ano)	Setores e/ou combustíveis	Pontos positivos	Pontos negativos	Observações	Fonte
<b>Canadá (British Columbia)</b>	Tributação de carbono (2008)	Todos os setores, com algumas exceções nos setores: industrial, aviação, transporte e agricultura.	Apoio das bases eleitorais e do setor privado;  Impacto irrelevante na economia;  Aumento crescente de apoio público	Necessidade de inclusão de algumas exceções devido a preocupações com competitividade;  Possibilidade de “carbon leakage”, ausência de estudos para avaliar	Hidroeletricidade predominante na matriz elétrica;  Mercado de carbono implementado para unidades de GNL em 2016 - British Columbia Greenhouse Gas Industrial Reporting and Control Act (GGIRCA)	Funke e Mattauch (2018)  Murray e Rivers (2015)
<b>Canadá (Québec)</b>	Mercado de carbono (2013)	Setor elétrico, industrial, transporte e residencial, também inclui emissões industriais	Improvável que a iniciativa coloque um alto ônus de custo na renda domiciliar de qualquer grupo;  Não há previsão de perdas significativas de empregos		Em 2016, o Governo federal determinou que até o final de 2018 fosse implementado em todas as jurisdições algum instrumento de precificação de carbono	Canada (2016)  Masher (2018)  Barrington-Leigh (2015)
<b>Chile</b>	Tributação de Carbono (2017) e	Todos os combustíveis fósseis		As alíquotas tributárias introduzidas têm	Segundo país na América Latina a introduzir	Han et al. (2019)  Banco Mundial (2019)

País (Iniciativa)	Instrumento (ano)	Setores combustíveis e/ou	Pontos positivos	Pontos negativos	Observações	Fonte
	Mercado de Carbono sendo considerado			pouca eficácia na redução de emissões	tributação de carbono; Termeletricidade predominante na matriz elétrica; A tributação de carbono deve estar aliada a outras medidas de diminuição de emissões de CO <sub>2</sub> para que os acordos mundiais firmados possam ser cumpridos	Vera e Sauma (2015) Mardones e Baeza (2018)
<b>Suécia</b>	Tributação de carbono (1991)	Todos os combustíveis fósseis e os setores de transporte e edificações principalmente, outros setores apresentam algumas exceções	Extenso processo de diálogo e deliberação social. Confiança política e transparência antes da implementação		Também faz parte do Mercado de Carbono da União Europeia (EU ETS)	Funke e Mattauch (2018) Banco Mundial (2020a)



De modo geral, as lições aprendidas com a experiência internacional na implementação de mecanismos de precificação podem ser sintetizadas nas seguintes recomendações (BANCO MUNDIAL, 2017 e 2019; FUNKE & MATTAUCH, 2018):

- Desenho adequado do instrumento de modo que garanta distribuição justa dos custos e benefícios, alinhamento de políticas e objetivos, estabilidade e previsibilidade, transparência, eficiência, confiabilidade e integridade ambiental<sup>10</sup>;
- Construção e manutenção da aceitação pública, evidenciando principalmente os benefícios e minimizando possíveis aversões;
- Introdução gradual (projeto piloto ou introdução por etapas) possibilitando tempo para consumidores e agentes se adaptarem;
- Avaliação e definição cuidadosa de medidas para mitigar vazamentos (*leakage*) e riscos distribucionais;
- Destinação adequada das receitas de precificação de carbono às circunstâncias política e econômica;
- Comunicação clara, transparente e cuidadosamente trabalhada;

Adicionalmente, visto que a introdução de instrumentos de precificação não tem sido suficiente para atendimento do Acordo de Paris, Finon (2019) destaca a relevância de instrumentos não mercadológicos (“non-carbon price”), especialmente para países em desenvolvimento. O trabalho indica que é mais efetivo, para países em desenvolvimento, que essa alternativa seja priorizada no primeiro momento, para então criar arcabouço para a implementação de outras medidas no longo prazo. Outros autores como SAUTER & WATSON, 2008; GRAMKOW, 2019 também alertam para a particularidade de países em desenvolvimento no que se refere às políticas de mitigação, na medida em que há diversas áreas que requerem prioridade sob recursos escassos. Neste caso, é fundamental que as medidas e políticas de mitigação contribuam não apenas para redução de GEE, mas também possam trazer ganhos socioeconômicos.

## 4 Precificação e impactos na competitividade: abordagens metodológicas e o papel dos investimentos

---

A análise dos impactos econômicos oriundos das políticas climáticas – incluindo a precificação de carbono - tem sido alvo de amplo debate na literatura econômica, com distintas implicações sobre a competitividade dos setores e países. Esta seção apresentará resumidamente as principais abordagens metodológicas para acesso aos impactos da Precificação na competitividade para, em seguida, apresentar alguns resultados (não exaustivos) de pesquisas aplicadas ao Brasil e um panorama de investimentos à luz das discussões anteriores.

### 4.1 Framework analítico

Uma constatação crítica do IPCC (2007) é a de que as consequências econômicas de metas rigorosas de estabilização das emissões globais foram pouco exploradas na literatura sobre a economia das mudanças climáticas (BARKER & SCRIECIU, 2010). Alvo de amplo debate, as análises recentes acerca dos diversos canais a partir dos quais a política climática – incluindo a precificação de carbono – afetam a competitividade podem ser divididas entre dois principais grupos: aqueles que consideram a prevalência de impacto líquido negativo (ou apenas timidamente positivo) decorrente da imposição de custos

---

<sup>10</sup>Conhecidos como princípios de sucesso da precificação de carbono (FASTER - Fairness; Alignment of policies and objectives; Stability and predictability; Transparency; Efficiency and cost-effectiveness; Reliability and environmental integrity)

adicionais de mitigação às indústrias, prejudicando sua competitividade, e aqueles que consideram não apenas a possibilidade de benefícios líquidos (ou custos negativos), mas também crescentes quanto maior o rigor das metas de estabilização (BARKER & SCRIECIU, 2010; BARKER ET AL., 2006; OCDE, 2010; GRAMKOW, 2017).

As pesquisas empíricas neste campo<sup>11</sup>, bastante diversas, também têm falhado em determinar o impacto da política climática na competitividade devido a incompatibilidades dos resultados entre si, e destes em relação aos pressupostos teóricos e práticas de políticas públicas (OCDE, 2010). Por exemplo, quando a análise dos impactos da competitividade se concentra apenas nos aumentos de custos e ignora as possibilidades de benefícios de mercado, ou quando uma análise estática falha em explicar efeitos dinâmicos, como inovação e desenvolvimento tecnológico, levando a uma superestimação de custos (OCDE, 2010).

Apesar do reconhecimento das dificuldades na mensuração desta causalidade e da existência de impactos positivos no longo prazo (BANCO MUNDIAL, 2015; CEBDS, 2015) a abordagem teórica-metodológica prevalecente é aquela que aponta para resultados econômicos líquidos negativos, baseadas em Modelos de Equilíbrio Geral através de otimização com base em custos. Esta abordagem tem sido criticada por subestimar os custos das mudanças climáticas não gerenciadas (por exemplo, mudanças catastróficas) e os benefícios da transição de baixo carbono (como efeitos indiretos da inovação verde e economias de escala) – conforme o recente comentário de Stern (2016) na *Nature* (2017)<sup>12</sup>. No Brasil, o foco não difere muito: os principais projetos de pesquisa sobre medidas e políticas de mitigação no país projetaram custos econômicos negativos líquidos das políticas de mitigação, com poucas exceções (GRAMKOW, 2017).

Os distintos resultados, tanto em termos de implicações políticas<sup>13</sup> quanto de análises empíricas podem estar associados a diferentes concepções teóricas de competitividade e, conseqüentemente, dos seus principais determinantes e canais de impacto a partir da política climática. Apesar de ser reconhecida como uma pré-condição para a prosperidade e bem-estar (PORTER, 1990), não há consenso na definição de competitividade econômica (HAY, 2012; LATRUFFE, 2010; POSSAS, 1999; OECD, 2010), nem tampouco nas abordagens metodológicas para acesso aos seus impactos.

Partindo de um conceito mais amplo e sistêmico de competitividade (FAJNZYLBBER, 1988; GRAMKOW, 2017; OCDE, 2010), existem vários canais simultâneos (e concorrentes) em potencial pelos quais uma medida de política climática pode afetar a competitividade, sendo que o impacto líquido de todos os possíveis impactos positivos e negativos determina o impacto global. Segundo OCDE (2010), há dois principais canais de impacto na competitividade, a performance ambiental no nível da empresa e a própria política ambiental. A Figura 9 ilustra esse framework analítico e a Figura 10 os canais de impacto.

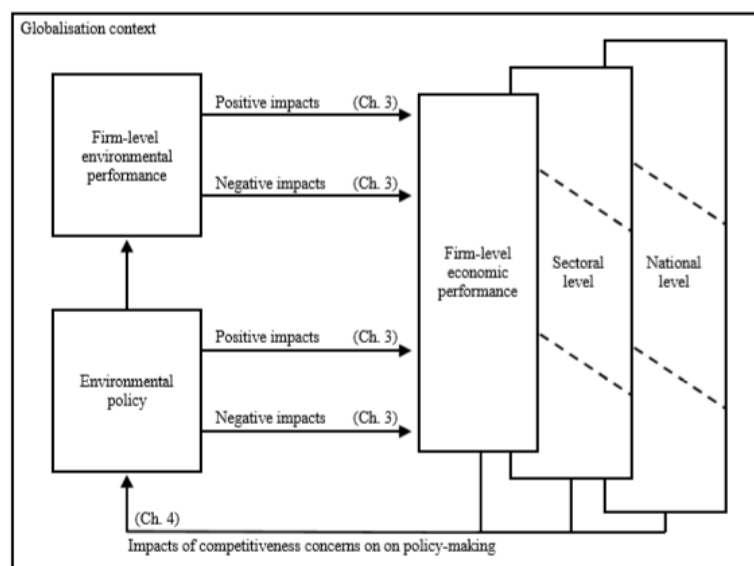
---

<sup>11</sup>Um grande número de pesquisas empíricas foi realizado sobre a relação meio ambiente - competitividade. Eles incluem estudos no nível da empresa que buscam estabelecer uma conexão entre desempenho ambiental e desempenho contábil ou do mercado de ações; estudos setoriais e nacionais, tentando encontrar uma ligação entre o rigor das políticas ambientais e produtividade, inovação, fluxos comerciais ou decisões de investimento e localização; e *estudos ex ante* que tentam prever os impactos competitivos de uma política ambiental específica (OCDE, 2010).

<sup>12</sup>Para acesso a abordagens alternativas com base em Modelos de larga-escala econométricos híbridos, como o E3ME de Cambridge e utilizado pela IRENA, ver (Barker & Scriciu, 2010; Barker et alBarker, 2006; OCDE, 2010, Gramkow, 2017).

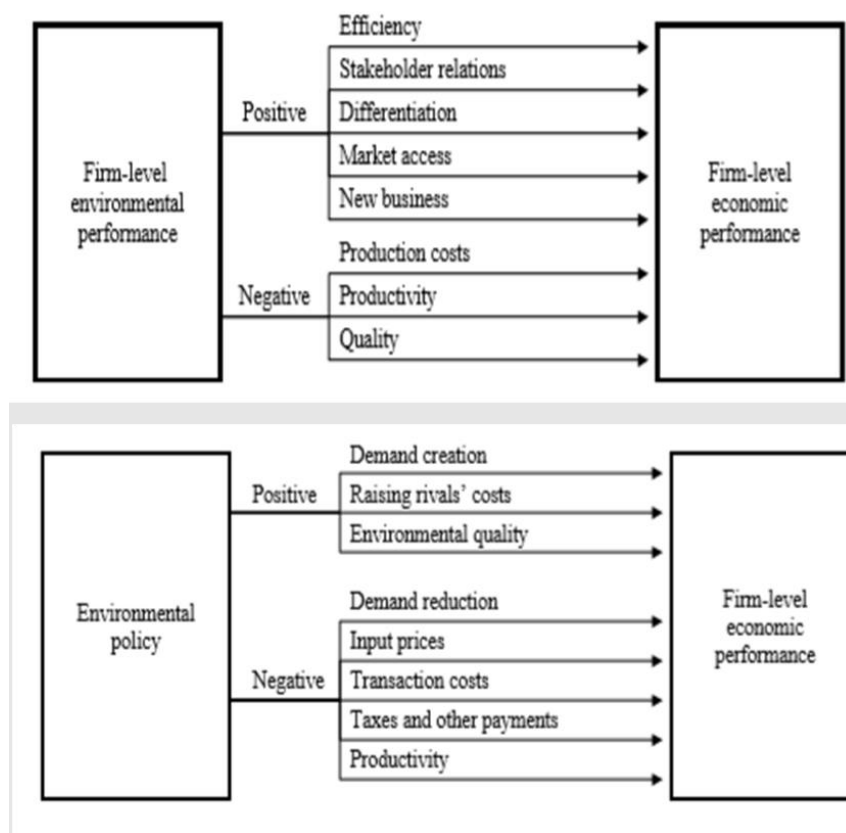
<sup>13</sup>Segundo a OECD (2015), políticas de precificação de carbono são eficazes para reduzir emissões, mas não necessariamente medem os efeitos econômicos sobre a competitividade como consequência da implementação desse tipo de política.

Figura 9 - Framework analítico sobre a relação entre performance ambiental e política ambiental e competitividade no nível da firma.



Fonte: OCDE, 2010.

Figura 10- Canais de impacto do desempenho ambiental e da política ambiental no desempenho econômico das firmas



Fonte: OCDE, 2010.

Os impactos incrementais da política ambiental no desempenho econômico devem ser considerados no nível micro<sup>14</sup>, onde os impactos são realmente criados, e nas agregações e consequências desse efeito no nível macro, nos níveis setoriais e nacionais. O impacto líquido na competitividade pode ser diferente no curto e no longo prazo, além de assumir uma função dinâmica, específica para cada caso.

<sup>14</sup> É fundamental o entendimento dos fundamentos da competitividade no nível da empresa (Porter et al., 2007). De toda forma, há inúmeras dificuldades nesta agregação

A globalização traz ainda mais complexidade para a análise, dado o papel das empresas multinacionais nas cadeias de suprimentos globais e na medida em que a tecnologia, o conhecimento e as melhores práticas ambientais são disseminados por meio de relações comerciais e sobretudo de investimento (ver seção sobre investimento externo direto em baixo carbono). Com o aumento da concorrência, da mobilidade de capital e trabalho, requisitos ambientais rigorosos podem gerar migração da produção das jurisdições mais estritas para as lenientes (problema de *carbon leakage*), tornando temporários e brandos eventuais ganhos de competitividade (OCDE, 2010).

Em relação às análises empíricas, grande parte dos indicadores usados como proxy de competitividade são indicadores *ex-post*, ou seja, que mensuram os efeitos após uma firma, setor ou economia serem expostos à competição global (em geral, *market-share* e desempenho das exportações etc.), mais simples de mapear, porém considerados “estáticos” do ponto de vista da competitividade. Outra abordagem possível considera indicadores *ex-ante* que representam potencial competitivo relacionados às condições produtivas antes da exposição à competição global (custos de insumos, complexidade tecnológica, infraestrutura logística, flexibilidade, qualidade do produto, etc.). Estes indicadores são considerados dinâmicos na medida em que indicam perspectivas de desenvolvimento produtivo no futuro (POSSAS, 1999). Desta forma, tem sido recomendado na literatura (HAGUENAUER, 2012; KUPFER, 1992; LATRUFFE, 2010; POSSAS, 1999) que o uso de um conjunto de indicadores (ex-ante e ex-post) seja mais adequado para avaliar a competitividade em oposição a um único indicador (GRAMKOW, 2017).

Distintas abordagens (tanto teóricas quanto metodológicas) também são verificadas no âmbito dos modelos utilizados para as análises ex-ante de impactos das políticas climáticas na competitividade em termos macroeconômicos. Há os modelos híbridos de equilíbrio geral computáveis com base em otimização e modelos macroeconômicos híbridos. Um exemplo do primeiro é o modelo DICE do economista laureado com o prêmio em homenagem a Nobel, William Nordhaus O último, por exemplo, utilizado nos cenários da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA). Pressupostos relacionados ao tratamento da tecnologia (consideração de dinâmicas tecnológicas etc.), canais de impacto na competitividade (para além do aumento de custo) e papel das políticas complementares à precificação<sup>15</sup> variam substancialmente entre estas abordagens, assim como seus resultados<sup>16</sup>.

Cientes da complexidade e diversidade de abordagens para o acesso aos impactos de uma política climática na competitividade, a próxima seção busca apresentar alguns estudos concretos com aplicações para o mundo e Brasil.

## 4.2 Análises empíricas internacionais e no Brasil

Segundo o CEBDS (2015), o impacto de um instrumento de precificação sobre a lucratividade de determinado setor é tão maior quanto maior a intensidade de carbono, maior o custo de mitigação, maior a concorrência (exposição ao mercado externo) e maior a elasticidade-preço da demanda (isto é, a sensibilidade da demanda pelos produtos do setor às variações de preço). Apesar do reconhecimento destes condicionantes de competitividade nos estudos empíricos sobre impactos da precificação acessados neste relatório, diferenças foram evidenciadas no que se refere a magnitude e direção dos impactos líquidos de longo prazo (possibilidade de situações de ganha-ganha), bem como sobre o papel

---

<sup>15</sup> Se por um lado a precificação altera o sinal de preço desincentivando os investimentos carbono intensivos no curto prazo, as políticas complementares podem reforçar este efeito através do incentivo à inovação, por exemplo, reduzindo do custo e do risco de financiamento para este tipo de investimento. As receitas decorrentes da precificação possuem, nesta abordagem, papel bastante ativo inclusive permitindo o equilíbrio fiscal do conjunto de políticas. Ver a este respeito Barker, T., & Scricciu, S. (2010); Gramkow, C. e Anger-Kraavi (2019); e artigo “Impulso Verde” em Revista Fapesp nº 290, disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/impulso-verde/>. Ou seja, ao receber a sinalização econômica adequada, setores intensivos em carbono podem modificar suas funções de produção via inovação e desenvolver processos com menor pegada de carbono, alcançando competitividade dinâmica vis-a-vis seus competidores.

