



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

RAPHAELLA LIMA GONÇALVES

**CENÁRIO DO MERCADO REGULADO DE MDL NO NORDESTE DO BRASIL**

SERRA TALHADA  
2019

RAPHAELLA LIMA GONÇALVES

**CENÁRIO DO MERCADO REGULADO DE MDL NO NORDESTE DO BRASIL**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientador: Prof. Me. Luciano Galvão Freire Júnior

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

G635c Gonçalves, Raphaella Lima  
Cenário do mercado regulado de MDL no nordeste do Brasil /  
Raphaella Lima Gonçalves. – Serra Talhada, 2019.  
80 f. : il.

Orientador: Luciano Galvão Freire Júnior  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em bacharelado  
em Ciências Econômicas) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.  
Inclui referências e apêndices.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Mercado de emissão de  
carbono. 3. Desenvolvimento econômico. I. Freire Júnior, Luciano  
Galvão, orient. II. Título.

RAPHAELLA LIMA GONÇALVES

**CENÁRIO DO MERCADO REGULADO DE MDL NO NORDESTE DO BRASIL**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela seguinte banca examinadora:

Banca Examinadora

---

Orientador

Prof. Me. Luciano Galvão Freire Júnior  
UFRPE

---

Examinador:

Prof. Me. Éder de Souza Leão  
UFRPE

---

Examinadora:

Prof. Me. Keila Sonalle Silva  
UFRPE

Serra Talhada – PE, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

Dedico este trabalho aos meus entes queridos que partiram durante a realização deste.

Ao meu tio Sidrak Ferreira Lima (in memorian),

A minha tia Vanda Ferreira (in memorian),

A minha irmã, de quatro patas, Nikita (in memorian).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, antes de tudo, a Deus por me ajudar a conseguir progredir e visualizar este momento em meio as dificuldades.

Agradeço aos meus pais, Ribamar e Telma Lúcia, por ser a minha base e pelo incentivo ao longo desses anos, pelas palavras de carinho e de amor.

Agradeço a todos os meus amigos que me ajudaram nesta jornada, caminhando comigo ou não. Agradeço a todos da graduação e que vou sentir falta de ter vocês por perto, em especial a Adeilson, Clédia, Sabrina, Rosana e Cícero. Agradeço aos que não cursaram comigo mas também fizeram parte desta caminhada, em especial Riédjina e Maiara. Agradeço a Rosana e Cícero Emanuel pela companhia nas viagens, na universidade e na vida. Falando nisso, não posso deixar de agradecer a Muskito pela segurança e companheirismo nas viagens.

Agradeço a meus familiares por me ajudarem a ser quem eu sou, vocês também são parte da minha vitória.

Agradeço a meu amor, Matheus Moraes, por me incentivar e me apoiar, e também por esperar até meia noite pra me buscar quando estava na cidade.

Agradeço ao Professor Luciano Galvão por ser tão atencioso, solícito e humano aos seus alunos.

Agradeço a Professora Keila Sonalle por ter se importado comigo quando tive um problema sério assim que iniciei o curso.

Agradeço a tudo e a todos!

“Revolucionário é todo aquele que quer  
mudar o mundo e tem a coragem de  
começar por si mesmo”  
Sérgio Vaz

## RESUMO

Ao longo deste trabalho foi realizado um estudo descritivo, utilizando pesquisas bibliográficas a partir de fontes secundárias. A obra discorre sobre a teoria econômica por trás do mercado de carbono, a evolução da abordagem econômica sobre o desenvolvimento econômico-ambiental e a estimativa de emissão de gases de efeito estufa (GEEs) no Brasil, por setor econômico. Verificou-se que após o tratado de Quioto foram criados três mecanismos de flexibilização para controle da emissão desses gases: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), sendo que apenas neste último é possível a atuação de países em desenvolvimento que ratificaram o protocolo, como o Brasil. O MDL é baseado em projetos. Com o registro e monitoramento destes são emitidas as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), que são comercializadas, cada RCE corresponde a uma tonelada de carbono equivalente que deixou de ser emitida ou foi mitigada da atmosfera. A lógica por trás disto, é que os gases são transfronteiriços, portanto trata-se de um tema de relevância social, e essa mitigação ocorrendo em qualquer lugar do planeta é benéfica como um todo. O objetivo é demonstrar uma literatura mais esclarecedora sobre as teorias econômicas por trás dos mercados ambientais, e especificamente, o Mercado Regulado de Crédito de Carbono do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Além disso, visualizar as emissões de GEEs no Brasil. Analisou-se, também a quantidade e tipos de projetos, ligados a esse tema, implantados na Região Nordeste. Constatou-se que o maior percentual de emissões de GEEs no Brasil é oriundo de atividades agropecuárias, demonstrados por atividades econômicas em agricultura e em grande parte do setor de mudança do uso de terra.

Palavras-chave: Protocolo de Quioto. Gases de efeito estufa. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Mercados ambientais.



## ABSTRACT

Throughout this work a descriptive study was carried out, using bibliographical research from secondary sources. The book discusses the economic theory behind the carbon market, the evolution of the economic approach to economic-environmental development, and the estimation of the emission of greenhouse gases (GHGs) in Brazil, by economic sector. It was verified that after the Kyoto treaty three mechanisms of flexibilization were created to control the emission of these gases: Emissions Trading, Joint Implementation and the Clean Development Mechanism (CDM). Only in the latter is it possible for countries in that have ratified the protocol, such as Brazil. The CDM is project-based. Certified Emission Reductions (CERs), which are marketed, are issued with the registration and monitoring of these, each CER corresponding to one tonne of carbon equivalent that is no longer emitted or has been mitigated from the atmosphere. The logic behind this is that the gases are transboundary, so it is a matter of social relevance, and this mitigation occurring anywhere on the planet is beneficial as a whole. The objective is to demonstrate a more illuminating literature on the economic theories behind environmental markets, and specifically the Clean Development Mechanism (CDM) Carbon Credit Regulated Market. Also, view GHG emissions in Brazil. It was also analyzed the number and types of projects related to this theme, implemented in the Northeast Region. It was verified that the highest percentage of GHG emissions in Brazil comes from agricultural activities, as evidenced by economic activities in agriculture and in much of the land use change sector.

Keywords: Kyoto Protocol. Greenhouse gases. Clean Development Mechanism. Environmental markets.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Economia como subsistema dos recursos ambientais.....	35
Figura 2 - Fluxograma das etapas de um projeto de MDL.....	47
Figura 3 - Distribuição dos projetos por estados brasileiros. ....	62

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1- Classificação dos projetos por escopos. ....	45
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Potencial de Aquecimento Global dos Gases de Efeito Estufa.....	41
Tabela 2 - Projeções das emissões de GEEs no Brasil em 2020. ....	44
Tabela 3 - Percentual dos maiores emissores de CO <sub>2</sub> e em 2016. ....	50
Tabela 4 - Números estimados de emissões por setor. ....	52
Tabela 5ab - Estimativa das emissões do setor Mudança de Uso da Terra de 2000 a 2016. ...	75
Tabela 6ab - Estimativa das emissões do setor Agropecuária de 2000 a 2016. ....	77
Tabela 7ab - Estimativa das emissões do setor Energia de 2000 a 2016.....	78
Tabela 8ab - Estimativa das emissões do setor Processos industriais de 2000 a 2016.....	79
Tabela 9ab - Estimativa das emissões do setor Resíduos de 2000 a 2016. ....	80

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Ineficiência da externalidade negativa. ....	21
Gráfico 2 - Ineficiência da externalidade positiva.....	22
Gráfico 3 - Nível ótimo de redução de poluição. ....	26
Gráfico 4 - Dados da empresa El duPontCompany, nos EUA, sobre permissões transferíveis de emissões.....	28
Gráfico 5 - Curva de Kuznets. ....	34
Gráfico 6 - Elasticidade de Oferta do Poder de Monopsônio.....	39
Gráfico 7 - Setores responsáveis pelas emissões no Brasil. ....	52
Gráfico 8 - Emissões Totais no Brasil de 2000 a 2016. ....	53
Gráfico 9 - Emissões brutas em GtCO <sub>2</sub> e pelo setor de Mudança de uso da Terra. ....	55
Gráfico 10 - Emissões brutas em GtCO <sub>2</sub> e pelo setor de Agropecuária. ....	56
Gráfico 11 - Emissões brutas em GtCO <sub>2</sub> e pelo setor Energia. ....	58
Gráfico 12- Emissões brutas em GtCO <sub>2</sub> e pelo setor Processos industriais. ....	59
Gráfico 13 - Emissões brutas em GtCO <sub>2</sub> e pelo setor Resíduos. ....	60
Gráfico 14 - Ranking de atividades de projetos de MDL submetidos ao Conselho Executivo. ....	61
Gráfico 15 - Outras partes envolvidas nos projetos, investidores externos, no Rio Grande do Norte. ....	64
Gráfico 16 - Outras partes envolvidas nos projetos, investidores externos, no Ceará. ....	65
Gráfico 17 - Projetos de MDL Regulado em Pernambuco.....	65
Gráfico 18 - Projetos de MDL Regulado na Bahia. ....	66
Gráfico 19- Outras partes envolvidas nos projetos, investidores externos, na Bahia.....	67
Gráfico 20 - Distribuição dos projetos na Região Nordeste.....	68

## LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

AAU	<i>Assigned Amount Units</i>
AND	Autoridade Nacional Designada
BMg	Benefício Marginal Privado
BMgS	Benefício Marginal Social
CFCs	Clorofluorcarbonetos
CH <sub>4</sub>	Metano
CMgC	Custo Marginal de Controle de Poluição
CMgE	Custo Marginal Externo
CMgP	Custo Marginal Social das Emissões de Poluentes
CMgS	Custo Marginal Social
CNP	Certificados Negociáveis de Poluição
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CO <sub>2</sub> e	Gás Carbônico Equivalente
DCP	Documento de Concepção do Projeto
EOD	Entidade Operacional Designada
EPA	Agência de Proteção Ambiental
GWP	<i>Global Warming Potencial</i>
HFCs	Hidrofluorcarbonetos
Ipam	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
PAG	Potencial de Aquecimento Global
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PFCs	Perfluorcarbonetos
PIB	Produto Interno Bruto
PPP	Princípio Poluidor-Pagador
RCE	Reduções Certificadas de Emissões
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases do Efeito Estufa
SF <sub>6</sub>	Hexafluoreto de Enxofre
tCO <sub>2</sub> e	Tonelada de Carbono Equivalente
URE	Unidades de Redução de Emissões

UNFCCC *United Nations Framework Convention on Climate Change*

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 Conceitos Microeconômicos .....	18
2.1.1 Custos privados e sociais.....	18
2.1.2 Falhas de mercado .....	19
2.1.3 Correção das falhas de mercado .....	24
2.1.4 Economia do meio ambiente .....	32
2.1.5 Tipologia de Mercado.....	36
2.2 Mercados surgidos a partir de Quioto .....	40
2.2.3 Mercados do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo .....	43
3. METODOLOGIA.....	49
4 EXPOSIÇÃO DE DADOS E RESULTADOS .....	50
4.1 Cenário das emissões de GEEs no Brasil .....	50
4.1.1 Emissões por setor econômico .....	54
4.2 Dados do Mercado de Carbono do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.....	61
4.2.1 Dados do Mercado de Carbono do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil.....	62
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	69
REFERÊNCIAS .....	71
ANEXO A – Tabelas.....	75

## 1. INTRODUÇÃO

O efeito estufa é um fenômeno natural e essencial para vida na terra, pois aquece o planeta, tornando-o habitável. Porém, a partir das revoluções industriais a utilização massiva de combustíveis fósseis aumentou o lançamento destes gases causadores de efeito estufa (GEEs) na atmosfera, de forma a impactar o clima e a temperatura global. Tanto o modo de produção acelerado possibilitou maiores emissões de GEEs na atmosfera, como a utilização intensiva de insumos naturais, além do descarte inadequado, cada vez mais volumoso, dos resíduos são as principais preocupações que os mercados ambientais se voltam.

A preocupação com o presente e o futuro apenas despertou os líderes mundiais a partir de 1972 com uma conferência a nível global organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU): a Conferência de Estocolmo. Após esse evento, sucessivos encontros foram organizados objetivando discutir a relação do homem com a natureza. Em 1992, foi-se estabelecido um processo permanente de revisão, discussão e troca de informações nomeada de Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

Em 1997, foi realizada uma conferência na cidade de Quioto, no Japão, sendo acordado o Protocolo de Quioto, que entrou em vigor em 2005. Este protocolo objetiva reverter à tendência das emissões antrópicas. As responsabilidades sobre os atuais níveis de emissões recaíram aos países com maiores índices de emissões acumuladas até então, os países desenvolvidos, elencados no Anexo 1 do protocolo, estabelecendo-lhes metas compulsórias.

Buscando auxiliar estes a honrarem as metas acordadas, foram criados três mecanismos de flexibilização para suplementar as ações domésticas. Nomeados de: Comércio de Emissões, baseado em permissões; Implementação Conjunta, baseado em projetos; e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), também baseado em projetos, mas apenas neste último é admissível a participação de países em desenvolvimento que ratificaram o protocolo, a exemplo o Brasil. O objetivo por trás disto é incentivar o desenvolvimento limpo nestes países ainda subdesenvolvidos e a transferência de tecnologias (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

Esse instrumento econômico possibilita a entrada de recursos no país e investimento interno de empresas que querem melhorar sua imagem socioambiental. Divide-se em mercado

voluntário, sem outro país envolvido e em mercado regulado, para projetos com outras partes, possibilita entrada de capital externo.

O objetivo deste trabalho é demonstrar uma literatura mais esclarecedora sobre as teorias econômicas por trás dos mercados ambientais, e especificamente, o Mercado Regulado de Crédito de Carbono do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Além disso, visualizar as emissões de GEEs no Brasil.

E a questão de pesquisa deste estudo é: como a Região Nordeste está absorvendo o mercado regulado e, quais são os principais tipos de projetos que estão se desenvolvendo nessa região?

Em síntese, o trabalho está dividido em cinco capítulos, no primeiro dá-se a introdução. O segundo capítulo aborda os conceitos econômicos por trás dos mercados ambientais, discorre ainda sobre os mercados surgidos a partir do Protocolo de Quioto, com enfoque ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Em seguida, o terceiro capítulo versa sobre a metodologia abordada no trabalho. O quarto capítulo apresenta dados sobre as estimativas de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, e sobre os projetos implantados no Brasil, especialmente os da Região Nordeste com outros países envolvidos. Sendo que o quinto capítulo se discorre às considerações finais.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Economia é definida como uma ciência social que objetiva atender as necessidades humanas com uma eficiente alocação dos recursos, por serem escassos, necessitam de uma distribuição e gerenciamento adequados. As restrições dos fatores de produção (mão de obra, capital, terra e matérias-primas) geram uma produção limitada enquanto as necessidades humanas são ilimitadas, afinal o desejo contínuo de elevação da classe social e o desenvolvimento tecnológico fazem, constantemente, surgirem novas necessidades (VASCONCELLOS, 2002).

Segundo Rosseti (2003, apud PORTUGAL JÚNIOR & PORTUGAL, 2010) a ciência econômica pode ser fragmentada em: Economia Descritiva, Teoria Econômica e Política Econômica. Ademais, como sugerido por Garófalo (1998), a teoria econômica ainda é subdividida em Microeconomia e Macroeconomia.

Conforme Pindyck & Rubinfeld (2005) a microeconomia estuda o comportamento e tomada decisões do agente econômico individualmente considerando que esses podem ser consumidores, firmas, proprietários dos fatores de produção, dentre outros.

A Microeconomia conta com uma abordagem tradicional e utilizando do princípio da racionalidade, o empresário sempre busca maximizar o lucro, alocando de forma eficiente os recursos que dispõe conforme apresentado por Vasconcellos (2002). Os objetivos das empresas podem ser diversos, aumentar a participação no mercado, maximizar a receita total, aumentar a produção, melhorar a imagem, dentre outros. E as ações dos consumidores norteiam-se com base nas suas preferências, visando maximizar sua satisfação, ponto esse que é atendido quando a curva de utilidade mais alta tangenciar a reta orçamentária (VARIAN, 2006).

Com a crescente preocupação com o meio ambiente surge uma nova abordagem: microeconomia ambiental e sua vinculação com as teorias de desenvolvimento sustentável. Reconhecendo não somente a ideia de escassez, mas também seu esgotamento iminente, o que comprometeria a sobrevivência das futuras gerações. O processo de produção tem que levar em conta a capacidade de carga do planeta (PORTUGAL JÚNIOR & PORTUGAL, 2010). A Capacidade de carga (*carrying capacity*) não é uma relação física, estática ou simples, depende da tecnologia, estrutura de produção, consumo, preferências, mudança constante das interações entre o ambiente físico e biótico (ARROW, 1995) considera também a propensão

de absorção de resíduos gerados pelas atividades humanas, e representa um limite incontestável à expansão econômica por sua finitude.

De acordo com Rockstrom et al. (2009, apud ROMEIRO, 2012) com a escala atual das atividades humanas os limites em relação aos serviços ecossistêmicos da biodiversidade, ciclo de nitrogênio e regulação climática já teriam sido ultrapassados, mas como esses serviços resultam de ecossistemas complexos, estes, possuem outras propriedades como a capacidade de mudar de fase ou se reequilibrar sem cessação. Portanto, o limite não pode ser plenamente conhecido embora esforços sejam necessários para amenizar as atividades antrópicas. Romeiro (2012) elucida duas fontes humanas de desequilíbrio.

A primeira é a apropriação humana do território, tanto para a construção urbana como para atividades agrícolas e agropecuárias. E, a segunda é a introdução de materiais e energia de fontes exógenas ao sistema, resíduos que serão dispersos e os ecossistemas serão forçados a processos adaptativos para absorvê-los. Logo, afetam ou até mesmo, destroem a capacidade de a natureza prover estes serviços. Em outra obra, o autor Romeiro (2003) ratifica que é necessário criar condições que estimulem o avanço tecnológico para poupar recursos naturais, bem como, modificação do padrão atual de consumo.

Mudou-se o cenário onde o meio ambiente era visto somente como fornecedor e receptor de resíduos, agora se leva em conta os impactos causados por essas atividades. Esse fenômeno é classificado como uma falha de mercado. Existem quatro razões básicas para que os mercados falhem: poder de mercado, informações incompletas, externalidades e bens públicos (PINDYCK & RUBINFELD, 2005). Essas motivações, das falhas de mercado, serão tratadas no subtópico 2.1.2, dos conceitos microeconômicos.

## 2.1 Conceitos Microeconômicos

O conhecimento da literatura sobre alguns conceitos e a aplicação destes, auxilia a compreensão de como se dar a relação entre meio ambiente e os mercados ambientais.

### 2.1.1 Custos privados e sociais

Na perspectiva privada os custos são provenientes da produção, financeiros, específicos da empresa, sem considerar o impacto social e ao meio ambiente. O custo social será o impacto da atividade que trará consequências a toda sociedade podendo esta ser benéfica ou maléfica. Disto extrai-se o conceito de externalidades<sup>1</sup> que será mais bem explicado na subseção 2.1.2.1. Por agora, é importante observar que quando há alguma externalidade o preço de um bem não reflete necessariamente o seu valor social (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

Isto posto, é necessário saber a diferenciação de Custo Marginal Social (CMgS) e Benefício Marginal Social (BMgS). Conforme explanado por Pindyck & Rubinfeld (2005), o CMgS é a soma do custo marginal privado e o custo marginal externo<sup>2</sup>, na produção de mais uma unidade; e o BMgS é a soma do benefício marginal privado com o benefício marginal externo<sup>3</sup>, na produção de mais uma unidade.

### 2.1.2 Falhas de mercado

Conceitualmente, segundo Carrera-Fernandez (2009), considerando um mercado competitivo, há uma alocação Pareto-Eficiente<sup>4</sup> dos bens e serviços, desta forma os preços finais serão iguais aos custos marginais de produção. Porém, excetua-se as imperfeições do mercado. Sendo este, o primeiro Teorema do Bem Estar (VASCONCELLOS, 2008).

Deste modo, extrai-se que as falhas de mercado, sem intervenções governamentais, impedem uma perfeita alocação de recursos. O próprio mercado sozinho irá produzi-las (VASCONCELLOS, 2008).

Neste estudo consideram-se falhas de mercado as situações onde a existência de eficiência do mercado não se sustentará (gerando as falhas de mercado) por quatro razões básicas: externalidades, informações incompletas, poder de mercado e bens públicos

---

<sup>1</sup> Quando a ação de um indivíduo beneficia/prejudica pessoas que não participaram dessa ação, correspondem ao conceito de externalidade positiva/negativa, respectivamente. A questão das "externalidades". Misses Brasil. Disponível em < <https://www.mises.org.br/Article.aspx?id=1148>>.

<sup>2</sup> Custo marginal externo: aumento no custo determinado externamente conforme uma ou mais empresas elevem o volume de produção. PINDYCK, R.; RUBINFELD, D.L. Microeconomia. 6ª. ed. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2005. 556p.

<sup>3</sup> Benefício marginal externo: aumento de benefício para as outras partes envolvidas quando uma empresa aumenta a produção de uma unidade. Ibidem. 557p

<sup>4</sup> Quando não há mais alguma alocação que melhore a situação sem piorar de outrem, não havendo mais melhorias encontra-se em uma situação Pareto-Eficiente. VARIAN, Hal R. Microeconomia: conceitos básicos. 7º ed. ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2006.

