



Universidade de Brasília  
Departamento de Geociências  
IB, IG, IQ, CDS e ECO/FACE  
Curso de Graduação em Ciências Ambientais

Larissa Christina Lopes Lima

**TRAJETÓRIA DAS ESTRATÉGIAS BRASILEIRAS PARA ALCANÇAR AS METAS  
ESTABELECIDAS NA COP 21**

Monografia

Brasília  
2016

Larissa Christina Lopes Lima

**TRAJETÓRIA DAS ESTRATÉGIAS BRASILEIRAS PARA ALCANÇAR AS METAS  
ESTABELECIDAS NA COP 21**

Monografia apresentada ao Programa de Pósgraduação em Ciências Ambientais, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do diploma da pós-graduação em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira

Brasília

2016

**Larissa Christina Lopes Lima**  
Prof. Orientador: Jorge Madeira Nogueira

BANCA EXAMINADORA

---

**Prof. Jorge Madeira Nogueira**  
Orientador

---

**Prof. Carlos Augusto Klink**  
Examinador

---

**Prof. Sônia Naomi Nomi**  
Examinadora

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Jorge Madeira Nogueira, pelo seu acompanhamento, paciência, orientação e amizade.

Ao curso de Ciências Ambientais da Universidade de Brasília por me proporcionar um excelente ambiente de aprendizado.

Ao coordenador, Prof. Pedro Henrique Zuchi pelo apoio, orientação, compreensão e amizade.

Ao grupo de pesquisa, Claudiano Carneiro da Cruz Neto e Johannes Klingberg, pela amizade, pelo apoio e orientação. E em especial ao doutorando Carlos Eduardo Menezes da Silva por seu apoio, orientação, amizade e por sempre ter estado disponível para me ajudar em todas as fases da minha monografia. Assim como, a Paula Santos Brandão pelo apoio e companhia durante os finais de semana de estudo no CIORD.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para este trabalho.

## RESUMO

As atividades econômicas e o consumo exacerbado dos serviços ecossistêmicos pelo ser humano, resultou em um problema de degradação ambiental global conhecido como mudanças climáticas. Agora, para garantir o bem estar desta e das próximas gerações, os países estão cooperando em âmbito internacional através da conferência das partes a fim de mitigar e se adaptarem as mudanças climáticas. O Brasil estabeleceu em sua contribuição Nacionalmente Determinada, assim como os demais países, seus compromissos com objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa. A questão atual é como o país implementará seus compromissos e como arcará com seus custos. O trabalho propõe uma análise da trajetória das estratégias brasileiras para alcançar as metas estabelecidas na COP21. Por ser uma análise de suma importância para o desenvolvimento sustentável do país e sua contribuição internacional para o combate das mudanças climáticas.

Palavras-Chave: Mudanças climáticas; Conferência das Partes; Gases de efeito estufa; Mitigação; Adaptação; Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada.

## **ABSTRACT**

The economic activities and the exacerbated consumption of ecosystem services by the human being resulted in a global environmental degradation issue, known as climate change. Now, to ensure well-being and the current next generations, countries are cooperating internationally through the Conference of the Parties in order to mitigate and adapt to climate change. Brazil has established in its intended National Determined contribution, as well as the other countries, its commitments with the objective of reducing greenhouse gas emissions. The current issue is how to implement its commitments and how it how they will be paid. This paper proposes an analysis of the trajectory of Brazilian strategies in order to achieve the goals established at COP21. Since it is a very relevant analysis in order to assure and improve the sustainable development of the country and its international contribution to combat climate change.

**Key-Words:** Climate change; Conference of Parties; Greenhouse gases; Mitigation; Adaptation; Intended National Determined Contribution.