<sup>16</sup> Exemplos (não exaustivos) de aplicações dos Modelos de Equilíbrio Geral podem ser acessados em: Brazil (2017); La Rovere et al., (2016); Margulis et al., (2010); CNI (2020). Já os modelos macroeconômicos híbridos, como E3ME de Cambridge, tem aplicação nas análises da IRENA (2016, 2020) e para o caso do setor industrial brasileiro, em Gramkow, C. e Anger-Kraavi (2019) e Gramkow (2017).

e representação dos investimentos e políticas complementares à precificação, em geral, e de inovação em particular, complementares à precificação nas diferentes abordagens.

Grande parte da literatura que associa competitividade à política ambiental está focada nas análises *ex-post*, que, apesar de bastante contraditórias, no geral têm indicado apenas um pequeno efeito das políticas de precificação sobre o comércio e competitividade agregados (VRONTISI ET AL., 2020<sup>17</sup>). Entretanto, como ressaltam Kellenberg (2009) e Jug and Mirza (2005), a evidência depende do nível setorial de análise.

Os efeitos da precificação de carbono são distintos sobre os setores econômicos, especialmente sobre os mais energointensivos<sup>18</sup>. Tais efeitos podem influenciar a competitividade desses setores, levantando questionamentos sobre os riscos econômicos, ambientais e políticos associados. Para uma parte considerável da literatura, as preocupações com os impactos adversos da competitividade – que hoje lideram a agenda de precificação – são geralmente resultado de ambições políticas assimétricas (DECHEZLEPRETE & SATO, 2017) e têm levantado argumentos para restringir ainda mais as ambições em ações climáticas (VANDYCK ET AL., 2018). De acordo com esta visão, ambições políticas assimétricas resultam em regulações climáticas distintas entre setores e países, e estas distinções são as principais responsáveis pelas distorções de competitividade (VRONTISI ET AL., 2020) por uma perspectiva relativa.

Quando uma política climática regulatória é implementada e afeta apenas um subsetor específico da economia, dois tipos de efeito de substituição são observados no mercado. O primeiro ocorre no âmbito doméstico, no mercado interno, onde produtos mais carbono intensivos enfrentam maior custo de produção, se tornam relativamente mais caros e tendem a perder mercado para os substitutos menos intensivos em carbono, devido à elasticidade preço-cruzado dos produtos. O segundo tipo ocorre no mercado internacional, e é conhecido como fuga de carbono ou *carbon leakage*.

O *carbon leakage* é um exemplo de efeito decorrente desta assimetria de ambições e políticas e ocorre quando uma firma poluidora decide mudar de local de produção graças às diferenças de taxas, que podem afetar seus custos de produção e conseqüentemente sua competitividade. Ao enfrentar novos custos em uma dada região a empresa poderá perder participação de mercado ou ver diminuídas suas margens de lucro, ou mesmo ambos, caso seus concorrentes não enfrentem custos semelhantes em seus locais de produção (APPY, 2015). Isso gera um incentivo para que empresas migrem, aumentando as emissões de GEE em países ou regiões onde os setores regulados não estejam sujeitos a restrições ambientais similares (NICOLLETTI, 2016). Em outras palavras, trata-se do deslocamento de emissões ao invés de reduzi-las, como resultado de uma ação climática unilateral numa determinada região. É um efeito de transbordamento (*spillover effect*) que reduz a efetividade de uma política unilateral de precificação de carbono.

De acordo com Banco Mundial (2015), os setores mais sensíveis ao *carbon leakage* são aqueles ligados à produção de commodities, em que há maior competição via preços (elasticidade preço dos consumidores é, também, maior). Vale destacar a preocupação com os efeitos adversos sobre a competitividade da indústria (CNI, 2020) em especial a energointensiva, cuja capacidade para reduzir as emissões de carbono de suas operações é, por vezes, limitada devido à natureza dos seus produtos e dos respectivos processos, intensivos em GEE.

Dessa forma, a perda de competitividade e o medo da fuga de carbono são vistos como principal obstáculo político à instituição prolongada da precificação do carbono. Embora haja pouca evidência até o momento da fuga de carbono, e os efeitos de perda de competitividade sejam pequenos, esta preocupação impõe desafios à proposição de preços ao carbono como parte da resposta política à mudança climática.

---

<sup>17</sup>Segundo o autor observa-se apenas um pequeno efeito das políticas ambientais sobre o comércio exterior e a competitividade, provavelmente devido a implementação de medidas de compensação com metas para setores vulneráveis (VRONTISI, et al, 2020).

<sup>18</sup>De um modo geral as análises focam nos efeitos colaterais e não negligenciáveis sobre os custos de produção, tanto diretos (pela imposição de um tributo sobre emissões, ou pela necessidade das empresas comprarem permissões de emissão), quanto indiretos, pelo aumento do custo dos insumos de produção, como eletricidade, por exemplo.

Considerando as abordagens *ex-ante*, a análise de Vrontisi et al. (2020), realizada com uma modelagem de equilíbrio geral GEM-E3 híbrida para quantificar o potencial impacto sobre PIB e exportações em linha com o Acordo de Paris, aponta para uma redução líquida destas variáveis, independente do cenário escolhido (do menos ao mais ambicioso)<sup>19</sup> a maior responsável pela redução na atividade<sup>20</sup>.

Os setores energointensivos, por sua vez, teriam expansão da sua atividade e exportação na medida em que políticas de emissão mais restritas levariam países com produções menos eficientes (como a China) a ampliar a importação destes produtos. Os resultados variam regionalmente e setorialmente a depender da ambição das políticas e da intensidade de carbono das economias. O Brasil, assim como Argentina, poderia se beneficiar da exportação de biocombustíveis. De toda forma o estudo ressalta em sua conclusão a limitação de sua abordagem pela “falta de representação dos ganhos de produtividade decorrentes de Investimentos em P&DI em novas tecnologias que poderiam ser adjacentes à política climática”, bem como “simulação de instrumentos financeiros que poderiam reduzir o risco do ambiente de investimentos”. No Brasil, as aplicações de modelos semelhantes em análises *ex-ante* (MARGULIS ET AL., 2010; WILLS & GROTTERA, 2016; MCTICb, 2017; CNI, 2020), em sua grande maioria, tampouco endereçaram estas dimensões além de apontarem perdas econômicas líquidas.

No âmbito doméstico, o projeto PMR, como dito anteriormente, vem estudando a viabilidade da implementação da precificação de carbono no Brasil e de estimar seus impactos macroeconômicos e sociais para a economia brasileira, por meio de Modelo de Equilíbrio Geral IMACLIN-BR. As análises preliminares do estudo, que parte de uma análise *economy wide*, identificam potencial de precificação no setor de combustíveis (com a avaliação de tributo de carbono e a continuidade do Renovabio) e menores perspectivas para mercado de carbono no setor elétrico em função da centralização do sistema de despacho. Os resultados do estudo em curso deverão ser disponibilizados em breve.

Estudos recentes utilizam-se de outras abordagens para o acesso aos impactos positivos na competitividade das políticas de precificação associadas a políticas e regulações complementares, vislumbrando, portanto, cenários de custos econômicos líquidos negativos (ou seja, para além do abatimento das emissões, impactos positivos na competitividade<sup>21</sup>). Utilizando-se de uma abordagem de Matriz Insumo Produto para análise dos efeitos da precificação de Carbono – via tributo – na economia brasileira, a simulação feita por Appy (2015) através do Instituto Escolhas, por exemplo, aponta para a possibilidade de impacto líquido positivo quando a precificação de carbono vem associada a uma reforma tributária que amplie a arrecadação e permita ganhos sistêmicos de competitividade.

A partir da utilização de modelos macroeconômicos híbridos (como é o caso de recentes estudos da IRENA, 2020, 2016), agregando as abordagens top-down com análise bottom-up (modelo de oferta de energia elétrica), Gramkow, C. e Anger-Kraavi (2019)<sup>22</sup> e Gramkow (2017) mostram que o atingimento das metas de emissões das NDCs pode estar associado à possibilidade de ganhos sistêmicos para a economia, por meio da coordenação de investimentos com foco na adoção de tecnologias verdes na indústria brasileira.

Estas abordagens se diferenciam das anteriores (com base em Modelos de Equilíbrio Geral), por algumas razões que podem ser resumidas por BARKER & SCRIECIUS (2010):

---

<sup>20</sup>Como são bens altamente comercializáveis, os combustíveis fósseis seriam parcialmente substituídos por bens produzidos domesticamente, como eletricidade, ou por bens de capital.

<sup>21</sup>Isso também não significa que nenhum setor econômico sofrerá perdas. Pelo contrário, significa mapear políticas climáticas que produzem mais benefícios do que perdas em termos macroeconômicos, conforme aponta Gramkow, (2019)

<sup>22</sup>Ver artigo “Impulso Verde” na Revista Fapesp (2020): <https://revistapesquisa.fapesp.br/impulso-verde/>

- (i) As políticas climáticas podem contribuir para um investimento produtivo mais eficiente e maior<sup>23</sup>;
- (ii) O maior investimento resulta em maior produção e crescimento, em parte por um efeito multiplicador keynesiano aplicado em nível global;
- (iii) O crescimento sustentável no longo prazo também é explicado pela aceleração das mudanças tecnológicas endógenas e pelos retornos crescentes dos efeitos de escala através dos mecanismos modelados no E3ME.

Como resultado desses efeitos simulados, as implicações políticas são apoiar um portfólio ou combinação de instrumentos de mercado, medidas regulatórias e tecnológicas de política climática que induzam e difundam a mudança para tecnologias de baixo carbono e atinjam a meta de estabilização necessária com um benefício geral para a economia global. Os tipos de mecanismos de políticas que se supõe serem perseguidos em nível mundial, para os quais a coordenação internacional de políticas é essencial<sup>24</sup>, são cruciais para alcançar baixa estabilização e tornar as ações de mitigação um projeto de investimento com retornos significativos.

Algumas experiências práticas, da Califórnia, Colúmbia Britânica e Québec, sugerem, na linha com a visão exposta, que a adoção do preço do carbono não tem sido um impedimento para o crescimento industrial, nem está levando à transferência de emissões de GEE para outros países por meio da mudança da atividade industrial. Noruega, Suécia, Suíça e França também adotaram tributos sobre o carbono sem testemunhar efeitos adversos sobre seus setores industriais e crescimento econômico.

A literatura mostra que são necessárias mais pesquisas direcionadas a contribuir para melhor desenho de política climática no sentido de que estas políticas não estejam em conflito com desenvolvimento socioeconômico, sobretudo nos países em desenvolvimento. Entretanto, um melhor entendimento das opções de mitigação no mundo em desenvolvimento é uma área "extremamente necessária" para o progresso da pesquisa em economia das mudanças climáticas (BURKE ET AL., 2015).

Tendo em vista a centralidade do investimento a partir de uma perspectiva sistêmica de competitividade, a próxima seção abordará este tema, tanto a partir do canal externo – em especial dos Investimentos Externos Diretos – quanto internos.

### 4.3 Investimento de baixo carbono

Os substanciais investimentos necessários para tornar a economia brasileira mais resiliente e baixa em emissões de carbono, cujas estimativas variam entre R\$ 890 bilhões e USD 1,3 trilhões até 2030, podem dar impulso a um novo ciclo de crescimento econômico com maior igualdade no país, conforme aponta o estudo *Big Push Para a Sustentabilidade*, da CEPAL (2019). O papel que a precificação de carbono desempenhará neste processo será importante, seja pelo efeito preço-relativo, desincentivando os investimentos em alto carbono no curto prazo, seja pelo papel primordial das receitas derivadas dos tributos e/ou permissões no estímulo a investimentos coordenados em baixo carbono (reduzindo custo e risco). Em particular, investimentos em inovação podem gerar externalidades positivas para a competitividade dos sistemas energéticos e socioeconômicos, bem como permitindo também equilíbrio fiscal deste pacote de medidas.

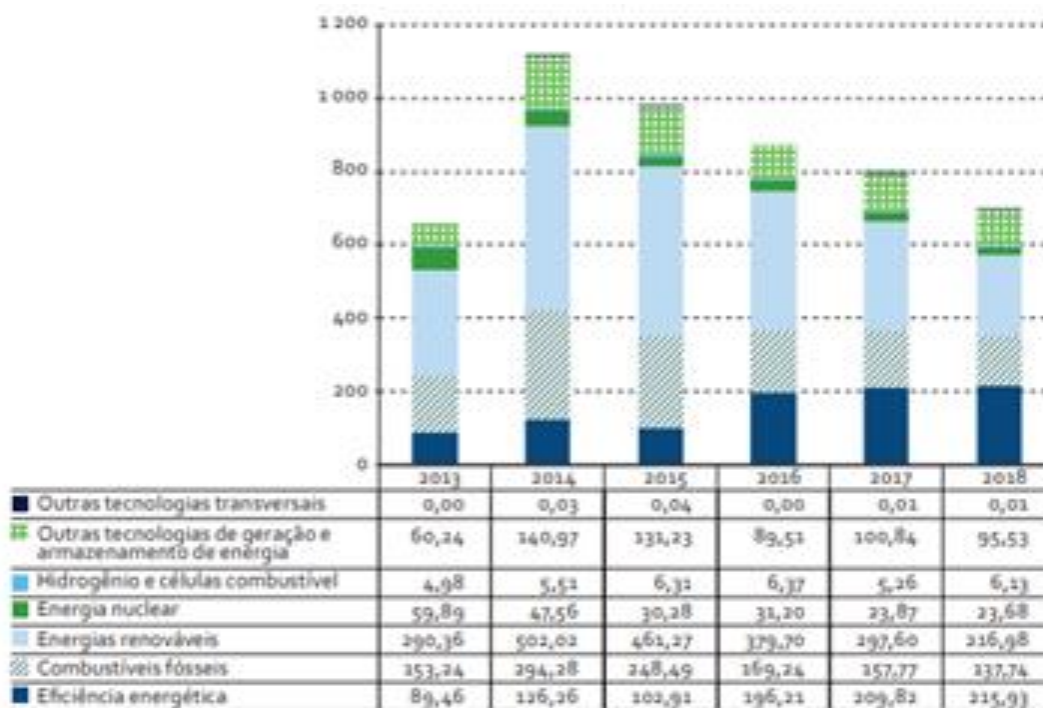
---

<sup>23</sup>“Energy efficiency improvements and the pace and scope of substitution between low-carbon and fossil-fuel intensive technologies are determined in the business investment decision by the real price of carbon and the additional incentives pushed forward via mitigation measures. Furthermore, it is argued that low-carbon production of energy in the global system is more capital intensive than high-carbon production, hence the higher the carbon price (and the greater the policy inducement), the higher the global investment (Barker et al., 2006). The potential for learning-by-doing and learning-by-R&D is also higher for new low-carbon capital, and this results in faster adoption rates of clean technologies and in a potentially faster economic growth. Additionally, as the transport sector decarbonises (vehicles tend to have a rapid turnover and a low inertia), it requires more electricity, and this further accelerates the shift to low-carbon technologies in the electricity sector” (Barker & Scricciu, 2010):

<sup>24</sup>O capítulo 5 mostra a complexidade da coordenação internacional no que se refere ao Artigo 6º da NDC.

No âmbito doméstico, não há no Brasil uma base estruturada e integrada capaz de reportar investimentos em energia limpa, em especial em inovação. Estes dados estão fragmentados em diversas instituições (bancos de desenvolvimento, agências reguladoras, ministérios, etc.), de tal forma que se faz extremamente necessária a construção de uma governança e projeto para implementação desta tarefa. O projeto Energy Big Push, do qual a EPE faz parte do conselho estratégico e da equipe técnica, em parceria com CEPAL, CGEE e Agência Internacional de Energia (AIE), busca atuar neste sentido e tem gerado importantes resultados a partir de estimativas preliminares de, por exemplo, investimento em P&D com foco em energias limpas no Brasil<sup>25</sup>. A Figura 11 ilustra a evolução dos investimentos em P&D no setor de energia, conforme classificação de tecnologias da AIE<sup>26</sup>.

**Figura 11 - Investimentos públicos de P&D por ano por categoria de energia no Brasil (Em milhões de reais constantes de 2018).**



Fonte: CEPAL/CGEE (2020) com base em dados de MCTIC/FNDCT, FINEP, CNPq, BNDES, FAPESP e Siga-Brasil.

Os investimentos em tecnologias e atividades de baixo carbono impulsionados pelas políticas de precificação (entre outras) podem gerar emprego e renda e impactar positivamente a economia (STERN, 2006; BANCO MUNDIAL, 2019). A tabela 5 a seguir, ilustra alguns exemplos de investimentos em baixo carbono, de acordo com a Unctad (2013).