(PINDYCK & RUBINFELD, 2005). Tratar-se-á de cada uma delas e suas implicações, para isso será utilizado, como base, o livro Microeconomia de Pindyck & Rubinfeld.

#### 2.1.2.1 Externalidades

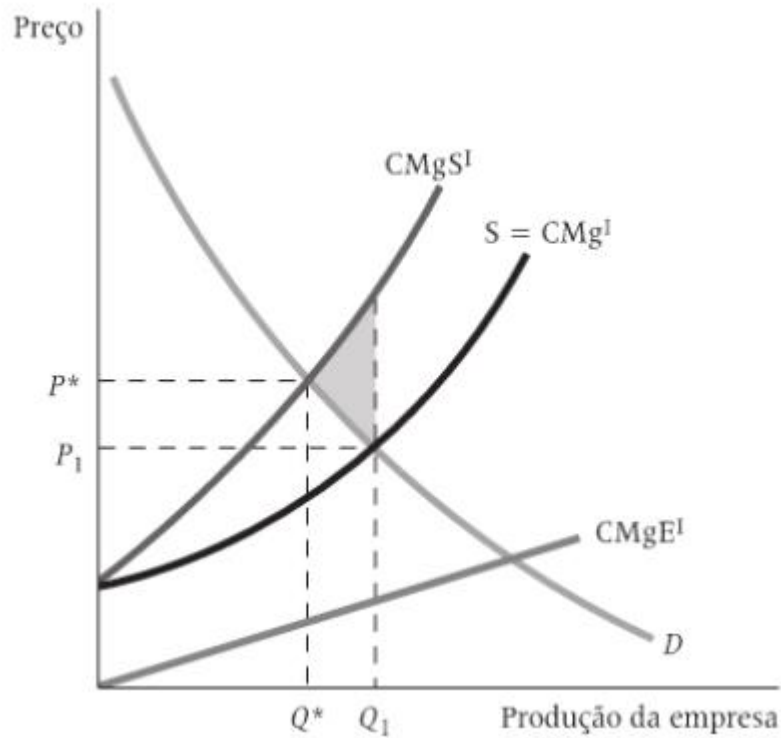
Quando a ação de uma das partes sentencia custos ou benefícios à outra parte, conceitua externalidades negativas e positivas, nesta ordem. Pindyck & Rubinfeld (2005) definem como os efeitos externos ao mercado em questão, assim, os preços nem sempre transmitem informações corretas entre os consumidores e produtores, pois podem receber ou emitir um efeito indireto às pessoas e/ou a outras atividades econômicas.

##### 2.1.2.1.1 Externalidades negativas e ineficiência

De acordo com Pindyck & Rubinfeld (2005) como as externalidades não influenciam os preços de mercado, o preço real reflete apenas o custo marginal privado e não o custo marginal social, sendo este um valor muito baixo, logo se torna uma causa de ineficiência econômica.

Utilizando o mesmo exemplo do autor supracitado, imagine uma usina de aço que lança efluentes em um determinado rio, que não pode alterar os insumos da função de produção, logo a redução da emissão de efluente só seria possível com uma diminuição da produção. Simultaneamente, existe um grupo de pescadores nesse mesmo rio que terá seu faturamento prejudicado com essa poluição. Conforme o nível de produção da empresa varia, aumenta a quantidade de efluentes, por conseguinte, o custo externo aos pescadores também varia. Este custo é representado pela curva de custo marginal externo (CMgE).

**Gráfico 1 – Ineficiência da externalidade negativa.**



Fonte: (PINDYCK & RUBINFELD, 2005, p. 556).

Conforme demonstrado no Gráfico 1, o preço do produto está na intersecção entre as curvas de oferta e demanda. Como o objetivo da empresa é maximizar o lucro, este será alcançado quando o preço<sup>5</sup> for igual ao custo marginal e a receita marginal.

$$P = CMg = RMg$$

Para que houvesse uma produção eficiente era necessário que o preço do produto fosse igual ao custo marginal social, que é a soma entre o custo marginal e o custo marginal externo.

$$CMgS = CMg + CMgE$$

<sup>5</sup> Como se trata de uma situação de concorrência perfeita, o preço é dado pelo mercado.

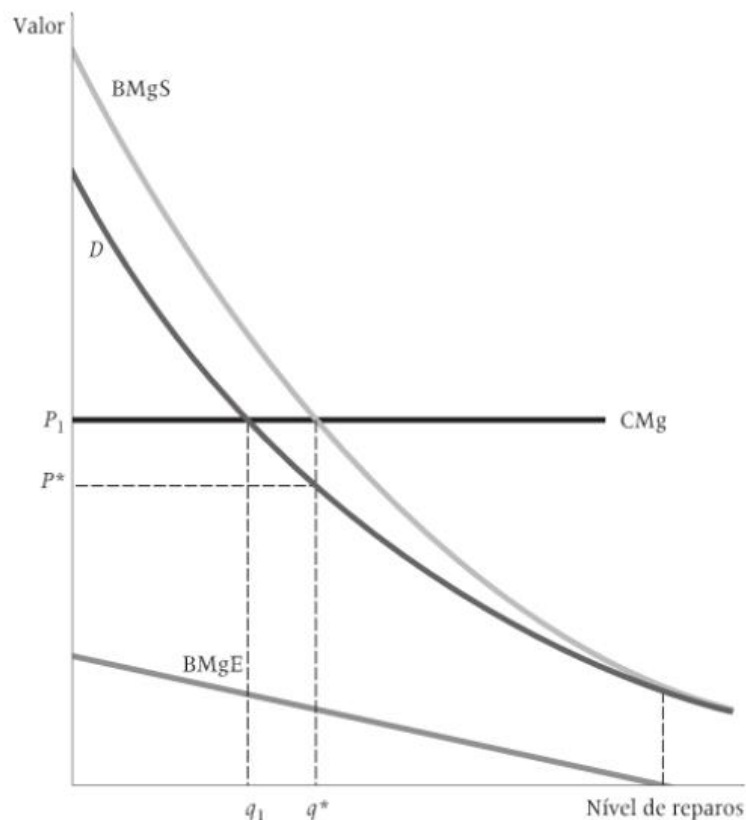
Percebe-se, no Gráfico 1, que a produção é excessiva. A eficiência de produção seria dada ao nível  $Q^*$  de produção e ao nível  $P^*$  de preço com a intersecção do custo marginal social e da curva de demanda, e o benefício marginal fosse igual ao custo marginal social.

O custo social é obtido pela diferença entre o custo marginal e o benefício marginal (curva de demanda), qualquer nível de produção acima do eficiente irá gerar um custo social.

#### 2.1.2.1.2 Externalidades positivas e ineficiência de produção

Consoante apresentado por Pindyck & Rubinfeld (2005), as externalidades positivas também podem resultar em níveis insuficientes de produção. Pois, o benefício marginal social é sempre maior que o benefício marginal privado, conforme demonstrado no Gráfico 2.

**Gráfico 2 - Ineficiência da externalidade positiva.**



Fonte: PINDYCK & RUBINFELD, 2005, p. 558.

Ainda considerando um exemplo do referido autor, um proprietário que reforma sua casa e faz um jardim gera um efeito positivo para os vizinhos, representado pelo Benefício

Marginal Externo (BMgE), que por sua vez, é decrescente pois o benefício para uma pequena quantidade é enorme, mas à medida que mais vizinhos fazem isso esse benefício marginal irá diminuir.

A curva de custo marginal é inelástica<sup>6</sup> porque não depende da quantidade de serviços, a curva de demanda mede o Benefício Marginal Privado (BMg), como já dito, será sempre menor que o Benefício Marginal Social (BMgS).

A curva do Benefício Marginal Social (BMgS) será dada pela soma das curvas de demanda (BMg) e de Benefício Marginal Externo (BMgE). Ou seja, a externalidade é internalizada para a sociedade.

$$BMgS = BMg + BMgE$$

Assim o proprietário não recebe todos os benefícios dos investimentos feitos por ele, pois o preço se torna muito elevado para estimulá-lo investir ao nível socialmente desejável que seria o ponto de intersecção entre as curvas de BMgS e CMg.

#### 2.1.2.2 Informações incompletas

Informações incompletas ou a faltas destas sobre os preços e a qualidade dos produtos ocasionam ineficiência de mercado. Como consequência estimula a oferta e demanda excessiva de alguns bens e deficitária de outros, assim impede o bom desenvolvimento dos mercados (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

Segundo Varian (2006), essa falha tende o consumidor a pagar um preço de equilíbrio, sendo uma média entre o produto tido como bom e o ruim. Desse modo, para um produto de baixa qualidade o valor pago tenderá a ser maior do que o almejado pelo vendedor inicialmente e estimulará a entrada de produtos inferiores no mercado. Prejudicando além do comprador, o vendedor de produtos superiores.

#### 2.1.2.3 Poder de mercado

---

<sup>6</sup> A elasticidade mede de forma percentual o quanto uma variável afetará outra variável. Tratando-se de inelasticidade a variável tende a não afetar a outra. Ou seja, a quantidade de serviços tende a não afetar a curva de custo marginal (PINDYCK e RUBINFELD, 2005, p. 28).

Segundo Pindyck & Rubinfeld (2005) a ineficiência, ou falha de mercado, surge quando um fabricante ou fornecedor possui poder de mercado. Varian (2006) observa, por meio de um exemplo didático, que na ótica do monopólio<sup>7</sup>, uma indústria competitiva opera em um ponto onde o preço se iguala ao custo marginal, porém quando se trata de um monopólio o preço é maior que o custo marginal, logo seu preço será, em geral, mais alto e a produção será menor. Supõe-se o diagrama da Caixa de Edgeworth<sup>8</sup>, os insumos não utilizados na produção do bem 1 (bem do monopólio) serão alocados na produção do bem 2, aumentando assim o seu custo marginal. Extrai-se do exemplo uma escassez de oferta do bem 1 e excesso de oferta do bem 2. Permite-se concluir que as decisões de produção do monopólio utilizam preços diferentes da decisão de demanda dos consumidores, portanto o resultado disto é a ineficiência (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

#### 2.1.2.4 Bens públicos

Estes seriam os serviços ambientais, como água, ar, ciclos biogeoquímicos<sup>9</sup>, assimilação de rejeitos. Descrito como mercadoria disponível a baixo custo para muitos consumidores, é muito difícil limitar o seu acesso e consumo. Já que a taxa de retorno monetário é baixa, sua oferta é insuficiente.

Tem-se o exemplo das pesquisas para a qual não é possível obter patentes, não será lucrativa já que se tornará pública e as outras empresas poderão copiá-la, produzir e vender os produtos. A solução deste problema pode vir por meio da interferência governamental, podendo fornecer diretamente o bem ou estímulos para que as empresas privadas se disponham a produzi-lo (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

#### 2.1.3 Correção das falhas de mercado

---

<sup>7</sup> Monopólio: estrutura industrial onde há apenas uma empresa, escolherá o nível de preços e de produção de acordo com o que o mercado suporta. VARIAN, Hal R. Microeconomia: conceitos básicos. 7º ed. ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2006, p. 453.

<sup>8</sup> Caixa de Edgeworth: permite-nos representar as cestas de consumo possíveis de dois consumidores e as preferências de ambos. Ibidem, p. 604.

<sup>9</sup> Ciclos biogeoquímicos são essenciais para manutenção da vida na terra, e permite a reposição de elementos químicos para que eles não acabem como, por exemplo, ciclo da água, do carbono, nitrogênio e fósforo.



Segundo Romeiro (2003) as ações estatais para corrigir as falhas de mercado decorrem de que boa parte dos serviços ambientais são bens públicos logo o seu preço não é evidente. Dadas as falhas já citadas, é fundamental encontrar a melhor maneira de tratá-las e internalizá-las, como os custos de poluição, por exemplo.

#### 2.1.3.1 Custos de poluição: padrões de emissão ou taxas sobre emissões

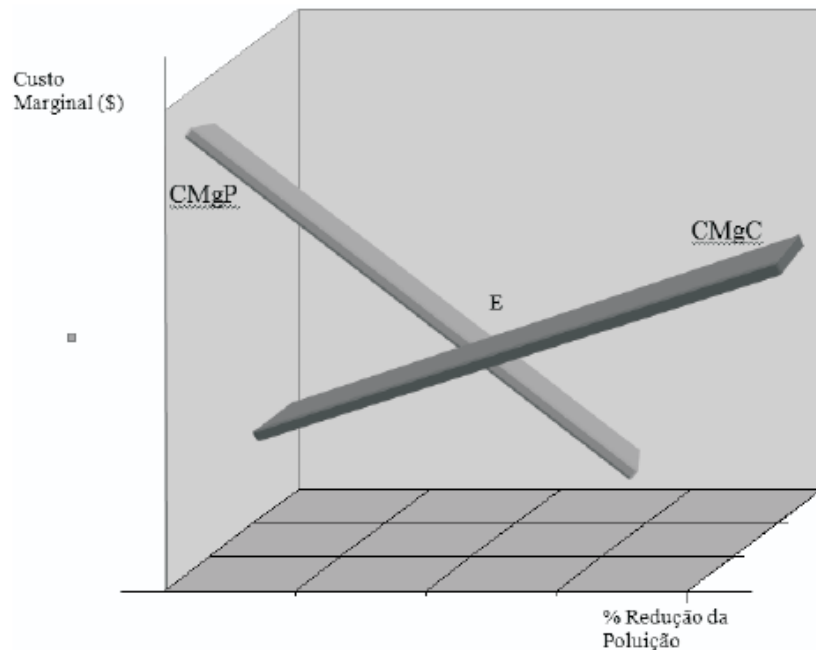
O padrão de emissão de poluentes, segundo Pindyck & Rubinfeld (2005), consistiria em um limite legal que uma empresa estaria autorizada a emitir, submetendo-se a multas e penalidades, caso venha a ocorrer uma extrapolação desse nível legal. A taxa sobre a emissão de poluentes é arrecadada de acordo com a produção da empresa, e após o ponto de eficiência de produção o custo marginal de redução torna-se menor que a taxa, logo a empresa optará por reduzir. Portanto, em ambas as alternativas chegaríamos ao nível de eficiência que se dá no cruzamento das curvas de Custo Marginal Social (CMgS) com a curva marginal de redução (curva de custo médio). A escolha sobre qual método seria mais eficaz para controlar a emissão de poluentes dependerá das informações disponíveis aos formuladores das políticas sobre o formato da curva de custo e o grau de incertezas em relação a emissão dos poluentes e dos custos de sua redução (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

Considerando a hipótese de diferentes processos de produção e custos distintos de redução das emissões, a implantação de um padrão iria tornar o processo mais oneroso para uma das empresas, porque independentemente do nível de poluição, seria dividido por igual à quantidade que poderia ser produzida, logo não alcançaria a minimização dos custos, tornando-se ineficiente. A preferência geral dada às taxas, além de alcançar custos, em geral, mais baixos, incita a instalação de equipamentos para reduzir ainda mais os níveis de poluição. Todavia, considerando uma curva de custo marginal bastante inclinada<sup>10</sup> verticalmente e uma curva de custo marginal da redução de emissões relativamente plana na horizontal a cobrança de uma taxa menor que a de equilíbrio (seja por falta de informações, ou informações limitadas) irá ocasionar um aumento no nível de emissões, redução do custo marginal e, principalmente, um adicional custo marginal social. Nesse caso, o preferível é a utilização de padrões de emissões (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

---

<sup>10</sup> Ou seja, uma pequena alteração nas quantidades emitidas de poluentes aumentaria demasiadamente o custo marginal social.

**Gráfico 3 - Nível ótimo de redução de poluição.**



Fonte: Mansfield & Yohe (2006, apud PORTUGAL JÚNIOR & PORTUGAL, 2010, p. 399).

Ainda sobre esse conceito, de acordo com a demonstração gráfica apresentado por Mansfield & Yohe (2006, apud PORTUGAL JÚNIOR & PORTUGAL, 2010) no Gráfico 3, o nível ótimo de redução da poluição ocorre na intersecção das curvas de custo marginal social das emissões de poluentes (CMgP) e de custo marginal de controle de poluição (CMgC), como instalação de equipamentos de controle.

É pertinente salientar que o ponto ótimo, apontado pelo ponto “E”, não significa eliminação da poluição, pois isto indicaria cessar a produção. Nem um ponto de equilíbrio ambiental, pois significaria que a produção fosse igual a capacidade de assimilação do planeta. Mas nesse nível estará conveniente tanto para a sociedade (custo sociais) como para o produtor (custos privados) (PORTUGAL JÚNIOR & PORTUGAL, 2010).

Quando o custo de controle é menor que o de poluição gerará incentivos para a produção de permissões de transferências, e poluirá menos. Já no caso de o custo de controle ser maior, incentivará a empresa a consumir essas permissões, tópico este que será melhor explicado a seguir.

### 2.1.3.2 Permissões transferíveis para emissões

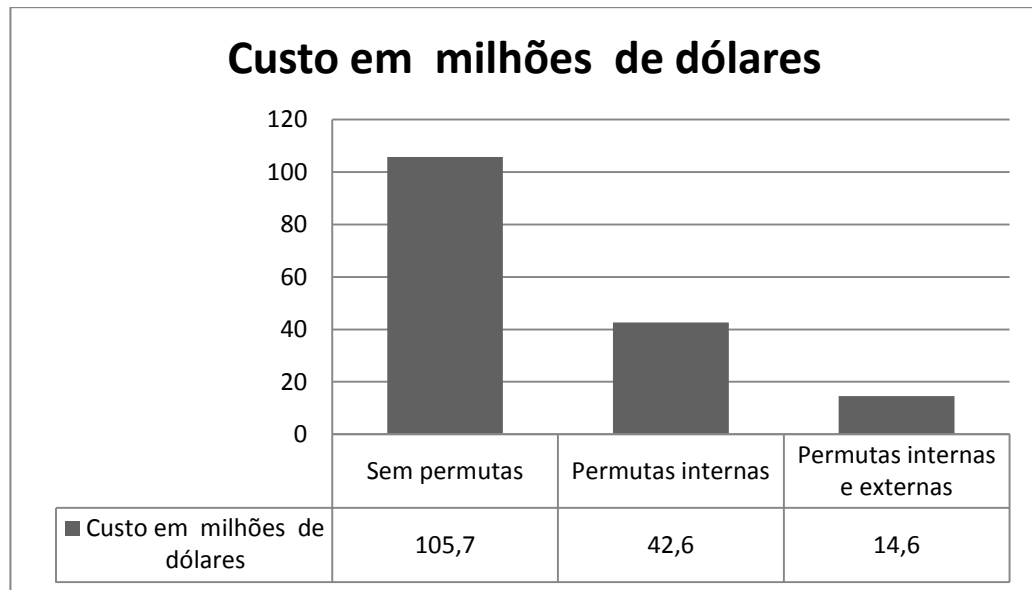
Segundo Pindyck & Rubinfeld (2005), nem os padrões e nem as taxas gerarão resultados eficientes se não tiver conhecimento de quais são os custos e os benefícios da redução destas emissões. Ou seja, inicialmente para que se alcance a eficiência é necessário saber quais são os custos e os benefícios de reduzir as emissões. Assim, dispõe-se de um mecanismo chamado permissões transferíveis para emissões, que consiste em ser um sistema onde se estabelece um nível máximo específico de emissões que podem ser geradas. Estes limites são distribuídos entre as empresas e negociáveis em mercados ambientais. E o seu não cumprimento, pode gerar penalidades e multas.

Com isso, cria-se um mercado para externalidades com uma combinação de padrões e taxas de emissões, consoante explanado por Pindyck & Rubinfeld (2005, p. 563):

As permissões transferíveis criam um mercado para as externalidades, pois combinam os benefícios associados a certas características de um sistema de padrões com as vantagens em termos de custo de um sistema de taxas. O órgão governamental que administra o sistema determina o número total de permissões que são concedidas, estabelecendo, portanto, a quantidade total das emissões, exatamente como ocorreria em um sistema de padrões. No entanto, a negociabilidade das permissões permite que a redução da poluição seja obtida com um custo mínimo.

Em 1979, Os Estados Unidos por meio da Agência de Proteção Ambiental (EPA) anunciou uma nova abordagem, custo-benefício, onde um sistema de comércio entre as emissões poderia reduzir os custos de despoluição.

**Gráfico 4 - Dados da empresa El duPontCompany, nos EUA, sobre permissões transferíveis de emissões**



Fonte: MALONEY & YANDLE, 1980. Elaboração própria.

Essa circunstância que foi atestada com a pesquisa de Maloney & Yandle (1980), a qual utilizou dados do estudo de Kittleman e Akell, ambos engenheiros da El duPontCompany, e estimaram os custos da redução de 85% das emissões de hidrocarbonetos<sup>11</sup> da empresa nos Estados Unidos. Estes dados mostravam os custos de controle em três alternativas diferentes de programa. Supondo inicialmente que todas as fontes de emissões de cada fábrica fossem reduzidas em 85%, sem nenhum tipo de permuta, o custo avaliado é de \$105,7 milhões. Em uma condição onde se mantivesse a redução de 85%, mas fossem permitidas permutas internas, o custo cairia para \$42,6 milhões. E, mantidas a redução de 85%, fossem permitidas negociações tanto internas como externas, o custo avaliado cairia para \$14,6 milhões. Os dados estão expostos no Gráfico 4.