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 4.1 – MEDIDAS DE RESPOSTA DO GOVERNO BRASILEIRO A CONFERÊNCIA DAS PARTES.....	40
QUADRO 5.1 – DADOS DA DESPESA NACIONAL POR MINISTÉRIO PARA PROGRAMAS QUE CONTRIBUEM PARA MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA O SETOR DE USO DA TERRA E FLORESTAS EMPENHADOS EM 2015.....	54

## LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1 – GEE DIRETO, SEUS RESPECTIVOS SÍMBOLOS E VALORES CORRESPONDENTES PARA O GWP.....	32
TABELA 4.2 – EMISSÕES EM TERMOS DE SETORES E GASES PARA OS ANOS DE 1990, 1995, 2005, 2011 e 2012.....	33
TABELA 4.3 – DADOS DE EMISSÕES DE GEE PARA O SETOR DE ENERGIA....	41
TABELA 4.4 – DADOS DE EMISSÕES DE GEE PARA O SETOR DE USO DA TERRA EFLORESTAS.....	41
TABELA 4.5 – DADOS DE EMISSÕES DE GEE PARA O SETOR DA AGROPECUÁRIA.....	42
TABELA 4.6 – DADOS DE EMISSÕES DE GEE PARA O SETOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS.....	42
TABELA 4.7 – DADOS DE EMISSÕES DE GEE PARA O SETOR DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS.....	43
TABELA 5.1 – INVESTIMENTO NECESSÁRIO PARA O FORNECIMENTO ENERGÉTICO SOB O CENÁRIO DE REFERENCIA PARA 2030 .....	46
TABELA 5.2 – INVESTIMENTO NECESSÁRIO PARA O FORNECIMENTO ENERGÉTICO SOB O CENÁRIO DE MITIGAÇÃO PARA 2030.....	47
TABELA 5.3 – FLUXO DE INVESTIMENTO PARA O SETOR DA AGRICULTURA SOB O CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA 2005, 2010, 2015, 2020, 2025 E 2030.....	48
TABELA 5.4 – REDUÇÕES POTENCIAIS DE MT CO <sub>2</sub> E PARA O SETOR DA AGROPECUÁRIA COM PREÇO DO CARBONO A US\$ 0 E US\$ 30 TONELADA SOB O CENÁRIO DE MITIGAÇÃO PARA 20.....	49
TABELA 5.5 – FLUXO DE INVESTIMENTO PARA O SETOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS SOB O CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA 2005, 2010, 2020, 2025 E 2030.....	51
TABELA 5.6 – FLUXO DE INVESTIMENTO ADICIONAL NECESSÁRIO PARA O SETOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS SOB O CENÁRIO DE MITIGAÇÃO PARA 2030.....	52
TABELA 5.7 – CAGR DOS VALORES EMPENHADOS EM 2015 E 2030.....	55



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

BAU – Business As Usual  
BNDS – Banco Nacional do Desenvolvimento  
CAGR – Compound Annual Growth Rate  
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
CCS – Armazenamento e captura de CO<sub>2</sub>  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
COP – Conferência das Partes  
E – Equivalente  
EIT – Economia em Transição  
GEE – Gases de Efeito Estufa  
Gg – Milhares de toneladas  
IISD – International Institute for Sustainable Development  
IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas  
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada  
iNDC – pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada  
MCTI – Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável  
OECD – Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento  
ONG – Organização não Governamental  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PAB – Plano de Ação de Bali  
PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas  
PDS – Projeto de Decreto Legislativo  
PIB – Produto Interno Bruto  
PNA – Plano Nacional de Adaptação  
PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente  
SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões de Gases  
SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente  
Ton – Toneladas  
UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change  
WCC – World Climate Conference