<sup>25</sup> A publicação dos resultados do Projeto Energy Big Push ser acessada em: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45695/1/S2000321\\_pt.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45695/1/S2000321_pt.pdf)

<sup>26</sup> Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/3432ae79-1645-4cf1-a415-faa3588e6f29/RDDManual.pdf>



**Tabela 5 – Tipos de investimento de baixo carbono**

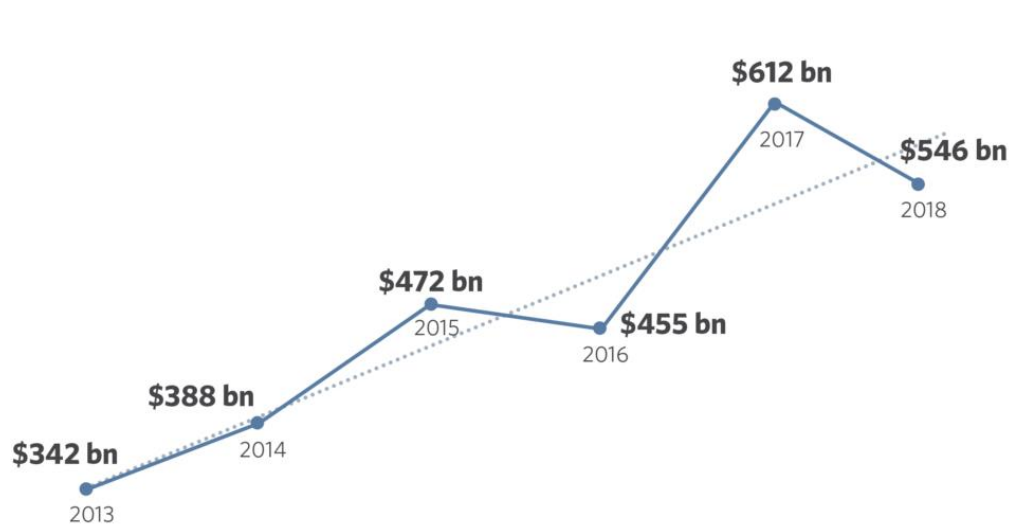
Tipos de investimento em baixo carbono	Exemplos de investimentos
Investimento em processo produtivo que reduza a emissão de GEE	- Processos de economia de energia - Processos e equipamentos que reduzem as emissões de GEE - Uso de técnicas de construção ecológica em edifícios
Investimento na geração de energia limpa	- Energia solar - Energia eólica - Geração hidrelétrica - Energia geotérmica
Investimento em pesquisa e instalações para fabricar produtos pouco intensivos em GEE e fornecer serviços relacionados	- Pesquisa e eficiência energética e reciclagem - Paineis solares e aerogeradores - Produtos eficientes - Serviços tecnológicos - Serviços de gestão de resíduos

Fonte: UNCTAD, 2013.

Os países em desenvolvimento têm dois principais desafios na resposta à mitigação das mudanças climáticas e na direção para uma economia de baixo carbono. O primeiro se refere à mobilização das finanças e investimentos para consecução dos objetivos. O segundo sobre a geração e disseminação das tecnologias adequadas. Em ambos os casos, o investimento (externo direto, interno e público) tem papel crucial.

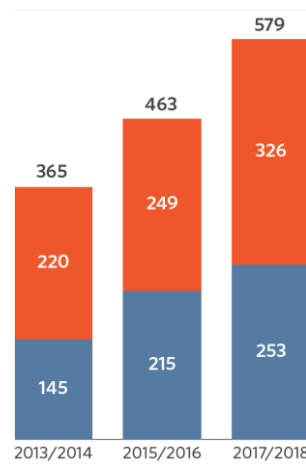
Agências de promoção de investimentos (IPAs) em muitos países desenvolvidos e em desenvolvimento fizeram do investimento em atividades de baixa emissão de carbono um componente estratégico de seus programas. O crescimento da economia de baixo carbono incentiva o desenvolvimento de tecnologias verdes, cria empregos e oportunidades para atração de investimento externo direto (IED) para setores pouco intensivos em carbono. Como ilustram as figuras a seguir, a tendência do fluxo de capital para financiar medidas de mitigação e, em menor escala, adaptação é crescente desde 2013, seja por atores públicos ou privados.

**Figura 12 - Fluxo global de financiamento climático.**



Fonte: Climate Policy Initiative, 2020.

Figura 13 - Divisão dos fluxos globais de financiamento climático por atores públicos e privados, 2013-2018.



Fonte: Climate Policy Initiative, 2020.

Segundo relatório *Promoting Low Carbon Investment* da UNCTAD, oportunidades de investimento podem ser encontradas no início da transição para economia de baixo carbono por corporações transnacionais (TNCs), na geração de energia limpa e na produção de produtos e serviços de baixo carbono. Entretanto, as indústrias tradicionais também têm potencial de investimentos, considerando a ampla gama de possibilidades de negócios em práticas associadas a tecnologias de baixo carbono, como ilustra a tabela a seguir.

**Tabela 6 - Potencial envolvimento das TNCs em setores carbono intensivo.**

Setores de emissões	Demanda por investimento estrangeiro de baixo carbono	
	Investimento estrangeiro em <i>processos</i> de baixo carbono (exemplos)	Investimento estrangeiro em produtos / serviços de baixo carbono (exemplos)
<b>Energia</b>	Alteração de insumos: uso de fontes de energia renováveis ou de baixo carbono; melhorar a reciclagem: capturar calor para outros usos; captura e armazenamento de carbono; Redução de insumos: aumentar a eficiência das instalações existentes	- Fabricantes de máquinas e infraestrutura de energia; - Prestadores de serviço de energia; -empresas de otimização de rede; - Empresas de consultoria em engenharia ou meio ambiente
<b>Industria</b>	Alteração de insumos: fonte de energia de baixo carbono; aumento do uso de biomassa; Redução de insumos: melhorias no processo; aumentar a eficiência das instalações existentes; melhorar a reciclagem: Reduzir ou eliminar a produção e definição de reciclagem de petróleo e gás; captura e armazenamento de carbono; Cadeia de valor: apoio e influência sobre fornecedores	Fabricação de equipamentos; Empresas de consultoria de engenharia ou meio ambiente.
<b>Transporte</b>	Alteração de insumos: use biocombustíveis, gás natural, elétrico; Redução de insumos: carros híbridos, uso mais eficientes de veículos, aviões, etc.	Fabricantes de equipamentos de transporte (automóvel, aéreo, ferroviário, etc.); fornecedores de sistemas (por exemplo, ferrovias de transporte de massa); Empresas de consultoria em engenharia e meio ambiente.
<b>Construções</b>	Alteração de insumos: fonte de energia de baixo carbono, gerar energia solar própria; Redução de insumos: fazer uso de aparelhos mais eficientes em termos energéticos, iluminação etc.; melhorar o isolamento das instalações para reduzir as emissões devido ao aquecimento / resfriamento;	Fabricantes de eletrodomésticos; Fabricantes de materiais de construção; Fabricantes de aquecimento / refrigeração; Fabricantes de iluminação; Serviços de arquitetura; Empresas de serviços de energia.
<b>Gestão de resíduos</b>	Reciclagem aprimorada: captura e uso de emissões de metano	Empresas de serviços de gestão de resíduos; Empresas de consultoria em engenharia / meio ambiente.
<b>Silvicultura</b>	Reciclagem aprimorada: Use resíduos orgânicos; Cadeia de valor: Fabricantes de madeira e produtos de madeira apoiando e influenciando seus fornecedores no setor	Empresas de serviços de tecnologia; Empresas de serviços ambientais.
<b>Agricultura</b>	Alteração de insumos: menos uso ou tipos melhorados de fertilizantes; Reciclagem aprimorada: uso de resíduos biológicos; Cadeia de valor: fabricantes de alimentos e bebidas, varejistas de alimentos (supermercados) apoiam e influenciam seus fornecedores (agricultores, plantações) no setor.	Empresas de sementes; Produtores de fertilizantes; Serviços tecnológicos

Fonte: Adaptado de UNCTAD (2010) World Investment Report 2010: Investing in a Low-carbon Economy.

Qualquer estratégia para desenvolver e escolher um local para investimento de baixo carbono incluirá políticas mais amplas sobre energia, indústria e meio ambiente (UNCTAD, 2010). Um cenário político favorável e um arcabouço legal que regule a entrada, o tratamento e a proteção do investimento são componentes estratégicos e fundamentais para incentivar o IED de baixo carbono. Nessa linha, a UNCTAD (2010) identificou quatro componentes estratégicos para atrair investimento de baixo carbono. São eles:

- Implementar um conjunto de políticas que incentive investimentos de baixa emissão de carbono. Entre os elementos estratégicos, está a adoção de regulamentos (por exemplo, um arcabouço legal e regulatório) que facilitam a entrada, o tratamento e a proteção do investimento externo;
- Implementar políticas para criação de mercados que promovam a demanda por novos produtos e serviços de baixo carbono;

- Desenvolver medidas para apoiar a difusão de tecnologia, como a priorização de investimentos externo de baixo carbono onde a disseminação de tecnologia para empresas locais é mais favorável;
- Desenvolver um programa de investimentos de baixo carbono por meio de Agências de Promoção de Investimentos

Considerando os substanciais investimentos públicos e privados realizados em tecnologias e setores de baixo carbono no mundo, conforme a tabela 6 demonstra, a adoção de práticas e procedimentos menos intensivos em carbono estão contribuindo não apenas para reduzir as emissões de GEE, mas estão se tornando uma vantagem competitiva na economia global.

A seção 4.3 buscou evidenciar as diversas dimensões e perspectivas referentes aos impactos da precificação de carbono na competitividade e o papel dos investimentos. Internalizar as emissões de GEE por meio de mecanismos de tributação ou mercado de carbono devem ser parte de uma estratégia mais ampla de transição para uma economia de baixo carbono, que contemple não apenas os riscos decorrentes da assimetria de políticas e ambições internacionais com possíveis externalidades negativas como vazamentos para fora, como também os riscos e oportunidades externas e nacionais, com foco na competitividade sistêmica<sup>27</sup>. Somente a partir da ampliação deste espectro de possibilidades, será possível construir cenários em que a política climática não necessariamente gere efeitos perversos sobre a economia, mas possa, ao contrário, se constituir como uma oportunidade para desenvolvimento econômico e sustentável.

No âmbito das negociações internacionais, inúmeros são os desafios para a coordenação e maior efetividade da ação climática. Há autores que argumentam pela necessidade de penalização e novo desenho de arranjo institucional (por exemplo, a proposta de Nodhauss de “Clube do Clima<sup>28</sup>”) como principal ação para mitigar os problemas tidos como mais importantes (*carbon leakage e free rider*) e garantir a eficácia da política e outros defendendo este tipo de abordagem como importante, mas não suficiente. O capítulo 5 a seguir trata dos inúmeros desafios das negociações internacionais no âmbito do acordo de Paris no que se refere à constituição de um mercado de carbono.

## 5 Artigo 6º do Acordo de Paris

---

### 5.1 Precificação como instrumento complementar às NDCs

Atualmente, 96 das 181 partes que submeteram suas NDCs ao Acordo de Paris, representando 55% das emissões globais de GEE, declararam que estão planejando ou considerando o uso de precificação de carbono como mais uma ferramenta para atender os compromissos (BANCO MUNDIAL, 2019). Essa sinalização abre uma perspectiva para a ampliação de implementação de políticas de precificação de CO<sub>2</sub> em todo o mundo e ressalta a importância para a ampla discussão e consolidação dos mecanismos propostos no artigo 6º.

O Artigo 6º do Acordo de Paris prevê a cooperação voluntária entre os países para a implementação de NDCs para permitir maior ambição nas políticas climáticas, promover o desenvolvimento sustentável, e garantir a integridade ambiental.

Os mecanismos de cooperação destinados a apoiar este processo devem facilitar a consecução dos objetivos de redução de emissões existentes, além de aumentar a ambição nos esforços futuros. Os mecanismos de cooperação consagrados no Artigo 6º do Acordo de Paris formam o arcabouço legal para permitir a mitigação de mudanças climáticas baseada nos instrumentos de mercado e cooperação internacional. A cooperação é voluntária e o benefício deve ser compartilhado.

---

<sup>28</sup>Disponível em: <https://www.foreignaffairs.com/articles/united-states/2020-04-10/climate-club>

Essa abordagem de cooperação bilateral ou multilateral está no Artigo 6.2, segundo o qual as Partes poderiam optar por cumprir suas NDCs usando transferências internacionais de resultados de mitigação (ITMOs, do inglês *Internationally Transferred Mitigation Outcomes*). As ITMOs pretendem fornecer uma base para facilitar o reconhecimento de aplicações internacionais, nacionais, subnacionais e regionais de iniciativas de precificação de carbono. Ou seja, esse Artigo permite que instrumentos, como o Sistema de Comércio de Emissões, sejam vinculados a esquemas semelhantes para criar um mercado comum de carbono em nível internacional.

Além disso, o Artigo permite que as medidas de redução de emissões sejam implementadas em um país e que as reduções de emissões resultantes sejam transferidas para outro, além de contabilizadas para cumprimento das NDCs. Ressalta-se, porém, a importância da robustez dos mecanismos de registro, verificação e contabilização das emissões, para evitar dupla contagem.

Outra opção está contemplada no Artigo 6.4, que estabelece um mecanismo para os países contribuírem para a mitigação de emissões de GEE e apoiarem o desenvolvimento sustentável. Em contraste com a cooperação bilateral direta, este mecanismo será supervisionado por um órgão designado pela Conferência das Partes.

Analogamente ao Artigo 6.2, a redução de emissões pode ser usada para atender as NDCs do país anfitrião, ou de outro país. Outro aspecto interessante do mecanismo 6.4 é o seu objetivo de mobilizar o setor privado para participar na mitigação das mudanças climáticas, fornecendo incentivos adequados. Entretanto, o mecanismo também incentiva e facilita a participação de entidades públicas na mitigação de GEE.

As abordagens cooperativas definidas no Artigo 6.2 e o mecanismo estabelecido pelo Artigo 6.4 são amplamente entendidos como sendo a base para novos mecanismos do mercado internacional de carbono sob o Acordo de Paris.

O Artigo 6.8, por sua vez, estabelece mecanismos não mercantis (NMAs) para mitigação das emissões de CO<sub>2</sub> e apoio às partes na implementação de suas NDCs, aliando o combate às mudanças climáticas ao contexto de desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza.

O REDD terá papel importante como mecanismo capaz de contribuir com a mitigação das emissões via *offset*, além de preservar as florestas e seus respectivos serviços ecossistêmicos. Entretanto, ainda restam algumas dúvidas sobre sua incorporação ou não dentro do Artigo 6º, o que traria oportunidades para os países anfitriões, mas poderia reduzir as ambições de redução de emissões e colocar em risco o cumprimento das NDCs.

Finalmente, fechando este capítulo, são analisados os desafios, dificuldades e oportunidades que o Artigo 6º trará, quando de sua promulgação, a partir de experiências piloto desenvolvidas pelos países, visando se preparar e antecipar as novas regras que estabelecerão os mecanismos de precificação de CO<sub>2</sub> e cooperação internacional para apoiar o cumprimento das NDCs e a promoção do desenvolvimento sustentável.

#### 5.1.1 Artigo 6.2

Conforme dito anteriormente, os países reconhecem a importância do Artigo 6º para atendimento e elevação das ambições do Acordo de Paris, além de possibilitar novas oportunidades de negócios. Apesar do grande interesse, as regras para sua operacionalização ainda são um desafio. As negociações da COP24 resultaram no Livro das Regras do Acordo de Paris, que deveria reger sobre todos os artigos, mas não incluiu o Artigo 6º por falta de consenso (EDMONDS ET AL., 2019). Na última COP, realizada no final de 2019, novamente não se obteve sucesso. Uma nova rodada de negociações é esperada para 2021 e a expectativa é que finalmente se chegue a uma solução.

O primeiro instrumento citado no Artigo 6º se encontra no parágrafo 2º. Ele introduz as transferências internacionais de resultados de mitigação (ITMOs) como forma de cooperação bilateral ou multilateral voluntária para atendimento das contribuições nacionalmente determinadas (NDC).

A forma de cooperação entre as partes é definida pelos próprios envolvidos com grande flexibilidade de escolha de opções, sendo necessário observar as orientações do guia do UNFCCC para contabilizá-los como NDC (MICHAELOWA ET AL., 2019). As diferentes possibilidades de acordos entre as partes e a complexidade de contabilização de modo a evitar dupla contagem são os principais desafios na sua elaboração, como tem sido verificado nas primeiras experiências.

Para tal, vem sendo elaborado um “guia para abordagens cooperativas presentes no Artigo 6º, parágrafo 2, do Acordo de Paris” para auxiliar a operacionalização das formas de cooperação previstas no respectivo Artigo. Mesmo com os avanços durante as discussões da COP25, ainda não se chegou a um acordo comum. A última versão da minuta aborda os seguintes pontos (UNFCCC, 2019a):

- I. ITMOs  
Apresenta a definição de ITMOs e de primeira transferência. Destaca-se a possibilidade da utilização dos A6.4ERs (mecanismo do Artigo 6º parágrafo 4).
- II. Participação  
Descreve as obrigações das partes que participam da cooperação.
- III. Ajustes correspondentes  
Apresenta as métricas dos ITMOs e os procedimento para realização dos ajustes correspondentes, incluindo setores e GEE cobertos ou não pelas NDC, transferências com outros propósitos e limites de transferência e uso dos ITMOs.
- IV. Relato  
Descreve o procedimento e o modo de apresentação das informações de cooperação: relatório inicial, informação anual e informação regular.
- V. Revisão  
Descreve o procedimento de revisão técnica.
- VI. Registro e rastreabilidade  
Apresenta como deve ser feito o registro e rastreabilidade das informações que envolve uma base de dados e uma plataforma de registro e contabilização centralizada.
- VII. Ambição em mitigação e ações de adaptação  
Versa sobre contribuição e relato para adaptação e para a mitigação geral das emissões totais.

No âmbito da COP25, algumas das principais questões discutidas na elaboração do Guia do Artigo 6.2 foram (IETA, 2019):

- Ajustes correspondentes  
Definição de como deve ser realizado o ajuste correspondente dos ITMOs nos inventários nacionais, incluindo a rastreabilidade das transferências e os ajustes para as NDC anuais e plurianuais.
- Transferências fora do escopo das NDC  
Definição se serão consideradas as transferências realizadas fora do escopo das NDC.
- Mitigação geral das emissões totais (OMGE)  
Definição sobre a previsão de cancelamento de ITMOs para garantir a mitigação geral das emissões globais, objetivo previsto no Artigo 6.4.
- Fundo de Adaptação  
Definição se será previsto aproveitamento de parte das receitas das transferências para o Fundo de Adaptação, previsto somente no mecanismo do Artigo 6.4.

Cabe destacar que, para os dois últimos itens, o texto da minuta de guia deixa a opção em aberto, apenas “encoraja” as partes a realizar o cancelamento de ITMOs e a contribuir com o Fundo de Adaptação, respectivamente.