Ainda há outro mecanismo para chegar a um ponto ótimo, do ponto de vista econômico, que são os Certificados Negociáveis de Poluição (CNP).

<sup>11</sup> Hidrocarbonetos são compostos formados apenas por átomos de carbono e hidrogênio. Considerados os compostos mais simples da química orgânica, não conduzem eletricidade e está na composição de importantes produtos do dia a dia, como o petróleo onde é seu principal constituinte. Disponível em: < <https://www.infoescola.com/quimica-organica/hidrocarbonetos/>>. Acessado em: 14 jan 2019.

### 2.1.3.3 Certificados Negociáveis de Poluição

Quando um recurso ambiental<sup>12</sup> torna-se escasso, sua capacidade de assimilação é limitada e o seu uso deverá ser racionado pelos consumidores, racionamento este feito pelo Estado, determinando o uso limitado do recurso. Assim, serão emitidos certificados correspondentes e proporcionais pelas cargas dos setores econômicos. Como estes setores apresentam custos de tratamento diversos, com esses certificados podem ser negociáveis entre os mercados, as empresas que tiverem o custo de tratamento menor que o valor dos certificados, optarão por vendê-los. E, por conseguinte, os que tiverem os custos de tratamento maiores que os certificados, optarão por comprá-los (CÁNEPA, 2003).

Destarte, um mercado é criado onde garanta a minimização do custo para os agentes poluidores. E também um receita adicional para aqueles que vendem, promovendo assim um incentivo a adoção destas práticas. As correções por taxas ou padrões condizem com a teoria idealizada por Pigou, é indispensável conhecê-la, e será apresentada em sub tópico a seguir.

### 2.1.3.4 Solução de Pigou

No início do século XX, Arthur Cecil Pigou elaborou a obra "*Economics of welfare*", a qual ele discute sobre a internalização das externalidades negativas como uma correção, e esta sendo a diferença entre o custo marginal social (CMgS) e o custo marginal privado (CMg). Conforme já explicado anteriormente no tópico 2.2.1.1 Externalidades negativas e ineficiência, o ponto ótimo de equilíbrio será na interseção da curva de demanda com a curva de custo marginal social, esta sendo igual ao preço, logo haverá aumento do preço do produto para o consumidor, pagando por um preço mais verdadeiro e uma diminuição na quantidade produzida causando menos impacto o meio ambiente (CÁNEPA, 2003).

Porém este ponto de equilíbrio trata-se de um equilíbrio econômico e não ambiental pois o equilíbrio ambiental seria conquistado se a produção comercial fosse igual a capacidade de assimilação do planeta. A eficiência neste tipo de alocação bens encontraria o

---

<sup>12</sup> Recursos Ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora. BRASIL. Lei n. 6938, de 31 de ago. de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. ago. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 20 jul. 2018.

“Ótimo de Pareto<sup>13</sup>”, onde não fosse possível a melhora da situação do agente econômico sem denegrir o estado do outro (o meio ambiente, no caso) (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

#### 2.1.3.5 Princípio do Poluidor-Pagador

O estabelecimento de um preço para utilizar o meio ambiente como fossa de resíduos pretende assegurar o seu uso sustentável a longo prazo, pelo menos em teoria. A cobrança do despejo de resíduos pelo Princípio Poluidor-Pagador (PPP) induz os agentes a diminuírem a poluição como forma de evitar a cobrança, diminuindo assim os seus custos e a quantidade despejada. Porém, o agente só optará por evitar o despejo direto quando o custo de tratamento for menor que o custo de poluí-lo. Além disso, o valor pode auxiliar na recuperação ou melhoria do local receptor, como também investir em pesquisa e desenvolvimento (P&D) para o mesmo fim (CÁNEPA, 2003).

Existem ainda outras maneiras de tratar a não contabilização dos custos das externalidades, seja com interferência governamental, mas também por meio de negociações particulares podendo envolver ou não o sistema judiciário por meio de ações judiciais a qual será demandada para pleitear os danos sofridos das partes. Dessarte, faz-se necessário saber inicialmente sobre responsabilidade civil e direito de propriedade.

#### 2.1.3.6 Responsabilidade civil e direito de propriedade

Em concordância com o que será explicado no sub tópico 2.1.3.7 - Solução de Coase, a solução privada foi demonstrada por Ronald Coase, afirmando que os problemas para resolução das falhas de mercado como externalidades são direitos de propriedades indefinidos e custos altos de transações. Como as transações privadas tendem a ter um menor custo de transação e caso tenham os direitos de propriedades definidos a barganha entre os envolvidos é a melhor solução de internalizar os prejuízos para ambas as partes.

A propriedade privada é um princípio fundamental da ordem econômica, esse direito no Brasil não é absoluto. A Constituição Federal o assegura, porém não plenamente, pois este

---

<sup>13</sup> Situação onde não é possível aumentar o bem-estar, sem reduzir o bem-estar da outra parte. PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. Microeconomia. 6ª. ed. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2005.

deve atender sua função social<sup>14</sup>. Além disso, a Carta Magna ainda elenca casos de restrição desse direito por desapropriação mesmo que seja atendida a função social como a requisição administrativa, utilidade pública ou interesse social (PAULO & ALEXANDRINO, 2015). Para que tal direito ajude na resolução dos conflitos os bens devem ser divisíveis, bem definidos e que possam ser defendidos. Situação esta que evidencia o problema da natureza dos recursos naturais como bens públicos.

COASE (1960) discorre sobre as decisões judiciais serem sobre as responsabilidades legais, ocorrendo para tentar internalizar as externalidades geradas.

Conforme o Código Civil Brasileiro:

Art. 927. Aquele que, por ato ilícito (arts. 186 e 187), causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo.

Parágrafo único. Haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem. (BRASIL, 2002)

Infere-se que, pelo Código Civil Brasileiro, para a responsabilidade objetiva não é necessária a existência de culpa ou dolo para que o agente poluidor arque com as externalidades negativas geradas por ele.

Assim como Pigou, Coase teoriza um ponto ótimo de equilíbrio para poluir, e critica a solução formulada por Pigou.

#### 2.1.3.7 Solução de Coase

Coase (1960) faz uma análise econômica do produto social e privado, e julga que as ações sugeridas por Pigou como adoção de taxas corretivas não são adequadas.

Por tratar-se este um problema de natureza recíproca, ambos deveriam ser forçados a incluir as perdas, negociando-as. As decisões judiciais são sobre as responsabilidades legais, mas isso não se confunde com a natureza do problema, de fato não haveria problema para uma atividade caso a outra não existisse (considera-se que uma imponha externalidades negativas a outra). Para obtenção de um ponto ótimo é necessária a barganha entre eles, considera-se não haver custos de transações, as medidas devem ser tomadas por ambos, sem intervenção de entidade reguladora (COASE, 1960).

---

<sup>14</sup>Função social é atender a sua finalidade primária, ou seja, que atenda o fim para qual foi destinado. Disponível em: <<https://davifm.jusbrasil.com.br/artigos/415030798/o-que-e-a-funcao-social>>. Acessado em: 14 de jan 2019.

Entretanto, os custos de transações podem ser tão altos que não tenham como lidar sem a regulamentação direta do governo. Essa regulamentação seria discriminando os métodos de produção, o que poderia ou não ser usado ou feito, podendo usar do poder de polícia caso não sejam cumpridas as regras estabelecidas. Porém, Coase alerta sobre ser bastante caro pra administração, e também a ser sujeita a pressões políticas e ainda a caracteriza como falível. Acrescenta que mesmo aplicando a uma quantidade grande de casos, para alguns será inadequado (COASE, 1960). A partir disso fica claro que, a depender dos custos de transações, nem sempre a administração irá conseguir superar o problema da mesma forma que resolvido pelo mercado, mas pode prover uma melhora na eficiência econômica.

A crítica a Pigou está em não haver comparações dos produtos sociais<sup>15</sup> e privados<sup>16</sup> e sim por produto total, sendo que é adequado que tenha comparações dos produtos sociais produzidos e corrigir as disparidades entre as partes sem causar danos sérios a somente uma das partes. Afirma ainda que há algumas atividades que não são objetos de contratos pelo custo para resolvê-lo.

Coase ratifica que o causador do dano deve pagar de forma proporcional e este, ainda pode variar de acordo com os efeitos prejudiciais decorridos do dano. A crítica ao sistema pigouviano evolui, pois o valor pago não é pago diretamente ao sofredor do dano, ao contrário do solução de Coase com indenizações ou negociações judiciais, onde as partes decidem diretamente (COASE, 1960).

#### 2.1.4 Economia do meio ambiente

De acordo com Romeiro (2003), há duas correntes principais de entendimento sobre economia do meio ambiente.

A primeira delas considera o ambiente natural como fonte de insumos e receptor de resíduos e não representaria um limite à expansão econômica, no longo prazo. Inicialmente, os recursos sequer apareceram na função de produção, posteriormente apesar da sua inclusão, esta é expressa de forma multiplicativa, ou seja, os recursos naturais podem ser indefinidamente superados pelo progresso tecnológico substituindo-os por capital ou trabalho.

---

<sup>15</sup> "Produto social é igual ao produto privado menos a queda no valor da produção em outro lugar para o qual nenhuma compensação é paga pela empresa" (COASE, 1960, p. 40).

<sup>16</sup> Coase define o valor privado como o "valor do produto adicional resultante de uma atividade específica da empresa" (COASE, 1960, p. 40).



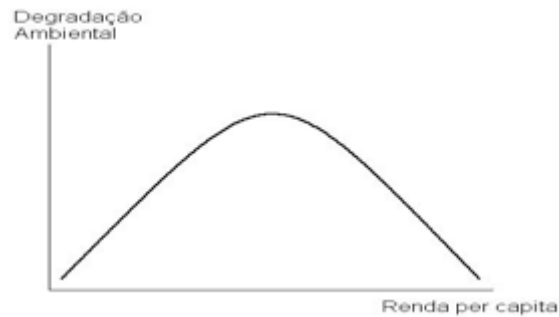
Portanto, o meio ambiente restringiria o crescimento econômico apenas de forma relativa pois poderia ser superado pelo progresso científico e tecnológico. Esta visão foi criticada por Nicolas Georgescu-Roegen, em sua obra *"The Entropy Law and The Economic Process"* o qual introduz a ideia de irreversibilidade dos impactos e de limites a expansão econômica (ROMEIRO, 2003).

Assevera Hartwick (1977, apud COSTA & SANTOS, 2013) que o investimento em bens de capital compensaria as gerações futuras por perdas ecossistêmicas causadas pela produção e consumo atual. Surge então a Regra de Hartwick na qual por meio da função tecnológica de Cobb-Douglas, estabeleceu que a renda gerada com o investimento e produção atual com a exploração de recursos naturais resultaria em uma riqueza futura constante, a qual permitiria a manutenção da renda individual e da riqueza social. O modelo utiliza como premissas: economias que contam com somente um tipo de recurso natural não renovável, população constante e que não possuem poupança oriunda do setor industrial. Romeiro (2013) aponta a incapacidade de que o capital produzido substitua serviços vitais oferecidos por alguns recursos naturais, logo afirma que esta acumulação simples de capital possa não ter fundamento.

Seguindo a corrente de pensamento, os mecanismos de mercados também ajudariam a tornar o ambiente ilimitado para o desenvolvimento econômico. Tratando-se de bens ambientais, quando tal bem estivesse em escassez a elevação do seu preço estimularia a inserção de inovações, substituindo-o por outro bem mais abundante e, por conseguinte, pouparia o bem escasso. Já os serviços ambientais têm natureza de bens públicos, como já explicado anteriormente, é uma falha de mercado.

Kuznets (1995) observou que a relação entre o crescimento econômico e distribuição de renda tem o formato gráfico de "U" invertido. Ainda na mesma década, a Curva de Kuznets passou a ser usada para explicar a relação entre o crescimento econômico e a poluição ambiental (ARRAES & DINIZ & DINIZ, 2006), a forma gráfica fica evidente com o Gráfico 5.

**Gráfico 5 - Curva de Kuznets.**



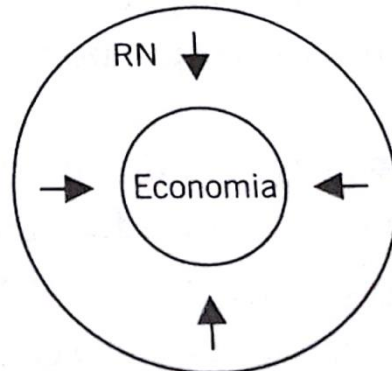
Fonte: LOMBORG (2001, p. 210 apud BIGARANI, F et al. , 2016).

Conforme elucidado por Arrow et al. (1995) o comportamento da curva é explicado porque nos estágios iniciais do desenvolvimento há um aumento considerável da poluição<sup>17</sup>, o qual é considerado como um efeito colateral do crescimento econômico, à medida que há aumento da renda a degradação sobe até certo ponto, com esse padrão mais elevado, seria dado mais atenção ao meio ambiente. Porém, Arrow et al. (1995) ressaltam que este crescimento pode estar associado a melhoria em alguns aspectos, mas não no geral, e os efeitos não podem ser desconsiderados, o planeta não suporta indefinido crescimento econômico. Podendo este, causar efeitos irreversíveis e pôr em risco a própria atividade econômica. Esta relação se mostrou válida para emissões de poluentes e não para estoque de recursos, além do mais, poluentes estes de curta duração e não de longo prazo. O modelo não reflete reduções sistêmicas de poluição, ou seja, a redução de um poluente em um determinado país pode envolver aumento de outros poluentes, tanto neste país como em outros.

Romeiro (2003) reitera que as soluções ideais são as que pudesse permitir um livre funcionamento do mercado. Surge então, a Teoria de Coase e de Pigou, ambas já aprofundadas, mas é válido reiterar que em Coase a privatização eliminaria o caráter público, e as decisões beneficiaria ambos os lados e não apenas um dos agentes e em Pigou há a adoção de taxas para que as externalidades sejam internalizadas nos custos de produção. O autor afirma que uma política ambiental eficiente criaria condições para que os agentes internalizassem os custos de degradação.

<sup>17</sup> Aumento este que é justificado pela migração de uma economia totalmente agrícola para uma economia de estrutura basicamente industrial.

**Figura 1 - Economia como subsistema dos recursos ambientais.**



Fonte: ROMEIRO, 2003, p. 11.

A segunda corrente de entendimento conceitua o sistema econômico como um subsistema dentro de um sistema maior, o qual seria o meio ambiente e os recursos naturais, conforme graficamente representado na Figura 1, fica evidente que há um limite imposto ao crescimento econômico.

Questão esta, como citado por Romeiro (2003) é central para entender de como a economia deve funcionar considerando esses limites. A tecnologia e o seu progresso são fundamentais para aumentar a eficiência. Incentivos a esse desenvolvimento além de melhorar a produtividade, significa, entre outros, diminuir a quantidade de insumos utilizados, sendo eles renováveis ou não. Infere-se que a sustentabilidade a longo prazo é inviável sem a estabilização dos níveis de consumo *per capita* (ROMEIRO, 2003).

Refutando a corrente anterior quanto aos mecanismos de mercado, a substituição de um bem ambiental escasso, com o preço elevado, por outro bem ambiental abundante, assume-se que essa relação de preço com escassez reflete somente a disponibilidade do recurso sem levar em consideração o seu estoque total, logo sob o ponto de vista de extração ótima sustentável não pode ser usada como parâmetro (ROMEIRO, 2003).

E, ainda se tratando dos serviços ambientais, os mecanismos já citados não garantem proteção ecológica, pois é essencialmente uma decisão baseada na redução de custos. Fica evidente que o ponto de equilíbrio chamado de "poluição ótima" trata-se de um equilíbrio apenas econômico, até porque o ponto de equilíbrio ecológico seria aquele igual à capacidade de assimilação do planeta, a partir da ultrapassagem deste ponto reduz essa capacidade em

tempo futuro até chegar ao estágio de perda irreversível. No entanto, são notáveis apenas as consequências que afetam o bem estar a curto prazo dos agentes (ROMEIRO, 2003).

O autor supramencionando conclui que sem uma definição social a qual defina a escala de sustentabilidade aceitável, as ações hodiernas serão para degradações que afetam o bem estar a curto prazo. Portanto, as ações mitigadoras de longo prazo, como o caso do dióxido de carbono afetando a camada de ozônio, seriam adiadas e perpassadas as próximas gerações (ROMEIRO, 2003).

A adoção de novos padrões de consumo depende também de fatores não ecológicos como valores socioculturais, suscitando um equilíbrio e ruptura da visão onde o crescimento econômico era condição necessária e suficiente para o bem-estar (ABRAMOVITZ, 1993 apud ROMEIRO, 2003). Romeiro (2003) destaca-se assim, três fatores:

- Os riscos ligados à qualidade de produtos essenciais pois nesses avanços científicos há riscos não previstos e não mensuráveis.
- A ideia que o acúmulo de material provocaria um aumento de bem estar. O Paradoxo de Easterlin<sup>18</sup> (EASTERLIN, 2003) evidencia que no curto prazo a felicidade e renda crescem juntas mas no longo prazo, *coeteris paribus*, esta relação é nula.
- E, ainda a disseminação que o sistema é eficiente, mas não produz justiça, o acesso à informação mudou o papel da sociedade, tornando-a mais ativa e fundamental no processo de implantação de novos padrões.

### 2.1.5 Tipologia de Mercado

Os tipos de mercado, segundo os autores Pindyck & Rubinfeld (2005), podem ser classificados da seguinte maneira: Monopólio/Monopsônio; Oligopólio/Oligopsônio (sendo que este se subdivide em Oligopólio de Produtos Homogêneos e, Oligopólio de Produtos Heterogêneos); Concorrência Perfeita e; Concorrência Monopolística ou Concorrência Imperfeita.

---

<sup>18</sup> O paradoxo recebeu o nome do economista que estudou a relação entre dinheiro e felicidade, apesar da correlação no curto prazo. No longo prazo, um aumento de renda não implica em um aumento de felicidade. EASTERLIN, Richard A. Explaining happiness. PNAS. 2003. Disponível em <<https://doi.org/10.1073/pnas.1633144100>>. Acessado em 18 de mai. 2018.

#### 2.1.5.1 Concorrência Perfeita

A Concorrência Perfeita ou o Mercado Competitivo é caracterizado por possuir muitos compradores e muitos vendedores, de tal modo que nenhum deles pode alterar significativamente os preços. Este preço é dado pelo próprio mercado pela lei da oferta e a demanda, ou seja, prevalece um preço único. Dado que, os produtos do mercado perfeitamente competitivo são homogêneos. Logo, baseado nesse preço, as empresas decidirão o quanto irão produzir e vender, assim como, os consumidores, o quanto irão consumir (PINDYCK & RUBINFELD, 2005). Outro aspecto é que não há barreiras para a entrada de novas empresas, logo se o mercado estiver com o lucro acima do esperado neste tipo de mercado, novas empresas irão entrar até o preço se igualar ao Cmg.