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS: MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	14
1.2 MITIGAÇÃO DAS CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	14
1.3 ADAPTAÇÃO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	16
1.4 ESTRATÉGIAS DE ENFRENTAMENTO: UM BREVE HISTÓRICO.....	17
1.4.1 Conferência das Pares: Histórico.....	18
1.5 GOVERNANÇA AMBIENTAL.....	21
<b>2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE.....</b>	<b>23</b>
<b>3 A COP 21: UM MARCO NA POLÍTICA INTERNACIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....</b>	<b>26</b>
<b>4 TRAJETÓRIA BRASILEIRA PARA ALCANÇAR AS METAS DA COP 21.....</b>	<b>28</b>
4.1 PRETENDIDA CONTRIBUIÇÃO NACIONALMENTE DETERMINADA – INDC...28	
4.2 INSTRUMENTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DA INDC.....	29
4.3 HISTÓRICO BRASILEIRO DE EMISSÕES DE GEE E COMPROMISSOS DE REDUÇÕES DE GEE POR SETOR.....	31
4.3.1 Setor de Energia.....	33
4.3.2 Setor de Uso da Terra e Florestas.....	35
4.3.3 Setor da Agropecuária.....	36
4.3.4 Setor de Processos Industriais.....	38
4.3.5 Setor de Tratamento de Resíduos.....	40
<b>5 VIABILIDADE DA TRAJETÓRIA BRASILEIRA PARA ALCANÇAR AS METAS DA COP 21.....</b>	<b>44</b>
5.1 CUSTO FINANCEIRO DAS METAS DA COP 21.....	44
5.1.1 Custo para o Setor de Energia.....	45
5.1.2 Custo para o Setor de Uso da Terra e Florestas.....	47
5.1.3 Custo para o Setor da Agropecuária.....	48
5.1.4 Custo para o Setor de Processos Industriais.....	50
5.1.5 Custo para o Setor de Tratamento de Resíduos.....	52
5.2 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA.....	52
5.3 ANÁLISE DA EFICÁCIA DAS ESTRATÉGIAS.....	56
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>59</b>

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>61</b>
--	-----------

## INTRODUÇÃO

Mudanças climáticas refletem degradação ambiental que tem como causa principal atividades econômicas que liberam gases de efeito estufa – GEE. Mudanças climáticas representam um problema de escala global e por isso a cooperação internacional é imprescindível para sua mitigação e adaptação. A concretização de um instrumento internacional de combate às mudanças climáticas foi a Convenção Quadro das Nações sobre o Clima, assinada por diversos países durante a Rio-92. Atualmente, 192 países já aderiram à Convenção.

Na operacionalização da Convenção representantes desses países se reúnem anualmente durante a Conferência das Partes - COP. Nelas, eles são alertados sobre os possíveis impactos das mudanças climáticas e, em conjunto com a ONU e ONGs, discutem medidas a serem adotadas para mitigação e adaptação às mudanças climáticas. A COP 21, ocorrida em 2015 na França, propôs um acordo juridicamente vinculante que estabelece o limite de 2°C para o avanço da temperatura global.

Para alcançar essa meta, cada parte que compõe a Convenção apresentou um documento de compromissos voluntários, chamados Contribuições Nacionalmente Determinada – iNDC, no qual estão descritos os compromissos voluntários que irão nortear as ações nacionais para mitigação e adaptação. Pelo fato desses compromissos apresentados pelas partes serem de caráter voluntário, várias críticas foram apresentadas por cientistas, jornalistas, ONGs.

O Brasil, em sua iNDC, apresentou metas ambiciosas de redução de emissões de GEE até 2030. Além de metas específicas para cinco setores (energia, processos industriais, agropecuária, uso do solo e florestas e tratamento de resíduos), para o alcance das metas de redução de GEE de 37% até 2025 e 43% até 2030 são necessários investimentos vultosos, público e privado, assim como ajuda financeira internacional. Para dificultar ainda mais a empreitada, o país tem o desafio de conciliar o seu crescimento econômico com a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, em uma realidade de crise econômica significativa.

Nesse contexto, o objetivo central deste estudo é avaliar a eficácia das medidas brasileiras para atingir as metas de sua iNDC. Para a consecução desse objetivo, foram analisados dados de emissões de GEE, avaliadas as políticas e estratégias de adaptação e mitigação às mudanças climáticas e as despesas efetivadas pela União

para viabilizar a colaboração brasileira em limitar o avanço médio da temperatura global em 2°C.

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram feitas pesquisas de fundamentação teórica por meio da leitura de artigos, livros, relatórios técnicos, leis e ingressos diversos. Em seguida, foi feita uma análise de relatórios técnicos oficiais do *Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*, Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, Mickinsen & Company, *United Nations Framework Convention on Climate Change- UNFCCC* e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Por fim, foram desenvolvidas análises dos dados de emissões de GEE e dos dados de despesa financeira pela União em comparação com os custos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. A partir desses procedimentos é avaliada a eficácia das medidas brasileiras para atingir as metas de sua iNDC.