Segundo relatos da COP25, as divergências sobre os textos dos Artigos 6.2 e 6.8 já foram praticamente superadas e as dificuldades se encontram na discussão do Artigo 6.4 (IETA, 2019 e LOW & BEA, 2020). Ressalta-se que, por essa dificuldade, alguns negociadores defendem a entrega dos textos 6.2

e 6.8 e o abandono do Artigo 6.4 na COP26 (LOW & BEA, 2020). Tendo em vista que a minuta proposta do Artigo 6.2 prevê a possibilidade das reduções de emissões obtidas via Artigo 6.4 serem transacionadas como ITMOs, é importante que se chegue a um consenso sobre a melhor alternativa a ser adotada.

### 5.1.2 Artigo 6.4

O segundo mecanismo abordado no Artigo 6º (Artigo 6.4) é a proposta de criação de um novo mercado internacional de carbono, supervisionado por um órgão da ONU, para o comércio de créditos de carbono em qualquer parte do mundo. O objetivo principal do mecanismo é incentivar a participação efetiva de toda a economia para promover uma mitigação geral das emissões globais. Ou seja, o mecanismo busca mitigar as emissões além das NDCs, mesmo considerando um cenário sem o esquema comercial em vigor (IETA, 2019).

O Artigo 6.4 cria um sistema de governança centralizado para os países e o setor privado negociarem a redução de emissões em qualquer lugar do mundo. Ele gira em torno de atividades que poderão ser realizadas por entidades públicas e privadas e tem sido chamado de Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS), substituindo o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) que foi operado sob o Protocolo de Quioto. Assim como o MDL, o MDS foi desenvolvido para promover a redução de emissões concomitante com a promoção do desenvolvimento sustentável. De acordo com as negociações em curso, busca-se garantir que a redução de emissões no âmbito do Artigo 6.4 seja adicional. Nesse sentido, vários testes de linha de base têm sido realizados para garantir adicionalidade das atividades.

Um ponto relevante relacionado ao MDS e que é enfatizado no Artigo 6.5 se refere à dupla contagem. A redução de emissão resultante do MDS transacionada para uma parte não poderá ser utilizada para contribuir para o atingimento das NDCs do país onde foi efetivamente gerada a redução de emissão. O Artigo 6.6 também estabelece que uma fração do que for gerado via transações do MDS deverá ser utilizada para cobrir despesas administrativas e relacionadas a medidas de adaptação das Partes mais vulneráveis que fazem parte do Acordo de Paris por meio do Fundo de Adaptação descrito anteriormente.

O maior desafio para o MDS, ainda não solucionado, é a necessidade de a Conferência das Partes definir, como estabelece o Artigo 6.7, de forma consensual, as regras, modalidades e procedimentos dos mecanismos de mercado. Especialistas consideram que esse pode ser o maior entrave para o sucesso do Acordo. Serão necessárias regras robustas e bem estruturadas, com a agilidade necessária para atender a urgência climática, e que garantam a integridade ambiental.

Assim como mencionado para o Artigo 6.2, uma minuta com sugestões para operacionalização do Artigo 6.4 foi também elaborada na COP 25 e seguirá para discussão na COP 26, que está programada para ocorrer no final de 2020 (UNFCCC, 2019b). A minuta aborda os seguintes pontos que deverão ser aprovados para que o mecanismo entre em vigor:

#### I. Definições

Define que será emitido um “Artigo 6º, parágrafo 4, redução de emissões” (A6.4ER) para mitigação alcançada via mecanismo do Artigo 6.4, que será medido em equivalente de dióxido de carbono.

#### II. Papel da Conferência das Partes (CMA)

Fornecerá orientações ao órgão de fiscalização.

#### III. Órgão de Fiscalização

Supervisionará o mecanismo sob a autoridade e orientação da CMA e será plenamente responsável perante a CMA.

#### IV. Responsabilidade dos participantes

Cada Parte que hospeda as atividades do Artigo 6º, parágrafo 4 (doravante denominada Parte anfitriã) deverá seguir uma lista de regras.

#### V. Ciclo de atividades

Estabelece a sequência e regramento do passo a passo das atividades desde o desenvolvimento de uma atividade, metodologia, aprovação, autorização, validação, registro, monitoramento, verificação, certificação, emissão de A6.4ERs, renovação, primeira transferência e cancelamento voluntário.

- VI. Registro do mecanismo
  - Estabelece o que é necessário para registro.
- VII. Taxa de participação nos recursos para despesas administrativas e de adaptação
  - Estabelece como será a taxação para o Fundo de Adaptação e para arcar com despesas administrativas.
- VIII. Mitigação geral das emissões globais
  - O mecanismo deve ter como objetivo fornecer mitigação geral das emissões globais.
- IX. Evitando o uso de reduções de emissões por mais de uma Parte
- X. Uso de reduções de emissões para outros fins de mitigação internacional
- XI. Transição de atividades do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e dos certificados de reduções de emissão

Um dos pontos, que defensores do Artigo 6º enfatizam ser o grande diferencial, se refere ao princípio que o item “d” do Artigo 6.4 trata, que estabelece que o mecanismo deverá promover a mitigação geral das emissões globais e isso teria o potencial de ir além da compensação e do “jogo de soma zero” estabelecido pelos mercados de Quioto.

A última minuta proposta apresenta o regramento sobre a possibilidade de projetos de MDL migrarem para o mecanismo do Artigo 6.4, que seria um ponto relevante para o Brasil. O país, que hospeda um grande número de projetos de MDL em andamento, assim como Índia e África do Sul, defende que seja permitido sua transição completa junto com as metodologias e unidades da era de Quioto.

Apesar da minuta com a proposta de definições e regramentos para o mecanismo em questão, ainda há controvérsias, necessitando o aprofundamento das negociações para que ele entre em vigor. As diversas críticas e os problemas relativos ao MDL, como ilustra o box abaixo, colocam em risco o sucesso do mecanismo proposto pelo Artigo 6.4.



## BOX 1 – MDL LIÇÕES APRENDIDAS PARA O MDS

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), foi criado dentro do escopo do Protocolo de Quioto, que permitiu a precificação dos gases regulados pelo acordo e a transação de certificados de redução de emissões entre suas partes signatárias. O referido Protocolo, entre vários outros elementos, trouxe a possibilidade de utilização de mecanismos de mercado para que os países desenvolvidos (Anexo I) pudessem cumprir os compromissos quantificados de redução e limitação de emissão de GEE. O MDL permitiu o desenvolvimento de projetos que reduzissem a emissão de gases de efeito estufa em países em desenvolvimento, os quais vendiam as reduções de emissão de GEE, denominadas Reduções Certificadas de Emissão (RCEs), para os países desenvolvidos, auxiliando-os assim a cumprir as suas metas e compromissos de redução assumidos junto ao Protocolo de Quioto. Assim, os países do anexo I poderiam cumprir parte de seus compromissos internos a custos mais baixos, ao passo que deveriam também promover o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento (MOTTA et al, 2000).

Ele era o único mecanismo do Protocolo de Quioto que permitia a participação voluntária de países em desenvolvimento. Segundo a UNFCCC (2020), o mecanismo levou ao registro de mais de 8.000 projetos em 111 países em desenvolvimento, ansiosos por obter RCEs vendáveis - estimulando desde projetos de energia eólica, esquemas de transporte rápido de ônibus até projetos que espalharam o uso de fogões de cozinha mais eficientes e a instalação de biodigestores.

O Brasil foi pioneiro na utilização desse mecanismo, tendo o primeiro projeto de MDL registrado na ONU, o Novagerar, de aproveitamento de biogás de aterro sanitário, em 2004, antes mesmo da entrada em vigor do Protocolo de Quioto, com sua ratificação pela Federação da Rússia. Em abril de 2017, o Brasil ocupava a terceira posição em número de atividades de projeto, com 342 atividades de projeto registradas (4,4% das 7.770 atividades de projeto de MDL no mundo), sendo que em primeiro lugar se encontrava a China, com 3.763 (48,4%), e em segundo a Índia, com 1.642 projetos (21,1%) (IPEA, 2018).

Ainda segundo análise do IPEA (2018), os escopos setoriais que mais atraíram o interesse dos participantes de atividades de projeto de MDL no país, até 2013, foram a indústria de energia, com 191 projetos, tratamento e eliminação de resíduos (81), agricultura (59), indústria manufatureira (9), indústria química (6), florestamento e reflorestamento (3), produção de metal (3) e emissões fugitivas (1). Quanto ao número de atividades desenvolvidas no Brasil por tipo de projeto, os de energia hidrelétrica lideraram, com 26%, seguidos pelos de biogás (20%), usinas eólicas (16%), gás de aterro (15%) e biomassa energética (13%). Os tipos de projeto com a maior estimativa de redução de emissão de CO<sub>2e</sub> eram as atividades de projeto de energia hidrelétrica, biogás e decomposição de N<sub>2</sub>O, que totalizavam 73,2% do total de emissões de CO<sub>2e</sub> a serem reduzidas no primeiro período de obtenção de créditos.

Sobre a efetividade de projetos de MDL, de acordo com o IPEA (2018), ele foi importante no Brasil como indutor de novas tecnologias e de expansão de fontes renováveis, como o caso de queima de metano em *flare* em aterros sanitários, pequenas centrais hidrelétricas e cogeração utilizando bagaço de cana, geração de biogás, a partir da instalação de biodigestores em fazendas de suinoculturas entre outros exemplos.

Apesar da importância defendida dos projetos em andamento, vale mencionar também as principais críticas apresentadas aos projetos do mecanismo. Segundo alguns autores, o mecanismo não proporcionou o alcance de metas mais ambiciosas, ao contrário, é defendido que a maioria das reduções de emissões no âmbito do MDL teria acontecido de qualquer maneira, porque elas faziam sentido financeiro mesmo sem créditos ou eram exigidas por lei, ferindo assim o critério da adicionalidade (WRI, 2019).

Outra questão, para que este tipo de mecanismo funcione efetivamente, é que o cálculo das emissões deve se basear em informações corretas e confiáveis de emissões passadas e na medição precisa das emissões após a implementação do projeto. Alguns críticos defendem que isso não acontecia em grande parte dos projetos (BOYD et al, 2009).

Neste sentido, é mencionado na literatura o fato de que muitos projetos de MDL ocorreriam de qualquer forma, o que chamam de projetos que geram "ar quente" (*hot air*) ou crédito sem um benefício climático real. Um exemplo geralmente mencionado se refere ao caso das hidrelétricas em países como o Brasil, que, como apresentado anteriormente no texto, eram um importante destino para recursos do mecanismo do Protocolo de Quioto. Os países do Anexo I, compradores do crédito gerado por hidrelétricas, acabavam podendo emitir mais gases de efeito estufa sem serem compensados por uma mitigação genuína. Outro ponto importante se refere às efetivas reduções de emissões logradas por cada projeto e as controvérsias sobre linha de base a adicionalidade. Cormier e Bellassen (2013) defendem que a maioria dos projetos de MDL (em torno de 70%) não entregavam as reduções de emissões prometidas.

## BOX 1 – MDL LIÇÕES APRENDIDAS PARA O MDS (CONTINUAÇÃO)

Buen (2013) afirma que muito projetos se deparavam com altos custos de transação e falta de escalabilidade resultando em problemas de fluxo de caixa e entre os desenvolvedores de MDL. O autor também menciona que o MDL impediu metas mais ambiciosas e as mudanças tecnológicas necessárias para redução das emissões. A transferência financeira para países em desenvolvimento em troca de reduções de emissões realizadas voluntariamente incentivava que os países desenvolvidos não reduzissem as emissões internamente porque poderiam usar compensações via MDL, com menor custo marginal de abatimento. Já as transferências tecnológicas não ocorriam conforme previa o Protocolo de Quioto<sup>1</sup>. Segundo Seres et al (2009), apenas 36% dos projetos, representando 59% das reduções anuais de emissões, afirmam envolver transferência de tecnologia. A contribuição do MDL à promoção do desenvolvimento sustentável, que também era o objetivo dos projetos, ficou abaixo do esperado. Mori-Clement (2019) ressalta que, embora a redução das emissões gere receita para o desenvolvedor do projeto, não se observou benefício como resultado do desenvolvimento sustentável, que era na verdade um objetivo secundário e pouco estimulado. Lazaro e Germaud (2017) argumentam, a partir das avaliações dos projetos, que as dimensões econômicas e ambientais relativas às emissões têm maior peso em relação à dimensão social, deixando uma lacuna relativa ao objetivo de promover desenvolvimento sustentável.

De acordo com Boyid et al (2009), a distribuição de projetos de MDL acabou sendo desigual entre países em desenvolvimento, o que acarretou uma mudança efetuada pela União Europeia em 2012. Também não houve estímulo a uma diversidade de tecnologias e soluções inovadoras sendo difundidas nesses países.

É importante registrar aqui o impacto da decisão da União Europeia, em 2012, até então a maior fonte de demanda por RCEs, de apenas reconhecer, para o cumprimento de obrigações climáticas, créditos de MDL decorrentes de atividades sediadas por países de menor desenvolvimento e de pequenos estados insulares. Com isso, deixaram de ser aceitas RCEs de grandes países em desenvolvimento, como Brasil, África do Sul, China e Índia, os quais mais haviam contribuído com projetos de MDL. A decisão da União Europeia levou ao colapso do valor de RCEs e, conseqüentemente, ao relativo descrédito do MDL como um todo, junto ao setor privado (IPEA, 2018). A partir deste marco houve progressivo desengajamento de empreendedores de projetos e demais atores envolvidos no processo de certificação de redução de emissões e no comércio de unidades do MDL. Após 2013, quando do encerramento do primeiro período de compromissos do Protocolo de Quioto, que se estendeu de 2008 a 2012, notou-se baixo nível de registro de atividades de projeto de MDL.

Por todas essas questões, o destino dos projetos de MDL na era pós Quioto tem sido motivo de debate nas negociações do Acordo de Paris. Há discussões se os projetos em curso devem ser incluídos no regime de comércio do Artigo 6º, parágrafo 4 do acordo ou devem ser cancelados.

O Brasil, que hospeda um grande número de projetos de MDL em andamento, assim como Índia e África do Sul, deseja permitir sua transição completa junto com as metodologias e unidades da era de Quioto. O posicionamento brasileiro entende que o MDS seria o sucessor do MDL, e defende que haja uma transição suave entre os dois. De acordo com IPEA (2018), é necessário garantir aos atores do MDL, especialmente aos desenvolvedores de projeto, que seus esforços serão reconhecidos e honrados e continuarão a ter efeitos tangíveis no contexto do Acordo de Paris garantindo a:

- i) contínua validade das unidades do MDL por meio da conversão dos RCEs do MDL para uso nas contribuições nacionalmente determinadas ou do cancelamento pelas partes, entidades públicas e privadas para outros usos;
- ii) contínua validade das metodologias do MDL sob o MDS;
- iii) emissão de RCEs do MDS para as atividades de projeto de MDL registradas; e
- iv) transposição do sistema de credenciamento do MDL para o MDS.

Por outro lado, outros países temem que uma transição completa possa minar a ambição do regime climático internacional, permitindo que as metas sejam cumpridas sem esforço adicional efetivo, assim como ocorria no MDL, segundo seus críticos. Uma das maiores preocupações é que as regras do novo mecanismo sejam robustas e que seja evitada a dupla contagem, garantindo a efetiva redução das emissões. A questão é fundamental para a integridade do acordo. Há o receio de que regras pouco efetivas possam minar todo os esforços e até levar a um aumento nas emissões.

Finalmente, atribuir maior responsabilidade pela mitigação das emissões aos mercados de carbono, como foi feito pelo Protocolo de Quioto, pode ser uma forma mais exequível de cumprir as metas de redução de emissões, mas é necessário definir regras que proporcionem as mudanças estruturais que efetivamente precisam ocorrer.

### 5.1.3 Artigo 6.8

O parágrafo 8 do Artigo 6° do Acordo de Paris trouxe o reconhecimento da importância de abordagens não mercantis integradas, holísticas e equilibradas disponíveis para ajudar as partes na implementação de suas NDCs, aliando o combate às mudanças climáticas ao contexto de desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza (UNFCCC, 2019).

Essas abordagens têm por objetivo:

(a) Promover a ambição de mitigação e adaptação;

(b) Ampliar a participação dos setores público e privado na implementação das contribuições nacionalmente determinadas; e

(c) Permitir oportunidades para a coordenação entre os instrumentos e arranjos institucionais relevantes.

Na COP 25 ficou estabelecido um fórum sobre abordagem não mercantil (NMA Fórum, do inglês *Non-Market approach forum*) que está incumbido de identificar quais seriam essas abordagens, incluindo:

(a) Implementação conjunta de mitigação e adaptação para o manejo sustentável e integral de florestas;

(b) Resiliência sócio ecológica;

(c) Redução das emissões e aprimoramentos nas remoções;

(d) Esquemas de eficiência energética;

(e) Atividades de mitigação, reconhecendo o financiamento, o desenvolvimento ou transferência de tecnologia e/ou capacitação promovidas pelas partes participantes nas atividades<sup>29</sup>.

Ficou estabelecido um plano de trabalho com início em 2020 para avançar nas discussões dessas abordagens não mercantis (NMAs), incluindo:

· Identificação de NMAs;

· Identificação e avaliação de experiências positivas e outras de vínculos existentes, sinergias, coordenação e implementação em relação às NMAs;

· Identificar medidas para melhorar as ligações existentes, criar sinergias e facilitar a coordenação e implementação de NMAs, inclusive em nível local, subnacional, contexto nacional e global;

· Medidas de implementação;

· Desenvolvimento e implementação de ferramentas, incluindo uma plataforma baseada na Web da UNFCCC para registro e intercâmbio de informações sobre NMAs, apoiando a identificação de oportunidades para Partes participantes a desenvolver e implementar NMAs, inclusive em relação a financiamento, desenvolvimento e transferência de tecnologia e capacitação;

· Identificação e compartilhamento de informações relevantes, melhores práticas, lições aprendidas e casos estudos para o desenvolvimento e implementação de NMAs.