#### 2.1.5.2 Monopólio/Monopsônio

O Monopólio puro se caracteriza por só ter apenas um ofertante de determinado produto, então pode controlar os preços, por não possuir concorrentes, e a quantidade ofertada. Porém, como deseja a maximização do lucro, apesar de controlar o preço, este deverá inicialmente conhecer as características da demanda do mercado e definir seus custos. Por conseguinte, decidirá o quanto irá produzir e o preço “será obtido a partir da curva de demanda do mercado” (PINDYCK & RUBINFELD, 2005), sendo este maior do que o custo marginal. A manipulação desse preço vai depender da elasticidade da curva de demanda do monopolista, quanto mais elástica menos poder de monopólio terá. Esse poder de monopólio irá cair quando aumentar o número de empresas no mercado, pois com concorrentes, o aumento de preço pode ocasionar queda no número de vendas (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

No monopólio há barreiras para entrada de novos concorrentes, impedindo-os, podendo ser barreiras naturais como direito autoral, parentes, licença governamental, ou algo que torne a entrada demasiadamente custosa (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

Há uma classificação de monopólio natural, onde é mais vantajoso que somente uma empresa produza com um custo inferior do que se houvesse mais, em geral são em grandes economias de escala, onde o custo médio e o custo marginal são decrescentes (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

Um mercado Monopsônico puro, por sua vez, parte da observação da ótica do comprador. Este mercado é caracterizado por possuir apenas um comprador e diversos vendedores. Assim, ele terá poder de mercado e utilizará para manipular o preço que paga pelo produto. Ao apresentar mais de um, mas ainda limitados, será enquadrado na tipologia de mercado oligopsônico. No monopsônio a intersecção da curva de oferta em função do preço disposto a ser pago pelo comprador irá informar a quantidade que os vendedores estão dispostos a vender. Um monopsonista pode adquirir o produto a um preço menor do que o seu valor marginal. Ressalta-se que o poder de monopsônio será totalmente determinado pela elasticidade de oferta do mercado. Pois se esta for alta terá pouco poder em influenciar o preço, limitando os privilégios desse tipo de mercado (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

O excesso de poder de mercado possibilitará uma superlucratividade, podendo o estado regular incidindo impostos sobre lucros, porém essa medida não beneficia o consumidor, sendo seria ideal limitar como é feito com a Legislação Antitruste<sup>19</sup>, nos Estados Unidos (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

#### 2.1.5.3 Concorrência Monopolística

Na Concorrência Monopolística há aspectos parecidos com a Concorrência Perfeita como a existência de muitas empresas ofertantes e não há barreiras para a entrada destas. Porém, caracteriza-se pelo fato de terem produtos heterogêneos e diferenciados e substituíveis entre si, mas não são substitutos perfeitos. Influencia na diferenciação destes: a marca, qualidade, aparência, imagem e reputação. O seu poder de monopólio está no êxito da diferenciação do seu produto (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

#### 2.1.5.4 Oligopólio/Oligopsônio

O Oligopólio se caracteriza por possuir apenas alguns competidores e há barreiras para entrada de novas empresas. Podendo estas barreiras ser naturais como as já citadas no tipo de

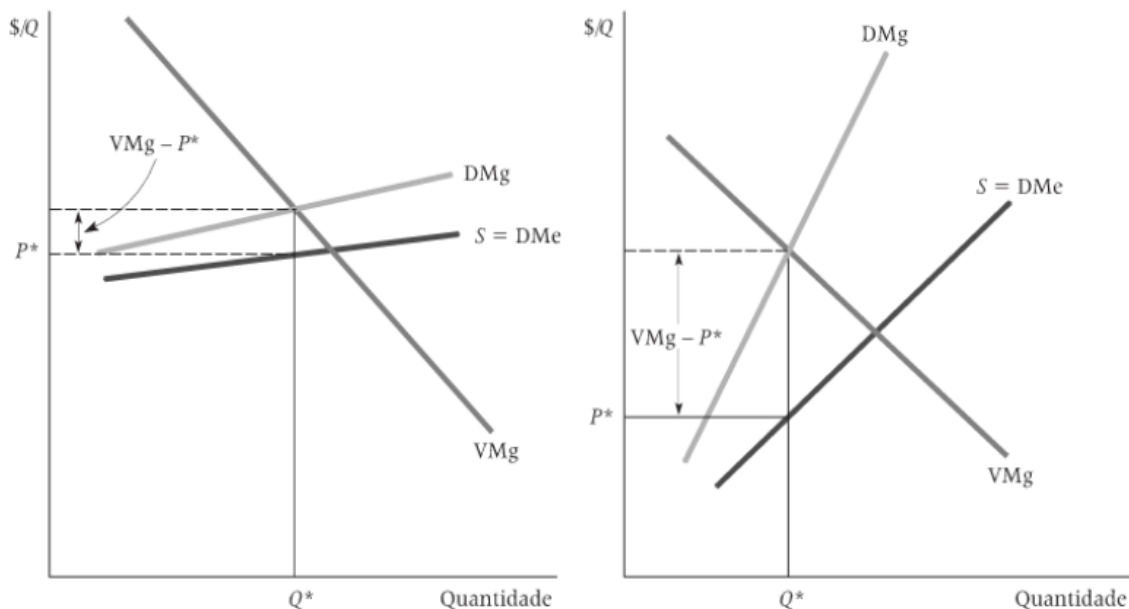
---

<sup>19</sup> “Um conjunto de regras e normas destinadas à promoção de uma economia competitiva por meio da proibição de ações que limitem, ou tenham a possibilidade de limitar a concorrência e por meio de restrições as estruturas de mercados que sejam permissivas (PINDYCK & RUBINFELD, 2005, p. 316)”.

mercado Monopólio, ou as empresas participantes desse tipo de mercado podem adotar ações que desestimulem a entrada de novas empresas. Ainda há uma subclassificação a respeito do tipo de produto, podendo ser oligopólio de produtos diferenciados (heterogêneos) ou de produtos homogêneos. O poder de monopólio, por possuir concorrentes, irá depender da interação entre eles, caso seja de cooperação será mais lucrativo para ambos (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

O Oligopsônio se diferencia do Monopsônio por possuir algumas empresas demandantes, além das características descritas no subitem 2.1.5, enfatiza-se que neste tipo de mercado, por não possuir muitos demandantes, as empresas poderão ter poder de mercado, ou poder do monopsônio, a depender da elasticidade da oferta, assim como também do número de demandantes e a interação entre eles. A elasticidade da oferta definirá o quão o comprador irá influenciar o preço, que em decorrência deste tipo de mercado, será menor que o preço marginal. Diferentemente da concorrência perfeita onde preço e preço marginal são iguais (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

**Gráfico 6 - Elasticidade de Oferta do Poder de Monopsônio.**



Fonte: (PINDYCK & RUBINFELD, 2005, p. 313).

O Gráfico 6 apresenta dois exemplos do comportamento do preço em relação à elasticidade. No primeiro caso trata-se de uma oferta com alta elasticidade, assim as curvas de Despesa Marginal e Despesa Média são próximas e o preço praticado será bem próximo do que seria praticado em concorrência perfeita, onde o  $P = C_{mg}$ . Infere-se que o demandante

terá pouco poder de monopólio e permitirá uma leve alteração no preço. Já uma oferta com baixa elasticidade, segundo caso do Gráfico 6, a ascensão da curva de despesa marginal em relação à curva de despesa média permite observar o quanto grande será a redução de preço em comparação ao mercado competitivo.

Desta forma, conclui-se que o demandante terá um grande poder de mercado, quanto menos elástica, maior será o poder do comprador (PINDYCK & RUBINFELD, 2005).

Quanto maior o número de compradores e, estes, competirem agressivamente mais elástica tende a ser a curva, porém se houver união dentre eles, ou uma competição menos agressiva curva tende a ser mais inelástica e apresentam um elevado poder de monopólio (PINDYCK & RUBINFELD, 2005). Essa interação é difícil de ser verificada, entrando aspectos da teoria dos jogos, que não é o objetivo do estudo.

Essa tipologia de mercado, o Oligopólio, classifica o mercado que é o objeto de estudo, o Mercado Regulado do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Já que o mercado regulado de carbono é composto de muitas empresas, mas o seu produto só é adquirido por um número limitado destas, mediante autorização do Estado parte do Anexo 1 do Protocolo de Quioto, pois o Mercado Regulado de Carbono engloba os créditos que são adquiridos para alcançar as metas acordadas por estes.

## 2.2 Mercados surgidos a partir de Quioto

O Protocolo de Quioto é um tratado acordado pela Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima na cidade de Quioto, no Japão, o objetivo deste é reverter à tendência histórica crescente de emissões dos gases causadores do efeito estufa diminuindo o seu lançamento na atmosfera (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1998).

São gases de efeito estufa, definidos no Anexo A do protocolo: Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorcarbonetos (HFCs), Perfluorcarbonetos (PFCs) e Hexafluoreto de Enxofre (SF<sub>6</sub>) (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1998, p. 19).

As emissões e as metas são apresentadas em carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e), a conversão para carbono equivalente é feita com base no Potencial de Aquecimento Global (PAG), ou *Global Warming Potential (GWP)*, utilizando como referência o Dióxido de Carbono. O PAG



é a métrica que estima a capacidade da molécula de absorver radiação térmica em relação à capacidade da molécula de CO<sub>2</sub> (SILVA & PIRES, 2007).

**Tabela 1 - Potencial de Aquecimento Global dos Gases de Efeito Estufa.**

Gás	PAG (AR5 <sup>20</sup> )
CO <sub>2</sub> (Dióxido de Carbono)	1
CH <sub>4</sub> (Metano)	28
N <sub>2</sub> O (Óxido Nitroso)	265
HFCs (Hidrofluorcarbonetos)	12400
CFCs (Clorofluorcarbonetos)	677
PFCs (Perfluorcarbonetos)	4800
SF <sub>6</sub> (Hexafluoreto de Enxofre)	6630

Fonte: SEEG (2018). Elaboração própria.

Correia & Yamasoe (2011) destaca que o cálculo leva em consideração um intervalo de tempo específico, em geral são 100 anos. Conforme exposto na Tabela 1, uma tonelada de gás como o óxido nitroso ou metano absorvem 265 e 28 vezes mais radiação, respectivamente, que uma tonelada de CO<sub>2</sub>. Portanto, Silva & Pires (2007) explana que para reduzir uma tonelada de Óxido Nitroso, por exemplo, seriam necessários 265 créditos de carbono, correspondendo a uma mitigação<sup>21</sup> de 265 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Foram estabelecidas metas de redução das emissões totais, principalmente para os países tidos como responsáveis pelas maiores emissões até então, apresentando um compromisso compulsório. Alguns mecanismos de flexibilização foram criados de forma a complementar as ações domésticas e instituir ações conjuntas, com o objetivo de facilitar os fins propostos, também como para estimular o desenvolvimento sustentável através da transferência de tecnologia e investimento, reduzir as emissões de carbono ou removê-las, de forma mais econômica, e incentivar o setor privado e os países em desenvolvimento a mobilizar esforços para alcançar um desenvolvimento sustentável (UNFCCC, 2018).

O protocolo criou três mecanismos: Comércio Internacional de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), este último sendo

<sup>20</sup> De acordo com o quinto relatório do IPCC.

<sup>21</sup> Mitigação: Ato, desenvolvimento ou consequência de mitigar e/ou atenuar; alívio; Diminuição do mal. Dicionário Online de Português. Disponível em < <https://www.dicio.com.br/mitigacao/> >

de participação voluntária dos países subdesenvolvidos que ratificaram o Protocolo de Quito, como é o caso do Brasil, que será o alvo da análise.

Com esses mecanismos houve a criação de novos mercados, para Lecocq & Capoor (2005) estes se subdividem em duas categorias: comércio de permissões - que é o Comércio Internacional de emissões – e, comércio de projetos - que incluem a Implementação Conjunta e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

O primeiro destes mercados é o Comércio Internacional de Emissões, onde as partes com compromissos no protocolo têm as emissões permitidas divididas em Unidades de Quantidade Atribuídas, *Assigned Amount Units* (AAU) (UNFCCC, 2018). Quando estas emissões não forem usadas, essas unidades poderão ser negociadas para outros países quem precisem cumprir os compromissos acordados. Importante destacar que esse comércio é para complementar as metas, deve haver ações domésticas (PROTOCOLO DE QUIOTO).

Segundo Motta (2010) esse modelo se baseia no sistema *Cap and Trade*, em que a quantidade de emissões totais a nível mundial para toda a economia é limitada (*cap*) e permite que os agentes transacionem (*trade*) a quantidade restante das licenças de emissões.

As condições custo-efetividade e de eficiência entre os agentes se dão pela heterogeneidade dos custos de mitigação, a depender também dos custos de transação. De acordo com Pindyck & Rubinfeld (2005), como já demonstrado no tópico 2.1.3.2 Permissões transferíveis para emissões, a eficiência se dar na associação do sistema de padrões e emissões, assim a negociação entre os agentes permite a mitigação da poluição a menor custo. Os custos diferentes, heterogêneos, dependem diretamente do custo de poluir e não poluir de cada país. Ou seja, será mais rentável que vendam estes títulos a países onde é mais vantajoso não poluir para países onde o custo de poluir é menor.

Os outros dois mecanismos se baseiam em projetos, ou que reduzam as emissões antrópicas ou que aumente as remoções por semidouros. A distinção entre ambos é que o MDL investe em projetos em países em desenvolvimento, e a Implementação Conjunta o investimento é em outros países desenvolvidos, conheceremos sobre ambos a seguir (UNFCCC, 2018).

A Implementação Conjunta, conforme aludido, são entre os países do Anexo 1, ou seja, países desenvolvidos. Esses projetos devem ter aprovação das duas partes envolvidas. A parte autora recebe Unidades de Redução de Emissões (URE), ou *Emission Reduction Units* (ERUs), usadas para cumprir as suas metas e a parte anfitriã se beneficia de investimento estrangeiro e transferência de tecnologia (UNFCCC, 2018). Assim como os outros mecanismos, as UREs devem complementar as ações domésticas a fim cumprir as metas de

quioto (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997). Destaca-se que a quantidade mitigada será utilizada como meta da parte adquirente, portanto será subtraída da parte transferidora (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

O outro mecanismo baseado em projetos é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Neste, os projetos de redução das emissões são nos países em desenvolvimento, que ratificaram o protocolo, gerando Reduções Certificadas de Emissões (RCE), cada unidade correspondente a uma tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente. Os RCEs podem ser negociados no mercado mundial.

Segundo relatório do Banco Mundial (LECOQC & CAPOOR, 2005), ainda não há um registro público das transações do mercado de carbono baseados em projetos, e não há também um índice de preços internacionalmente conhecido. Essas transações, em geral, a nível mundial, são no Mercado de Balcão<sup>22</sup> com poucos detalhes públicos.

### 2.2.3 Mercados do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

O último mecanismo, e nosso objeto de estudo, é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). A história do surgimento do mecanismo se dá em 1995, na primeira Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança de Clima, onde se iniciou a negociação para criação de um protocolo ou um instrumento legal, que pactuasse políticas, metas e objetivos para redução de emissões antrópicas dentro de prazos preestabelecidos.

Em meio a esse marco, uma proposta brasileira originou o MDL. A proposta consistia em criar um Fundo de Desenvolvimento Limpo, em que as partes compromissadas ao ultrapassar o teto de emissões contribuíssem com US\$ 3,33 para cada tonelada de carbono equivalente acima do teto e o fundo seria utilizado para financiar projetos de mitigação e adaptação à mudança do clima dos países em desenvolvimento (JURAS, 2007). Mas o que se adotou foi o financiamento dos projetos na forma de compra de Certificados de Redução, denominadas de RCEs.

De acordo com o Protocolo de Quioto (1998), as reduções serão certificadas por uma Autoridade Nacional Designada (AND), e serão baseados em observar se as reduções são

adicionais as que ocorreriam sem o projeto (critério de adicionalidade) ou remoção de CO<sub>2</sub> superior com a execução deste, os benefícios reais e mensuráveis e a participação voluntária das partes envolvidas.

O MDL permitiu que os países em desenvolvimento pudessem participar das metas propostas no primeiro período – 2008 a 2012 – do protocolo. Esse mercado continua no segundo período -2013 a 2020 -, porém os países em desenvolvimento assumiram compromissos voluntários de reduções de GEEs. No Brasil, o compromisso voluntário fundamenta seu amparo legal na Lei nº 12.187, a Política Nacional de Mudança de Clima, que no artigo 12 se compromete a reduzir entre 36,1% a 38,9% suas emissões projetadas até o final do segundo período de Quioto (POLÍTICA NACIONAL DE MUDANÇA DO CLIMA, 2009).

**Tabela 2 - Projeções das emissões de GEEs no Brasil em 2020.**

Setores	Emissões em tonCO <sub>2</sub> e
Mudança de Uso da Terra	1.404 milhões
Energia	868 milhões
Agropecuária	730 milhões
Processos Industriais e Tratamento de Resíduos	234 milhões

Fonte: BRASIL, 2010. Elaboração própria.

As projeções são listadas no artigo 5 do Decreto nº 7.390, a projeção para o ano de 2020 é de 3.236 milhões de tonCO<sub>2</sub>e, composta de projeções setoriais, conforme mostrado na Tabela 2.

Surgiu assim, dois mercados para o MDL. O Mercado Regulado e o Mercado Voluntário (LECOCQ & CAPOOR, 2005). A diferença entre ambos são os objetivos dos demandantes, enquanto no Mercado Voluntário qualquer empresa, instituição, governo ou pessoa física poderá adquirir estes certificados para diversos objetivos, como: metas institucionais estratégicas, filantropia, melhorar a imagem ambiental da empresa, dentre outros. Porém, no Mercado Regulado, a finalidade é para alcançar as metas acordadas em Quito, e suas normas são estabelecidas por este protocolo (MOTTA, 2010 apud CANDEO, 2014). Portanto, as empresas ou organizações demandantes participam sob autoridade e

responsabilidade do governo signatário (UNFCCC, 2018). Sendo este último, o objeto de estudo.

O produto dos três mecanismos é homogêneo, uma vez que são provenientes de projetos já emitidos. Mas, as transações em projetos são assinadas antes que estes gerem os créditos. Então, essas transações envolvem mais riscos, a depender do funcionamento e validação do projeto, assim como da natureza deste, que as licenças, do Comércio Internacional de Emissões. Conclui-se, portanto, que o valor monetário das licenças, Unidades de Quantidades Atribuídas, é maior que os provenientes de projetos, Unidades de Redução de Emissões ou Créditos de Redução de Emissões. Existem ainda formas de compartilhar o risco com as duas partes e também com terceiros, porém o risco de não emissão continua a ser o principal (LECOCQ & CAPOOR, 2005).

O Protocolo de Quioto define os setores ou fontes que os projetos podem ser provenientes. O setor de energia divide-se em queima de combustível e emissões fugitivas de combustíveis. Estes, ainda se desdobram em queima de combustível: setor energético, indústrias de transformação e de construção, transporte, outros setores; e emissões fugitivas de combustíveis: combustíveis sólidos, petróleo e gás natural, outros.

O setor de processos industriais se desmembra em produtos minerais, indústria química, produção de metais, outras produções, produção de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre, consumo de halocarbono e hexafluoreto de enxofre, e outros. Ainda há o setor de uso de solventes e outros produtos.

O setor da agricultura que se fraciona em fermentação entérica, tratamento de dejetos, cultivo de arroz, solos agrícolas, queimadas prescritas na savana<sup>23</sup>, queima de resíduos agrícolas, outros. E o setor de resíduos que abrange disposição de resíduos sólidos na terra, tratamento de esgoto, incineração de resíduos, e outros (Protocolo de Quioto, 1998).

#### **Quadro 1- Classificação dos projetos por escopos.**

<b>Escopo</b>	<b>Descrição do escopo</b>	<b>Tipo</b>
<b>1</b>	Geração de energia (renovável ou não renovável)	Combustível/ Matéria prima
<b>2</b>	Distribuição de energia	Energia renovável/ Eficiência

<sup>23</sup> Bioma não existente no Brasil.

		energética/ Combustível/ Matéria prima
<b>3</b>	Demanda energética	Energia renovável/ Eficiência energética/ Combustível/ Matéria prima
<b>4</b>	Indústrias de manufatura	-
<b>5</b>	Indústrias químicas	-
<b>6</b>	Construção	-
<b>7</b>	Transportes	-
<b>8</b>	Mineração/ Produção mineral	-
<b>9</b>	Produção de metal	-
<b>10</b>	Emissões fugitivas de combustível (sólido petróleo e gás)	-
<b>11</b>	Emissões fugitivas de produção e consumo de halocarbonos e SF <sub>6</sub>	-
<b>12</b>	Uso de solventes	-
<b>13</b>	Gestão e tratamento de resíduos	-
<b>14</b>	Florestamento e reflorestamento	-
<b>15</b>	Agricultura	-

Fonte: UNFCCC, 2017. Elaboração própria.

Os projetos são classificados em escopo definidos pelo Conselho Executivo do MDL, no livro de Metodologias no site da UNFCCC. Um projeto pode estar relacionado a mais de um escopo. O Quadro 1 acima mostra a classificação e a descrição a depender o tipo de projeto.

Os participantes do projeto selecionarão um período de crédito de no máximo sete anos, renováveis por até duas vezes, ou um máximo de dez anos sem a opção de renovação (UNFCCC, 2019).

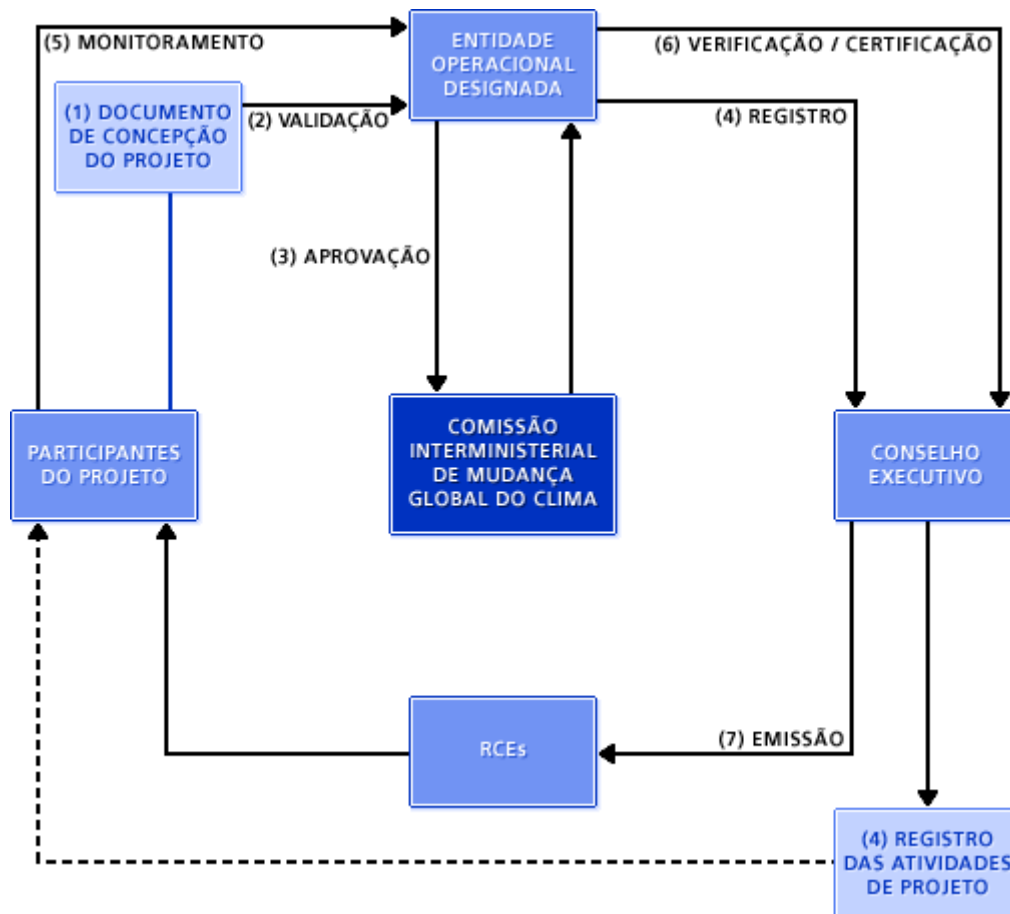
### 2.2.3.1 Mercado Regulado do MDL

Neste mercado, as negociações são feitas entre os países em desenvolvimento, executor do projeto, e os países signatários, elencados no Anexo I do protocolo, tal certificado

é utilizado de forma complementar para alcançar as metas acordadas. Ou seja, a demanda ocorre apenas com os países elencados no, já citado, Anexo I, do protocolo, e a oferta será feita com qualquer país, em desenvolvimento, que ratificaram o protocolo, autor de um projeto de MDL, caracterizando o tipo de mercado em oligopsônio. Esse tipo de mercado se determina pelo número limitado de compradores frente a uma vasta gama de ofertantes. Em concordância com o já dito anteriormente, o produto é homogêneo, Crédito de Redução de Emissões, apesar de apresentar custos heterogêneos (LECOQ & CAPOOR, 2005).

