



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE**  
**CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**JOÃO BRENO ARAUJO DA SILVA**

**O MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO COMO INSTRUMENTO**  
**ECONÔMICO DE POLÍTICA AMBIENTAL**

**FORTALEZA**  
**2026**

JOÃO BRENO ARAUJO DA SILVA

O MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO COMO INSTRUMENTO  
ECONÔMICO DE POLÍTICA AMBIENTAL

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas. Área de concentração: Microeconomia.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Eveline Barbosa Silva Carvalho.

FORTALEZA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S58m Silva, João Breno Araujo da.  
O mercado de créditos de carbono como instrumento econômico de política ambiental / João Breno Araujo da Silva. – 2026.  
43 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Ciências Econômicas, Fortaleza, 2026.  
Orientação: Profª. Dra. Eveline Barbosa Silva Carvalho.

1. Acordo de Paris. 2. Coase. 3. mercado de créditos de carbono. 4. mudanças climáticas. 5. Protocolo de Kyoto. I. Título.

CDD 330

---

JOÃO BRENO ARAUJO DA SILVA

O MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO COMO INSTRUMENTO  
ECONÔMICO DE POLÍTICA AMBIENTAL

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas. Área de concentração: Microeconomia.

Aprovada em: 22/01/2026

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Eveline Barbosa Silva Carvalho (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Wesley Leitão de Sousa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Glauber Marques Nojosa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

*“Economics, or more properly theoretical economics, is the only one of the social sciences which has aspired to the distinction of an exact science.”*

(Knight, 1921, p.3)

## **AGRADECIMENTOS**

Dedico o presente trabalho aos meus pais, Francisco Felisberto da Silva e Ana Paula Cordeiro de Araujo Silva, por todo o apoio e por me proporcionarem as condições necessárias para seguir com meus estudos.

Agradeço à Prof<sup>ª</sup>. Eveline Carvalho pela orientação, pelos conselhos ao longo dos anos da graduação e pela sugestão inicial do tema a ser abordado.

Ao Prof. Wesley Leitão, agradeço os comentários, a indicação de materiais e a inspiração, pela qual decidi o tema desta pesquisa.

Meus agradecimentos ao Prof. Glauber Nojosa pela oportunidade de ter sido seu monitor e por ter contribuído, de um jeito ou de outro, para o meu entendimento do que é estudar em alto nível.

Por fim, agradeço a todos os amigos que me acompanharam durante essa jornada na graduação. Acredito que cada pessoa contribuiu de certa forma para a minha trajetória, seja nos momentos de estudo ou de lazer.

## RESUMO

Nas últimas décadas, tem sido de extrema relevância em âmbito global o debate acerca das questões ambientais, principalmente com relação a mudança climática, causada pela emissão dos chamados Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera como consequência das atividades humanas. Devido a ineficiência em termos de custo das políticas ambientais tradicionais aplicadas em âmbito internacional, recomenda-se a busca por outras alternativas para conter o aumento da liberação de poluentes. O objetivo deste trabalho é apresentar o mercado de créditos de carbono como um instrumento econômico a ser utilizado na política de controle ambiental, destacando suas vantagens em relação as políticas mais comumente utilizadas. Adicionalmente, pretende-se fazer um panorama sobre a origem e o funcionamento do mercado de carbono em nível global, abordando os dois acordos climáticos que estruturaram esse mecanismo: o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris. De modo a atingir esses objetivos, é discutida a base teórica para a formulação do mercado de carbono, que se aproxima da abordagem proposta no teorema de Coase para as externalidades, comparando com as políticas ambientais mais tradicionais, quais são a imposição de padrões de poluição e a cobrança de taxas. Além disso, é feita uma contextualização histórico-institucional dos mercados de carbono globais, destacando os principais mecanismos adotados e suas regras de funcionamento. Conclui-se que o mercado de carbono pode levar ao nível eficiente de emissões a um menor custo e possui papel relevante no combate às mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** Acordo de Paris; Coase; mercado de créditos de carbono; mudanças climáticas; Protocolo de Kyoto.

## ABSTRACT

In recent decades, the global debate on environmental issues has gained significant relevance, especially regarding climate change caused by the emission of greenhouse gases (GHGs) into the atmosphere as a result of human activities. Due to the cost inefficiency of traditional environmental policies applied at the international level, the search for alternative instruments to curb the increase of pollutants is recommended. This study aims to present the carbon credit market as an economic instrument to be used in environmental policy, highlighting its advantages compared to more commonly applied policies. Additionally, it provides an overview of the origin and functioning of the global carbon market, addressing the two international climate regimes that structured this mechanism: the Kyoto Protocol and the Paris Agreement. To achieve these objectives, the theoretical basis for the formulation of the carbon market, aligned with the approach proposed by Coase's theorem for externalities, is discussed, in comparison with traditional environmental policies, namely the imposition of pollution standards and the application of taxes. Furthermore, a historical-institutional contextualization of global carbon markets is presented, highlighting the main mechanisms adopted and their operational rules. It is concluded that carbon markets can achieve an efficient level of emissions at a lower cost and play a relevant role in combating climate change.

**Keywords:** carbon credit market; climate change; Coase; Kyoto Protocol; Paris Agreement.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Nível eficiente de emissões .....	22
Figura 2 – Nível eficiente de emissões para duas empresas com diferentes custos de redução .....	24
Figura 3 – Dinâmica de duas empresas no mercado de permissões negociáveis de emissão .....	26

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Países com o maior número de atividades de projetos de MDL registradas .....	31
Gráfico 2 – Principais países emissores de CERs (MtCO <sub>2</sub> e) .....	31

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Exemplos dos tipos de instrumentos de política ambiental .....	17
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AND	Autoridade Nacional Designada
BMgP	Benefício marginal de poluir
CER	Certified Emission Reduction
CMA	Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement
CMgE	Custo marginal externo
CMgR	Custo marginal de redução de poluição
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
COP	Conference of the Parties
ESG	Environmental, Social and Governance
EU ETS	European Union Emissions Trading System
GEE	Gases do Efeito Estufa
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ITMOs	Internationally Transferred Mitigation Outcomes
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MtCO <sub>2</sub> e	Megatonelada de dióxido de carbono equivalente
NDC	Nationally Determined Contribution
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PACM	Paris Agreement Crediting Mechanism
SBSTA	Subsidiary Body for Scientific and Technological Advance
tCO <sub>2</sub> e	Tonelada de dióxido de carbono equivalente
UNEP	United Nations Environment Programme
UNEP-CCC	United Nations Environment Programme Copenhagen Climate Centre
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
WMO	World Meteorological Organization

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Política ambiental: o uso de instrumentos econômicos</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Processo de internalização de externalidades</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Nível eficiente de emissões</b> .....	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>Mercado de permissões negociáveis de emissão</b> .....	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>CRÉDITOS DE CARBONO: ORIGEM E MERCADO GLOBAL</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1</b>	<b>Origem do mercado de carbono: o Protocolo de Kyoto</b> .....	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>Evolução do mercado de carbono: o Acordo de Paris</b> .....	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem sido de extrema relevância em âmbito global o debate acerca das questões ambientais, principalmente com relação a mudança climática, causada pela emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera como consequência das atividades humanas.

Segundo estimativas do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2023), a temperatura global irá atingir o limite de 1,5°C estabelecido pelo Acordo de Paris até o ano de 2040. De acordo com o *United Nations Environment Programme* (UNEP, 2024), os países em desenvolvimento precisarão de US\$215 bilhões a US\$387 bilhões por ano para se adaptarem às mudanças no clima. No entanto, os fundos públicos internacionais de adaptação destinados pelos países desenvolvidos – mais responsáveis historicamente pelo descontrole das emissões – aos países em desenvolvimento foram de apenas US\$27,5 bilhões em 2022.

A noção de cooperação internacional para tratar do problema das emissões de GEE consolidou-se nos anos 1990, quando diversos tratados foram firmados, tendo como marco crucial a *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) assinada na Cúpula da Terra do Rio realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992 (UNFCCC, 2025a). A UNFCCC instituiu a *Conference of the Parties* (COP), seu órgão supremo de decisão, que realiza anualmente reuniões entre os países membros desde 1995, para discutir os principais assuntos globais relacionados às mudanças climáticas (UNFCCC, 2025b). Outros acordos importantes formulados posteriormente foram o Protocolo de Kyoto (1997) e o Acordo de Paris (2015).

Segundo Almeida (1998), as políticas ambientais tradicionais aplicadas em âmbito internacional são baseadas no sistema de “comando e controle”, em que os agentes ficam sujeitos à obrigatoriedade de uma lei imposta pelas autoridades governamentais e, caso não a cumpram, suas atividades sofrem penalidades em processos judiciais ou administrativos, além da cobrança de multas. Exemplos desse tipo de política incluem a imposição de padrões de poluição, o controle de equipamentos, processos e produtos, a proibição total ou restrição de atividades a certos períodos do dia ou áreas e o estabelecimento de cotas de extração. Essas

políticas são conhecidas como de “comando e controle”, uma vez que impõem modificações no comportamento do agente poluidor.