## 5.2 REDD e o *offset* florestal

O REDD+ é um incentivo desenvolvido no âmbito da UNFCCC e diz respeito à redução das emissões de GEE provenientes do desmatamento e degradação florestal em países em desenvolvimento; incluindo o papel da conservação florestal, do manejo sustentável de florestas e do aumento dos estoques de

---

<sup>29</sup>A alínea (e) é válida caso as Partes anfitriãs não incorporem ou usem os resultados dessa mitigação em sua NDC, sendo o reconhecimento do apoio prestado pelas Partes participantes proporcional aos resultados da mitigação retidos pelas Partes anfitriãs no seu envolvimento nas atividades.

carbono florestal. Trata-se de um mecanismo econômico para recompensar os esforços dos países em desenvolvimento na redução de emissões de GEE do setor florestal.

No Acordo de Paris, o REDD+ está regulamentado pelo Art. 5, que se refere às ações para conservar os reservatórios de gases de efeito estufa, dentre os quais estão as florestas. Este Artigo incentiva o apoio aos países em desenvolvimento para implementação das referidas ações, incluindo pagamentos baseados em resultados (FREITAS, 2018). Já em relação à elegibilidade das iniciativas de REDD+ no âmbito do Artigo 6º, tema do presente item, não há definição até o momento. Vale destacar que o REDD+ foi uma estratégia apresentada nas INDCs de 56 países (de um total de 162 INDCs), o que indica sua relevância no contexto do acordo (HEINHEIN et al., 2018).

Atualmente, o REDD+ está inserido em uma abordagem de não-mercado e segue as regras estabelecidas na COP19 (2013) por meio do Marco de Varsóvia (Warsaw Framework for REDD+), funcionando como mecanismo voluntário, em que doações são realizadas em função da redução de emissões já medidas, reportadas e verificadas (MRV), porém sem previsão de abatimento de metas dos países doadores dos recursos. Ou seja, o REDD+ não gera direitos de qualquer natureza a seu comprador e a conservação de florestas não pode ser utilizada como offset de outros países.

De acordo com a UNFCCC, para pleitear recursos por resultados de atividades REDD+ os países devem possuir:

- Estratégia nacional ou plano de ação;
- Nível de referência de emissão florestal avaliado e / ou nível de referência florestal;
- Sistema nacional de monitoramento florestal;
- Sistema de informações sobre como as salvaguardas estão sendo tratadas e respeitadas;
- E as ações baseadas em resultados também devem ser totalmente medidas, relatadas e verificadas (MRV).

A nível mundial, o principal instrumento para financiamento do REDD+ é o Fundo Verde para o Clima (GCF), que funciona por meio da transferência direta de recursos (doações) para países em desenvolvimento. Já o Brasil conta com o Fundo Amazônia como instrumento financeiro para compensação pelos resultados de projetos REDD+, administrado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES. Historicamente os maiores contribuintes do fundo são os governos da Noruega, Alemanha e Reino Unido (EULER, 2016).

### 5.2.1 O REDD+ e o Artigo 6º

Com relação ao cenário de incorporação do REDD+ ao Artigo 6º, os certificados de emissões evitadas poderiam ser transacionados entre países para serem utilizados para cumprimento de obrigações de mitigação dos países desenvolvidos, funcionando como offsets. Nesse caso, o país anfitrião do projeto deixaria de contar com aquela redução de emissões para cumprimento de suas metas. Ressalta-se nesse contexto a importância da implementação de mecanismos MRV mais rigorosos (mais caros também), que evitem a geração de certificados pouco confiáveis e também a dupla contagem dos abatimentos.

Diferentemente do protocolo de Quioto, no Acordo de Paris os países em desenvolvimento também têm metas de redução de emissões a cumprir. Assim, caso o REDD+ seja incluído dentre os mecanismos do art. 6, é esperada como consequência a redução da capacidade doméstica de mitigação de emissões em função da transferência internacional de resultados REDD+. Essa situação é especialmente crítica quando há metas específicas estabelecidas para o setor florestal (STRECK ET AL., 2017).

Vale destacar que a redução de emissões desse setor é geralmente considerada de baixo custo de implementação em relação a outros métodos de abatimento (Ji & Ranjan, 2019). Dessa forma, é importante que os países anfitriões avaliem quais os tipos de reduções de emissões, caso existam, estão dispostos a transacionar internacionalmente. Caso contrário, receberão recursos do REDD+ pela preservação e conservação de florestas, e precisarão atingir suas metas para cumprir a própria NDC com outras ações com maiores custos marginais de abatimento.

Além dessa questão estratégica mencionada acima, St-Laurent et al (2017) destacaram como barreiras e desafios para a implementação de políticas de offsets florestais a dificuldade em se demonstrar a adicionalidade dos projetos, a possível não permanência dos resultados, o baixo preço do carbono e a relação custo-efetividade dos projetos, além de questões relacionadas a direito de propriedade e à aceitabilidade social. Os autores consideram que os offsets florestais têm elevado custo de transação, especialmente devido aos complexos mecanismos de medição, monitoramento, comunicação e verificação (MMRV). Em relação à propriedade, a complexidade e a insegurança associadas à posse da terra são apontadas como impedimento frequente para iniciativas de compensação de carbono florestal no mundo (MITCHELL, 2010 apud ST-LAURENT et al., 2017). Ji e Ranjan (2019) indicaram a importância do custo de oportunidade do uso da terra, que representa o maior componente dos custos de programas REDD+.

No caso brasileiro, a grande extensão de florestas traz um potencial elevado de geração de certificados REDD+. Porém, de acordo com Euler (2016), é pouco plausível que a maior parte desse potencial possa ser explorada e transformada em recursos num modelo baseado em doações. Para se ter uma visão de como o acesso a recursos poderia crescer no caso de possível enquadramento do REDD+ em mecanismos de mercado, menos de 10% das reduções contabilizadas no período entre 2005 e 2012 foram compensadas. Assim, a incorporação do REDD+ nesses mecanismos poderia dar acesso aos países anfitriões a maiores volumes de recursos internacionais para financiar a conservação dos ativos florestais, trazendo outros benefícios socioambientais além da redução de emissões.

No caso das NDCs, há países que têm a intenção de adotar offset internacional, como a Austrália, e outros que indicam que estes offsets não serão utilizados, como por exemplo os EUA (STRECK ET AL., 2017; RAJÃO, 2017). A posição historicamente defendida pelo Brasil nas negociações internacionais sobre o clima é a de manter o REDD+ somente no âmbito do art. 5, como mecanismo doméstico de redução de emissões, financiado por doações internacionais baseadas em resultados, especialmente por entender que a soberania nacional sobre as áreas conservadas em função do instrumento poderia ser afetada. Por outro lado, em 2020, por meio da Comissão Nacional para REDD+ o Brasil passou a reconhecer também a contribuição do mercado voluntário de carbono florestal para redução de emissões domésticas. Nesse contexto, foi lançado pelo MMA em 2020 o programa Floresta+, que tem o objetivo de criar, fomentar e consolidar o mercado de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) para as florestas. Um dos componentes do programa, denominado Floresta+ Carbono, visa a geração de créditos de carbono por meio do aumento e manutenção dos estoques de carbono florestal (MMA,2020).

A Tabela 7 apresenta resumidamente as diferenças entre as duas principais rotas para o REDD+ no âmbito do Acordo de Paris.

**Tabela 7 – Financiamento por resultados obtidos (voluntário) X financiamento por transferência de redução de emissões.**

Aspecto	Financiamento por resultados obtidos	Financiamento por transferência de redução de emissões
Tipo de arranjo	Art. 5	Art. 6.2 Abordagem cooperativa Art. 6.4 Aprovação e emissão
Transferência internacional de redução de emissões	Não	Sim
Contabilidade de mitigação resultados	Contabilizado na redução de emissões do setor florestal do país anfitrião	Contabilizado na redução de emissões do país financiador. Ajustes podem ser necessários.
Riscos para cumprimento das metas da NDC e mitigação de riscos	Não implica em riscos para cumprimento das metas da NDC	Implica em riscos para cumprimento das metas da NDC. Risco pode ser mitigado através de arranjos contratuais, como venda condicional

Streck et al. (2017) desenvolveram o estudo *Options for Enhancing REDD+ Collaboration in the Context of Article 6 of the Paris Agreement*. Neste são discutidas as principais questões relacionadas ao REDD+ no contexto do Art. 6 e são apresentadas cinco opções plausíveis para o futuro do REDD+:

1. Continuidade do REDD+ como mecanismo voluntário baseado em resultados;
2. Transferência de emissões/recursos financeiros entre países no escopo do Art. 6.2;
3. Uso do Art. 6 para envolver setores público e privado na implementação do REDD+;
4. Geração de reduções de emissões sob o escopo do Artigo 6.4 para atividades específicas relacionadas ao REDD+; e
5. Implementação de NDCs conjuntas entre países

O estudo considera que o Art. 6, ao colocar as duas partes interessadas (anfitriões e países desenvolvidos) no mesmo nível, quebra a dependência usual do mecanismo de financiamento voluntário e melhora as condições para o desenvolvimento de parcerias mais construtivas e duráveis para os países envolvidos. Os autores acreditam que o melhor caminho para ambas as partes seria testar o uso das transferências do Artigo 6º através de projetos piloto, proporcionando aquisição de experiência e aprendizado. Na Tabela 8 são apresentados as principais oportunidades e riscos identificados no estudo.

**Tabela 8 - Oportunidades e riscos da inserção do REDD+ no contexto do Artigo 6º**

Oportunidades da inserção do REDD++ no Art. 6	
Países com florestas tropicais	Países parceiros
<p>Possibilidade de se alcançar recursos adicionais por meio do financiamento por transferência de reduções. Espera-se que novos mercados sejam atingidos e/ou haja elevação dos preços de negociação.</p> <p>Possível expansão de parcerias, com maior cooperação, que podem incluir assistência técnica, capacitação e apoio transacional ou político.</p>	<p>Possibilidade de utilizar reduções transferidas no atingimento de metas (NDCs) ou para cumprimento de outros compromissos.</p> <p>É esperado que os valores de reduções de emissões sejam mais confiáveis, em função do estabelecimento de sistemas de monitoramento mais rigorosos.</p>
<p>Para ambos os tipos de países, o Artigo 6º aumenta as chances de integração do REDD+ às estratégias climáticas nacionais e o desenvolvimento de estratégia sobre como o REDD+ pode contribuir para as NDCs nacionais.</p>	
<p>Risco de não atendimento das próprias metas de redução de emissões. Necessidade de maior rigor nas ações de MRV e provável necessidade de verificação por parte independente trará novos custos para implementação de REDD++.</p>	<p>Custo unitário mais elevado das reduções de emissões em relação ao modelo de financiamento por resultados. Alguns países podem não estar preparados para realizarem transações do Artigo 6.2 e requerem assistência e envolvimento significativo do parceiro.</p>
<p>Para as duas tipologias de países, o Artigo 6º aumenta o risco de não atingimento das metas das NDCs se as reduções de emissões REDD+ não se realizarem ou não forem entregues.</p>	

É essencial que os países façam um balanço entre os riscos e oportunidades para as possibilidades de inserção do REDD+ no contexto do Art. 6, de modo que as discussões das próximas COPs resultem na definição mais benéfica para todas as partes. O REDD+ representa importante mecanismo para conservação dos recursos florestais e seus estoques de carbono, bem como traz outros benefícios, como redução da pobreza, conservação da biodiversidade e aumento da qualidade do solo e da água.

### 5.3 Algumas experiências piloto

Atualmente, os mercados de carbono passam por um momento de incerteza, uma vez que os mecanismos do Protocolo de Quioto perderam sua função de incentivo<sup>30</sup> e o mecanismo e as abordagens do Acordo de Paris ainda não estão prontos dos pontos de vista jurídico, econômico e operacional.

No entanto, esse período de incerteza vem dando origem a várias iniciativas que visam testar ou preparar países e setores para as novas regras do mercado de carbono. À medida que os negociadores continuam a lidar com os detalhes técnicos das novas regras, as iniciativas piloto do Artigo 6º podem oferecer um bom teste sobre desafios, dificuldades e oportunidades que os países, setores e empresas encontrarão.

Os pilotos reforçam a cooperação ambiental internacional existente entre os países e fornecem um laboratório para mapear e hierarquizar as necessidades de cooperação e alinhar os interesses entre vendedor e comprador.

Baseado no documento *Moving towards next generation carbon markets observations from article 6 pilots* esta seção busca ilustrar algumas experiências pilotos do Artigo 6º em andamento, geridas por canais bilaterais, organizações regionais e bancos multilaterais de desenvolvimento.

Os pilotos identificados parecem adotar uma reedição da abordagem de linha de base. O CO<sub>2</sub>e permanece como a métrica para negociação dos ITMOs. A escala de intervenção pode variar consideravelmente, desde a definição de políticas com alcance em larga escala, até atividades de setores e/ou projetos específicos. Dessa forma, o tipo de crédito e o tipo de abordagem de linha de base adotados podem variar nos esquemas de crédito projeto a projeto; crédito padronizado doméstico e crédito para uma determinada política.

Embora a maior parte dos pilotos tenha adotado instrumentos neutros de precificação, que podem se adequar aos Artigos 6.2 e ou 6.4, outros pilotos são desenvolvidos considerando as abordagens cooperativas do Artigo 6.2. Apenas um piloto visa a se enquadrar nas abordagens não mercadológicas do Artigo 6.8.

A seguir são analisadas as tendências em caráter não específico das primeiras experiências com a implementação do Artigo 6º, e como os pilotos estão respondendo aos novos desafios impostos pelo Acordo de Paris – incluindo: papel dos governos, compromissos da NDC, rastreamento e contabilidade das ITMOs, adicionalidade e da linha de base, desenvolvimento sustentável e a mitigação geral para as emissões globais.

- O maior papel dos governos na cooperação internacional

É provável que os governos anfitriões tenham um grande papel a desempenhar na visão geral e na autorização da exportação de ITMOs para outros países, exigindo maior capacidade de instituições nacionais e autoridades designadas, tanto para a análise e autorização do ITMOs, relativas ao Artigo 6.2, quanto para as atividades implementadas no âmbito do Artigo 6.4.

Como praticamente todos os países têm metas próprias de GEE no âmbito do Acordo de Paris, ao conceder a autorização para venda de ITMOs, os governos precisarão atentar para não assinar transferências de redução de emissão necessárias ao cumprimento de NDC de seus próprios países.

---

<sup>30</sup>A partir de 2013, a demanda por créditos dos mecanismos de Quioto foi tão baixa que o mercado basicamente estagnou.

Ou seja, será fundamental aprofundar o conhecimento dos esforços de mitigação necessários para cumprir a NDC, os custos para alcançá-las e como essa equação se traduz em intervenções de mitigação específicas, para não comprometer as metas domésticas devido à venda excessiva de ITMOs.

Efetivamente, os pilotos têm refletido esse papel mais ativo dos governos, assim como a relevância das NDCs em toda a engenharia das transações. Para alguns pilotos, observa-se ainda um envolvimento direto entre governos de países anfitriões e compradores.

Da maior participação dos governos nas transações, emergem estruturas contratuais diversificadas para acordos de transferência de ITMO.

Além disso, os governos terão a responsabilidade de rastrear e registrar os ITMOs, como será visto a frente. Ao mesmo tempo, todos os pilotos procuram evitar a dupla contagem de resultados de mitigação entre os países para assegurar a integridade ambiental e geralmente buscam aumentar a ambição atual das NDCs.

- A relação entre as atividades piloto e os compromissos do NDC

Mesmo antes da definição das regras internacionais, os pilotos têm buscado evitar a dupla contagem dos resultados da mitigação entre o país anfitrião e o comprador. Muitos países com pilotos em desenvolvimento também desejam garantir que a cooperação vá além da ambição atual do NDC do país anfitrião.

Muitos pilotos têm arranjos que preveem o compartilhamento dos resultados da mitigação, de forma que tanto o país comprador, quanto vendedor possam receber parte da redução de emissões para cumprir sua própria NDC. Nesse sentido, alguns pilotos exigem comprovação de que o país anfitrião atingiu a meta da NDC ou terá condição de superar no futuro antes que ITMOs possam ser transferidos.

Alguns pilotos consideram que a transação deve levar a um aumento de ambição além dos objetivos incondicionais e condicionais<sup>31</sup> das NDCs. Outros consideram suficiente que a cooperação reduza as emissões além do compromisso incondicional do país anfitrião.

Alguns pilotos também estão criando estruturas contratuais para lidar com os riscos associados ao não cumprimento dos compromissos da NDC. Nesse caso, tem sugerido uma venda condicional de ITMOs, vinculada ao cumprimento de certas 'condições precedentes' associadas ao desempenho positivo de GEE do setor relevante. Até que essas condições sejam atendidas, o comprador não poderia reivindicar efetivamente o título das reduções de emissão.

- Capacidade de rastreamento e contabilidade das ITMOs;

Rastreamento é a base para uma contabilidade sólida das NDCs. As atividades previstas no Artigo 6º também exigirão rastreamento em nível nacional para que os resultados da mitigação sejam transferidos para o exterior. O rastreamento e a geração de relatórios de ITMOs são a base dos ajustes correspondentes, que deve constar no balanço de emissões dos países participantes de uma transação no âmbito do Artigo 6º. Esse é o caso das abordagens cooperativas nos termos do Artigo 6.2. Também pode se aplicar às unidades geradas pelo mecanismo do Artigo 6.4, se forem transferidas internacionalmente, embora esse seja um dos problemas remanescentes nas negociações.

Os registros também são importantes e estão no centro da infraestrutura necessária para o rastreamento dos ITMOs. Os requisitos e as especificações de projeto para registros são relativamente incontestados nas negociações do Artigo 6º. Cada registro deve ter contas e ser capaz de rastrear informações sobre transferências, usos, cancelamentos e reservas de ITMOs, entre outros.

- A determinação da adicionalidade e da linha de base

---

<sup>31</sup>condicionadas ao recebimento de apoio financeiro ou técnico.