Para um projeto poder gerar créditos e estes serem aceitos no âmbito de Quioto deverá passar por algumas etapas, conforme mostrado na Figura 2.

**Figura 2 - Fluxograma das etapas de um projeto de MDL.**



Fonte: BM&F (2018).

Inicialmente, o proponente do projeto deverá elaborar o Documento de Concepção do Projeto (DCP), o qual deverá ser fundamentado no documento-padrão estabelecido pelo Conselho Executivo de MDL (BM&F, 2018). Com isso, deve conter informações sobre a

descrição geral, a metodologia da linha de base<sup>24</sup> a ser utilizada, prazo, metodologia e o plano de monitoramento, estimativa de emissão de GEEs, impactos ambientais, comentários dos envolvidos, informações sobre o financiamento público das partes do anexo I.

Após a elaboração, o documento terá a metodologia validada por uma empresa especializada independente, chamada de Entidade Operacional Designada (EOD), esta entidade é reconhecida pelo Conselho Executivo<sup>25</sup> de MDL (BM&F, 2018), e no Brasil, deve ser também pela Autoridade Nacional Designada (AND). A AND brasileira<sup>26</sup> é a Comissão Interministerial de Mudanças Globais do Clima, e esta, em seguida, avaliará em âmbito nacional, a remoção ou a redução de CO<sub>2</sub> e a promoção do desenvolvimento sustentável, e sendo aprovado o projeto, será registrado no Conselho Executivo de MDL. A seguir, o proponente do projeto deverá realizar atividades de monitoramento, a EOD irá verificar e certificar a redução das emissões e o Conselho Executivo de MDL emite as RCEs (2010).

---

<sup>24</sup> Nível atual de emissão e qual seria a evolução destas sem a realização do projeto. O cenário será utilizado para cálculo dos créditos a serem gerados (BM&F, 2018).

<sup>25</sup> O Conselho Executivo é formado por representantes dos países integrantes (BM&F, 2018).

<sup>26</sup> AND Brasileira é formada pela Casa Civil da Presidência da República, e pelos ministérios da Ciência e Tecnologia; Relações Exteriores; Agricultura; Pecuária e Abastecimento; Transportes; Minas e Energia; Planejamento, Orçamento e Gestão; Meio Ambiente; Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; Cidades e Fazenda.



### 3. METODOLOGIA

A partir das ideias já citadas, o trabalho é de abordagem quantitativa, de acordo com MARCONI & LAKATUS (2003, p. 128), esta requer o uso de técnicas estatísticas e de recursos que procurem exprimir em números os conhecimentos gerados. A classificação do objetivo de estudo é descritiva. Especificando segundo o autor referenciado, descritiva se caracteriza por expor características de um fenômeno com técnicas padronizadas.

O procedimento técnico utilizado é a pesquisa bibliográfica, esta é realizada com base em fontes secundárias. Segundo MARCONI & LAKATUS (2003) “abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo” como livros, artigos, boletins, revistas, monografias e relatórios oficiais das instituições citadas no trabalho. O intuito é ter contato direto com tudo que já publicado sobre o assunto, mas possibilita “um exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões” (MARCONI & LAKATUS, 2003). Além desta, utiliza-se fontes estatísticas, conforme o autor supracitado se caracteriza por coleta e elaboração de dados por órgãos oficiais ou privados (MARCONI & LAKATUS, 2003), como no caso do Sistema de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), e o banco de dados da UNFCCC, *United Nations Framework Convention on Climate Change*, Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima.

Dado que é necessária uma contextualização e familiaridade com o tema proposto e tem como objetivos analisar o mercado de carbono do MDL no Brasil, foi explanando os escopos e atividades dominantes por estado na Região Nordeste, elucidar o funcionamento, além dos principais compradores das reduções certificadas de emissões, e da quantidade mitigada.

## 4 EXPOSIÇÃO DE DADOS E RESULTADOS

Com o objetivo apontar as emissões de gases do efeito estufa no Brasil, serão apresentados dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases do Efeito Estufa (SEEG). Em tópico subsequente, o cenário do mercado no Brasil será explicitado a partir de dados da UNFCCC, *United Nations Framework Convention on Climate Change*, Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima.

### 4.1 Cenário das emissões de GEEs no Brasil

Surgido por iniciativa do Observatório do Clima<sup>27</sup>, a SEEG produz estimativas sobre as emissões e remoções de gases do efeito estufa no Brasil, também, por setor econômico. Divididos em cinco, sendo eles: Agropecuária, Energia, Mudanças de Uso da Terra, Processos Industriais e Resíduos. São considerados nas análises da SEEG todos os gases de efeito estufa contidos no inventário nacional e os dados são apresentados em carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) (AZEVEDO, 2008).

As estimativas da SEEG, que serão apresentadas a seguir, possuem bases metodológicas do 3º Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa publicado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI) em 2016 (SEEG BRASIL, 2018).

Segundo dados fornecidos pela SEEG, em 2016, as emissões mundiais foram 67 bilhões de toneladas brutas de gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub>e).

**Tabela 3 - Percentual dos maiores emissores de CO<sub>2</sub>e em 2016.**

Classificação	País	Porcentagem
1	China	23,7%
2	Estados Unidos	12,9%

<sup>27</sup> Coalizão de organizações da sociedade civil brasileira para discutir mudanças climáticas. Fonte: <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/nossa-historia/>>.

3	União Européia (28 <sup>28</sup> )	7,4%
4	Índia	6,5%
5	Indonésia	5,1%
6	Federação Russa	4,2%
7	Brasil	3,4%
8	Japão	2,7%
9	Canadá	1,8%
10	Alemanha	1,7%

Fonte: SEEG, 2018. Elaboração própria.

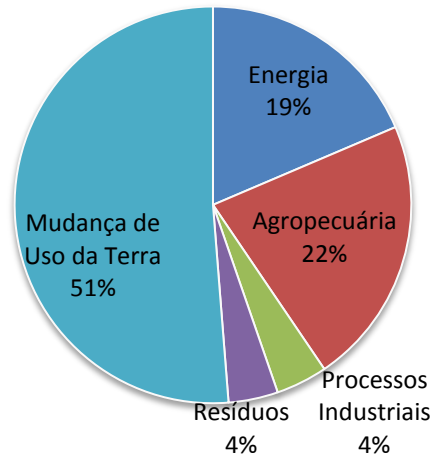
O Brasil emitiu 2,278 bilhões de toneladas e é o sétimo maior emissor de CO<sub>2</sub>e, conforme Tabela 3 obtida a partir de dados da SEEG.

A participação do Brasil apresentou um crescimento de 8,9% em relação a 2015, que era de 2,091 bilhões de CO<sub>2</sub>e. Com o cenário econômico em recessão de 3,8% no PIB, esperava-se uma diminuição da quantidade emitida por menor atividade econômica, porém com esse resultado "O Brasil se torna, assim, a única grande economia do mundo a aumentar a poluição sem gerar riqueza para sua sociedade" (SEEG, 2017). Porém o aumento foi justificado pela alta de 27% no desmatamento da Amazônia, como expôs Ane Alencar, pesquisadora do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), "o desmatamento é em sua maior parte ilegal e não se reflete no PIB do país" (SEEG, 2017), já os outros setores como energia, processos industriais e resíduos apresentaram reduções (SEEG, 2017).

<sup>28</sup> Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estônia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Tcheca, Romênia e Suécia. Fonte: <[https://europa.eu/european-union/about-eu/countries\\_pt](https://europa.eu/european-union/about-eu/countries_pt)>.

Gráfico 7 - Setores responsáveis pelas emissões no Brasil.

## Emissões de GEE no Brasil por Carbono Equivalente em 2016



Fonte: SEEG, 2018. Elaboração própria.

Tabela 4 - Números estimados de emissões por setor.

Emissões de GEE no Brasil por carbono Equivalente em 2016	
Setor econômico	Emissões em tCO <sub>2</sub> e
Mudança de Uso da Terra	1.167.484.337
Agropecuária	499.347.572
Energia	423.477.076
Processos Industriais	95.574.732
Resíduos	91.971.999

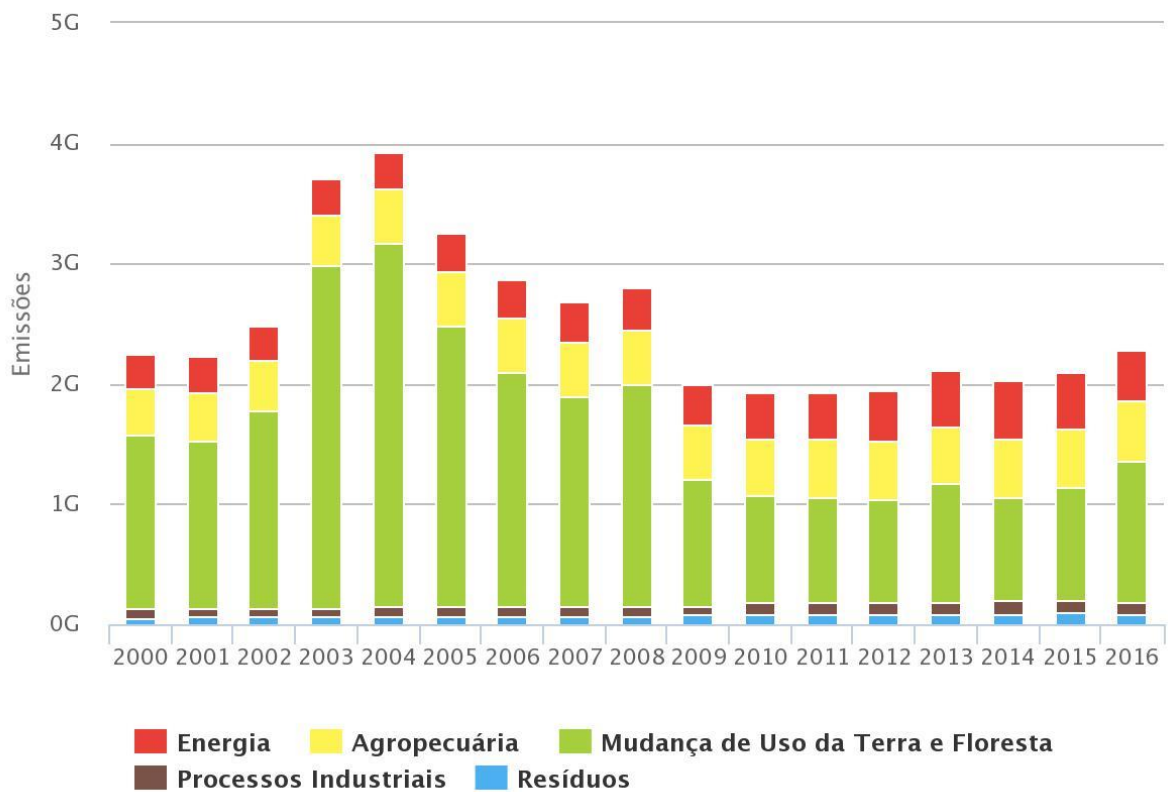
Fonte: SEEG, 2018. Elaboração própria.

O Gráfico 7 demonstra a porcentagem dos setores responsáveis pelas emissões no Brasil, e, em seguida, a Tabela 4 informa dos números estimados obtidos a partir da SEEG. As emissões da atividade econômica predominante no Brasil (agropecuária), soma-se o setor de Mudança de Uso da Terra, Agropecuária e Resíduos, somente estes, correspondem a 77% das emissões totais do Brasil.

Defrontando os dados numéricos com o PIB e o tamanho populacional, pode-se chegar a conclusões relevantes. Segundo a SEEG, o Brasil está a passos largos de uma economia de baixo carbono, para tal deveria ter em média 0,05t CO<sub>2</sub>e por milhão de PIB, a emissão do

Brasil chega a pouco mais de 1 tCO<sub>2</sub>e/milhão de PIB, número este que está acima da média global de 0,71 tCO<sub>2</sub>e/milhão de PIB. Sob outra ótica, a emissão *per capita* supera também a média global de 7,3 tCO<sub>2</sub>e por habitante, no Brasil a emissão bruta é de 10,6tCO<sub>2</sub>e/hab e mesmo considerando as emissões líquidas este valor é de 8 tCO<sub>2</sub>e/hab (SEEG, 2018).

**Gráfico 8 - Emissões Totais no Brasil de 2000 a 2016.**



Fonte: SEEG, 2018.

Cabe aqui salientar sobre a evolução das emissões por setores no Brasil. Conforme o Gráfico 8 demonstra, há um crescimento bruto entre 2015 e 2016, porém o valor total de 2016 é menor que a média acumulada do período entre 2000 a 2016. A preocupação é com a distribuição das emissões por setores, visto que o setor de mudança de uso da terra engloba 51% das emissões, além deste ser um número crescente desde 2014, onde apresentou uma queda em relação a 2013, mas já apresentou crescimento, superando o valor de 2013. O Gráfico 8 está disponível no endereço eletrônico da SEEG, e a seguir será falado de cada um dos cinco setores.

#### 4.1.1 Emissões por setor econômico

É imprescindível conhecer de que se trata cada setor apresentado, quais dados são incluídos em seus cálculos, como impacta nas emissões totais e seus principais gases emissores. Além disso, é demonstrada a evolução das emissões por setor no período de 2000 a 2016.

##### 4.1.1.1 Mudança de uso da terra

Cada um dos seis biomas<sup>29</sup> no Brasil apresentam peculiaridades próprias (BRANDÃO JÚNIOR et al., 2017), e porta diferentes quantidades de GEEs emitidas, a depender principalmente do estoque de carbono e do ritmo do desmatamento. Os principais gases lançados por esse setor são Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) e Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) (BRANDÃO JÚNIOR et al., 2018).

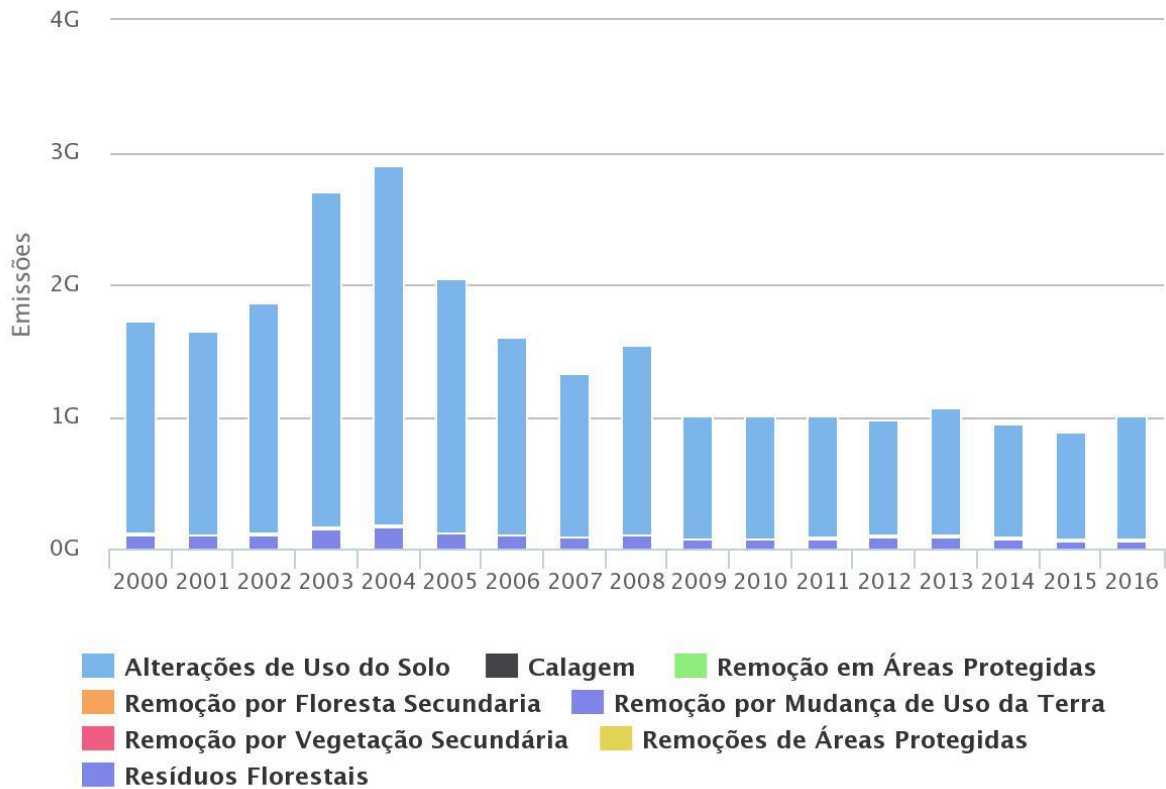
Os lançamentos destes gases são oriundos de alterações do uso e cobertura da terra, como desmatamento, degradação e conversão em solos pra atividades agropecuárias; queimada da biomassa florestal e calagem do solo. Segundo o IPCC (2003, apud BRANDÃO JÚNIOR et al. 2017) a alteração da cobertura do solo irá lançar carbono (CO<sub>2</sub>) se o estoque do solo anterior foi maior do que o estoque desta nova cobertura.

Quando há uma alteração de área de floresta para de pastagem, por exemplo, será lançado na atmosfera CO<sub>2</sub>, e, conseqüentemente, o inverso iria gerar um sequestro de carbono. A queima de biomassa florestal libera gases como o metano e óxido nitroso com Potencial de Aquecimento Global (PAG) de 28 e 265 vezes maior que o CO<sub>2</sub>, respectivamente, e processos como as calagens para melhorar a fertilidade do solo geram CO<sub>2</sub>.

---

<sup>29</sup> Biomas: Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado, Pantanal e Pampas.

**Gráfico 9 - Emissões brutas em GtCO<sub>2</sub>e pelo setor de Mudança de uso da Terra.**



Fonte: BRANDÃO JÚNIOR, 2018, p.15.

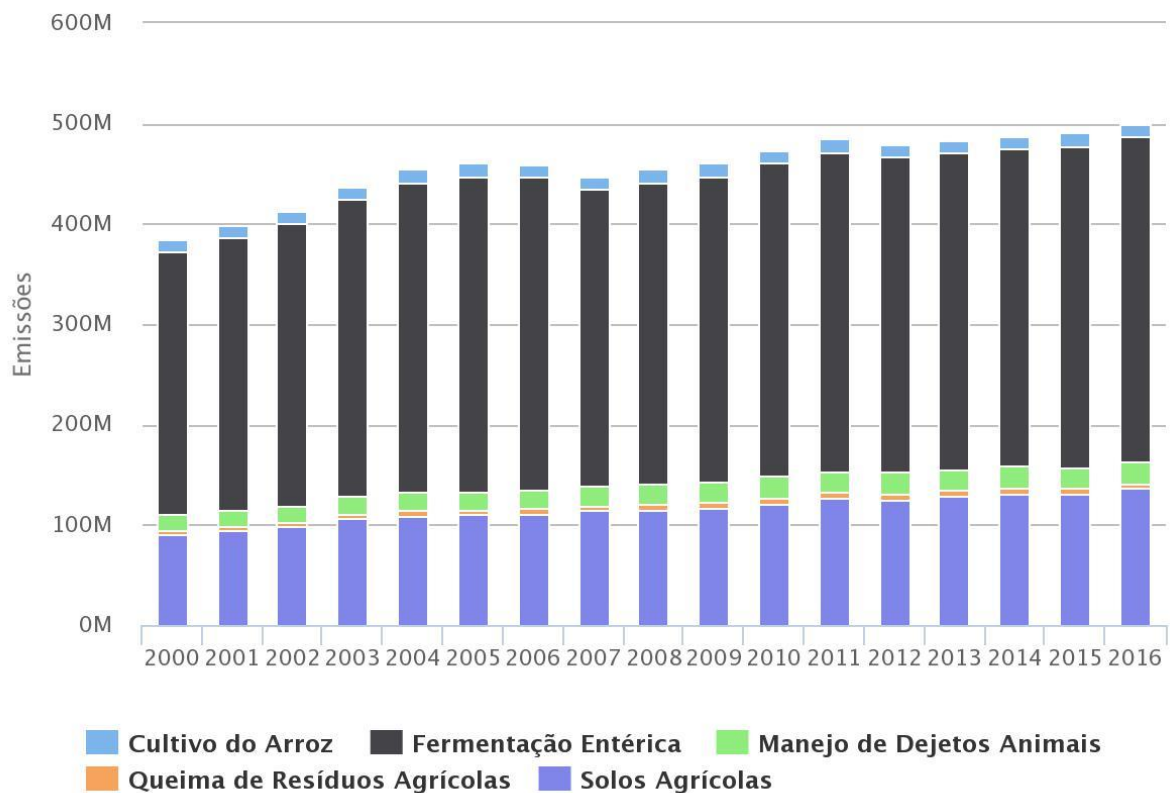
Como pode ser observado no Gráfico 9, a maior parte das emissões são provenientes de alterações de uso do solo (94%), que está associado diretamente a expansão das atividades agropecuárias, como criação de gado e monoculturas extensivas (BRANDÃO JÚNIOR, 2018). A diminuição a partir de 2005, após altíssimas taxas de desmatamento, deve-se ao lançamento do Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia (PPCDA) aliado ao monitoramento de um novo sistema de estimativa Deter, Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007).