Este trabalho de conclusão de curso estrutura-se em cinco capítulos. No primeiro, trata da literatura acadêmica relevante e apresenta definições de conceitos básicos como mitigação, adaptação e governança ambiental, além do histórico sobre mudanças climáticas e a descrição de como o Brasil pretende mitigar e se adaptar às mudanças climáticas. No segundo capítulo, são apresentados os métodos e procedimentos por meio dos quais esta pesquisa foi desenvolvida.

O terceiro capítulo descreve a importância da COP21 para a política internacional de mudanças climáticas. Já no quarto capítulo são apresentados compromissos brasileiros de combate às mudanças climáticas estabelecidos na iNDC e seus respectivos instrumentos de implementação. Para melhor entendimento destes compromissos futuros, eles foram apresentados para cada setor da economia, assim como o histórico das emissões brasileiras. No quinto capítulo, encontra-se a análise da viabilidade do alcance dos compromissos estabelecidos na iNDC. Devido às incertezas do cumprimento da iNDC, foram discutidos os custos financeiros para cada setor da economia. Por conseguinte, foi feita a análise da viabilidade econômica e eficácia dos instrumentos de implementação.

# 1. MUDANÇAS CLIMÁTICAS: MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO

## 1.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Mudança Climática é definida pela UNFCCC como um problema de degradação ambiental, no qual a mudança do clima é causada direta ou indiretamente pelas atividades antrópicas que têm impacto na composição atmosférica global, somada a alteração causada pela variação natural do clima observada por períodos possíveis de serem comparados entre si. Henson (2011) enfatiza que as mudanças climáticas podem causar o aumento da temperatura da superfície da terra e do nível do mar, assim como derretimento de geleiras, secas mais longas e severas, inundações, perda de biodiversidade, acidificação da água marinha, além de perda da produtividade agrícola.

Discussões sobre problemas relacionados às mudanças climáticas não são recentes. Desde 1824, o matemático e físico J. Fourier descreveu o efeito estufa em um artigo publicado na revista científica *The Annales de la Chimie et de Physique*. Outra evidência de que esta é uma preocupação antiga é um artigo com enfoque no aumento das emissões de CO<sub>2</sub> e os efeitos da queima de carvão na temperatura global, escrito em 1896 pelo sueco Arrhenius (VLASSOPOULOS, 2012).

Em 1979 ocorreu a primeira conferência global para discutir o tema, denominada *World Climate Conference – WCC*. A WCC foi um encontro da comunidade científica, onde compareceram por volta de 400 especialistas de mais de 40 países. Durante a conferência, os participantes reconheceram a mudança climática como um problema público que pode ser resolvido através da criação de políticas ambientais a fim de combater a desertificação, desmatamento e poluição. Não obstante, passaram-se anos até que as mudanças climáticas fossem consideradas pelos tomadores de decisão, um problema público global que requereria intervenção da comunidade e governo internacional (VLASSOPOULOS, 2012).

## 1.2 MITIGAÇÃO DAS CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O conceito de mitigação ambiental é definido pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA como uma das estratégias de resposta às mudanças climáticas, na qual ocorre

“a intervenção humana para reduzir as emissões por fontes de gases de efeito estufa e fortalecer as remoções por sumidouros de carbono, tais como florestas e oceanos”<sup>1</sup>.

Segundo Vergara (2013), as ações de mitigação global são primordiais para a prevenção de danos econômicos e para prevenção de danos irreversíveis ao meio ambiente. E para que os danos econômicos e ambientais sejam evitados, o aumento da temperatura global não pode ultrapassar 2°C. Para que isso seja possível a emissão anual global de CO<sub>2</sub> não pode ser superior a 10Gt até o final do século. Segundo o IPCC (2007), a adoção de políticas de mitigação de emissões de GEE pode facilitar o alcance do objetivo de limitar o aumento da temperatura global em 2°C.