Os instrumentos de regulação direta sofrem diversas críticas, sendo a principal delas o fato de serem ineficientes economicamente, pois não levam em conta as distintas estruturas de custo dos agentes para se adaptarem. Isso pode gerar altos custos de conformidade, criando assim barreiras à entrada, o que favorece as empresas já estabelecidas no mercado e dificulta a concorrência. Por outro lado, essas políticas também podem levar a altos custos de fiscalização para os governos, bem como a movimentos de *rent-seeking* por parte de grupos interessados. De acordo com Derani e Jodas (2015), devido à ineficiência das políticas tradicionais, surge a busca por outras alternativas para conter o aumento da liberação de poluentes, que também sejam ambientalmente eficazes, encontrando nos instrumentos econômicos uma forma menos custosa de atingir esse objetivo.

Dentre os principais tipos de instrumentos econômicos estão as taxas e tarifas e a criação de mercados, como o mercado de permissões negociáveis de emissão. Nesse mercado, o governo define o nível máximo de poluição agregada permitida, tendo como referência um GEE em uma determinada área ou setor e divide esse total em cotas na forma jurídica de licenças, que podem ser alocadas ou leiloadas entre os agentes. Estes, por sua vez, devem comercializar essas licenças entre si, em um sistema no qual aquelas empresas que tiverem menores custos em reduzir suas emissões – ficando abaixo da cota estabelecida – podem vender esse “crédito” de emissão remanescente para outras empresas que não conseguiram se adaptar aos limites permitidos (Almeida, 1998).

Nesse contexto, surge o mercado de créditos de carbono, que pode ser um sistema regulado ou voluntário, em que países e empresas que desenvolvem projetos de redução de emissões podem vender essas reduções ou licenças para países e empresas poluidoras que buscam compensar ou remover suas emissões. Segundo Godoy e Saes (2015), o mercado de carbono tem sua origem no Protocolo de Kyoto, assinado em 1997, que introduziu os instrumentos econômicos para ajudar na consecução dos princípios e objetivos da UNFCCC.

O objetivo deste trabalho é apresentar o mercado de créditos de carbono como um instrumento econômico a ser utilizado na política de controle ambiental, destacando suas vantagens em relação as políticas mais comumente utilizadas. Adicionalmente, pretende-se

fazer um panorama sobre a origem e o funcionamento do mercado de carbono em nível global, abordando os acordos climáticos que estruturaram esse mecanismo: o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris.

De modo a atingir esses objetivos, a presente pesquisa está dividida em quatro seções, além desta introdução. Na segunda seção, é apresentada a metodologia utilizada nesta pesquisa. Em seguida, discute-se a base teórica para a formulação do mercado de carbono, que decorre do processo de internalização de externalidades negativas e de suas políticas resultantes, se aproximando da abordagem econômica proposta no teorema de Coase para as externalidades. Na quarta seção, é feita uma contextualização histórico-institucional dos mercados de carbono globais, destacando os principais mecanismos adotados e suas regras de funcionamento. Por fim, as considerações finais sintetizam os principais achados deste estudo, ressaltando a relevância do mercado de carbono no combate às mudanças climáticas.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Política ambiental: o uso de instrumentos econômicos**

A política ambiental é o conjunto de metas e instrumentos que buscam induzir ou forçar os agentes econômicos a adotarem ações menos agressivas ao meio ambiente, tais como reduzir emissões e minimizar a depleção dos recursos naturais em geral, prevendo penalidades para aqueles que não cumprem as normas estabelecidas. Em outras palavras, a política ambiental visa reduzir os impactos negativos da ação antrópica – aqueles que resultam da ação humana – sobre o meio ambiente (Lustosa, Cánepa e Young, 2010).

As metas de política ambiental são definidas com base na adoção de padrões de qualidade ambiental dos corpos receptores – seja o ar, a água ou o solo –, uma vez que, no caso da poluição, não é tão importante a quantidade total de emissões, mas sim as concentrações de poluentes em determinadas áreas, que podem esgotar a capacidade de assimilação, bem como a capacidade de carga do meio em questão (Lustosa, Cánepa e Young, 2010).

Por outro lado, os instrumentos de política ambiental são os meios para que as metas sejam atingidas, visando a internalização dos custos externos ambientais. Em geral, esses

instrumentos podem ser divididos em dois grandes grupos: instrumentos de comando e controle e instrumentos econômicos (Lustosa, Cánepa e Young, 2010).

Os instrumentos de comando e controle (ou de regulação direta) implicam controle direto sobre os locais que estão emitindo poluentes, por meio da imposição de padrões de emissão incidentes sobre a produção final ou sobre o nível de utilização dos insumos, além da determinação da melhor tecnologia disponível para o abatimento da poluição. O órgão governamental determina assim uma série de normas, controles, procedimentos, regras e padrões a serem seguidos pelos agentes poluidores e também diversas penalidades caso estes não cumpram os limites estabelecidos. Esses instrumentos foram predominantes na política ambiental dos países desenvolvidos a partir da segunda metade do século XX, período em que o elevado crescimento das economias ocidentais no pós-guerra fez crescer também os níveis de poluição associados, justificando, assim, a forte intervenção do Estado para controlar esse problema (Lustosa, Cánepa e Young, 2010).

Já os instrumentos econômicos (ou de mercado) consistem em mecanismos de estímulo e incentivo monetário para que os indivíduos levem em consideração o dano ambiental causado. Dessa forma, os agentes podem sofrer algum ônus pela poluição causada ou receber ganhos por poluir menos (Lustosa, Cánepa e Young, 2010). O Quadro 1 a seguir mostra exemplos dos dois tipos de instrumentos de política ambiental:

**Quadro 1 – Exemplos dos tipos de instrumentos de política ambiental**

Instrumentos de comando e controle	Instrumentos econômicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Padrões de poluição para fontes específicas</li> <li>- Padrões de qualidade ambiental para corpos receptores</li> <li>- Controle de produtos, processos e equipamentos</li> <li>- Proibição ou restrição de atividades</li> <li>- Concessão de licenças para instalação e funcionamento</li> <li>- Política de zoneamento</li> <li>- Estabelecimento de cotas de extração</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taxas e tarifas</li> <li>- Subsídios</li> <li>- Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA)</li> <li>- Sistemas de devolução de depósitos</li> <li>- Criação de mercados</li> <li>- Mercado de certificados transacionáveis</li> </ul>

Fonte: Adaptação de Lustosa, Cánepa e Young (2010, p. 169).

Os instrumentos econômicos passaram a existir como uma alternativa às políticas de comando e controle, devido a uma série de deficiências destas, tais como: os grandes custos administrativos existentes para os governos na fiscalização do cumprimento das normas; o fato de que, em geral, essas políticas exigem grau uniforme de abatimento para todas as firmas, impedindo assim a exploração das diferenças de seus custos marginais de redução de poluição; e a demora na sua implementação, decorrente das negociações entre reguladores e empresas, que buscam obter flexibilizações das regras impostas. Além disso, outro problema é que, uma vez atingido o padrão estabelecido, não existem incentivos para que as empresas continuem a reduzir suas emissões, pois o fato de uma firma emitir bem abaixo do limite legal não lhe gera vantagem adicional em relação a uma situação em que está apenas ligeiramente abaixo do padrão (Lustosa, Cánepa e Young, 2010).

Por outro lado, as principais vantagens dos instrumentos de mercado em relação aos de comando e controle são: possibilitar a geração de receita por meio da cobrança de taxas e tarifas ou do leilão de licenças; considerar as diferenças de custos de controle entre as firmas, permitindo que aquelas com menores custos tenham incentivos para continuar reduzindo sua poluição; e permitir que uma firma emita poluentes acima do padrão legal, desde que outras estejam reduzindo suas emissões, por meio da obtenção de subsídios ou ganhos com as vendas de licenças para poluir, como no caso do mercado de certificados transacionáveis (Lustosa, Cánepa e Young, 2010).

Apesar das vantagens em termos de eficiência dos instrumentos econômicos, as políticas de comando e controle apresentam elevada eficácia ecológica, já que, uma vez fixado o padrão, este deverá ser cumprido, garantindo assim os efeitos da regulação sobre a qualidade ambiental (Almeida, 1998). Os instrumentos de regulação direta asseguram maior grau de certeza a respeito dos níveis de emissão que serão atingidos, porém possuem maiores custos de implementação, ao passo que os instrumentos de mercado, apesar de possuírem menores custos, deixam incerteza quanto ao nível de poluição que será obtido (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

Nesse sentido, Derani e Jodas (2015) afirmam que a utilização conjunta dos dois tipos de instrumentos pode promover uma tutela efetiva do meio ambiente, aproveitando-se das vantagens de cada um dos sistemas. Por isso, a análise da experiência mais recente de diversos países mostra uma combinação desses dois tipos de instrumentos em suas políticas ambientais,

resultando em uma política “mista” de comando e controle e de instrumentos econômicos, que utiliza diversas alternativas para a consecução das metas socialmente acordadas (Lustosa, Cánepa e Young, 2010).