Há ainda emissões que não foram contabilizadas devido à ausência ou limitação de dados históricos, como as queimadas não associadas aos desmatamentos e os reservatórios artificiais de água, especialmente as hidroelétricas, pois quando os lagos são criados sob a vegetação geram um ambiente anaeróbico degradando a biomassa alagada gera Metano e Dióxido de carbono (BRANDÃO JÚNIOR, 2017).

#### 4.1.1.2 Agropecuária

Nas estimativas são contabilizadas atividades de produções agrícolas perenes e não perenes, criação e produção de animais, fertilização nitrogenada do solo e solos orgânicos. Não se soma o desmatamento e conversões de uso do solo para a agropecuária, nem as calagens, pois conforme dito em tópico anterior é estimado no setor de Mudança de Uso da Terra. Assim como, resíduos industriais e energia que serão apresentados em tópicos subsequentes (PIATTO & COSTA JÚNIOR, 2017).

**Gráfico 10 - Emissões brutas em GtCO<sub>2</sub>e pelo setor de Agropecuária.**



Fonte: PIATTO & COSTA JÚNIOR, 2018.

Dentro do setor de Agropecuária, a distribuição em acordo com o demonstrado no Gráfico 10 é que o líder em emissões com 64,8% do total do setor é a fermentação entérica<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Uma das etapas do processo digestivo que ocorre em herbívoros ruminantes, por possuírem estômago compartimentado o material vegetal é fermentando por micróbios tornando-se fonte de energia para o animal. O



emitindo Metano, atribui-se a responsabilidade em 86% para o gado de corte e 11% para o gado de leite. Há emissão de Metano também por animais herbívoros não ruminantes, porém em menor quantidade. Conjuntamente responsáveis por 27% das emissões totais são as provenientes de aplicação de fertilizantes nitrogenados em solos agrícolas - sintético ou animal-, e também os dejetos animais diretamente na pastagem, processos que liberam Óxido Nitroso e Metano na atmosfera.

Os dejetos de animais têm contabilização separada quando há um manejo sendo este responsável por 4,5% das emissões totais. O arroz é cultivado em maior parte da produção em áreas inundadas e libera gás Metano na decomposição anaeróbica da matéria orgânica da água e esta liberação é responsável por 2,6% das emissões totais do setor. Encerrando com a queima de resíduos agrícolas em 1,1% do total (PIATTO & COSTA JÚNIOR, 2017).

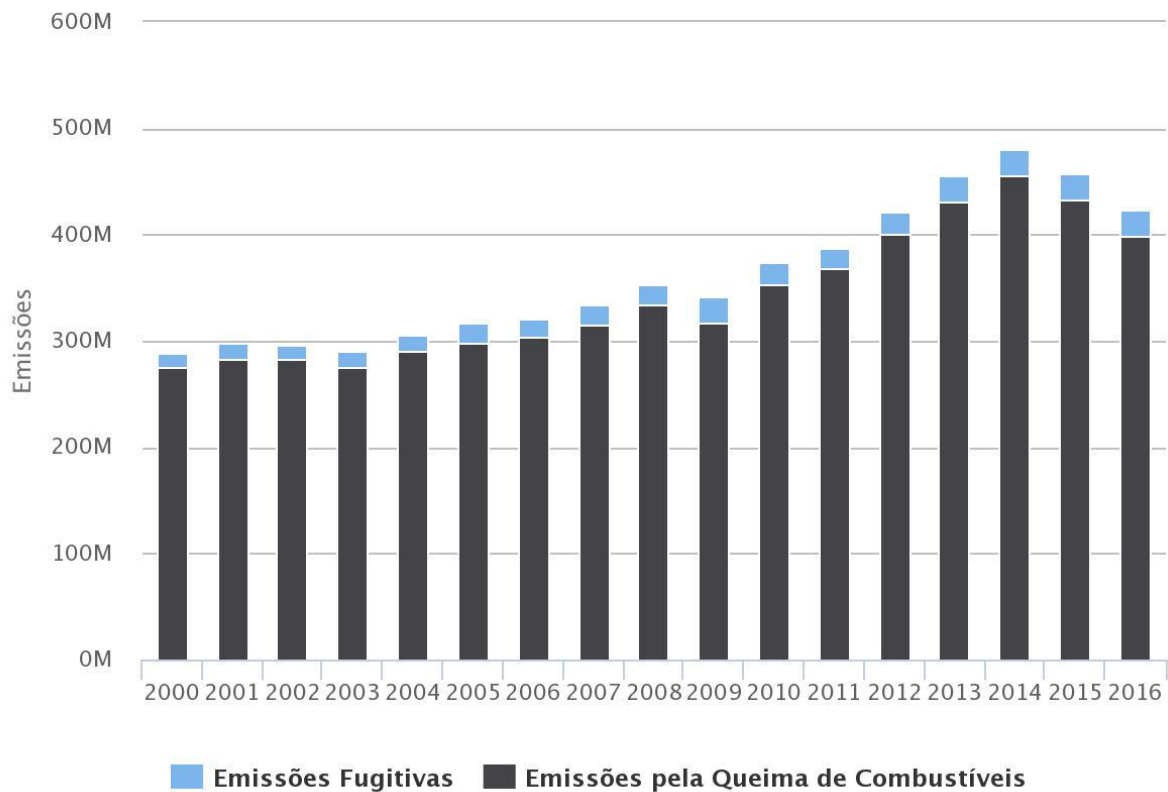
#### 4.1.1.3 Energia

A matriz energética brasileira apresenta uma participação significativa de fontes renováveis, chegando a 43,5% em 2016, essa participação diminuiu em relação a 2006 onde era 44,6%, porém este número ainda é muito superior à média mundial de 14%. Esse decréscimo deveu-se ao aumento crescente de automóveis no transporte urbano de passageiros e o massivo transporte de carga rodoviário. A participação dessas fontes na geração de energia elétrica chega a 80,8% (FERREIRA, 2017).

---

processo gera hidrogênio que é utilizado pelas bactérias metanogênicas para reduzir dióxido de carbono, retirando energia que resulta na formação de metano o qual é expelido para atmosfera. Fonte: Piatto & Costa Júnior (2017, p. 5)

**Gráfico 11 - Emissões brutas em GtCO<sub>2</sub>e pelo setor Energia.**



Fonte: FERREIRA, 2017.

As estimativas realizadas pela SEEG contabilizam as emissões de GEEs oriundos da queima de combustíveis e emissões fugitivas na extração de carvão mineral, petróleo e gás natural, conforme Gráfico 11 (FERREIRA, 2017).

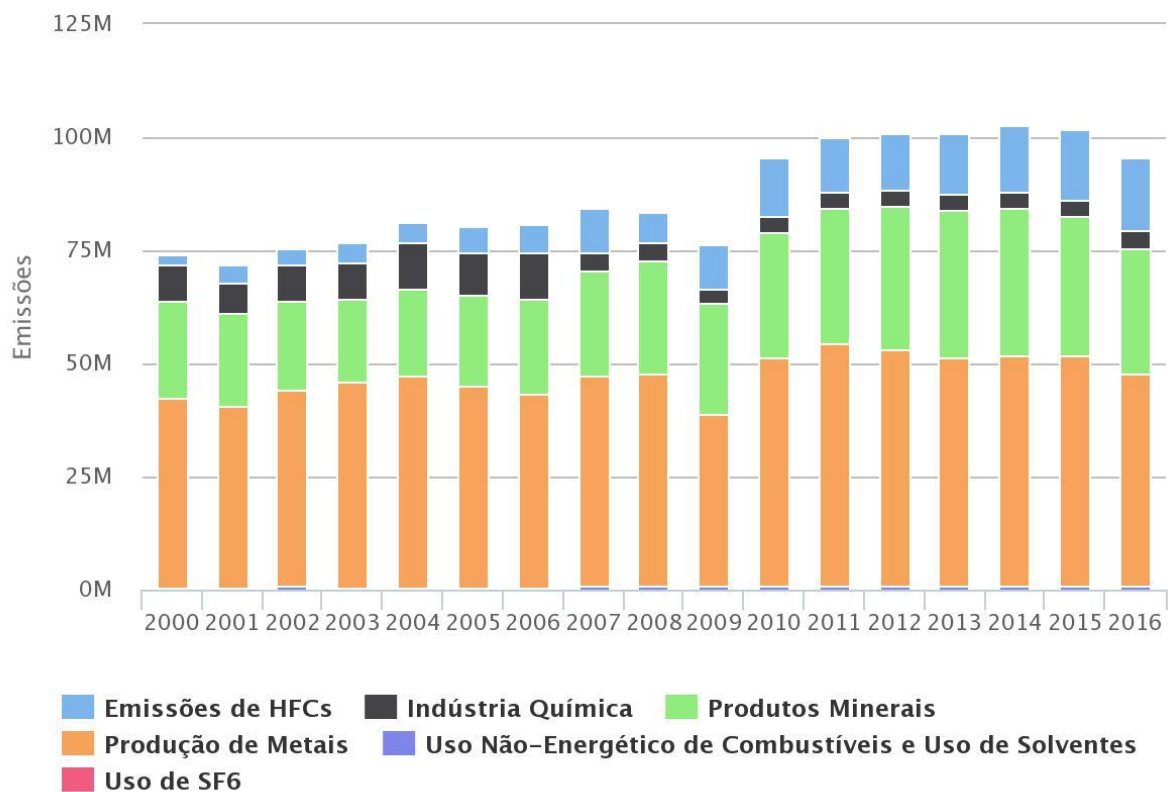
A queima dos combustíveis pode ser para uso final como fornos e aquecedores ou para produção de energia mecânica e elétrica como veículos. Há a liberação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), e em quantidades menores metano, monóxido de carbono e a depender da temperatura óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (FERREIRA, 2017).

As emissões fugitivas podem ocorrer nas etapas de extração, estocagem, processamento e transporte. O principal gás emitido depende do insumo que está sendo extraído, o carvão mineral gera metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono.

#### 4.1.1.4 Processos industriais

Apesar das atividades industriais gerarem emissões com queima de combustíveis, disposição de resíduos e transformações químicas e/ou físicas de materiais. As estimativas desse setor, leva em conta apenas esse último, sendo a queima de combustíveis e disposição de resíduos nos setores de Energia e Resíduos, nesta ordem. Englobam os seguintes ramos discriminados no Gráfico 12: “produção de metais, produtos minerais, indústria química, emissões de hidrofluorcarbonetos (HFCs), uso de hexafluoreto de enxofre (SF6) em equipamentos elétricos, e uso não energético de combustíveis e uso de solventes (FERREIRA et al., 2018).”

**Gráfico 12- Emissões brutas em GtCO<sub>2</sub>e pelo setor Processos industriais.**



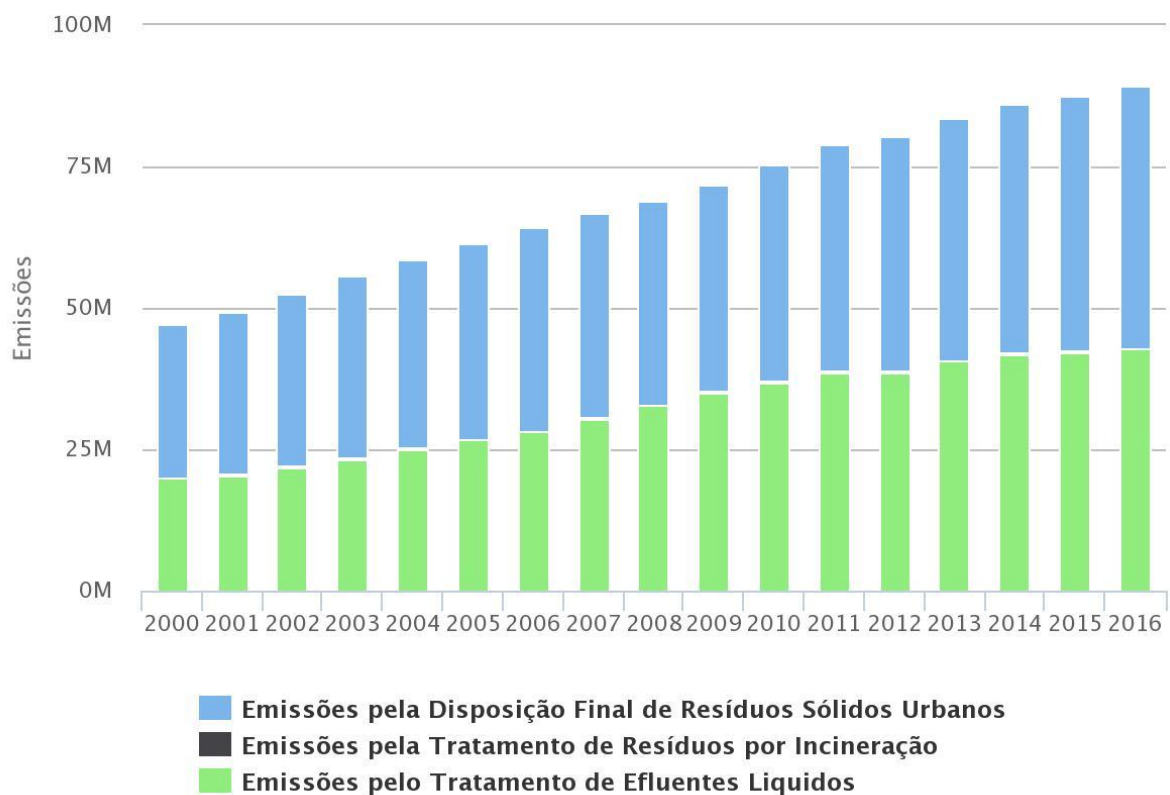
Fonte: FERREIRA et al., 2018.

Por observação simples gráfico acima, percebe-se que em 2009 houve uma queda das emissões também por queda da atividade industrial devido à Crise de 2008, retomando o crescimento das emissões a partir de 2010.

#### 4.1.1.5 Resíduos

Os dados do Gráfico 13 apontam as emissões provenientes do tratamento intermediário e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, incineração de resíduos industriais ou da área da saúde, e também dos efluentes líquidos domésticos e industriais. Os principais gases emitidos são o dióxido de carbono, metano e óxido nitroso (COLUNA & ALBUQUERQUE, 2018).

**Gráfico 13 - Emissões brutas em GtCO<sub>2</sub>e pelo setor Resíduos.**



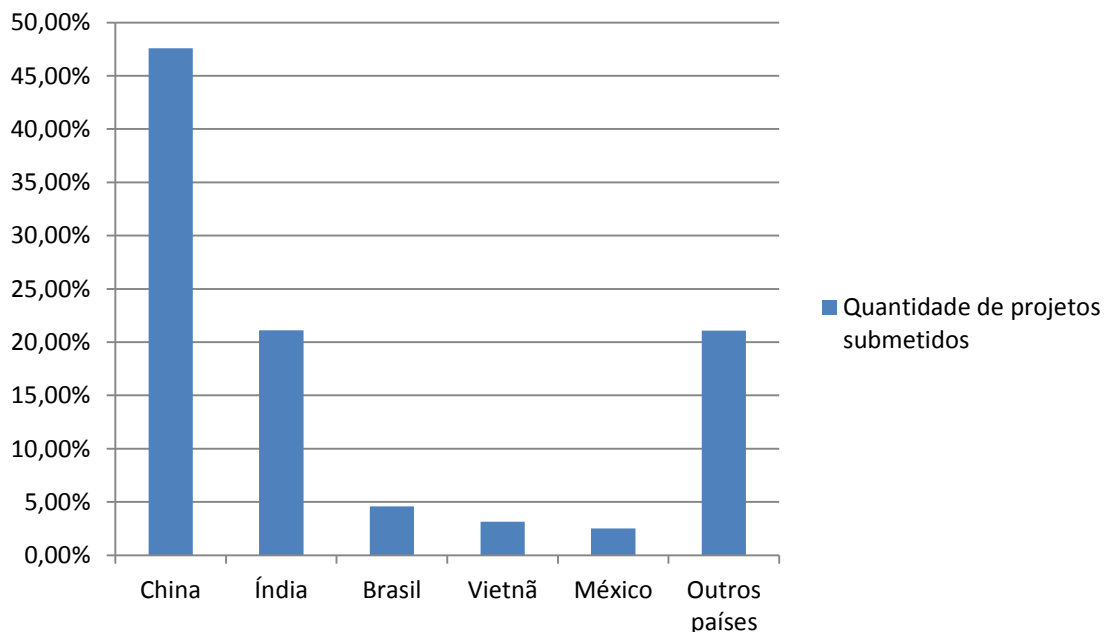
Fonte: COLUNA & ALBUQUERQUE, 2018.

A evolução das estimativas é contínua e crescente, deve-se, além do crescimento populacional, à falta de destinação ambientalmente correta dos resíduos e o baixo aproveitamento do lixo. Porém, há um número crescente de aterros sanitários, apesar de ser ambientalmente mais correto que o descarte em lixões, esse descarte permite uma maior emissão de Metano (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2016).

#### 4.2 Dados do Mercado de Carbono do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

Até a data do presente trabalho, o site oficial do MDL da UNFCCC indicava a existência de 8.148 projetos em todo o mundo. Destes, 7.805 constavam como aprovados, 279 rejeitados e 64 retirados<sup>31</sup>. No Brasil, há 373 projetos submetidos, sendo 32 rejeitados e 4 retirados.

**Gráfico 14 - Ranking de atividades de projetos de MDL submetidos ao Conselho Executivo.**



Fonte: UNFCCC, 2019. Elaboração própria.

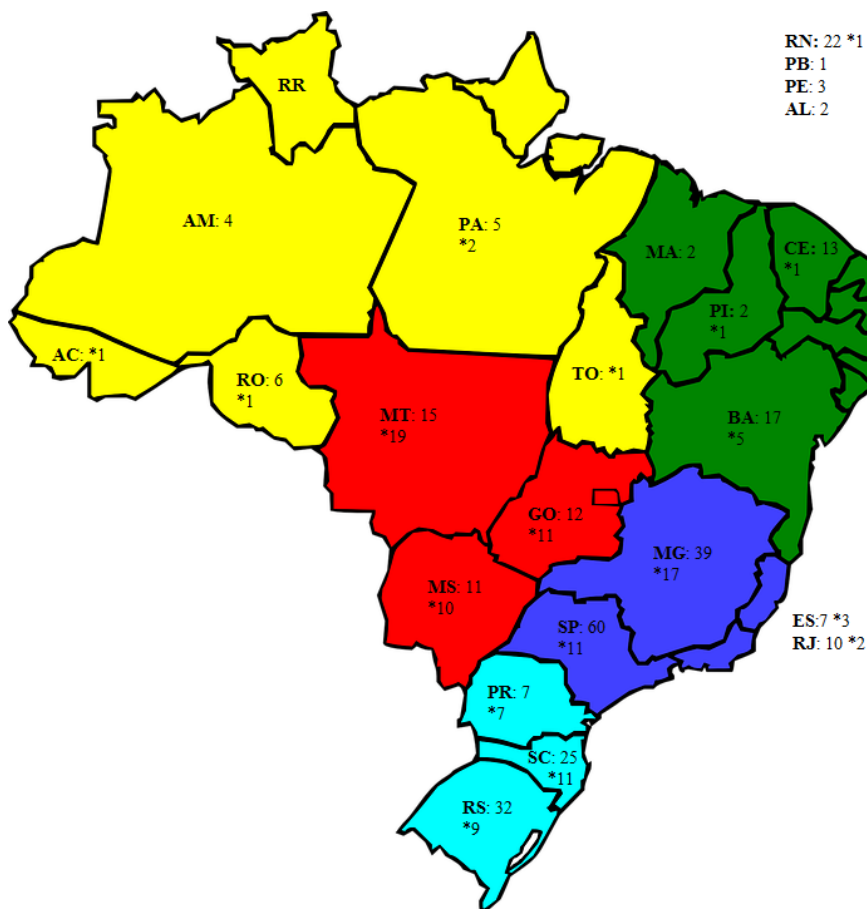
<sup>31</sup> Projetos retirados são a partir de pedidos voluntários dos participantes do projeto.