A mitigação das mudanças climáticas além de reduzir o custo da adaptação às mudanças climáticas, também pode ser vista como uma oportunidade de ganhos para sustentabilidade e oportunidade de crescimento econômico para alguns setores. Segundo o PBMC (2014), ações que resultam em benefícios socioambientais, como as de redução de emissões de GEE podem reduzir os custos de mitigação ou compensá-los por seus ganhos agregados. Por exemplo, a mitigação das mudanças climáticas proporciona oportunidade para o crescimento da produção de biocombustíveis, assim como das fontes renováveis de energia elétrica.

De acordo com a OECD (2013) os compromissos de mitigação das mudanças climáticas podem ter várias dimensões. Isto é, o objetivo de um compromisso depende de todas as suas dimensões, assim como, das circunstâncias de cada país. Dentre as várias dimensões que os compromissos de mitigação podem apresentar estão:

- *Headline number*: redução percentual ou de um número específico;
- Métrica: quando é utilizada uma métrica como método para expressar alguns tipos de compromissos, como por exemplo emissões de GEE per capita;
- Ano base ou emissões BAU: quando os compromissos são feitos em relação a um nível histórico, a partir de um ano base ou em relação ao nível BAU;
- Prazo: os compromissos podem ser feitos para apenas um ano ou período;
- GWP: métrica IPCC para medir e comparar impactos futuros das mudanças climáticas de emissões de GEE de longa vida;

---

<sup>1</sup> Obtida na página do MMA: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>.

- Cobertura de gases: pode incluir um ou mais dos GEE do quadro de Kyoto, como também, outras forças climáticas como a camada de ozônio e o *black carbono*;
- Conjunto de setores: compromissos podem ir de uma economia ampla a de um setor ou parte dele;
- Aproximação utilizada para contagem de terra, um caso específico de cobertura de um setor, por exemplo sequestro de GEE ou emissões advindas do uso da terra.
- Fonte de financiamento, os compromissos podem ser financiados totalmente por fontes domésticas ou por financiamento internacional;
- Condições anexas ao compromisso, condições podem ser estabelecidas para o compromisso por outros países ou por um acordo global;
- Função das unidades de emissões GEE advindas do mecanismo de mercado, mecanismos de mercado ou de crédito doméstico para somar diretamente a fim de cumprir com parte dos compromissos.

### 1.3 ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Adaptação às mudanças climáticas é definida pela Lei nº 12.187/09, que institui e estabelece os princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos da PNMC, como medidas e iniciativas que diminuem a instabilidade dos sistemas naturais e humanos consequentes dos efeitos das mudanças climáticas. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC, apresenta uma definição similar. A adaptação às mudanças climáticas é definida como o processo de adaptação ao clima e seus efeitos reais ou esperados. Em sistemas humanos, a adaptação procura diminuir ou evitar danos, ou mesmo explorar oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar a adaptação ao clima esperado e seus efeitos (INICIATIVA VERDE, 2015).

O IPCC (2014) considera que adaptação e mitigação são estratégias complementares para a redução e gerenciamento dos riscos das mudanças climáticas. Além disso, ressalta que o aumento da efetividade da adaptação das mudanças climáticas reduz os custos e desafios da mitigação a longo prazo, bem



como contribui para o desenvolvimento sustentável. A OECD (2009) ressalta que desde que a adaptação às mudanças climáticas seja ótima, os benefícios da adaptação sempre irão superar seus custos de aplicação. Bem como, a aplicação de medidas de adaptação nunca irão absorver fundos de políticas de mitigação.

De acordo com o MMA (2016), a incorporação da gestão do risco da mudança do clima nas estratégias de desenvolvimento nacional e políticas e planos setoriais é essencial para a adaptação eficaz às mudanças climáticas.