## **2.2 Processo de internalização de externalidades**

As externalidades surgem quando as atividades de produtores ou consumidores afetam negativamente ou positivamente outros produtores ou consumidores, sem que esses efeitos sejam considerados no preço de mercado (Pindyck e Rubinfeld, 2013). Para Varian (2015), a principal característica das externalidades é a presença de bens com os quais os agentes se importam, mas que não são vendidos nos mercados. Quando as externalidades não são levadas em conta, as empresas tendem a produzir quantidades excessivas ou insuficientes, fazendo com que o resultado de mercado seja ineficiente (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

Externalidades negativas ocorrem quando as ações de um ou mais indivíduos impõem custos a outros, enquanto externalidades positivas ocorrem quando as ações de uma das partes geram benefícios a outra (Pindyck e Rubinfeld, 2013). Segundo Soares, Silva e Torrezan (2015), pelo fato de gerarem um benefício social, a existência de externalidades positivas muitas vezes é motivo de incentivos e subsídios para que continue a se perpetuar. No entanto, a literatura econômica se debruçou sobre o processo de internalização de externalidades negativas, que corresponde à busca por meios para que os agentes levem em conta o custo social causado em seu processo de produção (Almeida, 1998). Um dos exemplos mais famosos de externalidade negativa é a poluição (Varian, 2015).

Em virtude disso, a economia ambiental neoclássica, escola de pensamento que estuda as relações entre economia e meio ambiente, surgiu em fins da década de 1960, principalmente impulsionada pela intensificação da poluição nos países industriais ao longo do período pós-guerra, o que fez com que os economistas passassem a incorporar em suas análises, o meio ambiente e os impactos negativos da degradação do mesmo sobre o bem-estar dos indivíduos (Mueller, 2007). Visando a internalização das externalidades ambientais, essa corrente se apropriou das abordagens de Arthur C. Pigou e Ronald H. Coase para o problema das externalidades (Salles e Matias, 2022).

Pigou (1920) analisa as externalidades à luz da teoria do bem-estar, afirmando que a existência destas comprometem a eficiência econômica. Para ilustrar a natureza desse fenômeno, Pigou (1920, p. 159, tradução própria) descreve a seguinte situação:

Aqui, a essência da questão é que uma pessoa A, ao prestar algum serviço, pelo qual recebe pagamento, a uma segunda pessoa B, incidentalmente também presta serviços ou causa prejuízos a outras pessoas (que não sejam produtores de serviços semelhantes), de tal natureza que não se pode exigir pagamento das partes beneficiadas nem obrigar compensação em nome das partes prejudicadas.

Ao examinar uma série de exemplos reais envolvendo externalidades, Pigou (1920) recomenda a intervenção e o controle por parte do Estado dessas situações, principalmente por meio da utilização de subsídios e impostos – os chamados impostos pigouvianos –, tendo como base as diferenças entre os custos marginais privados e sociais dos agentes. A correção das externalidades possibilita o alcance da eficiência econômica, com a alocação dos recursos ocorrendo de forma socialmente ótima, assim como leva a um máximo de bem-estar para os indivíduos.

Parte central da análise de Coase sobre as externalidades é o conceito de custos de transação, definido pelo mesmo, em sua análise sobre a existência das firmas, como “os custos de negociar e celebrar um contrato individual para cada transação de troca que ocorre em um mercado” Coase (1937, p. 390-391, tradução própria). Posteriormente, em seu artigo seminal *The Problem of Social Cost*, Coase (1960) volta a tratar dos custos de transação, mostrando que estes influenciam as negociações em situações envolvendo externalidades. Segundo Coase (1960, p. 15, tradução própria):

Para realizar uma transação de mercado, é necessário descobrir com quem se deseja negociar, informar as pessoas de que se deseja negociar e em que termos, conduzir negociações que levem a um acordo, elaborar o contrato, realizar a inspeção necessária para garantir que os termos do contrato estão sendo cumpridos, e assim por diante.

Diferentemente de Pigou, a solução defendida por Coase (1960) para o problema das externalidades, não tem a ver com a intervenção governamental em todas as situações, mas sim com a possibilidade de livre negociação entre o agente causador e o receptor do dano, o que permite que ambos obtenham ganhos mútuos e alcancem um resultado eficiente. Para que essas

negociações ocorram, é necessário que os custos de transação envolvidos sejam menores do que os ganhos resultantes da troca, bem como que os direitos de propriedade sobre a utilização do recurso gerador da externalidade estejam previamente definidos. Nesse sentido, a intervenção governamental justifica-se apenas para assegurar a delimitação desses direitos e a sua transferência entre os agentes por meio de negociações privadas.

Assumindo a ausência de custos de transação e a existência de direitos de propriedade previamente definidos, formula-se o que comumente passou a ser chamado de “teorema de Coase” (Coase, 1960, p. 8):

É necessário saber se a empresa causadora do dano é ou não responsável pelos prejuízos causados, pois, sem o estabelecimento dessa delimitação inicial de direitos, não podem ocorrer transações de mercado para transferi-los e recombina-los. Contudo, o resultado final (que maximiza o valor da produção) é independente da posição legal, se assumirmos que o sistema de preços funciona sem custos.

Em outras palavras, se os agentes puderem negociar livremente e sem custos incorridos nessas transações, o resultado final será eficiente, ou seja, levará ao nível socialmente eficiente de geração de externalidades, independentemente da distribuição inicial dos direitos de propriedade (Coase, 1960).

Conforme Salles e Matias (2022), essas teorias orientaram a formulação de diversas políticas de controle ambiental recomendadas pela economia ambiental neoclássica, tais como a cobrança de taxas e subsídios e o mercado de permissões negociáveis de emissão. As ideias de Pigou deram origem ao princípio do poluidor-pagador, segundo o qual o agente poluidor deve arcar com o custo externo ambiental causado. Já a noção coaseana de direitos de propriedade serviu de base teórica para a formulação do mercado de permissões negociáveis de emissão, em que os agentes negociam entre si direitos para a emissão de poluentes.

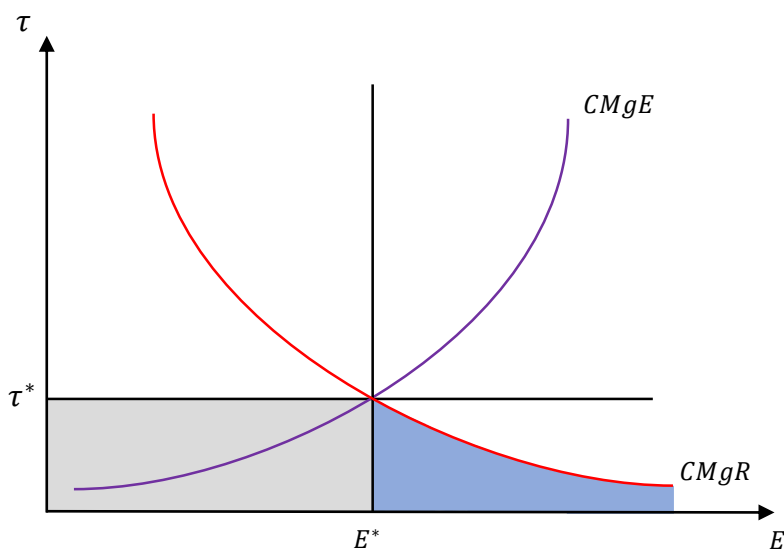
### **2.3 Nível eficiente de emissões**

Pindyck e Rubinfeld (2013) apresentam três medidas de políticas públicas para corrigir o problema da poluição atmosférica: (1) imposição de um padrão de emissão de poluentes; (2)

cobrança de taxas sobre a emissão; e (3) adoção de um sistema de permissões negociáveis de emissão.

A fixação de um padrão para a emissão de poluentes corresponde a um limite legal da quantidade de poluentes que uma determinada empresa está autorizada a emitir. Caso o limite seja ultrapassado, esta pode vir a sofrer multas e até mesmo outras penalidades. Por outro lado, as taxas sobre a emissão de poluentes ou impostos pigouvianos são uma cobrança fixada sobre cada unidade de poluente emitido por uma empresa. Ambas as políticas conseguem atingir o objetivo de obter o nível eficiente de emissão de poluentes ( $E^*$ ), igualando o custo marginal externo ( $CMgE$ ) da empresa ao seu custo marginal de redução de poluição ( $CMgR$ ) (Pindyck e Rubinfeld, 2013). Este resultado pode ser visto na Figura 1, apresentada a seguir:

**Figura 1 – Nível eficiente de emissões**



Fonte: Adaptação de Pindyck e Rubinfeld (2013, p. 661).