Quanto ao cenário mundial, o Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking de atividades com 4,578%, ficando atrás da China com 47,57%, sendo 3876 projetos, e da Índia com 21,12%, sendo 1745 projetos, conforme o Gráfico 14 demonstra.

#### 4.2.1 Dados do Mercado de Carbono do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil

No Brasil há 373 projetos submetidos no site oficial do mecanismo da UNFCCC, destes 32 são projetos rejeitados e 4 foram retirados. Portanto, há 337 projetos registrados<sup>32</sup>. Na descrição dos dados é apresentado o país anfitrião, onde é executado fisicamente o projeto, e se há e quais são as outras partes envolvidas, que seriam os países do Anexo I, buscando cumprir as metas ratificadas pelo Protocolo de Quioto.

**Figura 3 - Distribuição dos projetos por estados brasileiros.**



Fonte: Pixabay (2019). Modificado pelo pesquisador.

<sup>32</sup> Ou aprovados pelo Conselho Executivo do MDL.

A Figura 3 demonstra a distribuição dos projetos por estados, discriminando-os com participação restrita a um estado, e há também, os projetos com participação de dois ou mais estados, número graficamente antecedido por asterisco. Portanto, a figura mostra a quantidade de participações em projetos por estado.

Destes projetos, 129 são registrados sem a outra parte, ou seja, somente com iniciativa e recursos nacionais, fazendo parte do mercado voluntário de carbono. E, 208 são registrados com outras partes envolvidas, ou seja, recebendo recursos oriundos do exterior.

Sendo estes o objetivo do trabalho, será observado, a seguir, o tipo de escopo e projetos predominantes em cada estado da Região Nordeste, além das reduções de CO<sub>2</sub>e dos projetos de MDL Regulado. Todos os dados foram extraídos da base de dados da UNFCCC.

#### 4.2.1.1 Região Nordeste

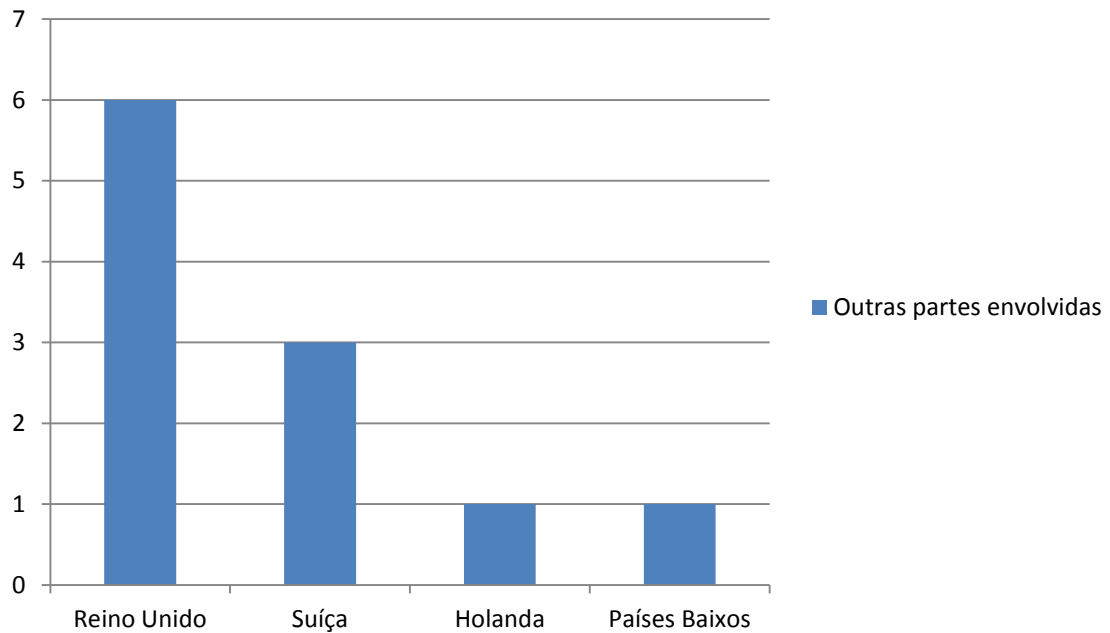
Neste tópico serão observados apenas projetos com outras partes restritos a Região Nordeste. Totalizando um total de 28 projetos, serão apresentados por estados desta região e classificados conforme o escopo e tipo de atividade definidas pela UNFCCC.

##### 4.2.1.1.1 Rio Grande do Norte

O estado é anfitrião de 11 projetos com outras partes envolvidas. Cem por cento destes são classificados em Geração de Energia (renovável e não renovável) ou escopo 1. Além disto, uma peculiaridade é que, também, 100% tem o tipo do projeto em comum, a geração de energia eólica.

O período de crédito destes são de sete anos, podendo ser renovado no máximo duas vezes. O total mitigado anualmente por este onze projetos são de 897 976 tCO<sub>2</sub>e, totalizando 6 285 832 tCO<sub>2</sub>e mitigados durante dos sete anos destes onze projetos, sem levar em conta a renovação destes.

**Gráfico 15 - Outras partes envolvidas nos projetos, investidores externos, no Rio Grande do Norte.**



Fonte: UNFCCC, 2019. Elaboração própria.

As outras partes envolvidas que investem no estado são a Suíça, Holanda, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, Países Baixos. Sendo o número dos projetos demonstrados no Gráfico 15.

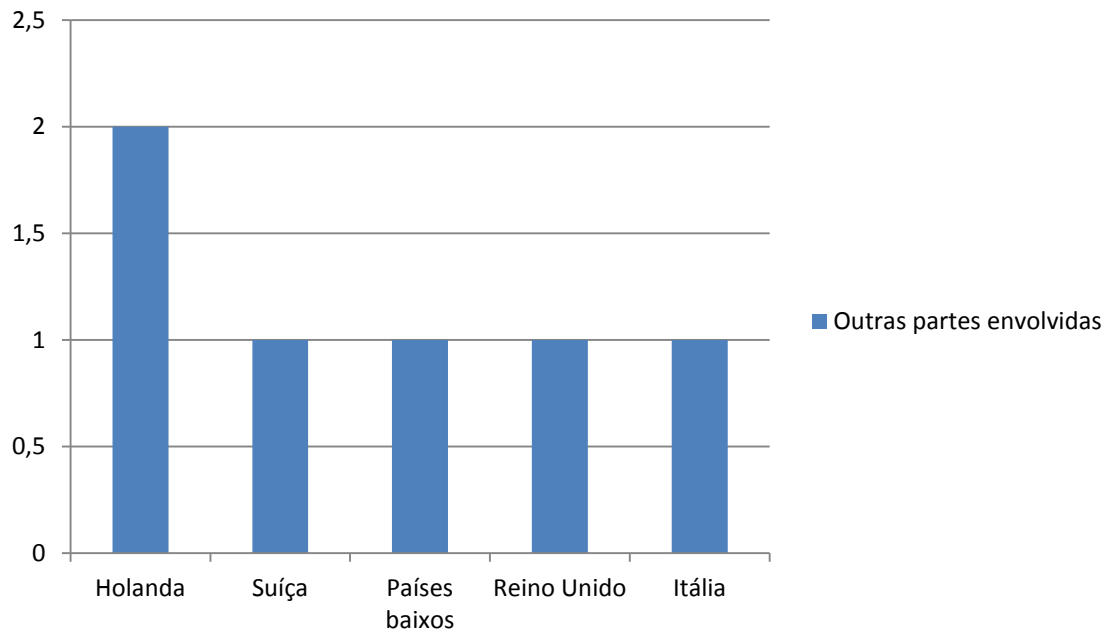
#### 4.2.1.1.2 Ceará

Apesar do Estado ter outros projetos classificados em outros escopos, os 6 projetos com outras partes envolvidas são do escopo 1 ou Geração de Energia (renovável ou não renovável) e o tipo de projeto são 100% de geração de energia eólica, assim como no estado do Rio Grande do Norte.

O total mitigado anualmente por este estado anfitrião é de 368 371 tCO<sub>2</sub>e, e todos com o período de crédito de sete anos equivale a 2 578 597 tCO<sub>2</sub>e, sem considerar a renovação destes.



**Gráfico 16 - Outras partes envolvidas nos projetos, investidores externos, no Ceará.**



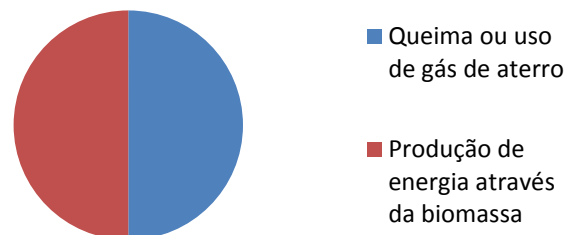
Fonte: UNFCCC, 2019. Elaboração própria.

As outras partes envolvidas que investem são Suíça, Holanda, Países Baixos, Reino Unido e Itália. A participação destes é apresentada no Gráfico 18.

#### 4.2.1.1.3 Pernambuco

O estado apresenta apenas dois projetos com outras partes envolvidas, e ambas são de escopos distintos, demonstrado no Gráfico 19.

**Gráfico 17 - Projetos de MDL Regulado em Pernambuco.**



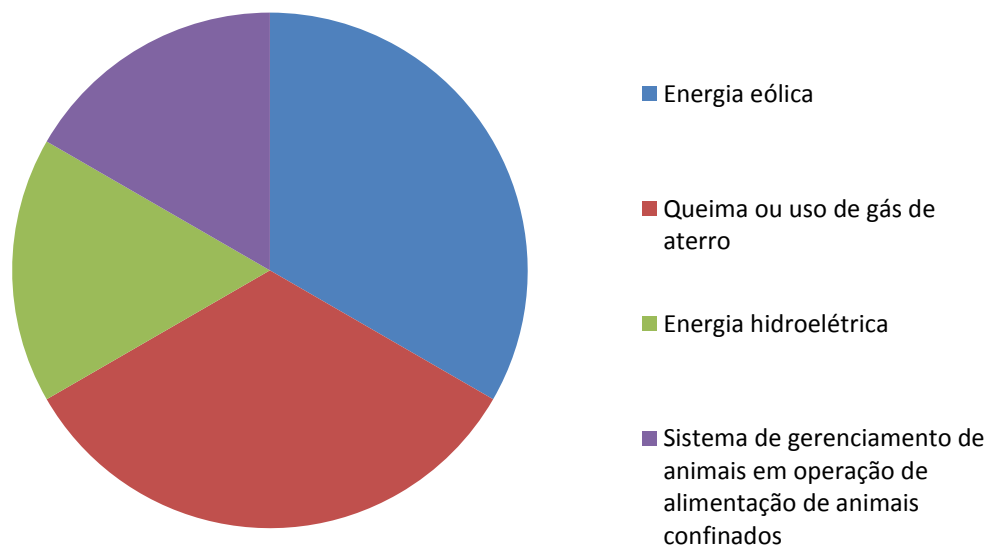
Fonte: UNFCCC, 2019. Elaboração própria.

Um é classificado como Gestão e Tratamento de Resíduos, ou escopo 13. O tipo do projeto envolve aterro sanitário e a atividade, segundo a metodologia aplicada, é o uso ou a queima de gás de aterro. Tendo como investimentos estrangeiros a Espanha, Suécia, Noruega e Alemanha e mitigando anualmente 155 112 tCO<sub>2</sub>e, por um prazo de sete anos, podendo ser prorrogado. E o segundo é classificado na Geração de Energia (renovável ou não renovável) ou escopo 1, sendo a tipo de projeto a geração de energia a partir da biomassa. Mitigando anualmente 2 082 tCO<sub>2</sub>e, podendo também ser prorrogado. O projeto tem como outra parte envolvida a Suíça.

#### 4.2.1.1.4 Bahia

O estado anfitrião possui seis projetos e de tipos diversificados.

**Gráfico 18 - Projetos de MDL Regulado na Bahia.**



Fonte: UNFCCC. Elaboração própria.

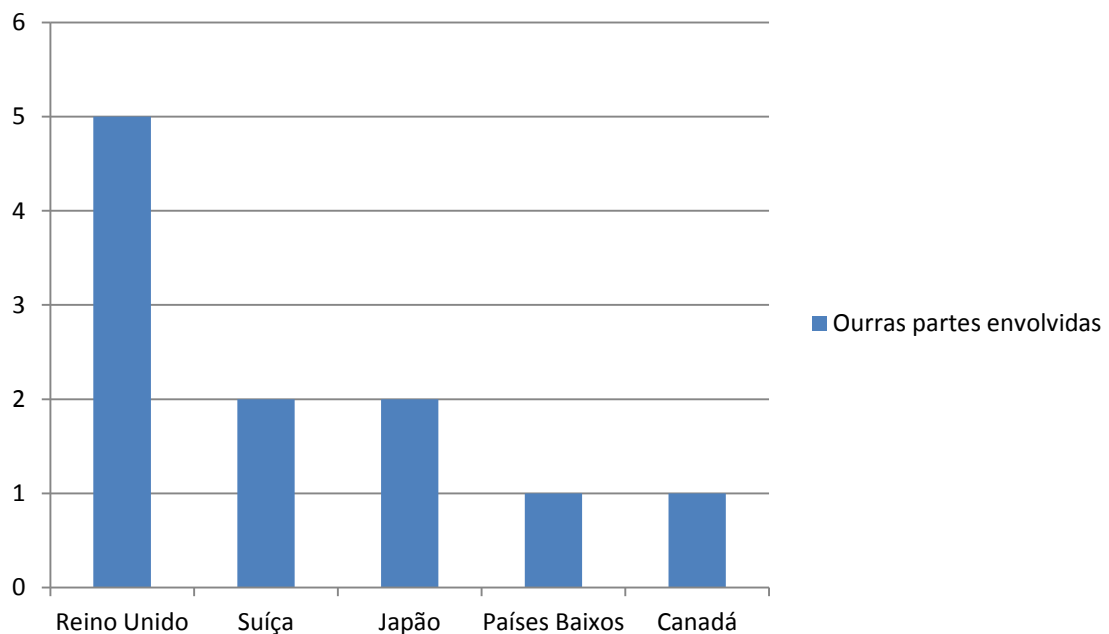
Três projetos são classificados no escopo 1, Geração de Energia (renovável ou não renovável), sendo dois para geração de energia eólica e um para energia hidroelétrica. O total mitigado nestas três atividades anualmente é de 163 415 tCO<sub>2</sub>e.

Dois projetos são classificados em Gestão de tratamento de resíduos, escopo 13 e o tipo de projeto é de queima ou coleta de gás de aterro. Mitigando um total anual de 735 218 tCO<sub>2</sub>e. Esses tipos de projetos que ocorre a mitigação ou evita a emissão de Metano apresenta

um elevado número por casa do seu potencial de aquecimento em relação ao CO<sub>2</sub>, observa-se esse aumento quando é convertido para unidade de medida de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e).

Os projetos podem estar relacionados a mais de um escopo, um dos projetos deste estado está correlacionado com os escopos 13 e 15, e a atividade é a mitigação de gases de efeito estufa a partir de sistemas de gerenciamento de animais em operação de alimentação de animais confinados, estimando uma redução da emissão de 13 835 tCO<sub>2</sub>e.

**Gráfico 19- Outras partes envolvidas nos projetos, investidores externos, na Bahia.**



Fonte: UNFCCC, 2019. Elaboração própria.

As partes estrangeiras que investiram neste estado são demonstradas no Gráfico 21 pelo número de participações dos países, sendo em algumas financiadas por dois ou mais países.

#### 4.2.1.1.5 Paraíba

Este estado é anfitrião de apenas um projeto. Sendo este classificado em Gestão e tratamento de resíduos, escopo 13, e o tipo de atividade é de queima ou uso de gás de aterro. Tendo uma mitigação anual de 192 587 tCO<sub>2</sub>e e como outra parte estrangeira o Reino Unido, financiando o projeto.

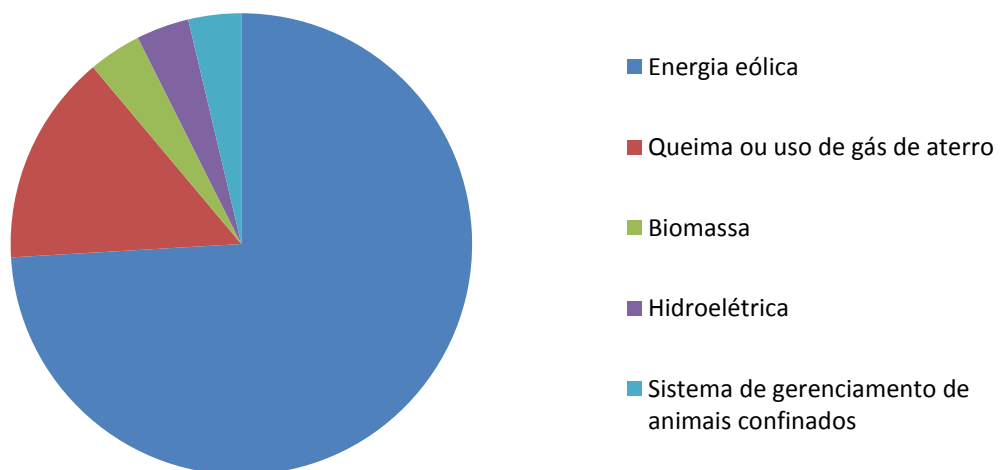
#### 4.2.1.1.6 Piauí

O estado é anfitrião de apenas um projeto. A classificação deste é Geração de energia (renovável ou não renovável), escopo 1, e o tipo de projeto é a geração de energia eólica. Estimando a mitigação de 133 800 tCO<sub>2</sub>e e tendo como investidor estrangeiro a Suíça.

Maranhão e Alagoas apresentam alguns projetos, porém não há outras partes envolvidas. Logo, não se enquadra nos projetos de MDL para o mercado regulado.

Ainda há um projeto que correlaciona dois estados diferentes, Ceará e Piauí, classificado em Geração de energia (renovável ou não renovável), e o tipo é a geração de energia eólica. Reduzindo anualmente um total de 125 926 tCO<sub>2</sub>e, e tendo como outra parte envolvida a Itália.

**Gráfico 20 - Distribuição dos projetos na Região Nordeste.**



Fonte: UNFCCC, 2019. Elaboração própria.

Portanto, observa-se que a distribuição dos projetos pelo Nordeste em 74% são projetos voltados para geração de energia eólica, 14,8% em queima ou uso de gás de aterro e aproximadamente 3,7% são de biomassa, e a mesma porcentagem se aplica também a geração de energia hidroelétrica e o sistema de gerenciamento de animais confinados, apresentado no Gráfico 24.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Protocolo de Quioto surgiu objetivando reverter à tendência de aumento de emissão de gases de efeito estufa e, propiciar um desenvolvimento menos agressivo ao meio ambiente aos países em desenvolvimento. Para diminuir ou remover as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs) o protocolo instaurou três mecanismos de flexibilização: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), sendo que apenas neste último é possível a atuação de países em desenvolvimento que ratificaram o protocolo, como o Brasil.

O MDL é baseado em projetos. Com o registro e monitoramento destes são emitidas as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), que são comercializadas, cada RCE corresponde a uma tonelada de carbono equivalente que deixou de ser emitido ou foi mitigado da atmosfera. A lógica por trás disto, é que os gases são transfronteiriços, portanto trata-se de um tema de relevância social, e essa mitigação ocorrendo em qualquer lugar do planeta é benéfica como um todo.

Este trabalho evidenciou a estimativa das emissões de GEEs no Brasil e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), especificando os projetos com outras partes envolvidas, caracterizando-os como Mercado Regulado, com foco na Região Nordeste do país, observando como a região está absorvendo esses projetos. A partir deste, é possível observar como se vem estruturando os projetos na região. O tema foi pensado a partir da constatação da necessidade de se ter uma literatura mais esclarecedora e explicativa da temática, e também por sua relevância da esfera econômica, social e ambiental.

A Região Nordeste é anfitriã de 28 projetos do Mercado Regulado de Carbono, e conforme supracitado, 21 destes são para geração de energia eólica. A queima e o uso de gás de aterro são responsáveis por 4 projetos na região. Biomassa, Hidroelétrica e Sistema de Gerenciamento de Animais Confinados, incumbidos de 1 projeto cada.

O grande volume de projetos no Nordeste classificados no escopo 1 – Geração de Energia (renovável ou não renovável) abre espaço para visualizar o potencial energético renovável da região, principalmente geração de energia eólica no litoral que corresponde a 74% dos projetos.

A mudança da matriz energética é uma preocupação mundial por grande parte ser oriunda de combustíveis fósseis e apesar de grande parte da eletricidade gerada no Brasil ser proveniente da força da água, abrir o caminho para soluções com menos impactos ambientais

é significativo para alcançar o desenvolvimento sem agredir tanto o meio ambiente. Alterando, enfim, o percurso da curva de Kuznets, onde a preocupação ambiental só vem depois de determinado nível de crescimento.