#### 1.4 ESTRATÉGIAS DE ENFRENTAMENTO: UM BREVE HISTÓRICO

A discussão internacional sobre possíveis respostas às mudanças climáticas começou na Cúpula da Terra/Rio 92. Na Conferência, foi assinada a Convenção Quadro sobre Mudança do Clima (UNFCCC), que foi ratificada por 165 países em meados de 1997 (MCTI, [200-?]). A partir da adoção da UNFCCC as ações internacionais para mudanças climáticas começaram a ser discutidas durante as Conferências das Partes (COP).

A COP1 aconteceu em Berlin em 1995. Decisões significativas foram adotadas durante as Conferências, como a adoção do Protocolo de Quioto durante a COP3, produção do Protocolo de Montreal (COP11) e a criação do *Green Climate Fund* (COP17). A Conferência mais recente, COP21, aconteceu em 2015 na França, na qual pela primeira vez foi proposto um acordo universal do clima juridicamente vinculado (*legally binding*), com objetivo de estabelecer limite para o aquecimento global inferior a 2°C. ([www.cop21paris.org](http://www.cop21paris.org)).

O Regime Nacional de Mudança do Clima apoiado pela UNFCCC e seu Protocolo de Quioto, tem como objetivo o controle das emissões antrópicas de gases do efeito estufa (GEE) para que a interferência humana nas mudanças climáticas globais seja reduzida. Levando em conta as diferenças tecnológicas, financeiras, econômicas e sociais de países desenvolvidos e em desenvolvimento, o regime diferencia as obrigações que devem ser tomadas por esses dois grupos de países para a estabilização das concentrações atmosféricas dos GEE.

Países em desenvolvimento como o Brasil, não possuem metas de redução de emissões sob a Convenção. Entretanto, tem como obrigações a elaboração de inventários de emissões antrópicas de GEE, promoção da cooperação tecnológica

relacionada à mitigação e adaptação às mudanças climáticas e do manejo sustentável de sumidouros e reservatórios de GEE, formulação de programas nacionais para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas e a publicação de informações e/ou relatórios que descrevam a implementação da Convenção para a Conferência das Partes (GEX/CIM, 2013).

“O Brasil foi o primeiro país a assinar a Convenção, que somente começou a vigorar em 29 de maio de 1994, 90 dias depois de ter sido aprovada e ratificada pelo Congresso Nacional” (PBMC, 2014, p. 10). Os compromissos do Brasil estabelecidos na Convenção estão descritos nos artigos 4 e 12 do texto da Convenção. A Comunicação Nacional do Brasil é feita pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI (PBMC, 2014).

Segundo o IPCC (2014), adaptação e mitigação são estratégias complementares para a redução e o gerenciamento dos riscos provenientes das mudanças climáticas. O decréscimo substancial das emissões de gases de efeito estufa ainda nessa década e nas seguintes resultará conseqüentemente na redução dos riscos relacionados as mudanças climáticas no século 21 e nos seguintes, como também reduzirá os custos futuros com estratégias de adaptação e mitigação e tornará as mesmas mais eficazes.

#### 1.4.1. Conferência das Partes: Histórico

O objetivo da criação da UNFCCC e da Conferência das Partes – COP é de alcançar, respeitando o decreto da Convenção, um nível de GEE na atmosfera para evitar que a interferência antropogênica no clima causasse um impacto negativo, colocando em risco o ecossistema global. Em outras palavras, ela permitiria que o ecossistema global se adaptasse naturalmente as mudanças climáticas e que garanta a sustentabilidade na produção de alimento e permita o desenvolvimento econômico sustentável (UNFCCC, 1992).

O objetivo global a longo prazo para o combate internacional às mudanças climáticas deve ser a estabilização da concentração de GEE na atmosfera. De modo que os riscos aos componentes do ecossistema, processos ecológicos e as condições de clima para o funcionamento da biosfera sejam minimizados e se garanta o

desenvolvimento sustentável (Austrian Government, 1991; Austria/Dwitzerland Governments, 1991 apud Oppenheimer & Petsonk, 2005).

Ao longo deste capítulo será apresentado um resumo da participação brasileira nas COPs 13 a 16, 18 e 19. Foram escolhidas especificamente essas conferencias devido a importantes medidas de resposta às mudanças climáticas apresentadas pelo Brasil, como a criação do Fundo a Proteção e Conservação da Amazônia, assim como a criação e regulamentação da Política Nacional sobre Mudança do Clima e importantes discussões para a criação do acordo climático juridicamente vinculado apresentado na COP 21.