A curva de custo marginal externo representa o prejuízo social associado a cada unidade adicional de poluente emitido e possui inclinação ascendente, uma vez que quanto maior o nível de poluição, maior será o prejuízo incremental para a sociedade. Já a curva de custo marginal de redução de poluição mede o custo adicional de se reduzir a poluição em uma unidade. A leitura dessa curva é feita da direita para a esquerda, mostrando que o custo de redução aumenta conforme mais poluentes deixam de ser emitidos. Nessa mesma direção, a curva de  $CMgE$  mostra o benefício social de cada unidade de emissão reduzida, que diminui quanto menor as

emissões. Isso significa que quando o nível de poluição é alto os prejuízos são substanciais, de modo que a redução da poluição gera grandes benefícios, ao passo que os benefícios serão menores quando o nível de poluição é baixo, visto que os prejuízos para a sociedade são pequenos. O nível ótimo de poluição é alcançado quando o benefício social da última unidade reduzida se iguala ao custo que a firma incorreu para realizar essa redução, ou seja, na intersecção entre as curvas de  $CMgE$  e  $CMgR$  (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

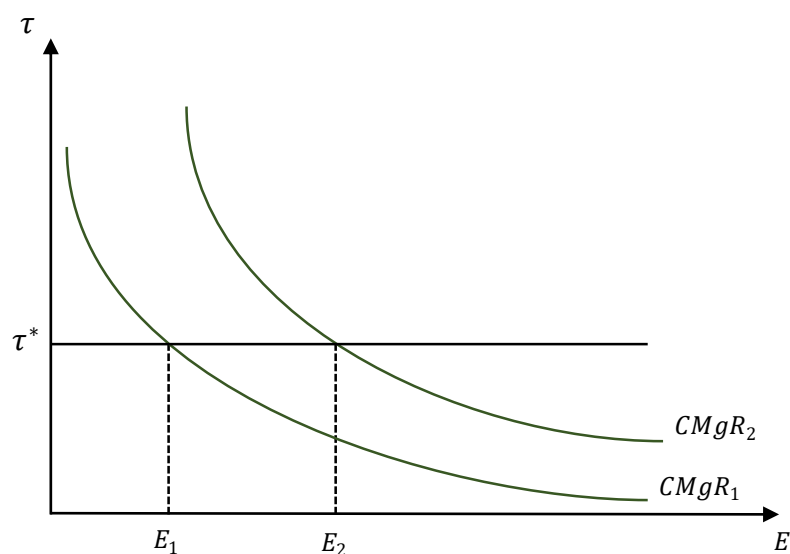
A imposição de um padrão de emissão – representado na Figura 1 pela linha vertical – assegura que as empresas produzam de modo eficiente, realizando substituição entre os insumos para se adequar ao limite estabelecido. Por exemplo, a firma pode instalar equipamentos de controle de poluição. No sistema de taxas, a empresa irá reduzir emissões até que o custo marginal de redução seja igual ao valor da taxa ( $\tau$ ). Portanto, conforme indicado na Figura 1, o gasto da firma corresponde ao valor total do imposto – representado pela área em cinza – mais o custo total de redução – representado pela área em azul. Para todos os níveis de emissão acima de  $E^*$ , o custo marginal de redução é menor do que a taxa, justificando assim as reduções, uma vez que a firma pode evitar pagar a taxa deixando de emitir. O custo marginal de redução será maior do que a taxa para níveis abaixo de  $E^*$ , não sendo vantajoso reduzir ainda mais as emissões, optando por pagar o valor do imposto<sup>1</sup> (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

As vantagens e desvantagens de cada política dependem dos custos e benefícios da redução de poluição. Quando o custo marginal de redução for igual entre as empresas, não haveria mais problemas na imposição de um padrão de poluição, obtendo assim o nível eficiente de emissões. Por outro lado, se o custo de redução variar entre as empresas, a melhor escolha de política é a cobrança de taxas, permitindo que as empresas com menores custos reduzam mais suas emissões do que as empresas com maiores custos – flexibilidade que não é possível na imposição de padrões, no qual cada empresa é obrigada a emitir a mesma quantidade (Pindyck e Rubinfeld, 2013). A Figura 2 a seguir mostra a dinâmica de duas empresas que possuem diferentes curvas de custo marginal de redução:

---

<sup>1</sup> A análise é feita supondo uma taxa única para todas as unidades de emissão das empresas. De modo geral, uma taxa variável é preferível a uma taxa fixa, utilizando-se de uma tabela progressiva, capaz de acompanhar o dano ambiental causado, de forma que, quanto maior o nível de emissões, maior será a taxa cobrada por unidade, desestimulando, assim, as empresas a emitirem quantidade substancial de poluição (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

**Figura 2 – Nível eficiente de emissões para duas empresas com diferentes custos de redução**



Fonte: Adaptação de Pindyck e Rubinfeld (2013, p. 662).

Conforme ilustrado na Figura 2, a empresa 2 possui custo marginal de redução maior que o da empresa 1. Com ambas as empresas reduzindo suas emissões até o ponto em que seus respectivos custos marginais de redução sejam iguais ao valor da taxa, o mesmo nível eficiente de emissões alcançado com os padrões será obtido – neste caso,  $E_1 + E_2 = E^*$  –, porém com um custo menor do que no caso da fixação de um padrão único para todas as empresas – supõe-se que as empresas possuem a mesma curva de  $CMgE$  e que o formulador de políticas conhece a magnitude da taxa necessária para se chegar ao nível eficiente (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

Com informações incompletas a respeito dos custos e benefícios da redução de poluição, as duas formas de regulamentar emissões podem gerar resultados ineficientes. O sistema de taxas pode levar as empresas a emitirem muitos poluentes caso o valor do imposto cobrado seja muito baixo, fazendo com que as empresas reduzam pouco suas emissões (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

## 2.4 Mercado de permissões negociáveis de emissão

Ainda segundo Pindyck e Rubinfeld (2013), outra forma de alcançar o nível eficiente de emissões é por meio do comércio de permissões para emissão. Nesse sistema, cada empresa

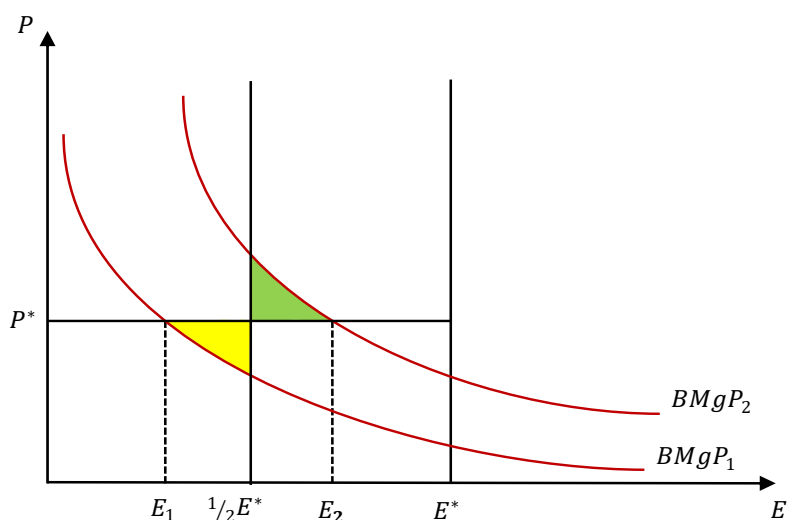
recebe uma permissão para poluir, que especifica a quantidade de poluentes que pode ser emitida. Se as emissões da empresa ficarem acima da cota estabelecida, esta sofrerá a aplicação de multas. O órgão governamental determina o número de permissões a serem distribuídas – especificando assim a quantidade total de emissões –, que devem ser comercializadas entre as empresas, de tal modo que aquelas com altos custos de redução podem comprar a permissão para poluir daquelas que tiverem menores custos e, portanto, conseguem reduzir suas emissões.

A análise do funcionamento desse mercado é semelhante à feita para o sistema de taxas. Se o preço das permissões estiver acima do custo marginal de redução das empresas, será mais vantajoso reduzir emissões, ao passo que se o preço dessas permissões for mais baixo do que o custo de redução, as empresas optarão por adquirir permissões. No equilíbrio de mercado, o preço de uma permissão é igual ao custo marginal de redução para todas as empresas (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

Para Mueller (2007), a curva de custo marginal de redução também pode ser lida – da esquerda para a direita – como o benefício privado da emissão de poluentes, que diminui quanto maior o nível de emissões. Isso significa que o benefício para a empresa é decrescente, ou seja, em níveis baixos de emissão, um aumento na quantidade de poluentes gera um grande benefício, ao passo que, quando os níveis de emissões são altos, um pequeno benefício pode ser obtido com um aumento da quantidade de poluentes.

A dinâmica do mercado de permissões negociáveis de emissão pode ser vista na Figura 3 a seguir, em um diagrama com duas empresas que possuem distintas curvas de benefício marginal de poluir ( $BMgP$ ):

**Figura 3 – Dinâmica de duas empresas no mercado de permissões negociáveis de emissão**



Fonte: Adaptação de Mueller (2007, p. 160).

A curva de benefício marginal das firmas é medida em termos do lucro adicional obtido com o aumento da produção, o qual é possibilitado porque as empresas, ao emitirem mais poluentes no processo produtivo, deixam de incorrer nos custos de redução dessas emissões. O comportamento das firmas, ou seja, se serão compradoras ou vendedoras de permissões, depende do preço de mercado destas, que é comparado ao benefício marginal de poluir de cada empresa, medido em seu nível de dotação inicial de permissões (Mueller, 2007).

Conforme ilustra a Figura 3, o nível máximo de poluição permitido é  $E^*$  – justamente o nível eficiente de emissões obtido com as outras duas políticas. Essa quantidade de poluentes é dividida entre as duas empresas em permissões comercializáveis, cada uma recebendo permissões equivalentes à metade desse nível de emissões, ou seja,  $1/2 E^*$  (Mueller, 2007).