A definição da linha de base e da adicionalidade é outro tópico muito importante e demasiadamente debatido. Três questões, abaixo apontadas, têm evitado a transição das abordagens existentes do MDL para o Artigo 6º. São elas:

1. A visão predominante é que as NDCs e as metas de longo prazo, assim como as políticas e medidas implementadas para alcançá-las, devem ser consideradas em concomitância à formulação da linha de base, garantindo, dessa forma, que apenas os esforços que vão além do nível de ambição atual sejam creditados. A visão alternativa pressupõe que a cooperação permita que os países alcancem suas metas formuladas nas NDCs;
2. Desejo antigo de reformar as metodologias usadas no MDL, seja por razões de simplificação ou integridade ambiental; e
3. O desejo de permitir abordagens mais amplas (políticas ou setoriais) nos termos do Artigo 6º para as quais as metodologias existentes podem não ser adequadas.

Dessa forma, as regras emergentes do Artigo 6º buscam redefinir as metodologias de linha de base e a adicionalidade. Com relação ao Artigo 6.2, as Partes estão adotando uma abordagem cooperativa mais prática, deixando a operacionalização dos conceitos de linha de base e adicionalidade para as Partes participantes. Para o mecanismo do Artigo 6.4, as Partes estão definindo orientações mais específicas para determinar a linha de base agrupada em torno de quatro abordagens: desempenho da melhor abordagem disponível, emissões históricas, emissões do cenário *business as usual* e linhas de base padronizadas.

- O papel do desenvolvimento sustentável

O Acordo de Paris busca uma abordagem integrada com a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, as Partes têm apelado por um papel mais proeminente do desenvolvimento sustentável no Artigo 6º, principalmente comparado aos instrumentos flexíveis do Protocolo de Quioto.

Entretanto, embora o desenvolvimento sustentável tenha destaque no acordo de Paris e na agenda das negociações do Artigo 6º, indicações dos textos de Katowice sugerem que a operacionalização do conceito não deve diferir muito em relação ao MDL. Nessa linha, nos termos do Artigo 6.2 e do Artigo 6.4, a atividade da Parte anfitriã deve promover o desenvolvimento sustentável com base em sua prerrogativa nacional, semelhante ao MDL.

Nos pilotos atuais, com algumas exceções, o desenvolvimento sustentável tem sido foco das atividades e tende a ganhar grande destaque na agenda. Alguns pilotos também explicitam os benefícios ambientais adicionais das atividades ou fazem referências claras aos ODS.

- Mitigação geral para as emissões globais

Atualmente, os mecanismos de mercado de carbono operam sob as regras estabelecidas pelo Protocolo de Quioto. Ou seja, mesmo com investimentos em baixo carbono e redução das emissões absolutas em relação à linha de base mundial, os mecanismos precisam ser aperfeiçoados para gerar a redução líquida das emissões globais como resultado de transferências entre as partes.

O Artigo 6.4 estabelece um novo mecanismo de crédito, onde a contribuição de uma atividade para a mitigação geral das emissões globais é mencionada como um requisito essencial no nível do texto do Acordo de Paris.

Os países ainda não chegaram a um acordo sobre a melhor forma de operacionalizar esse requisito. Abordagens variam desde a aplicação de linhas de base conservadoras sobre um benefício de mitigação compartilhado com o país anfitrião até o cancelamento obrigatório de um percentual das unidades de emissão.

Finalmente, o que pode ser observado nos pilotos é o foco em duas abordagens: o compartilhamento dos resultados da mitigação entre o comprador e o país anfitrião e o uso de linhas de base conservadoras, como mencionado acima.

## 6 Precificação no Brasil: presente e futuro

---

### 6.1 Políticas em vigor

Em dezembro de 2015, em Paris, foi realizada a 21ª Conferência das Partes (COP-21) da UNFCCC, quando foi definido o novo acordo sobre mudança global do clima.

O novo acordo é válido para o período pós-2020 e foi estruturado com base em compromissos assumidos pelos próprios países signatários da convenção por meio de um documento denominado Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, na sigla em inglês).

Diferente do Protocolo de Quioto, as NDCs se aplicam a todas as partes da convenção sejam elas países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Devem conter as contribuições de cada país para a redução de suas emissões de GEE e também podem conter outras indicações, como as ações de adaptação às mudanças climáticas e considerações sobre meios de implementação, inclusive financiamento. Em outras palavras, as NDCs refletem as ambições de cada país para a redução de suas emissões de GEE, levando em consideração suas capacidades e as circunstâncias domésticas.

O Acordo de Paris entrou em vigor em 4 de novembro de 2016 quando atingiu o mínimo necessário de 55 países, contabilizando pelo menos 55% das emissões de GEE globais. O Brasil submeteu sua iNDC às Nações Unidas em setembro de 2015 e, pela primeira vez, um país dito em desenvolvimento se comprometeu com metas absolutas de redução de emissões. O compromisso é que as emissões de GEE do país sejam 37% em 2025 e 43% em 2030<sup>32</sup> inferiores ao verificado em 2005. Após a ratificação do acordo de Paris pelo Brasil, em setembro de 2016, a iNDC brasileira se converteu automaticamente na sua NDC.

O Acordo de Paris prevê ciclos de revisão dos objetivos de redução de emissões previstos nas NDCs a cada cinco anos, permitindo que os países atualizem continuamente seus compromissos e ampliem suas ambições e metas de mitigação. Estudo recente publicado pela UNEP afirma que as NDCs atuais não são ambiciosas o suficiente para limitar o aumento da temperatura média em 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, mesmo que sejam complementadas com ações de mitigação muito desafiadoras após 2030 (UNEP, 2019).

O texto da NDC brasileira diz que a abrangência da meta é para todo o território nacional, para o conjunto da economia (*wide economy*) e incluindo os gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, perfluorcarbonos, hidrofluorcarbonos e SF<sub>6</sub>. Em termos práticos, isso significa que o meio de verificação da meta será o próprio inventário nacional de emissões. Assim, para verificar no futuro se a meta foi atingida, o resultado do inventário do ano 2025 deverá ser comparado com o resultado do inventário do ano 2005, incluindo todos os setores inventariados de acordo com a metodologia do IPCC (Energia, Mudança de uso do solo e florestas, processos industriais, resíduos e agropecuária).

Com relação aos mecanismos de mercado de carbono, o texto da NDC brasileira diz que o país “reserva sua posição quanto à possibilidade de utilizar quaisquer mecanismos de mercado que venham a ser estabelecidos sob o acordo de Paris”, o que deixa em aberto a discussão sobre possíveis mecanismos que o país possa aderir no futuro, suas vantagens e desvantagens para o país e para a mitigação de emissões em nível global.

---

<sup>32</sup> Tendo como base o ano de 2005, a NDC brasileira, transmitida em 8/12/2020 à ONU (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima – UNFCCC), reafirma o compromisso de redução das emissões líquidas totais de gases de efeito estufa em 37% em 2025, e assume oficialmente o compromisso de reduzir em 43% as emissões brasileiras até 2030.

Como dito anteriormente, o acordo de Paris prevê em seu Artigo 6º a possibilidade de abordagens cooperativas voluntárias entre as partes da convenção a fim de permitir maior ambição nas medidas de mitigação. Essa possibilidade abre caminho para possíveis transferências bilaterais de resultados de emissões, o que pode se dar por meio de mecanismos de mercado de carbono.

Atualmente, o Brasil não coopera com nenhuma outra parte e vice-versa para atingimento da ambição expressa em sua NDC. Entretanto, o país tem buscado se preparar para a implementação de mecanismos de precificação de carbono tanto a nível nacional quanto internacional. A principal iniciativa é o projeto PMR Brasil capitaneado pelo Ministério da Economia.

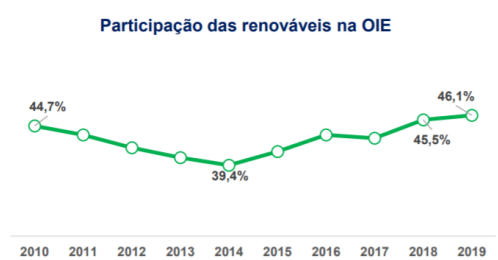
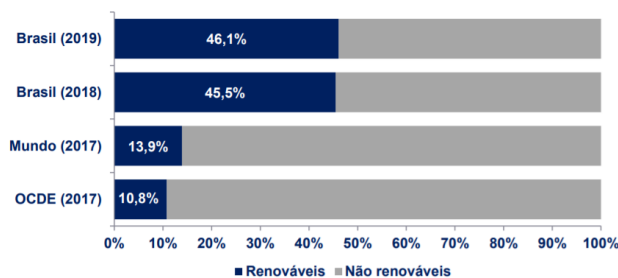
Recentemente, o setor empresarial brasileiro, representado pelo CEBDS, publicou nota se posicionando a favor da aplicação prática do Artigo 6º do Acordo de Paris e, portanto, da participação do Brasil em mercados regulados de redução de emissões de carbono. O documento destaca alguns princípios que, na visão empresarial, seriam importantes para a aplicação exitosa desse tipo de mecanismo. Além disso, o documento ressalta que esse tipo de mecanismo traria boas oportunidades de negócios para as empresas nacionais, gerando emprego e renda nos setores promotores do desenvolvimento econômico sustentável nacional (CEBDS, 2019).

## 6.2 Setor de energia

### 6.2.1 Setor energético

O Brasil se destaca por possuir uma matriz energética com grande participação de fontes renováveis, realidade verificada em poucos países do mundo. Segundo o Balanço Energético Nacional (EPE, 2020), a participação das renováveis correspondeu a 46,1% em 2019, enquanto na matriz energética mundial representou apenas 13,9% em 2017. No que tange especificamente à matriz elétrica, o Brasil apresentou mais de 80% de renovabilidade em 2019, percentual quase quatro vezes superior ao da matriz mundial, que era equivalente a 22% em 2017. Já no setor de transportes, o Brasil também se destaca, superando 20% de participação de combustíveis renováveis. Isso significa que as emissões de GEE do setor de energia por unidade de energia consumida no Brasil são pequenas comparativamente à maioria dos outros países.

**Figura 14 – Participação de renováveis na matriz energética nacional, destaque para participação de renováveis nos transportes e no setor elétrico.**



Fonte: Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional (EPE, 2020).

Por outro lado, se compararmos os indicadores socioeconômicos, percebemos que o Brasil tem um caminho longo a percorrer para atingir padrões de vida comparáveis aos dos países desenvolvidos. Assim, mesmo que o Brasil adote uma trajetória de desenvolvimento menos intensiva no uso da energia do que a dos países desenvolvidos (desassociando o aumento do consumo de energia do crescimento econômico), haverá aumento do consumo de energia per capita, em alinhamento com o objetivo 7 da agenda de desenvolvimento sustentável (ODS 7), qual seja, assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia a toda população. Como resultado, as emissões do setor de energia, em termos absolutos, serão crescentes.

Como o Brasil é um país rico em recursos energéticos renováveis, mesmo que seja um cenário desafiador, é razoável prever que o país consiga manter elevada participação de fontes renováveis na sua matriz energética futura.

Para o setor elétrico, isto implica em expandir o parque gerador predominantemente com fontes renováveis, e para o setor de transportes, a ampliação da produção e consumo de biocombustíveis líquidos, etanol e biodiesel e, posteriormente, a adoção de tecnologias de eletromobilidade.

Os biocombustíveis são soluções tecnológicas brasileiras à descarbonização dos transportes, que podem trazer resultados imediatos devido à frota *flex-fuel* e/ou por serem *drop-in*<sup>33</sup>. Posteriormente, tais soluções tecnológicas podem ser compatibilizadas aos novos paradigmas automotivos baseadas na eletrificação. De fato, já há esforços nessa direção no mercado brasileiro com o lançamento em 2019 de veículos híbridos flex e com o avanço de pesquisas e desenvolvimento de veículos elétricos à célula combustível a partir de etanol. O programa Rota 2030, lançado pelo governo, estruturou uma política que favorece as inovações na indústria automobilística.

Outro desafio se refere à maior eficiência energética. Também as políticas de eficiência energética têm sido reforçadas no Brasil. Nos últimos 10 anos, registraram-se ganhos de eficiência de 10% no país. Projeta-se que, até 2030, se alcance patamar equivalente devido aos programas de etiquetagem, ao Programa de Eficiência Energética da ANEEL, ao PROCEL e ao próprio Rota 2030 (que, como o Inovar Auto,

<sup>33</sup> Completamente intercambiável e compatível com um combustível convencional, normalmente derivado de petróleo.

busca incrementar a eficiência energética, inclusive por intermédio de veículos híbridos e elétricos), entre outros programas.

Tais desafios requerem diversas ações e políticas energéticas que permitam ao país atender à demanda crescente de energia, a preços acessíveis, mantendo os indicadores de emissão de GEE brasileiros à frente da média mundial.

O setor de energia brasileiro pode se beneficiar no caso de um eventual estabelecimento de mecanismo de mercado de carbono internacional no âmbito da UNFCCC, dadas as suas vantagens comparativas. De fato, como mencionado, isso ocorreu durante a vigência do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Protocolo de Quioto, com geração expressiva de créditos de carbono por iniciativas brasileiras. Boa parte dos projetos brasileiros certificados no âmbito do MDL eram provenientes do setor de energia com destaque para hidrelétricas, usinas eólicas, projetos de biomassa energética e de substituição de combustíveis fósseis (MCTIC, 2016).

É importante realçar que, como a NDC do Brasil seguiu uma abordagem *economy wide* e de caminhos flexíveis, o país pode atingir as metas de forma mais custo-efetivas. Pode ainda manter certa flexibilidade para corrigir rumos à medida que outras trajetórias se mostrem mais efetivas a partir das inovações tecnológicas.

Assim, iniciativas de precificação de carbono em nível nacional, envolvendo múltiplos setores da economia, também poderiam ter maior efetividade na mitigação de emissões, permitindo a alocação de recursos naquelas atividades e setores cujos custos de abatimento são menores. Estudos sobre curvas de custo de abatimento de emissões são fundamentais para o desenho de uma política efetiva de precificação de carbono. Esses estudos podem ser utilizados tanto para definir o grau de ambição da política bem como a alocação das metas entre os diferentes setores e as metas individuais de cada empresa participante.

Alguns estudos sobre curvas de custo de abatimento apontam que uma das principais medidas de mitigação com custo negativo são ações de eficiência energética, que reduzem o consumo e os gastos com energia (MCTICa, 2017). Dessa forma, setores como comércio e indústria também poderiam se beneficiar no caso de estabelecimento de mecanismos de mercado de carbono tanto em nível nacional quanto internacional.

Atualmente, a única iniciativa de precificação de carbono em nível nacional em implementação é o Renovabio, política direcionada para o mercado de combustíveis brasileiro. Em resumo, a política se baseia numa meta setorial de intensidade de emissões na matriz de combustíveis, com alocação de obrigatoriedade de compra de biocombustíveis pelas distribuidoras de combustíveis. Para atingir as metas, as distribuidoras devem comprar volumes especificados de biocombustíveis e/ou certificados de redução de emissões (CBIO). Tais certificados são emitidos pelos produtores de biocombustíveis e são transacionados em mercados organizados, como a B3. Quanto maior o grau de eficiência do processo produtivo maior a capacidade do produtor de biocombustível de gerar CBios.

### 6.2.2 Setor elétrico

Por contar com mais de 80% de fontes renováveis, a mitigação adicional no setor elétrico é mais desafiadora. Manter tal participação de renováveis num contexto de dificuldades crescentes para ampliação do parque hidrelétrico implicará na expansão de fontes como eólica, solar e soluções de armazenamento, que trazem consigo desafios importantes para a operação do sistema. Porém, é justamente esse caminho desafiador o que tem sido indicado nos Planos Decenais de Energia e no Plano Nacional de Energia 2050, elaborados pela Empresa de Pesquisa Energética.

O potencial de fontes renováveis é bastante grande no Brasil, de forma que o recurso não se constitui uma barreira para a expansão. Os desafios técnicos para a expansão de fontes intermitentes como eólica e solar também têm sido equacionados por meio de estudos e pesquisas, melhorias nos modelos e ferramentas de planejamento e evolução dos sistemas de previsão de geração dessas fontes.

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

## 7 Considerações Finais

---

A maioria dos problemas relativos à poluição ambiental pode ser melhor abordada pelo uso de múltiplos instrumentos de política. No caso da mudança climática - entendida como um fenômeno ambiental, econômico e político (OCDE, 2010, p.11), a pesquisa e a experiência demonstram que a precificação do carbono é um mecanismo importante para apoiar a redução das emissões de GEE ao nível desejado para limitar o aumento da temperatura em 1,5 graus, conforme previsto no Acordo de Paris.

Se implementada corretamente, a precificação do carbono fornecerá um sinal de preço, um incentivo para que governos, empresas e consumidores realizem mudanças em investimentos, gastos e comportamentos na direção de alternativas mais ambientalmente eficientes. Ou seja, no longo prazo, esse mecanismo pode contribuir para melhorar os índices de intensidade energética e de carbono da economia, aumentando a relação entre valor agregado por produto com a energia gerada e ao carbono emitido no processo.

Entretanto, é importante considerar que a precificação como mecanismo de redução de emissões de carbono possui limitações. Situações onde verifica-se custo de abatimento de emissões negativo ou extremamente elevado, questões sociopolíticas, regulatórias e de governança complexas, além características estruturais de setores diversos condicionam a eficácia da precificação e ressaltam a necessidade e relevância de políticas complementares a este instrumento para o alcance das metas de forma mais custo efetiva.

O objetivo de atingir as metas de redução das emissões com transformações estruturais para a economia de baixo carbono requer, portanto, um portfólio de políticas amplo, essencial para a atração e promoção de investimentos em infraestrutura de mitigação e adaptação e para estímulo de investimentos em tecnologias<sup>34</sup> e atividades de baixo carbono, ampliando as possibilidades de ganhos sustentáveis de competitividade. De outro lado, a precificação pode fornecer por meio de suas receitas (seja por permissões ou tributos) a viabilidade e equilíbrio financeiro do arranjo de política proposto, conforme prioridades e condições de cada país.