- **Brasil na COP 13 - 16**

COP13 ocorreu em Bali na Indonésia em dezembro de 2007. Pouco antes da realização da décima terceira Conferência das Partes o IPCC publicou seu quarto relatório, através do qual alertou a comunidade internacional que caso não ocorresse uma redução considerável das emissões de GEE os impactos negativos no ecossistema poderiam ser irreversíveis, além de impactar a vida de milhões de habitantes. Dentre os prováveis impactos listados no Relatório estão a savanização irreversível da Amazônia e impacto econômico na produtividade do setor agrícola devido à falta de água. A partir das informações apresentadas e as discussões sobre a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, o Brasil propôs a criação do Fundo a Proteção e Conservação da Amazônia com o objetivo de reduzir o desmatamento na Amazônia (MOTA et al., 2008).

A COP14 ocorreu na Polônia, em dezembro de 2008. Durante a Conferência o Brasil propôs em relação ao mecanismo de desenvolvimento limpo, expandir seus critérios de elegibilidade para o reflorestamento. O Brasil se opôs a ideia de diferenciação nas exigências de mitigação de mudanças climáticas entre os países desenvolvidos (IISD, 2008).

Durante a COP15, realizada em 2009 na Dinamarca, foi discutida a implementação dos objetivos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas apresentados e aprovados nas COPs 13 e 14, os quais compõem o Plano de Ação de Bali – PAB. A assinatura do PAB não foi concretizada, porém foi assinado o Acordo de Copenhague que propôs a limitação do aumento da temperatura global em 2°C. O

Brasil assumiu durante a COP 15 e 16, no México, o compromisso voluntário de redução de emissões de GEE entre 36,1% e 38,9% até 2020 (IPEA, 2011).

- **Brasil na COP 18 e 19**

A delegação brasileira participante da COP18 ressaltou que houve redução do uso da terra e de florestas brasileiras, responsável por 60% de emissões de GEE e do desmatamento na Amazônia em 27%, comparado ao ano de 2011. A Ministra do Meio Ambiente, Izabella Teixeira, salientou a criação da Política Nacional sobre Mudanças Climáticas, instruída pela Lei 12.187/09, a qual apresenta planos de mitigação e adaptação para os setores, industrial, energético e da agricultura. Apresenta também, uma Política de Redução de 33.6%-38.9% de GEE até 2020. Seus instrumentos de execução são o Plano Nacional Sobre o Clima, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e a Comunicação do Brasil com a UNFCCC. A ministra também frisou em seu discurso, a importância e a necessidade de países desenvolvidos criarem uma fonte de financiamento às ações de mitigação e adaptação de países em desenvolvimento (GAMBA; RIBEIRO, 2013).

Em contraponto as medidas voluntárias tomadas pelo Brasil até o ano de 2012, ressaltadas no discurso da Ministra Izabella Teixeira, foi aprovado pela Lei 12.651/12 o Novo Código Florestal Brasileiro, o qual reduziu a área de reflorestamento em 58%, também reduziu a área de reserva legal para o Cerrado e Caatinga, além de permitir o desmatamento legal de mais de 88 milhões de hectares (Código Florestal Brasileiro Lei nº 12.651, 2012).

Segundo a Agência do Senado, 2013, para a sua participação na COP19, que teve início no dia 11 de Novembro de 2013, o Brasil tinha como objetivo propor a cada país participante da conferência, a realização de uma consulta pública sobre mudanças climáticas e de seus respectivos níveis de emissões de GEE, sugerir que os países desenvolvidos apresentassem compromissos efetivos de redução de emissões de GEE e o aprofundamento das pesquisas sobre o mecanismo de compensação financeira de bons serviços ambientais. O embaixador brasileiro, Jose Marcondes de Carvalho foi o principal representante do país durante as negociações. Após a conferência, o embaixador relatou que a COP19 trouxe discussões base para o futuro acordo que previa gerar um documento legal para um novo acordo climático,

no qual seria estabelecido um limite em graus Celsius para o aumento da temperatura global e seria apresentado na COP21 em 2015.