É possível ver que a empresa 1 possui benefício marginal de poluir menor do que a empresa 2. Ao nível de preço  $P^*$ , é mais vantajoso para a empresa 1 reduzir sua produção – e, conseqüentemente, sua poluição – e vender a quantidade  $(1/2 E^* - E_1)$  de suas permissões (Mueller, 2007). Fazendo isso, a empresa estará obtendo uma receita com as vendas, representada pela expressão (1) a seguir:

$$P^* \times [1/2 E^* - E_1] \quad (1)$$

A área dada pela expressão (1) corresponde ao preço multiplicado pela quantidade de permissões vendidas. Essa área é maior do que a redução de lucro resultante da queda da produção – associada à venda das permissões –, dada pela área abaixo da curva  $BMgP_1$  entre  $E_1$  e  $1/2E^*$  (Mueller, 2007). O ganho líquido da empresa 1 é representado pela área em amarelo.

Por outro lado, ao preço  $P^*$ , a empresa 2 optaria por comprar a quantidade  $(1/2E^* - E_1)$  de permissões da empresa 1, pagando o valor dado pela expressão (1). Ao fazer isso, a empresa 2 aumenta sua produção, obtendo mais lucro do que teria se apenas poluísse o equivalente a quantidade de permissões que recebeu inicialmente. O incremento de lucro para a empresa é igual à área abaixo de sua curva de benefício marginal de poluir ( $BMgP_2$ ) entre  $1/2E^*$  e  $E_2$ . Essa área é maior do que o custo incorrido com a compra das permissões (Mueller, 2007). O ganho líquido da empresa 2 corresponde à área em verde.

Desse modo, o nível máximo de emissões permitido é atingido, mesmo com as empresas utilizando quantidades diferentes de permissões em relação à sua dotação inicial. Com o comércio de permissões, a empresa 1 produzirá emitindo a quantidade  $E_1$  de poluentes, e a empresa 2 produzirá com emissões iguais a quantidade  $E_2$ , em que  $E_1 + E_2 = E^*$ . Este é exatamente o ponto em que seus respectivos benefícios marginais de poluir são iguais ao preço das permissões, o que caracteriza a condição de equilíbrio, não havendo mais nenhuma compra ou venda de permissões (Mueller, 2007).

Conforme Pindyck e Rubinfeld (2013), existindo uma grande quantidade de firmas e permissões, será desenvolvido um mercado competitivo para emissões.

A criação desse tipo de mercado<sup>2</sup> para a externalidade garante que o nível eficiente de emissões seja atingido – característica dos padrões – a um custo mínimo – característica das taxas –, combinando assim as vantagens dos dois sistemas (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

Segundo Tupiassu (2006), essa solução para a poluição é a que mais se assemelha à abordagem de Coase, uma vez que utiliza a noção de *property rights* através da negociação das

---

<sup>2</sup> No entanto, esse sistema não é isento de falhas, como a que pode ocorrer caso o número total de permissões escolhido seja muito baixo, o que eleva o preço das permissões e faz com que as empresas que enfrentam altos custos de redução não consigam arcar nem com o custo de reduzir, nem com o custo das permissões, levando estas a deixarem o mercado (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

permissões. Nesse sentido, o direito de propriedade é introduzido no formato de permissões para emissão, em que esses direitos são transferidos entre as empresas quando estas comercializam essas permissões entre si (Veiga Neto e May, 2010).

Para Soares, Silva e Torrezan (2015), a principal vantagem desse sistema é que a poluição pode ser desestimulada, caso o cálculo de lucro das empresas aponte para essa direção, com estas podendo utilizar seus direitos para continuar poluindo ou negociá-los com outras empresas no mercado.

### 3. METODOLOGIA

A presente pesquisa pode ser classificada como descritiva e analítica, uma vez que busca apresentar o mercado de créditos de carbono como uma alternativa de política ambiental, destacando suas principais características, origem, funcionamento e arcabouço institucional, e realiza uma análise econômica em termos de eficiência, comparando esse mercado com as políticas ambientais tradicionais utilizadas em países desenvolvidos.

Quanto aos meios, trata-se de uma pesquisa bibliográfica e documental, fundamentada em fontes de informação secundárias provenientes da literatura econômica e de documentos e relatórios institucionais produzidos por organismos internacionais, como a *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), incluindo os documentos oficiais do Protocolo de Kyoto e do Acordo de Paris. Além disso, foram utilizados dados disponibilizados pela UNFCCC e pelo *United Nations Environment Programme Copenhagen Climate Centre* (UNEP-CCC), por meio dos quais se realizou uma análise da distribuição dos projetos de redução de emissões registrados e dos créditos de carbono gerados durante a vigência do Protocolo de Kyoto. No caso dos mecanismos de créditos de carbono previstos no Acordo de Paris, a análise teve caráter predominantemente normativo e regulatório, uma vez que tais mecanismos ainda se encontram em fase inicial de implementação, limitando a disponibilidade de dados consolidados.

Nesse sentido, a metodologia adotada permite compreender o papel do mercado de carbono no contexto das políticas climáticas globais à luz dos marcos institucionais que estruturaram esses mecanismos.

## 4. CRÉDITOS DE CARBONO: ORIGEM E MERCADO GLOBAL

### 4.1 Origem do mercado de carbono: o Protocolo de Kyoto

O Protocolo de Kyoto (1997), buscando operacionalizar a UNFCCC, tinha como meta a redução média de cerca de 5% abaixo dos níveis de 1990 nas emissões dos países desenvolvidos durante o seu primeiro período de compromisso, de 2008 a 2012 (UNFCCC, 2025c). Segundo o *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change* (United Nations, 1998), dentre esses países considerados desenvolvidos estavam os membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), as chamadas economias em transição – países que estavam em processo de transição para uma economia de mercado, como a Rússia e outros países da Europa Central e Oriental – e a Comunidade Europeia, totalizando assim 38 Partes com compromissos de reduzirem ou limitarem suas emissões. Esses países pertencem ao Anexo I da UNFCCC, classificados como os mais responsáveis historicamente pelos altos níveis de GEE na atmosfera e aparecem no Anexo B do Protocolo com metas vinculativas individuais para as suas emissões.

O Protocolo de Kyoto entrou em vigor em 2005, quando atingiu 55 ratificações de países, incluindo os países do Anexo I que representavam 55% das emissões totais desse grupo em relação ao nível de 1990. Ao todo, 192 Partes ratificaram o Protocolo, que permaneceu em vigor até 2020, quando foi substituído pelo Acordo de Paris (2015).

As metas de redução deveriam ser cumpridas principalmente através de medidas nacionais de mitigação, porém o Protocolo criou de forma complementar três instrumentos de flexibilização baseados no sistema de mercado, quais sejam a implementação conjunta, o comércio de emissões e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (UNFCCC, 2025c). As unidades de redução ou licenças de emissão utilizadas em cada um desses mecanismos eram medidas em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e) para cada GEE, uma vez que o CO<sub>2</sub> é o principal gás de efeito estufa, sendo utilizado como padrão de referência.

A implementação conjunta permitia que os países pertencentes ao Anexo I, compensassem ou reduzissem suas emissões investindo em projetos de redução em outro país do Anexo I, o que influenciava suas cargas de emissões contabilizadas (UNFCCC, 2025d). O

mecanismo de comércio de emissões ampliava o escopo da implementação conjunta, possibilitando que os países possuidores de licenças de emissão em excesso comercializassem estas com outros países que estavam acima de suas metas. Desse mesmo modo, as reduções dos projetos de implementação conjunta podiam ser vendidas no sistema de comércio de emissões (UNFCCC, 2025e).

O maior mercado de comércio de emissões em operação é o *European Union Emissions Trading System* (EU ETS), iniciado em 2005 para todos os países da União Europeia, além da Islândia, Liechtenstein e Noruega, bem como está vinculado ao *Switzerland Emissions Trading System* desde 2020. Esse mercado se desenvolveu inicialmente com o objetivo de ajudar os países membros a cumprirem suas metas estabelecidas no Protocolo de Kyoto, passando posteriormente a compor metas climáticas da União Europeia alinhadas ao Acordo de Paris (European Commission, 2025).

O outro instrumento de flexibilização proveniente do Protocolo foi o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que iniciou suas operações em 2006 e, durante sua vigência, constituiu um dos mercados de carbono de maior relevância em âmbito global, sendo o sistema que permitia que países em desenvolvimento, como o Brasil, participassem dos mercados internacionais de carbono (Duarte, Tupiassu e Nobre, 2020). O MDL possibilitava que os países do Anexo I implementassem projetos de redução de emissões em países em desenvolvimento, por meio da transferência de recursos financeiros (UNFCCC, 2025f).