Constatou-se que o maior percentual de emissões de GEEs é oriundo de atividades agropecuárias, demonstrados por atividades econômicas em agricultura e em grande parte do setor de mudança do uso de terra. Sendo esta, agropecuária, uma das principais responsáveis pelas exportações brasileiras, e também das principais emissões. Seria proveitoso atacar esses gargalos com vista a diminuir estas estimativas e alcançar também as metas voluntárias.

É oportuno observar que a região com mais projetos é o sudeste, identificar os motivos das discrepâncias como falta de incentivos governamentais ou de conhecimento sobre o assunto, é interessante para poder entender as causas desse hiato.

Infere-se que o mercado é pequeno, bem abaixo do potencial, apesar do Brasil ser o terceiro maior elaborador de projetos do mundo. E a Região Nordeste atrai mais projetos que os classifique como melhor região para tal, como o caso da energia eólica. Os outros tipos de projetos, apesar de ocuparem uma parte pequena do total, servem de modelo de iniciativa para outras localidades da região, em busca do desenvolvimento sustentável. Até porque problemas como os lixões, que seriam menos agressivos com aterros sanitários, é a realidade de muitos municípios do país devido ao custo de implantação de aterro, o financiamento deste, além de amparar as questões do cunho ambiental, atenderia um problema de saúde pública.

Considerando que a substituição dos combustíveis fósseis por energia limpa é uma preocupação cada vez mais recorrente no cenário global, a perspectiva do aumento desse tipo de projeto, com a geração de energia renovável (energia eólica) com um litoral tão vasto e propício para esse tipo de atividade, é um caminho presumível.

Dada tamanha a importância da temática, sugere-se para trabalhos futuros o aprofundamento sobre o mercado voluntário de MDL e seus principais tipos de atividades, tanto no Nordeste como em outras regiões do país. Apesar das dificuldades de obtenção de dados, é oportuno reiterar que o mapeamento das transações econômicas sobre o mercado regulado e voluntário proporciona maior compreensão desse mercado, perspectivas e volume injetado na economia para promoção do desenvolvimento sustentável, tanto de recursos estrangeiros como de recursos nacionais, qual está predominando no mercado?

Seria pertinente observar a relação de emissões de gases de efeito estufa por estado ou região, se tem correlação com a renda per capita e principais atividades econômicas.

## REFERÊNCIAS

ARRAES, Ronaldo A.; DINIZ, Marcelo B.; DINIZ, Márcia J. T.. **Curva ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável**. Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília, v. 44, n. 3, p. 525-547, Sept. 2006.

ARROW, K. et al. **Economic Growth, Carrying Capacity and the Environment**. Science, v.268, p.520-521, 1995.

**SEEG Brasil**. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/o-que-e-o-seeg/>>. Acesso em: 26 mai. 2018.

BIGARANI, Fernando Ártico. et al. **Curva de Kuznets Ambiental: Análise das variáveis renda e dióxido de carbono para Europa e África**. Revista Espacios, vol. 37, p. 5, 2016.

BRANDÃO JÚNIOR, Amintas et al. **Emissões do Setor de Mudança de Uso da Terra**. Brasil: SEEG, 2018. 1-56 p. Disponível em: <[http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/05/relatorios\\_SEEG\\_2018\\_-\\_MUT\\_Final\\_v1\\_.pdf](http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/05/relatorios_SEEG_2018_-_MUT_Final_v1_.pdf)>. Acesso em: 31 mai. 2018.

\_\_\_\_\_. **Nota Metodológica - Setor Mudança de Uso do Solo e Florestas**. Brasil: SEEG, 2017. 1-32 p. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/10/Nota-Metodologica-SEEG-5-MUT-2017.10.24.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2018.

BRASIL. **Decreto n. 7.390**, de 09 de dez. de 2010. st. st. Brasília, p. sn-sn, dez. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm)>. Acesso em: 18 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 6938**, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 20 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n° 10406**, de 10 de janeiro de 2002. . **Código Civil**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/2002/110406.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/110406.htm)>. Acesso em: 01 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 12.187**, de 29 de dez. de 2009. Política Nacional de Mudança do Clima. st. Brasília, p. sn-ns, dez. 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm)>. Acesso em: 18 nov. 2018.

CANDEO, Anelise Aparecida. **A crise econômico-financeira e o mercado de Crédito de carbono**. 2014. 50 p. Monografia (Ciências Econômicas) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2014. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/37634/MONOGRAFIA10-2014-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

CÂNEPA, Eugenio Miguel. Economia da poluição. In: MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da. **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2003. p. 61-80.

CARRERA-FERNANDEZ, José. **Curso Básico de Microeconomia**. Salvador, BA: UFBA, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ufba/189/1/Curso%20basico%20de%20microeconomia.pdf>>. Acesso em: 6 fev. 2019.

CÉSAR, Rogério. **A economia e o meio ambiente**. 2008. 23 slides. Nivelamento do PRODEMA: Macroeconomia. 2008.

COLUNA, Iris; ALBUQUERQUE, Igor Reis de. **Nota Metodológica Setor de Resíduos**. [S.l.]: SEEG, 2018. 46 p. Disponível em: <[http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/11/SEEG\\_VI\\_Nota-Metodologica\\_RESIDUOS\\_2019.11.17.pdf](http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/11/SEEG_VI_Nota-Metodologica_RESIDUOS_2019.11.17.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2019.

CORREIA, Alexandre L.; YAMASOE, Marcia A. **Forçante radiativa natural e antrópica**. São Paulo: Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2011. 276-319 p. Disponível em: <[http://plutao.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/plutao/2012/06.21.19.10/doc/P%C3%A1ginas%20139\\_160%20de%20PBMCM-VOLUME1-RAN1.pdf?metadatarpository=&mirror=dpi.inpe.br/plutao@80/2008/08.19.15.01.21](http://plutao.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/plutao/2012/06.21.19.10/doc/P%C3%A1ginas%20139_160%20de%20PBMCM-VOLUME1-RAN1.pdf?metadatarpository=&mirror=dpi.inpe.br/plutao@80/2008/08.19.15.01.21)>. Acesso em: 26 mai. 2018.

COSTA, HirdanKatarina de Medeiros; SANTOS, Edmilson Moutinho dos. **Justiça e sustentabilidade: a destinação dos royalties de petróleo**. 2013. 143-160 p. Artigo (Doutorado no programa de pós-graduação de energia)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v27n77/v27n77a11.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

EASTERLIN, Richard A. **Explaininghappiness**. PNAS. 2003. Disponível em <<https://doi.org/10.1073/pnas.1633144100>>. Acessado em 18 de mai. 2018.

FERREIRA, André Luís et al. **Nota Metodológica Processos Industriais e Uso de Produtos**. [S.l.]: SEEG, 2018. 70 p. Disponível em: <[http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/11/SEEG\\_VI\\_NotaMetodologica\\_-PIUP\\_2018.11.14.pdf](http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/11/SEEG_VI_NotaMetodologica_-PIUP_2018.11.14.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2019.

GARÓFALO, Gílson de Lima. Considerações sobre a microeconomia. In: PINHO, Diva Benevides; VASCONCELLOS, Marco A. Sandoval de. **Manual de economia: equipe de professores da USP**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 1998.

KUZNETS, Simon. **Economic Growth and Income Inequality**. *American Economic Review*, v.45, p.1-28. 1995.

LECOCQ, Franck; CAPOOR, Karan. **State and Trends of the Carbon Market**. Washington DC: World Bank, 2005. 39 p. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/13411/332360CarbonMarketStudy2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5º. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003. 311 p. Disponível em: <[https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy\\_of\\_historia-i/historia-ii/china-e-india](https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india)>. Acesso em: 27 nov. 2018.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Taxa de desmatamento na Amazônia cai 25%**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/4264-taxa-de-desmatamento-na-amazonia-cai-25>>. Acesso em: 29 jan. 2019.

MOTTA, Ronaldo Serroa Da. **A regulação das emissões de gases de efeito estufa no brasil**. Brasília: Ipea, 2010. 23 p. Disponível em: <[http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1492.pdf](http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1492.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2018.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Emissão por resíduos tem recorde em 2014**. [S. l.], 2016. Disponível em: <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/emissao-de-gee-do-setor-de-residuos-atinge-seu-maior-nivel-em-2014-e-consolida-trajetoria-de-crescimento/>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

PAULO, Vicente, & ALEXANDRINO, Marcelo. **Direiro Constitucional Descomplicado**. Rio de Janeiro: Editora Método. 2015.

PIATTO, Marina; COSTA JÚNIOR, Ciniro; SILVEIRA, Natali Vilas Boas. **Nota Metodológica - Setor Agropecuário**. Brasil: SEEG, 2017. 1-8 p. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/10/Nota-Metodologica-SEEG-5-Agropecuaria-2017-10-20.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. 6ª. ed. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2005.

PORTUGAL JÚNIOR. Pedro dos Santos; PORTUGAL, Nilton dos Santos. **Microeconomia e meio ambiente: análise de Fundamentos microeconômicos inerentes à gestão ambiental nas organizações**. UNIS, MG. Acesso em: 25 abr. 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas de Pesquisa e Trabalho Acadêmico**. 2ª. ed. Rio Grande do Sul: Universidade Feevale, 2013. 276 p. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ecológica: escala sustentável e lei da entropia. In: \_\_\_\_\_. **Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica**. São Paulo, 2012. p. 78-82. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v26n74/a06v26n74.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2018.

\_\_\_\_\_. Introdução: Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da (Org.). **Economia do Meio Ambiente**. 6º. ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2003. p. 1-29.

SILVA, Maria Amélia Rodrigues da. Economia dos recursos naturais. In: MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da. **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2003. cap. 1, p. 33-60.

SILVA, Pedro José da; PIRES, Maria Aparecida Faustino. **A conversão dos gases de efeito estufa em créditos de carbono, e a sua negociação**. São Paulo: USP, 2007. 7 p. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/2007/eventos/13865.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2018.

UNFCCC. **CDM METHODOLOGY BOOKLET**. Alemanha: UNFCCC, 2017. Disponível em: [https://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/1803/CDM-Methodology-Booklet\\_fullversion\\_04.pdf](https://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/1803/CDM-Methodology-Booklet_fullversion_04.pdf). Acesso em: 26 jan. 2019.

\_\_\_\_\_, Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre a Mudança de Clima. **Emissions Trading**. Disponível em: <<https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms/emissions-trading>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

\_\_\_\_\_, Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre a Mudança de Clima. **Joint implementation**. Disponível em: <<https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms/joint-implementation>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

\_\_\_\_\_, Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre a Mudança de Clima. **Mechanisms under the Kyoto Protocol**. Disponível em: <<https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **Rules**. [S. l.], 2019. Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/EB/rules/modproced.html>. Acesso em: 29 jan. 2019.

VARIAN, Hal R. **Microeconomia: conceitos básicos**. 7<sup>o</sup> ed. ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2006.

VASCONCELLOS, Marco Antônio Sandoval de. **Economia: Micro e Macro**. 3<sup>o</sup>. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.

\_\_\_\_\_, Marco Antônio Sandoval de. **ECONOMIA MICRO e MACRO**. [S. l.]: Editora Atlas, 2008. Disponível em: <<https://profwalfredoferreira.files.wordpress.com/2014/02/economia-micro-e-macro-marco-antonio-sandoval-de-vasconcellos.pdf>>. Acesso em: 6 fev. 2019.

MALONEY, M. T., & YANDLE, B. (1980). **Cleaner Air at Lower Cost: BUBBLES AND EFFICIENCY**. *AEI JOURNAL ON GOVERNMENT AND SOCIETY*, p. 49-52. Disponível em: <<https://object.cato.org/sites/cato.org/files/serials/files/regulation/1980/5/v4n3-7.pdf>>. Acesso em: 15 de jul. 2018.

**ANEXO A – Tabelas****Tabela 5a - Estimativa das emissões do setor Mudança de Uso da Terra de 2000 a 2016.**

Categoria	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Alterações de Uso do Solo	1.606.280.321	1.536.303.771	1.743.080.450	2.539.892.001	2.726.354.325	1.920.962.731	1.489.761.359	1.240.582.225	1.429.181.052
Calagem	8.717.368	7.954.144	9.806.016	11.643.676	11.580.712	7.474.412	7.413.912	9.750.708	10.548.120
Remoção em Áreas Protegidas	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Remoção por Floresta Secundaria	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Remoção por Mudança de Uso da Terra	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Remoção por Vegetação Secundária	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Remoções de Áreas Protegidas	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Resíduos Florestais	109.620.963	100.760.703	110.376.672	157.476.100	165.986.468	121.198.131	100.141.957	84.793.219	101.560.044
Total	1.724.618.652	1.645.018.618	1.863.263.138	2.709.011.777	2.903.921.505	2.049.635.274	1.597.317.228	1.335.126.152	1.541.289.216

Fonte: SEEG, 2019. Elaboração própria.

**Tabela 5b - Estimativa das emissões do setor Mudança de Uso da Terra de 2000 a 2016.**

Categoria	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Alterações de Uso do Solo	931.569.561	930.744.026	909.272.478	881.686.955	962.885.189	850.489.824	811.552.300	931.778.565	23.442.377.133
Calagem	8.394.584	9.640.620	12.915.276	14.962.640	14.727.240	15.556.842	13.474.341	14.616.247	189.176.858
Remoção em Áreas Protegidas	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Remoção por Floresta Secundaria	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Remoção por Mudança de Uso da Terra	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Remoção por Vegetação Secundária	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Remoções de Áreas Protegidas	--	--	--	--	--	--	--	--	0
Resíduos Florestais	75.294.463	73.775.334	78.010.652	87.727.659	86.550.584	74.810.136	61.426.827	63.922.730	1.653.432.642
Total	1.015.258.608	1.014.159.980	1.000.198.406	984.377.254	1.064.163.013	940.856.802	886.453.468	1.010.317.542	25.284.986.633

Fonte: SEEG, 2019. Elaboração própria.

**Tabela 6a - Estimativa das emissões do setor Agropecuária de 2000 a 2016.**

Categoria	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Cultivo do Arroz	12.419.256	11.977.723	12.541.053	12.226.388	13.251.609	12.903.010	12.275.877	11.860.001	13.278.220
Fermentação Entérica	261.785.954	271.972.039	281.403.916	296.098.913	309.381.392	313.985.210	312.536.065	296.041.299	300.447.751
Manejo de Dejetos Animais	16.395.848	17.076.802	16.993.286	17.614.989	18.211.399	18.612.331	18.691.752	19.237.588	19.887.687
Queima de Resíduos Agrícolas	3.659.945	3.907.230	4.155.741	4.590.710	4.746.137	4.752.956	5.111.124	5.328.875	6.120.208
Solos Agrícolas	91.169.839	93.914.627	97.965.200	105.775.332	109.036.813	109.974.189	110.970.654	113.960.564	114.424.281
Total	385.430.842	398.848.421	413.059.196	436.306.332	454.627.350	460.227.696	459.585.472	446.428.327	454.158.147

Fonte: SEEG, 2019. Elaboração própria.

**Tabela 6b - Estimativa das emissões do setor Agropecuária de 2000 a 2016.**

Categoria	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Cultivo do Arroz	13.607.781	12.998.090	14.210.827	12.710.964	12.993.294	13.358.585	13.441.452	12.743.408	218.797.538
Fermentação Entérica	305.423.534	312.423.503	317.242.271	314.445.318	315.219.224	316.186.387	319.940.231	323.621.526	5.168.154.533
Manejo de Dejetos Animais	20.476.700	20.943.975	21.316.123	21.052.111	20.832.088	21.351.277	21.723.772	21.877.691	332.295.419
Queima de Resíduos Agrícolas	6.226.499	6.461.115	6.124.212	5.731.585	5.426.558	5.365.565	5.309.584	5.345.136	88.363.180
Solos Agrícolas	115.857.570	120.589.536	126.503.845	125.610.908	129.258.590	131.744.197	130.678.450	136.086.383	1.963.520.978
Total	461.592.084	473.416.219	485.397.278	479.550.886	483.729.754	488.006.011	491.093.489	499.674.144	7.771.131.648

Fonte: SEEG, 2019. Elaboração própria.

**Tabela 7a - Estimativa das emissões do setor Energia de 2000 a 2016.**

Categoria	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Emissões Fugitivas	14.098.140	15.647.518	14.940.290	14.250.002	14.616.127	19.707.351	17.664.471	18.247.578	19.093.702
Emissões pela Queima de Combustíveis	275.256.044	283.359.650	282.147.277	275.406.674	291.034.418	297.268.731	302.999.445	315.784.954	335.002.788
Total	289.354.184	299.007.168	297.087.567	289.656.676	305.650.545	316.976.082	320.663.916	334.032.532	354.096.490

Fonte: SEEG, 2019. Elaboração própria.

**Tabela 7b- Estimativa das emissões do setor Energia de 2000 a 2016.**

Categoria	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Emissões Fugitivas	25.230.348	20.335.918	18.757.559	20.022.822	23.702.021	24.959.240	25.147.894	24.503.118	330.924.099
Emissões pela Queima de Combustíveis	316.882.946	352.815.228	367.910.279	400.988.720	431.767.790	456.334.189	432.027.269	399.434.411	5.816.420.813
Total	342.113.294	373.151.146	386.667.838	421.011.542	455.469.811	481.293.429	457.175.163	423.937.529	6.147.344.912

Fonte: SEEG, 2019. Elaboração própria.

**Tabela 8a - Estimativa das emissões do setor Processos industriais de 2000 a 2016.**

<b>Categoria</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Emissões de HFCs	2.280.480	3.671.435	3.776.093	4.273.840	4.513.182	6.131.755	6.379.899	9.625.088
Indústria Química	8.150.175	6.860.241	8.116.680	7.903.477	10.127.091	9.266.089	9.941.666	4.187.603
Produtos Minerais	21.385.654	20.385.805	19.624.094	18.457.182	19.086.485	20.067.750	21.255.141	23.296.564
Produção de Metais	41.707.365	40.239.399	43.362.399	45.338.087	46.787.787	44.371.651	42.631.244	46.455.247
Uso Não-Energético de Combustíveis e Uso de Solventes	492.031	442.881	554.002	489.894	502.715	513.058	450.360	547.594
Uso de SF6	117.500	119.850	124.550	131.600	141.000	143.350	150.400	155.100
<b>Total</b>	<b>74.133.205</b>	<b>71.719.611</b>	<b>75.557.818</b>	<b>76.594.080</b>	<b>81.158.260</b>	<b>80.493.653</b>	<b>80.808.710</b>	<b>84.267.196</b>

Fonte: SEEG, 2019. Elaboração própria.

**Tabela 8b - Estimativa das emissões do setor Processos industriais de 2000 a 2016.**

<b>Categoria</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Emissões de HFCs	9.416.223	13.047.168	11.774.321	12.676.516	13.578.710	14.480.904	15.383.099	16.285.293
Indústria Química	3.332.303	3.562.688	3.814.169	3.520.976	3.564.180	3.734.172	3.734.172	3.734.172
Produtos Minerais	24.512.035	27.746.514	29.921.934	31.751.101	32.310.998	32.579.669	30.543.442	27.732.121
Produção de Metais	38.169.779	50.354.922	53.381.027	52.044.757	50.571.254	50.932.484	51.139.548	47.014.295
Uso Não-Energético de Combustíveis e Uso de Solventes	540.646	663.289	743.652	679.255	768.802	664.524	638.140	641.767
Uso de SF6	166.850	173.900	182.829	189.174	195.519	201.865	208.210	214.554
<b>Total</b>	<b>76.137.836</b>	<b>95.548.481</b>	<b>99.817.932</b>	<b>100.861.779</b>	<b>100.989.463</b>	<b>102.593.618</b>	<b>101.646.611</b>	<b>95.622.202</b>

Fonte: SEEG, 2019. Elaboração própria.

**Tabela 9a - Estimativa das emissões do setor Resíduos de 2000 a 2016.**

Categoria	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Emissões pela Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos	27.043.915	28.781.068	30.508.823	32.196.805	33.103.628	34.445.259	35.952.486	36.090.588	35.899.023
Emissões pela Tratamento de Resíduos por Incineração	134.663	140.226	145.405	173.089	178.485	183.147	187.810	204.149	215.485
Emissões pelo Tratamento de Efluentes Líquidos	19.988.812	20.416.259	21.902.746	23.349.771	25.116.935	26.777.785	28.136.010	30.441.352	32.688.697
Total	47.167.390	49.337.553	52.556.974	55.719.665	58.399.048	61.406.191	64.276.306	66.736.089	68.803.205

Fonte: SEEG, 2019. Elaboração própria.

**Tabela 9b – Estimativa das emissões do setor Resíduos de 2000 a 2016.**

Categoria	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Emissões pela Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos	36.486.069	38.268.152	39.928.493	41.422.031	42.820.071	44.121.194	45.294.831	46.310.869	628.673.305
Emissões pela Tratamento de Resíduos por Incineração	226.820	238.155	240.163	239.614	252.248	264.451	269.624	268.963	3.562.497
Emissões pelo Tratamento de Efluentes Líquidos	34.958.614	36.789.018	38.724.982	38.605.742	40.587.158	41.857.261	42.073.655	42.685.567	545.100.364
Total	71.671.503	75.295.325	78.893.638	80.267.387	83.659.477	86.242.906	87.638.110	89.265.399	652.933.745

Fonte: SEEG, 2019. Elaboração própria.