No caso do setor de energia, tanto os primeiros resultados do PMR quanto deste relatório mostram que embora a precificação do carbono tenha grande potencial para fomentar o crescimento do setor de energia limpa no mundo, uma série de outras políticas são igualmente importantes, por exemplo, instrumentos regulatórios, modernização do setor elétrico e políticas de fomento às renováveis e iniciativas de eficiência energética.

A experiência europeia ressalta que as receitas geradas pela precificação de carbono são tão importantes para a economia, quanto a promoção de novos investimentos, sejam elas reinvestidas em setores de baixo carbono ou usadas para reduzir a base tributária de setores estratégicos. Os países, entretanto, divergem nas preferências pelo modelo ideal, enquanto uns implementaram a precificação

---

<sup>34</sup> Recente publicação da AIE (2020) sobre “Clean Energy Innovation” evidencia o papel crucial das inovações tecnológicas em relação aos objetivos de mudança climática e de política energética, bem como das políticas públicas nesta área. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/clean-energy-innovation#>

via tributação, outros aderiram ao SCE e há ainda casos de precificação híbrida. Todas as abordagens com vantagens e desvantagens, como foi ilustrado no capítulo 3.

A experiência e a literatura mostram também que existe muita incerteza sobre os reais impactos da implementação da precificação sobre os setores da economia e sobre a competitividade. Aplicação de políticas compensatórias e uso de receitas de tributos de CO<sub>2</sub> aumentam a dificuldade de se avaliar os reais efeitos sobre a competitividade, seja por análises *ex-ante* ou *ex-post*, considerando curto, médio ou longo prazo. Há também distintas abordagens teóricas e metodológicas na literatura para o acesso a estes impactos, sendo um campo ainda a ser explorado na economia do clima.

Por certo, como a precificação do carbono é amparada pelo princípio do poluidor-pagador, sua implementação deve levar em conta os custos dos danos causados pelas emissões de GEE. Nessa linha, as políticas climáticas devem considerar um espectro de alcance global para evitar o vazamento de carbono para regiões onde o arcabouço legal permitiria instalações de atividades intensivas em emissões de carbono. Assim, a discussão sobre o impacto dos instrumentos de precificação na competitividade está em grande parte focada nos efeitos (colaterais) da imposição de custo adicional em função da intensidade de carbono do ciclo de vida de produto ou serviço, setor ou país, bem como das assimetrias de ambições climáticas no âmbito global. Estudos recentes vêm apontando, entretanto, para a importância de se observar outros canais de impacto (para além do aumento do custo) na análise da competitividade de uma forma sistêmica, permitindo inclusive cenários de ganhos líquidos de competitividade no longo prazo.

Para o caso brasileiro, a expectativa é que os setores produtivos, em especial o setor de energia e o setor industrial, que usa energia elétrica como insumo, possam se beneficiar dos instrumentos de precificação, uma vez que a matriz elétrica é majoritariamente renovável. Nesse caso, a vantagem competitiva, estabelecida pelo diferencial de intensidade de carbono na matriz em relação a outros países pode funcionar como um atrativo de investimentos de acordo com os desenhos de mercado de carbono implementados pelo Artigo 6º do Acordo de Paris.

O Artigo 6º do Acordo de Paris busca a cooperação voluntária entre os países para a implementação de NDCs, considerando a necessidade das Partes em ampliar a ambição nas políticas climáticas, promover o desenvolvimento sustentável, e garantir a integridade ambiental.

Os mecanismos de cooperação destinados a apoiar este processo devem facilitar a consecução dos objetivos de redução de emissões existentes. Os mecanismos de cooperação baseados nos instrumentos de mercado no escopo da precificação (Artigos 6.2 e 6.4) visam ao comércio de emissões evitadas em âmbito bilateral ou multilateral. Já o Artigo 6.8 busca abordagens não mercantis para apoiar a implementação de suas NDCs e a promoção do desenvolvimento sustentável.

Independente do arcabouço legal, regulatório e de governança definidos para esses mecanismos de cooperação, o conhecimento adquirido com os projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo traz boas perspectivas para o Brasil, com vasta experiência na elaboração de projetos, e para o desenho final de um sistema de *offset* de emissões que evite os erros do passado.

Para reduzir as incertezas e melhor se prepararem ao desenho técnico final do Artigo 6º, diversos países têm desenvolvido experiências piloto de cooperação internacional. A análise desses pilotos sinaliza alguns aspectos importantes e estratégicos, como um papel mais preponderante dos governos no fomento, controle, capacidade de rastreamento e contabilidade das ITMOs. Sinaliza também para a importância da determinação da adicionalidade e da linha de base, referenda o papel do desenvolvimento sustentável e indica a necessidade de um sistema de mitigação geral para as emissões globais.

Assim, o Artigo 6º se configura num pacote de incentivos aos países no cumprimento de suas NDCs. Mas ele abre também novas oportunidades de atração de investimentos em novas tecnologias, fontes renováveis e efficientização de processo, produto e troca de insumos para melhorar o desempenho ambiental de empresas, setores e países.

Porém, o argumento para promoção de investimentos em novas tecnologias ou sistemas energéticos de baixo carbono vai além dos benefícios ambientais e econômicos impostos pela precificação. A tendência mundial em direção à transição energética coloca a baixa intensidade de carbono como uma questão importante de vantagem competitiva e abre uma perspectiva interessante para os países em desenvolvimento, onde a demanda por projetos estruturais cria diversas oportunidades, seja na atração de capital externo, seja na elaboração de políticas de promoção de investimento como o *Big Push* para a Sustentabilidade, com impactos positivos de longo prazo nas dimensões econômica, ambiental e social.

Finalmente, a precificação de carbono e as receitas públicas que ela pode fornecer aos governos por meio do leilão de permissões ou por meio de um tributo sobre o carbono, têm uma ligação direta com a situação fiscal em que um país se encontra. Ou seja, além dos benefícios ambientais diretos, a precificação de carbono pode criar espaço fiscal para os governos na direção do desenvolvimento sustentável, bem como gerar diversas oportunidades de negócios associadas à implementação de um mercado de carbono.

Definido o interesse por estruturar a precificação de carbono por mecanismos de mercado no Brasil, além do RenovaBio, será necessário definir seu arranjo institucional, legal e regulatório, assim como seus normativos de governança. Sobretudo, será preciso engajar as diversas partes interessadas (*stakeholders*) a fim de formar um amplo consenso sobre o desenho de mercado e seu detalhamento.



## 8 Referências bibliográficas

---

ACSELRAD, H. Externalidade Ambiental e Sociabilidade Capitalista. In: CAVALCANTI, C. (Org). Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Editora Cortez, 2003.

ALDY, J. E.; PIZER, W. A.; The Competitiveness Impacts of Climate Change Mitigation Policies. *Journal of the Association of Environmental and resource Economics* 2(4) 565-95, 2015.

AMBRIZZI, T.; ARAUJO, M. Base científica das mudanças climáticas: primeiro relatório de avaliação nacional. Rio de Janeiro: Universidade de Rio de Janeiro, 2014.

ANDRADE, R.O. Impulso Verde. Pesquisa FAPESP, abr. de 2020. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/impulso-verde/>>. Acesso em: jul. de 2020.

APEC. Climate and Fiscal Policy: A Report for APEC Cooperação Econômica Ásia- Pacífico, 2010.

APPY, Bernardo. Taxação sobre carbono, competitividade e correção de distorções do sistema tributário: Impactos na economia brasileira. São Paulo: Instituto Escolhas, 2015.

ARLINGHAUS, J. Impacts of Carbon Prices on Indicators of Competitiveness: A Review of Empirical Findings. *OECD Environment Working Papers*. No. 87, 2015.

BAILEY, I. European environmental taxes and charges: economic theory and policy practice. *Applied Geography* 22, 235-251, 2002.

BALDWIN, Robert; CAVE, Martin; LODGE, Martin. *Understanding Regulation: theory, strategy, and practice*. Oxford: Oxford University Press, 2012.

Banco Mundial. Carbon Pricing Dashboard. 2020a. Disponível em: [https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map\\_data](https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data) Acesso em nov. 2020.

\_\_\_\_\_. Carbon Pricing Leadership Report. 2019. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/567161559579098882/2018-2019-Carbon-Pricing-Leadership-Report>> Acesso em ago. de 2019.

\_\_\_\_\_. Carbon tax guide: a handbook for policy makers. Washington, 2017.

\_\_\_\_\_. State and Trends of Carbon Pricing 2020. 2020b. Washington DC, 2020.

\_\_\_\_\_. The faster principles for successful carbon pricing: an approach based on initial experience. 2015. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/pt/901041467995665361/The-FASTER-principles-for-successful-carbon-pricing-an-approach-based-on-initial-experience>> Acesso em ago. de 2019.

\_\_\_\_\_. What is the Impact of Carbon Pricing on Competitiveness? 2016. Disponível em: <<http://pubdocs.worldbank.org/en/759561467228928508/CPLC-Competitiveness-print2.pdf>> Acesso em ago. de 2019.

BARATA, M. M. L. Aplicação de uma Estrutura Contábil para Apropriação dos Custos Ambientais e Avaliação da sua Influência no Desempenho Econômico das Empresas. 2001. Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

Barker, T., & Scricciu, S. Modeling low climate stabilization with E3MG: towards a “New Economics” approach to simulating energy-environment-economy system dynamics. *The Energy Journal*, 31(Special Issue 1). 2010. <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol31-NoSI-6>

Barker, T., Pan, H., Köhler, J., Warren, R., & Winne, S. Decarbonizing the global economy with induced technological change: scenarios to 2100 using E3MG. *The Energy Journal*, (Endogenous Technological Change and the Economics of Atmospheric Stabilisation Special Issue.). 2006.

BARRINGTON-LEIGH, C. et. al. The Short-Run Household, Industrial, and Labour Impacts of the Quebec Carbon Market. *Canadian Public Policy*. 41(4):265, 2015.

BOYD, Emily et al. Reforming the CDM for sustainable development: lessons learned and policy futures. *Environmental science & policy*, v. 12, n. 7, p. 820-831, 2009.

Buen, Jørund. CDM Criticisms: Don't Throw the Baby out with the Bathwater. *FNI Climate Policy Perspectives* 8, 2013.

BURKE, Marshall; HSIANG, Solomon M.; MIGUEL, Edward. Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature*, v. 527, n. 7577, p. 235-239, 2015.

CANADA. Annex I: Federal investments and measures to support the transition to a low-carbon economy. 2016. Disponível em: <<https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/pan-canadian-framework/annex-federal-investments-measures.html>> Acesso em ago. de 2019.

\_\_\_\_\_. Implementing Canada's plan to address climate change and grow the economy putting a price on carbon pollution. Technical Briefing October 23, 2018. Disponível em: <[https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/climate-change/pricing-pollution/ECCC\\_Technical\\_Deck\\_En.pdf](https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/climate-change/pricing-pollution/ECCC_Technical_Deck_En.pdf)> Acesso em jul. de 2020.

CARVALHO, D. M. Geração elétrica e mudanças climáticas: Avaliação econômico-financeira de usinas hidrelétricas a fio d'água no rio Tapajós. 164 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

CEBDS. Navegando por cenários de precificação de carbono: Guia prático sobre seus diferentes mecanismos, aplicações e ferramentas para adaptar a estratégia de negócio, 2015. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/7052949-Navegando-por-cenarios-de-precificacao-de-carbono-guia-pratico-sobre-seus-diferentes-mecanismos-aplicacoes-e-ferramentas-para-adaptar-a-estrategia.html>> Acesso em ago. de 2019.

CEBDS. Posicionamento Empresarial sobre o Artigo 6 do Acordo de Paris. 2019. Disponível em: <[https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/14773/1569356889CEBDS\\_PosicionamentoArt6\\_REV\\_Online\\_1.pdf](https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/14773/1569356889CEBDS_PosicionamentoArt6_REV_Online_1.pdf)> Acesso em abr. de 2020

CEPAL. O Big Push Ambiental no Brasil: Investimentos coordenados para um estilo de desenvolvimento sustentável. 2019. Disponível em: <<https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/44506-o-big-push-ambiental-brasil-investimentos-coordenados-estilo-desenvolvimento>> <<https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/44506-o-big-push-ambiental-brasil-investimentos-coordenados-estilo-desenvolvimento>> Acesso em: nov de 2020

CEPAL/CGEE. Um grande impulso para a sustentabilidade no setor energético do Brasil: subsídios e evidências para a coordenação de jul.políticas”, Documentos de Projetos (LC/TS.2020./51; LC/BRS/TS.2020/3), Santiago, 2020. Disponível em: <[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45695/1/S2000321\\_pt.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45695/1/S2000321_pt.pdf)>

CLIMATE FOCUS; PERSPECTIVES CLIMATE GROUP. Moving Towards Next Generation Carbon Markets. Observations From Article 6 Pilots, 2019.

Climate Policy Initiative. Global Landscape of Climate Finance 2019. Disponível em: <<https://climatepolicyinitiative.org/publication/global-landscape-of-climate-finance-2019/>> Acesso em fev. de 2020.

CLIMATE TRANSPARENCY. Brown to Green: the G20 transition to a low-carbon economy, 2017. Disponível em: <[www.climate-transparency.org](http://www.climate-transparency.org)> Acesso em ago. de 2019.

CLIMATEWATCH, Historical GHG Emissions, Global Historical Emissions 2020. Disponível em: <[https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&chartType=percentage&end\\_year=2016&start\\_year=1990](https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&chartType=percentage&end_year=2016&start_year=1990)>. Acesso em set. de 2020.

CNI. A Precificação de Carbono e os Impactos na Competitividade da Cadeia de Valor da Indústria / Confederação Nacional da Indústria. - Brasília: CNI, 2020. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/1/precificacao-de-carbono-e-os-impactos-na-competitividade-da-cadeia-de-valor-da-industria/>>. Acesso em: 07 de jul. de 2020.

COASE, R. H. The Problem of Social Cost The Journal of Law and Economics, Vol. III. 1960.

COELHO, Ricardo Sequeiros - The high cost of cost efficiency: a critique of carbon trading. Coimbra, 2016. Tese de doutorado.

CORMIER, Alain; BELLASSEN, Valentin. The risks of CDM projects: How did only 30% of expected credits come through?. Energy Policy, v. 54, p. 173-183, 2013.

DISSANAYAKE, Sumali; MAHADEVAN, Renuka; ASAFU-ADJAYE, John. Evaluating the efficiency of carbon emissions policies in a large emitting developing country. Energy Policy, v. 136, p. 111080, 2020.

EDMONDS, Jae et al. The economic potential of article 6 of the Paris Agreement and implementation challenges, 2019.

ELLIS, Jane; NACHTIGALL, Daniel; VENMANS, Frank. Carbon pricing and competitiveness: Are they at odds?, 2019.

EPE. Balanço Energético Nacional 2020. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/>> Acesso em set. de 2020.

\_\_\_\_\_. O Compromisso do Brasil no Combate às Mudanças Climáticas: Produção e Uso de Energia, 2016. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/NT%20COP21%20iNDC.pdf>> Acesso em ago. de 2019.

EULER, A.M.C. O acordo de Paris e o futuro do redd+ no Brasil. Embrapa Amapá, 2016. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1055679/1/CPAFAP2016AcordodeParis.pdf>>. Acesso em: mar. de 2020.

Fajnzylber, F. International competitiveness: agreed goal, hard task. CEPAL Review, (36), 7–23, 1988.

FEARNSIDE, P. M. Tropical hydropower in the clean development mechanism: Brazil's Santo Antônio Dam as an example of the need for change. Climatic Change, v. 131, p. 575-579, 2015.

FGV. Elementos para a Construção de um Sistema de Comércio de Emissões. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas. São Paulo, 2013.

FGVces. Sobre a Simulação do Sistema de Comércio de Emissões. 2018. Disponível em: <<http://www.gvces.com.br/sobre-a-simulacao-do-sistema-de-comercio-de-emissoes/?locale=pt-br>> Acesso em jul. de 2020.

FINON, D. Carbon policy in developing countries: Giving priority to non-price instruments. Energy Policy, 132 38–43, 2019.

FLACHSLAND, V.C. Towards a Global Carbon Market? Linking Systems, Adding Sectors.2010. Doctoral thesis. Berlin University.

FREITAS, R. Acordo de Paris: impacto das suas decisões para o REDD+ no Brasil e no mundo no combate às Mudanças Climáticas. 2018. Disponível em: <<https://medium.com/regina-freitas/acordo-de-paris-impacto-das-suas-decis%C3%B5es-para-o-redd-no-brasil-e-no-mundo-no-combate-%C3%A0s-mudan%C3%A7as-49611d306c2b>>. Acesso em abr. de 2020.

FUNKE, F., MATTAUCH, L. Why is carbon pricing in some countries more successful than in others? 2018. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/carbon-pricing-popular>> Acesso em ago. de 2019.

GAMKOW, C. Fiscal policies for green growth: A case study of Brazilian manufacturing industries. A thesis submitted to the School of Environmental Sciences of the University of East Anglia, 2017.