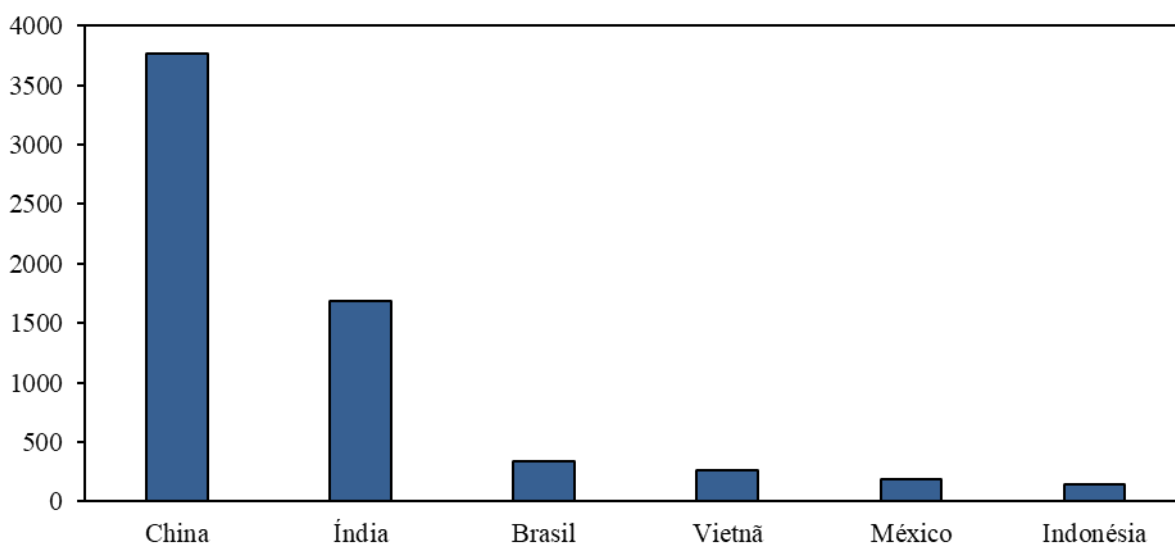
Podiam ser desenvolvidos projetos em diversos eixos da economia, como, por exemplo, nos setores de energia, transporte, indústria e agricultura, bem como voltados à geração de créditos de carbono florestais, oriundos, entre outras, das atividades de florestamento e reflorestamento, principalmente em países com florestas tropicais. Esses projetos de redução geravam créditos de *Certified Emission Reduction* (CER), que podiam ser utilizados no cálculo de emissão do país investidor ou vendidos no mercado.

O Conselho Executivo do MDL era responsável por supervisionar o mecanismo, atuando sob a autoridade e orientação da *Conference of the Parties* (COP). Um dos requisitos para que um país que ratificou o Protocolo de Kyoto participasse do MDL, era a definição de uma Autoridade Nacional Designada (AND), sendo a entidade que autorizava e aprovava a participação de um projeto. A AND concedia uma carta de aprovação aos projetos aprovados,

que confirmava que a atividade do projeto contribuía para o desenvolvimento sustentável do país, que este era signatário do Protocolo, e que a participação no MDL era voluntária, tanto para o país quanto para o projeto. Em seguida, a carta era submetida ao Conselho Executivo para subsidiar o registro do projeto, assim como era o órgão responsável pela emissão de CERs (UNFCCC, 2025g; UNFCCC, 2025h).

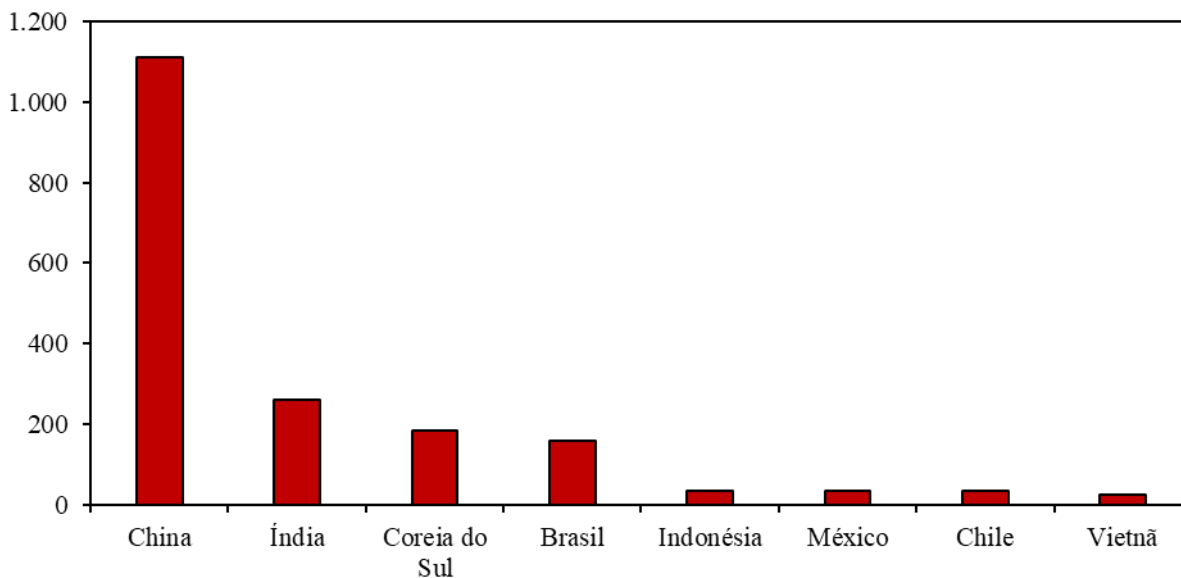
De acordo com dados da UNFCCC (2025i), até o fim do período de vigência do Protocolo de Kyoto, foram registradas 7829 atividades de projetos de MDL. As Partes anfitriãs com o maior número de registros foram respectivamente China, Índia, Brasil, Vietnã, México e Indonésia, que concentraram, juntas, mais de 80% do total. O Gráfico 1 a seguir mostra a distribuição dos projetos entre os principais países anfitriões:

**Gráfico 1 – Países com o maior número de atividades de projetos de MDL registradas**



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da UNFCCC (2025i).

Com relação ao volume total de emissão de CERs (créditos de carbono) no âmbito do MDL, segundo dados da *United Nations Environment Programme Copenhagen Climate Centre* (UNEP-CCC, 2025), foram emitidos, durante a vigência do Protocolo, cerca de 2,1 bilhões de certificados, correspondentes a aproximadamente 2.100 MtCO<sub>2</sub>e. Os principais países emissores de CERs, os quais representaram juntos quase 90% do total, são apresentados no Gráfico 2 a seguir:

**Gráfico 2 – Principais países emissores de CERs (MtCO<sub>2e</sub>)**

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da UNEP-CCC (2025).

O MDL buscava ser eficaz como instrumento de política climática, pois adotava um critério de adicionalidade, segundo o qual as reduções de emissões dos projetos deviam ser reais, ou seja, adicionais àquelas que já ocorreriam sem a existência do projeto em questão, tendo como referência uma linha de base padronizada de emissões proposta pelas ANDs para seus respectivos países (UNFCCC, 2025f; UNFCCC, 2025h).

Apesar dos benefícios do mecanismo, existiam dificuldades que comprometiam a sua eficiência, principalmente relacionadas aos altos custos de transação presentes em cada etapa de implementação de um projeto, que decorriam: da elaboração do contrato inicial de apresentação do projeto; da autorização e da aprovação; do registro; do processo de monitoramento; da certificação pelo Conselho Executivo; e da emissão de CERs (Godoy e Saes, 2015). No entanto, esses desafios não inviabilizaram os esforços do mecanismo em ações de mitigação contra as mudanças climáticas, que foi pioneiro, sendo o primeiro esquema global de investimento e crédito ambiental (UNFCCC, 2025f).

Segundo Oliveira (2022), com o Protocolo de Kyoto surgiram também os chamados mercados voluntários, isto é, aqueles que comercializavam créditos de carbono que não atendiam aos parâmetros estabelecidos pelo Protocolo. Nesses mercados, as metas de emissões

eram voluntariamente definidas pelas empresas, que buscavam adquirir créditos de carbono como parte de suas práticas *Environmental, Social and Governance* (ESG), visando criar uma imagem sustentável perante o mercado. Os mercados voluntários continuam a existir paralelamente aos mecanismos oficiais estabelecidos pelo Acordo de Paris e desempenham papel fundamental no combate às mudanças climáticas.

Em geral, o Protocolo de Kyoto promoveu a cooperação em ações de mitigação – por meio da criação de instrumentos econômicos –, bem como estabeleceu bases institucionais relevantes para o Acordo de Paris, contribuindo assim para a formação de uma consciência comum acerca das consequências do aquecimento global.

#### **4.2 Evolução do mercado de carbono: o Acordo de Paris**

Durante a COP 17, realizada em 2011, foi acordado entre as Partes um segundo período de compromisso para o Protocolo (2013–2020), sendo definido oficialmente na Emenda de Doha ao Protocolo de Kyoto (2012), que estabeleceu como meta a redução de pelo menos 18% dos níveis de emissão de GEE para os países do Anexo I em relação ao ano de 1990. Contudo, países como Japão, Canadá, Nova Zelândia e Rússia – todos pertencentes ao Anexo I – decidiram não participar do segundo período de compromisso, mudando assim a composição das Partes nessa nova fase do Protocolo. Além disso, foi estabelecida uma cláusula formal para um plano de ação que resultasse em um novo acordo global sobre mudanças climáticas, a ser adotado em 2015 e que seria implementado a partir de 2020 (UNFCCC, 2025c; Godoy e Saes, 2015).

Surge, assim, na COP 21 realizada em Paris no ano de 2015, o Acordo de Paris, que é um marco no processo multilateral de mudança climática, por ser o primeiro tratado internacional juridicamente vinculativo sobre o tema a estabelecer obrigações para todas as Partes que o ratificaram (UNFCCC, 2025j). Porém, diferentemente de Kyoto, os países passaram a definir suas próprias metas de redução de emissões, constantes em seus planos nacionais de ação climática – denominados *Nationally Determined Contributions* (NDCs) –, que deveriam ser enviados ao secretariado da UNFCCC e implementados a partir de 2020, com o fim do segundo período de compromisso do Protocolo (UNFCCC, 2025k).

O Acordo de Paris (United Nations, 2015, art. 2, parágrafo 1, tradução própria), em vigor desde 2016 e ratificado por 195 Partes, tem como principal objetivo “manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, e envidar esforços para limitar esse aumento da temperatura a 1,5°C”. Esses limites de temperatura referem-se à média global de pelo menos vinte anos e, segundo uma estimativa da *World Meteorological Organization* (WMO, 2025), esse valor já se encontra cerca de 1,37°C acima dos níveis pré-industriais, isto é, da média de temperatura do período comumente definido entre os anos 1850 e 1900.

O Acordo de Paris funciona em um ciclo quinquenal, com as Partes atualizando ou enviando novas NDCs a cada cinco anos a partir de 2020, independentemente do prazo de implementação de cada NDC – por exemplo, se são metas de mitigação para cinco ou dez anos –, com cada NDC sucessiva refletindo ações climáticas mais ambiciosas que a anterior, visando assim a consecução dos objetivos de longo prazo do Acordo (UNFCCC, 2025j; UNFCCC, 2025k). A *Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement* (CMA), é o órgão supremo de decisão que supervisiona e promove a implementação efetiva do Acordo, realizando anualmente reuniões entre os países membros desde 2016, no mesmo período em que ocorrem as reuniões da COP (UNFCCC, 2025l).

Os mercados de carbono globais entraram em uma nova era com as perspectivas geradas pelo Acordo de Paris, que, em seu artigo 6°, define como as Partes podem buscar a cooperação voluntária para auxiliar no cumprimento de suas NDCs. O artigo 6° estabelece dois instrumentos – dispostos em seus parágrafos 2 e 4 – voltados às abordagens cooperativas de mercado (United Nations, 2015, art. 6). No entanto, a efetiva regulamentação dos mecanismos de mercado no âmbito do Acordo de Paris, somente ocorreu na COP 26, em Glasgow, no ano de 2021, por meio das decisões do Pacto Climático de Glasgow – o documento final da Conferência –, no qual as Partes acordaram as regras, modalidades e procedimentos relacionados ao artigo 6° (UNFCCC, 2025m; UNFCCC, 2025n).

O artigo 6.2 permite que os países realizem acordos bilaterais para a negociação de unidades de redução de emissões, conhecidas como *Internationally Transferred Mitigation Outcomes* (ITMOs), que são utilizadas na implementação de suas metas climáticas (UNFCCC, 2025o). Além disso, estabelece que as Partes participantes desse sistema devem assegurar a

transparência e aplicar contabilidade robusta – buscando evitar a dupla contagem de emissões –, apresentando, assim, relatórios e seguindo as orientações da CMA (United Nations, 2015, art. 6).

Por outro lado, o artigo 6.4 amplia o escopo do artigo 6.2 ao estabelecer um novo sistema internacional de comercialização de créditos de carbono que segue as regras da UNFCCC, denominado *Paris Agreement Crediting Mechanism* (PACM) (UNFCCC, 2025p). Esse mecanismo foi criado para substituir o MDL, porém sem a restrição de que os projetos sejam implementados apenas em países em desenvolvimento. Ademais, os projetos registrados no MDL podiam migrar para o PACM, desde que fossem elegíveis às suas regras e aprovados pela AND da Parte anfitriã (UNFCCC, 2025q)

No âmbito do mecanismo do artigo 6.4, os países participantes devem retirar de circulação 2% dos créditos gerados, como ação de mitigação geral das emissões globais, permitindo, assim, uma redução líquida de emissões (UNFCCC, 2025p). A CMA designou o Órgão Supervisor para o PACM, que atua sob sua autoridade e orientação, sendo responsável pelo desenvolvimento e supervisão dos requisitos e processos necessários para a operacionalização do sistema, tais como desenvolver e aprovar metodologias de redução de emissões, registrar as atividades dos projetos e credenciar organismos de verificação terceirizados (UNFCCC, 2025r).

Os mecanismos de carbono do Acordo de Paris, em muito incorporam elementos dos sistemas provenientes do Protocolo de Kyoto, encontrando-se em fase inicial de implementação, com suas bases sendo aprimoradas no âmbito das reuniões da CMA, do *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advance* (SBSTA) da UNFCCC e, no caso do mecanismo do artigo 6.4, em reuniões do Órgão Supervisor (UNFCCC, 2025s). Esses mecanismos permitem aos países elevar o grau de ambição de suas ações climáticas, na medida em que facilitam a implementação de suas NDCs. Além disso, possibilitam a realização de investimentos, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias e o apoio a ações de capacitação de pessoal, por meio dos recursos financeiros resultantes de suas transações.

O artigo 6º, em seu parágrafo 8, ainda estabelece uma estrutura para a implementação de abordagens voluntárias não mercantis, as quais podem envolver as mesmas possibilidades proporcionadas pelos mecanismos de mercado, havendo benefícios mútuos entre os países –

uma vez que contribuem para o alcance de NDCs –, porém sem que haja a comercialização de créditos de carbono (UNFCCC, 2025t).

De modo geral, o Acordo de Paris, assim como o Protocolo de Kyoto, afirma que os países desenvolvidos devem liderar os esforços relacionados ao financiamento climático, bem como ao desenvolvimento e à transferência de tecnologias e ao fortalecimento de capacidades. No entanto, o Acordo também incentiva contribuições voluntárias das outras Partes que o ratificaram, visando preservar o princípio de “equidade e responsabilidades comuns, porém diferenciadas e respectivas capacidades, à luz das diferentes circunstâncias nacionais” no combate as mudanças climáticas (United Nations, 2015, p. 1, tradução própria).

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta pesquisa se propôs a apresentar o mercado de créditos de carbono como uma alternativa a ser utilizada no âmbito das políticas ambientais de combate às mudanças climáticas. Para tanto, realizou-se uma análise econômica em termos de eficiência desse mercado em relação às políticas ambientais tradicionais, destacando suas vantagens e fundamentos teóricos. Além disso, a análise histórica do mercado de carbono, buscou mostrar o seu funcionamento prático e sua inserção no contexto dos acordos climáticos internacionais.

Historicamente, a política ambiental dos países desenvolvidos foi marcada pela predominância dos instrumentos de comando e controle, sobretudo no período pós-guerra, a partir da segunda metade do século XX, em que o crescimento acelerado das economias ocidentais exigiu forte intervenção do Estado para controlar os níveis de emissões associados. No entanto, ao longo do tempo, a literatura passou a apontar uma série de deficiências nessas políticas, como, entre outras, os elevados custos associados à fiscalização por parte dos governos e à conformidade por parte dos agentes.

Nesse contexto, surgem os instrumentos econômicos como uma alternativa mais eficiente às políticas de regulação direta. Dentre os principais tipos de instrumentos econômicos, destacam-se a cobrança de taxas e tarifas e o mercado de permissões negociáveis de emissão. A base teórica para a formulação desses instrumentos provém do processo de internalização de externalidades negativas e de suas políticas resultantes. Desse modo, as ideias

de Pigou fundamentam a intervenção governamental por meio da cobrança de impostos em situações em que há a produção de externalidades. Por outro lado, Coase afirma que os agentes envolvidos em ocasiões como essas podem obter maiores ganhos e alcançar a eficiência, através de negociações privadas, sem a necessidade de intervenção estatal. Os teóricos da economia ambiental neoclássica utilizaram essas teorias para sustentar a recomendação de políticas voltadas à correção do problema das externalidades ambientais, em especial da poluição atmosférica.

Segundo Margulis (1990), o conhecimento teórico acerca das questões ambientais é relevante, uma vez que permite uma melhor compreensão do problema a partir de categorias gerais. Nesse sentido, a análise em termos de eficiência realizada visava comparar as políticas ambientais tradicionalmente utilizadas, a saber, a imposição de padrões de poluição e a cobrança de taxas, com o mercado de permissões negociáveis de emissão, também chamado de mercado de créditos de carbono, objeto deste estudo. Tal análise foi feita de modo a justificar a utilização desse sistema como política de controle ambiental. Conclui-se que em situações de incerteza, estabelecer um mercado para emissões, pode levar ao nível eficiente de emissão de poluentes a menor custo, uma vez que combina as vantagens das outras duas políticas, quais são a garantia de que o nível eficiente de emissões será atingido – característica associada aos padrões – e o maior grau de certeza quanto aos custos necessários para tal – característica associada às taxas.

De acordo com Godoy e Saes (2015), o termo “mercado de créditos de carbono” não se refere a um único mercado ou contrato, mas sim a um conjunto de várias transações, que se diferenciam em tamanho, formato e regulamentação. A origem desses mercados remete ao Protocolo de Kyoto (1997), que foi pioneiro ao introduzir, em âmbito internacional, os instrumentos econômicos como medidas de apoio complementar para auxiliar os países do Anexo I a cumprirem suas metas de redução de emissões acordadas. O Protocolo estabeleceu três instrumentos de flexibilização: a implementação conjunta, o comércio de emissões e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Durante a vigência do Protocolo de Kyoto (2005-2020), o mercado de carbono que mais se destacou foi o MDL, uma vez que foi o primeiro sistema internacional de geração de créditos de carbono, permitindo que os países desenvolvidos realizassem investimentos em projetos de

redução de emissões em países em desenvolvimento. Apesar dos benefícios, o mecanismo revelou-se incipiente, bem como possuía elevados custos associados a cada etapa de implementação de uma atividade de projeto. No entanto, a experiência acumulada com o MDL serviu de base institucional para os novos mercados de carbono que vieram a surgir no âmbito do Acordo de Paris (2015).