- GOULDER, L.; PARRY, I. Instrument Choice in Environmental Policy. 2008. Disponível em: <[https://web.stanford.edu/~goulder/Papers/Published%20Papers/Goulder-Parry%20Instrument%20Choice%20\(REEP\)%20Paper%20-%20Final.pdf](https://web.stanford.edu/~goulder/Papers/Published%20Papers/Goulder-Parry%20Instrument%20Choice%20(REEP)%20Paper%20-%20Final.pdf)> Acesso em ago. de 2019.
- GRAMKOW, C. e ANGER-KRAAVI, A. Developing green: A case for the Brazilian manufacturing industry. *Sustainability*, v. 6783, n. 11, p. 1-16. nov. 2019.
- HAGUENAUER, L. Competitividade: conceitos e medidas: uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 16, n. 1, p. 146-176, 2012.
- HAN, J. et. al. The wealth effects of the announcement of the Australian carbon pricing scheme. *Pacific-Basin Finance Journal*, 53 (2019) 399–409.
- HAY, Colin. The ‘dangerous obsession’ with cost competitiveness... and the not so dangerous obsession with competitiveness. *Cambridge Journal of Economics*, v. 36, n. 2, p. 463-479, 2012.
- HEIN, J.; GUARIN, A.; FROMMÉ, E.; PAUW, W. Deforestation and the Paris climate agreement: An assessment of REDD + in the national climate action plans. 2018. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/323028942\\_Deforestation\\_and\\_the\\_Paris\\_climate\\_agreement\\_An\\_assessment\\_of\\_REDD\\_in\\_the\\_national\\_climate\\_action\\_plans](https://www.researchgate.net/publication/323028942_Deforestation_and_the_Paris_climate_agreement_An_assessment_of_REDD_in_the_national_climate_action_plans)> Acesso em mar. de 2020.
- HU, K.; CHEN, Y. Equilibrium fuel supply and carbon credit pricing under market competition and environmental regulations: A California case study. *Applied Energy* 236 815–824, 2019.
- IEA. Energy Technology Perspectives 2020. Julho, 2020. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/clean-energy-innovation#>
- IETA. Benefits of emissions trading. Disponível em: <<https://www.ieta.org/resources/Resources/101s/ieta-emissions-trading-101-library-april2015.pdf>> Acesso em ago. de 2019.
- INSTITUTO ESCOLHAS. Taxação sobre carbono, competitividade e correção de distorções do sistema tributário: Impactos na economia brasileira. Disponível em: <<https://www.joserobertoafonso.com.br/attachment/16248>> Acesso em out de 2020.
- IPCC. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, 2018.
- IPEA. Legado MDL Impactos e lições aprendidas a partir da implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil como subsídios para novos mecanismos, 2018.
- IRENA. Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050 (Edition: 2020), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2020. ISBN 978-92-9260-238-3 Available for download: [www.irena.org/publications](http://www.irena.org/publications) For further information or to provide feedback: [info@irena.org](mailto:info@irena.org)
- IRENA. Renewable Energy Benefits: Measuring The Economics’. IRENA, Abu Dhabi, 2016
- Ji, Yaoyao; RANJAN, Ram. A global climate-economy model including the REDD option. *Journal of environmental management*, v. 247, p. 342-355, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.052>. Acesso em: abril/2020>. Acesso em ago de 2020.
- JUERGENS, I. Identifying carbon leakage sectors in the EU ETS and implications of results. *Climate Policy*, 13:1, 89-109, 2013.
- JUG, J.; MIRZA, D. Environmental regulations in gravity equations: evidence from Europe. *World Economy*, v. 28, n. 11, p. 1591-1615, 2005.
- KELLENBERG, Derek K. An empirical investigation of the pollution haven effect with strategic environment and trade policy. *Journal of international economics*, v. 78, n. 2, p. 242-255, 2009.

KUPFER, D. Padrões de concorrência e competitividade. Encontro Nacional da ANPEC, v. 20, p. 355-372, 1992.

LATRUFFE, Laure. Competitiveness, productivity and efficiency in the agricultural and agri-food sectors. 2010.

LAZARO, L. L. B.; GREMAUD, A. P. Contribuição para o desenvolvimento sustentável dos projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo na América Latina. Organizações & Sociedade, v. 24, n. 80, p. 53-72, 2017.

LOW, M.; BEA, E. The Madrid COP25 Climate Conference: Disappointments and Next Steps. Energy Studies Institute– ESI. Policy Brief 33. 8 January 2020. Disponível em: [https://esi.nus.edu.sg/docs/default-source/esi-policy-briefs/the-madrid-cop25-climate-conference--disappointments-and-next-steps.pdf?sfvrsn=7015c404\\_2](https://esi.nus.edu.sg/docs/default-source/esi-policy-briefs/the-madrid-cop25-climate-conference--disappointments-and-next-steps.pdf?sfvrsn=7015c404_2) Acesso em mar. de 2020.

MARDONE, C.; BAEZA, N. Economic and environmental effects of a CO2 tax in Latin American countries. Energy Policy 114 262–273, 2018.

MARGULIS, S. Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades. Ibec Gráfica, 2010.

Margulis, S., Dubeux, C., & Marcovitch, J. Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades. São Paulo: IBEP Grafica, 2010.

MAROUN, Maria. Adaptação às mudanças climáticas: uma proposta de documento de concepção de projeto (DCP) no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL). 2007. 188 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MASHER, S. Striving for equivalency across the Alberta, British Columbia, Ontario and Québec carbon pricing systems: the Pan-Canadian carbon pricing benchmark. Climate Policy, 18:8, 1012-1027, 2018.

MCTIC. Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil. Coordenação-Geral do Clima. -- 5. ed. -- Brasília, 2020. Disponível em: <[https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2020/06/Livro\\_Digital\\_5Ed\\_Estimativas\\_Anuais.pdf](https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2020/06/Livro_Digital_5Ed_Estimativas_Anuais.pdf)> Acesso em dez. 2020..

MCTIC. Status dos projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil: Última compilação do site da UNFCCC e da CIMGC de 31 de janeiro de 2016. Disponível em <<http://www.mctic.gov.br>>. Acesso em jun. de 2020.

MCTICa. Documento-base para subsidiar os diálogos estruturados sobre a elaboração de uma estratégia de implementação e financiamento da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil ao Acordo de Paris. Brasília: MCTIC, 2017.

MCTICb. Trajetórias de mitigação e instrumentos de políticas públicas para alcance das metas brasileiras no Acordo de Paris, 2017. Disponível em <<http://www.mctic.gov.br>>. Acesso em jun. de 2020.

MICHAELOWA, Axel; ESPELAGE, Aglaja; MÜLLER, Benito. Negotiating cooperation under Article 6 of the Paris Agreement, 2019.

Ministério da Economia ME. PMR Brasil. Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br/orgaos/spe/pmr-brasil/pmr-brasil>> Acesso em maio de 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Floresta+ Carbono. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/floresta-20carbono-pdf>. Acesso em dez. de 2020.

– \_\_\_\_\_. REDD+ Brasil. 2016. Disponível em: <<http://redd.mma.gov.br/pt/>>. Acesso em mar. 2020.

\_\_\_\_\_. Mecanismo de desenvolvimento Limpo. <<https://www.mma.gov.br/component/k2/item/11678-mecanismo-de-desenvolvimento-limpo-mdl>> Acesso em abr. de 2020.

MIT. The Joint Program on the Science and Policy of Global Change. Introduction to Economics and Policy of Climate Change, 2017.

MORENO, C.; SPEICH, D.; FUHR, L. A métrica do carbono: abstrações globais e epistemicídio ecológico. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2016.

MORI-CLEMENT, Yadira. Impacts of CDM projects on sustainable development: Improving living standards across Brazilian municipalities?. World Development, v. 113, p. 222-236, 2019.

MOTTA, Ronaldo Seroa da et al. Mecanismo de desenvolvimento limpo e o financiamento do desenvolvimento sustentável no Brasil, 2000.

MUELLER, C. C. Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente. Brasília: Editora UnB, 2007.

MURRAY, B., RIVERS, N. British Columbia's revenue-neutral carbon tax: A review of the latest "grand experiment" in environmental policy. Energy Policy, 86 674–683, 2015.

NATIONAL GEOGRAPHIC. Impactos das mudanças climáticas são piores do que o esperado, adverte relatório. 2018. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2018/10/impactos-das-mudancas-climaticas-sao-piores-do-que-o-esperado-adverte>> Acesso em ago. de 2019.

NICOLLETTI, M.; LEFÈVRE, G. Precificação de carbono no Brasil: perspectivas e aprendizados a partir de uma simulação de mercado cap-and-trade. Cadernos Adenauer XVII n° 2, 2016.

NORDHAUS, W. D. Stern Review: The economics of climate change. London: HM treasury, 2006.

NORDHAUS, W. The Climate Club. How to Fix a Failing Global Effort. Foreign Affairs, mai./jun. de 2020. Disponível em: <<https://www.foreignaffairs.com/articles/united-states/2020-04-10/climate-club>> Acesso em jul. de 2020.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Linkages between environmental policy and competitiveness (OECD Environment Working Papers No. 13). Paris: OECD. 2010. Disponível em: <<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/218446820583.pdf?expires=1592475329&id=id&accname=guest&checksum=6973743626F658177BD4E40254D9E977>> Acesso em: jul. de 2020.

OECD. Effective Carbon Rates 2018: Pricing Carbon Emissions Through taxes and Emissions Trading. 2018. Disponível em: <<http://oe.cd/ECR2018>> Acesso em ago. de 2019.

OECD. Environmental Fiscal Reform: Progress, Prospects and Pitfalls. OECD Report for the G7 environment Ministers. 2017. Disponível em: <<https://www.oecd.org/tax/environmental-fiscal-reform-progress-prospects-and-pitfalls.htm>> Acesso em ago. de 2019.

OECD. Impacts of Carbon Prices on Indicators of Competitiveness: A Review of Empirical Findings. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/5js37p21grzq-en>> Acesso em ago. de 2019.

OLSEN, Karen Holm. The clean development mechanism's contribution to sustainable development: a review of the literature. Climatic change, v. 84, n. 1, p. 59-73, 2007.

PARRY, I., PIZER, W. Emissions trading versus CO2 taxes. Washington: Resources for the future, 2007.

PARRY, W. H. Ian; PIZER, A. William. Combating Global Warming. Regulation. Vol. 30. No. 3, 2007.

PBMC -Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas Base científica das mudanças climáticas Volume 1, 2014.

PEARCE, D. W. & TURNER, R. K., Economics of Natural Resources and the Environment. Brighton: Wheatsheaf, 1990.

PERMAN, R. et al. Natural resource and environmental economics. 3 ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2003.

PIGOU, A. C., The Economics of Welfare. London :Macmillan, 1924.

PINDYCK, R. R.; RUBINFELD, D. L. Microeconomia. 6. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2002.

PMR e ICAP. Partnership for Market Readiness and International Carbon Action Partnership - PMR e ICAP. Emissions Trading in Practice: a Handbook on Design and Implementation. World Bank, Washington, DC, 2016.

PMR - Partnership for Market Readiness-. Carbon Tax Guide: A Handbook for Policy Makers. World Bank, 2017. Washington, DC.

POLICY BRIEF. Carbon pricing, investment, and the low carbon economy. 2010. Disponível em: <<https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/publications/files/Carbon%20Pricing,%20Investment,%20and%20the%20Low%20Carbon%20Economy.pdf>> Acesso em ago. de 2019.

Presidência da República, Subchefia para Assuntos Jurídicos. DECRETO Nº 2.652, DE 1º DE JULHO DE 1998. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992.

PORTER, Michael E. The competitive advantage of nations. Harvard business review, v. 68, n. 2, p. 73-93, 1990.

POSSAS, S. (1999). Concorrência e competitividade: notas sobre estratégia e dinâmica seletiva na economia capitalista. São Paulo: Hucitec.

PROJETO PMR BRASIL. Texto para discussão- II Workshop: Diálogos Setoriais. 2017. Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br/orgaos/spe/pmr-brasil/documentos-e-arquivos-pmr/ii-workshop-pmr-brasil-texto-para-discussao.pdf>> Acesso em ago. de 2019.

ROBERT, D. The Effectiveness of Incentive Programs for Clean Energy: An International Comparison. Presentation at the Canadian CLEANTECH Summit, Ottawa, Canadá, 2010.

SANTOS, F. S. Mudanças Climáticas e Marx: o fetichismo do carbono e os sistemas de comercialização de emissões. 2018. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégia e Desenvolvimento, Instituto de Economia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SANTOS, L. Proposal for the implementation of a carbon pricing instrument in the Brazilian industry: assessing competitiveness risks and distributive impacts. 2018. 243 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SAUTER, R. WATSON, J. Technology leapfrogging: a review of the evidence. A Report for DFID. Brighton: Sussex Energy Group, University of Sussex, 2008.

SAWYER, D. Green economy and/or sustainable development. Política Ambiental, v. 8, p. 36-42, 2011.

SEEG Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para meta do Brasil 1970 – 2018. 2019. Disponível em: <[http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2019/11/OC\\_SEEG\\_Relatorio\\_2019pdf.pdf](http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2019/11/OC_SEEG_Relatorio_2019pdf.pdf)> Acesso em fev. de 2020.

SERES, S.; HAITES, E.; MURPHY, K. Analysis of technology transfer in CDM projects: An update. Energy policy, v. 37, n. 11, p. 4919-4926, 2009.

Shukla, P.R., La Rovere, E.L., Hourcade, J.C., Espagne, E., Perrissin-Fabert, B., 2017. Revisiting the Carbon Pricing Challenge after COP21 and COP22. Working Paper CIRED n2017-59 Paris.

- ST-LAURENT, G. P., HAGERMAN, S., HOBERG, G. Barriers to the development of forest carbon offsetting: Insights from British Columbia, Canada. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.051>>. Acesso em abr. de 2020.
- STERN, N. Current climate models are grossly misleading. *Nature*, 530 (Future Generations Special Issue), 407–409, 2016.
- STERN, N. *The Economics of Climate Change*. The Stern Review. Cambridge. 2006.
- STRECK, C.; HOWARD, A.; RAJÃO, R. Options for Enhancing REDD+ Collaboration in the Context of Article 6 of the Paris Agreement. 2017. Disponível em: <https://climatefocus.com/sites/default/files/REDDOptionsfinalreport.pdf>. Acesso em: mar. de 2020.
- TOLMASQUIM, M. T., “Economia do Meio Ambiente: forças e fraquezas”. In: Cavalcanti, C. (Org), *Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável*, 4 ed., capítulo 9, São Paulo, Cortez, 2003.
- TVINNEREIM, E; MEHLING, M. Carbon pricing and deep decarbonisation. *Energy Policy*, 121 185–189, 2018.
- UNTACD – Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento. Promoting low-carbon investment. 2013. Disponível em: <[https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/diaepcb2013d2\\_en.pdf](https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/diaepcb2013d2_en.pdf)> Acesso em ago. de 2019.
- \_\_\_\_\_. World investment report 2010. Investing in a low-carbon economy. 2010. Disponível em: <[https://unctad.org/en/Docs/wir2010\\_en.pdf](https://unctad.org/en/Docs/wir2010_en.pdf)> Acesso em ago. de 2019.
- UNEP. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Brazil First NDC (updated submission), 2020. Disponível em: <https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/Party.aspx?party=BRA>. Acesso em dez de 2020.
- UNEP. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Emissions Gap Report 2018. UNEP, 2019.
- UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/about/index.html>> Acesso em: jul. de 2020.
- \_\_\_\_\_. 2019a. Draft text on Matters relating to Article 6 of the Paris Agreement: Guidance on cooperative approaches referred to in Article 6, paragraph 2, of the Paris Agreement. Version 3 of 15 December. Disponível em: <[https://unfccc.int/sites/default/files/resource/DT.CMA2\\_i11a.v3\\_0.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/DT.CMA2_i11a.v3_0.pdf)> Acesso em mar. de 2020.
- \_\_\_\_\_. 2019b. Draft text on Matters relating to Article 6 of the Paris Agreement: Rules, modalities and procedures for the mechanism established by Article 6, paragraph 4, of the Paris Agreement Version 3 of 15 December. Disponível em: <[https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2\\_11b\\_DT\\_Art.6.4\\_.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2_11b_DT_Art.6.4_.pdf)> Acesso em abr. de 2020.
- \_\_\_\_\_. 2019c. Draft text on Matters relating to Article 6 of the Paris Agreement: Work programme under the framework for non-market approaches referred to in Article 6, paragraph 8, of the Paris Agreement. 2019. Version 3 of 15 December. Disponível em <<https://unfccc.int/documents/204667>>. Acesso em jun. de 2020.
- \_\_\_\_\_. What are Market and Non-Market Mechanisms? Disponível em: <<https://unfccc.int/topics/what-are-market-and-non-market-mechanisms>> Acesso em abr. de 2020.
- \_\_\_\_\_. REDD+ Web Platform. Disponível em: <<https://redd.unfccc.int/>> Acesso em abr. de 2020.
- \_\_\_\_\_. Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA). Disponível em: <<https://unfccc.int/process/bodies/subsidiary-bodies/sbsta>> Acesso em mar. de 2020.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *The Emissions Gap Report 2018*. Nairobi, 2018.



THE UNION OF CONCERNED SCIENTISTS. Each Country's Share of CO2 Emissions. 2020. <<https://www.ucsusa.org/resources/each-countrys-share-co2-emissions>> Acesso em set. de 2020.

VANDYCK, Toon et al. A global stocktake of the Paris pledges: implications for energy systems and economy. *Global Environmental Change*, v. 41, p. 46-63, 2016. EDEN, A. et. al. *Benefits of Emissions Trading*. Berlin: ICAP, 2018.

VARIAN, H.R. *Micro Economia Princípios Básicos*, 1994.

VERA, S.; SAUMA, E. Does a carbon tax make sense in countries with still a high potential for energy efficiency? Comparison between the reducing-emissions effects of carbon tax and energy efficiency measures in the Chilean case. *Energy*. V. 88, pp. 478-488, 2015.

VRONTISI, Zoi; CHARALAMPIDIS, Ioannis; PAROUSSOS, Leonidas. What are the impacts of climate policies on trade? A quantified assessment of the Paris Agreement for the G20 economies. *Energy Policy*, v. 139, p. 111376, 2020.

WILLS, W., & GROTTERA. (2016). *Cenários econômicos e sociais. Implicações Econômicas E Sociais de Cenários de Mitigação de Gases de Efeito Estufa No Brasil Até 2030: Projeto IES-Brasil*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.

WOO, C. et. al. *Carbon trading's impact on California's real-time electricity market 2018*.

WRI – World Resources Institute. Por que um mercado de carbono bem estruturado é necessário para o sucesso do Acordo de Paris? Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/08/por-que-um-mercado-de-carbono-bem-estruturado-e-necessario-para-o-sucesso-do-acordo-de-paris>> Acesso em abr. de 2020

WWF – World Wide Fund for Nature. *As Mudanças Climáticas*. 2019. Disponível em: <[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/clima/mudancas\\_climaticas2/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/)> Acesso em ago. de 2019.