O Acordo de Paris estabeleceu dois mecanismos de mercado, dispostos em seus artigos 6.2 e 6.4. O artigo 6.2 possibilita que os países realizem acordos bilaterais para a negociação de unidades de redução de emissões, que podem ser utilizadas na implementação de suas metas climáticas. Por outro lado, o artigo 6.4 estabelece o *Paris Agreement Crediting Mechanism* (PACM), que foi o instrumento criado para substituir o MDL como o novo sistema internacional de comercialização de créditos de carbono. A principal diferença entre o MDL e o novo mecanismo é que este permite que todas as Partes signatárias do Acordo implementem e invistam em projetos de redução de emissões. Atualmente, os mecanismos de carbono do Acordo de Paris se encontram em fase inicial de implementação.

Por fim, pode-se inferir que os mercados de carbono constituem um importante instrumento econômico de combate as mudanças climáticas, uma vez que são amplamente recomendados como medida complementar às políticas tradicionais por organismos como a *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) e o *United Nations Environment Programme* (UNEP), além de conterem parágrafos próprios sobre esses mecanismos nos principais acordos climáticos já existentes, como o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris.

Como agenda de pesquisa futura, sugere-se a realização de uma análise dos preços dos créditos de carbono praticados nos mercados internacionais, sejam eles regulados ou voluntários, buscando analisar como essa variável pode flutuar, em períodos de crise ou em resposta a outros fatores do mundo real. Uma proposta de natureza teórica seria investigar mais profundamente o papel dos direitos de propriedade na formulação desse mercado.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luciano Togeiro de. **Política ambiental: uma análise econômica**. Campinas: Papirus; São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998.

COASE, Ronald Harry. The nature of the firm. **Economica**, v. 4, n. 16, p. 386–405, 1937.

COASE, Ronald Harry. The problem of social cost. **Journal of law and economics**, Chicago, v.3, p.1-44, 1960.

DERANI, Cristiane; JODAS, Natália. Pagamento por serviços ambientais (PSA) e a racionalidade ambiental: aproximações. **Scientia Iuris**, Londrina, v.19, n.1, p.9-27, 2015. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/iuris/article/view/20802>. Acesso em: 07 ago. 2025.

DUARTE, Beatriz Bergamin; TUPIASSU, Lise; NOBRE, Simone. O Mercado de carbono na política de mitigação das mudanças climáticas. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, Florianópolis, v.6, n.2, p.93-108, 2020. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/Socioambientalismo/article/view/7203>. Acesso em: 05 ago. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **EU Emissions Trading System (EU ETS)**. Disponível em: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/about-eu-ets\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/about-eu-ets_en). Acesso em: 7 out. 2025.

GODOY, Sara Gurfinkel Marques de; SAES, Maria Sylvia Macchione. Cap-and-trade e projetos de redução de emissões: comparativo entre mercados de carbono, evolução e desenvolvimento. **Ambiente e Sociedade**, v.18, n. 1, p.141-160, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/qjksxKdKbqDX9bs7DjShvhs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 set. 2025.

IPCC. Summary for Policymakers. *In: Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023, p. 1-34.

KNIGHT, Frank Hyneman. **Risk, uncertainty and profit**. Boston and New York: Houghton Mifflin Company, 1921.

LUSTOSA, Maria Cecília Junqueira; CÁNENA, Eugenio Miguel; YOUNG, Carlos Eduardo Frickmann. Política ambiental. *In: MAY, Peter Herman (org.)*. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, p. 163-179.

MARGULIS, Sérgio. **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. Brasília: IPEA, 1990.

MUELLER, Charles Curt. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2007.

OLIVEIRA, Yandra Patrícia Lima de. Desafios do mercado de carbono após o Acordo de Paris: uma revisão. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.4, n.1, p.2-20, 2022. Disponível em: <https://zenodo.org/records/6302409>. Acesso em: 12 dez. 2025.

PIGOU, Arthur Cecil. **The Economics of Welfare**. London: Macmillan, 1920.

PINDYCK, Robert Stephen; RUBINFELD, Daniel Lee. **Microeconomia**. 8. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

SALLES, Alexandre Ottoni Teatini; MATIAS, Ariella Lopes. Uma análise da teoria das externalidades de Pigou e Coase e suas aplicações na abordagem teórica da Economia Ambiental. **Informe Econômico (UFPI)**, v.60, n.1, p.146–175, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/ie/article/download/2753/2507/7821>. Acesso em: 30 nov. 2025.

SOARES, Danielle de Almeida Mota; SILVA, Guilherme da; TORREZAN, Raphael Guilherme Araujo. Aplicação ambiental do Teorema de Coase: o caso do mercado de créditos de carbono. **Revista Iniciativa Econômica**, v.2, n.2, 2015. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iniciativa/article/view/8691>. Acesso em: 04 ago. 2025.

TUPIASSU, Lise Vieira da Costa. **Tributação ambiental: a utilização de instrumentos econômicos e fiscais na implementação do direito do meio ambiente saudável**. Rio de Janeiro: Renovar, 2006.

UNITED NATIONS. **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. Kyoto, 1998. Disponível em: [https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg\\_no=XXVII-7-a&chapter=27&clang=\\_en](https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-a&chapter=27&clang=_en). Acesso em: 20 ago. 2025.

UNITED NATIONS. **Paris Agreement**. Paris, 2015. Disponível em: [https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg\\_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=\\_en](https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en). Acesso em: 14 out. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Adaptation Gap Report 2024: Come hell and high water — As fires and floods hit the poor hardest, it is time for the world to step up adaptation actions**, Nairobi, 2024. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/items/b8964bdc-a2f8-4153-96fd-a1e4141bff75>. Acesso em: 13 ago. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) COPENHAGEN CLIMATE CENTRE. **CDM/JI Pipeline**. Copenhagen, 2025. Disponível em: <https://unepccc.org/cdm-ji-pipeline/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Activity Search – Project Search (CDM)**. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>. Acesso em: 15 dez. 2025i.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Article 6 of the Paris Agreement**. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/article6>. Acesso em: 20 out. 2025s.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Article 6.2**. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/article-6/article-62>. Acesso em: 15 out. 2025o.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Article 6.4 Supervisory Body**. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/bodies/constituted-bodies/article-64-supervisory-body#Membership-SBM-2024>. Acesso em: 17 out. 2025r.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Conference of the Parties (COP)**. Disponível em: <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>. Acesso em: 13 ago. 2025b.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement (CMA)**. Disponível em: <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-serving-as-the-meeting-of-the-parties-to-the-paris-agreement-cma>. Acesso em: 14 out. 2025l.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **COP26 outcomes: Market mechanisms and non-market approaches (Article 6)**. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-glasgow-climate-pact/cop26-outcomes-market-mechanisms-and-non-market-approaches-article-6>. Acesso em: 14 out. 2025n.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Detailed GHG data by Party**. Disponível em: [https://di.unfccc.int/detailed\\_data\\_by\\_party](https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party). Acesso em: 22 dez. 2025j.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Designated National Authorities**. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/DNA/index.html>. Acesso em: 11 out. 2025h.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Emissions trading**. Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms/emissions-trading>. Acesso em: 7 out. 2025e.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Executive Board**. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/EB/index.html>. Acesso em: 11 out. 2025g.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Framework for non-market approaches – Article 6.8.** Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/article-6/article-68#Framework-for-non-market-approaches>. Acesso em: 19 out. 2025t.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Joint implementation.** Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms/joint-implementation>. Acesso em: 7 out. 2025d.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Nationally Determined Contributions (NDCs).** Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs>. Acesso em: 13 out. 2025k.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Paris Agreement Crediting Mechanism.** Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/article-64-mechanism>. Acesso em: 16 out. 2025p.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **The Clean Development Mechanism.** Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/mechanisms-under-the-kyoto-protocol/the-clean-development-mechanism>. Acesso em: 11 out. 2025f.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **The Glasgow Climate Pact – Key outcomes from COP26.** Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-glasgow-climate-pact-key-outcomes-from-cop26>. Acesso em: 14 out. 2025m.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **The Kyoto Protocol.** Disponível em: [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol). Acesso em: 20 ago. 2025c.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **The Paris Agreement.** Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. Acesso em: 13 out. 2025j.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Transition of CDM activities.** Disponível em: [https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/paris-agreement-crediting-mechanism/CDM\\_transition](https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/paris-agreement-crediting-mechanism/CDM_transition). Acesso em: 16 out. 2025q.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **United Nations Framework Convention on Climate Change.** Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change>. Acesso em: 13 ago. 2025a.

VARIAN, Hal Ronald. **Microeconomia**: uma abordagem moderna. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

VEIGA NETO, Fernando Cesar da; MAY, Peter Herman. Mercados para serviços ambientais. *In*: MAY, Peter Herman. (org.). **Economia do meio ambiente**: teoria e prática. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **State of the Global Climate 2024**. Disponível em: <https://library.wmo.int/records/item/69455-state-of-the-global-climate-2024>. Acesso em: 14 out. 2025.