## 1.5 GOVERNANÇA AMBIENTAL

A governança abrange vários atores sociais, não apenas os de instituições/poder público, mas também, o setor privado, organizações não governamentais – ONGs, consumidores e instituições de financiamento. Dentre os princípios aplicados para se garantir uma boa governança pelo poder público estão responsabilização, transparência, prestação de contas, legalidade, equidade, inclusão, processo decisório participativo, eficiência, efetividade e eficácia. (Brasil, 2012 apud MOURA; IPEA, 2016). Jacobi e Sinisgalli (2012) explicam que a governança ambiental também abrange vários atores, a sociedade de modo geral e tem como objetivo o envolvimento social na manutenção da completude da vida na Terra (CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988, Capítulo VI).

“A estrutura básica da governança do setor ambiental, definida pela Lei 6938/1981(Brasil, 1981), da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), possui foco no Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama), do qual faz parte o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). Faz parte desta estrutura, também, uma vasta rede de conselhos estaduais e municipais e comitês gestores temáticos, como os de bacias hidrográficas e de unidades de conservação, entre outros. Estes têm assegurado mecanismos para o desenvolvimento de uma democracia representativa, com o estabelecimento de instâncias de participação social que legitimam o processo de construção da política ambiental brasileira.” (MOURA; IPEA, 2016, p.94).

No âmbito da governança ambiental brasileira, nos processos de acordos internacionais de mudanças climáticas da UNFCCC, a representação brasileira nas Convenções das Partes é exercida em nível de Ministro de Estado e Presidente da República. O Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI é o órgão público responsável pela comunicações nacionais e participação na Convenção das Partes. Outro órgão público com participativo é o Ministério do Meio Ambiente – MMA, responsável pelo Plano Nacional de Mudanças Climáticas. No Congresso Nacional há a Comissão Mista e Permanente de Mudanças Climáticas. Já em nível nacional há o

Fórum Nacional de Mudanças Climáticas e a Comissão Nacional sobre Mudanças Climáticas, e em nível estadual há vários fóruns (MOURA; IPEA, 2016).

Além dos órgãos citados, cabe destacar outras duas instituições que executam papéis específicos decretados pela Política Nacional de Mudanças Climáticas – PNMC. Dentre elas estão, o Ministério das Relações Exteriores que participa em negociações internacionais, econômicas, relações técnicas e culturais com governantes e entidades internacionais e programas de cooperação internacional. Assim como, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que é responsável por políticas públicas que impulsionam a agricultura e o agronegócio, e por promover a regulação de serviços relacionados ao setor da agricultura. Além de ser o executor do programa de Agricultura de Baixo Carbono – ABC (GEBARA & THUAULT, 2013).

## 2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

A finalidade desta pesquisa, como já assinalado anteriormente, é avaliar a eficácia das políticas e estratégias do Brasil em atingir as normas estabelecidas na COP 21. Para alcançar esse objetivo, os procedimentos que foram seguidos obedeceram cinco etapas: análise crítica da literatura especializada; coleta de dados; análise das informações coletadas e discussão dos resultados; e conclusão.

A literatura especializada consultada foi organizada em dois grandes grupos de referências. O primeiro constituído daquelas que possibilitaram o estabelecimento da fundamentação teórica da pesquisa. E no segundo grupo, são apresentadas as referências com as análises existentes sobre o tema. As principais fontes consultadas foram o Portal Periódico da CAPES e o *Google Scholar*. Delas obtive artigos que me forneceram conceitos e dados importantes para a minha análise.

A coleta de dados foi feita a partir do levantamento sobre emissões de GEE no Brasil, advindas da segunda edição do documento “Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil”, publicado pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação - MCTI. Além de dados publicados pelo Sistema de Estimativas de Emissões de Gases - SEEG.

A partir dos dados de emissões brasileiras de GEE, calculou-se a variação do crescimento percentual das emissões a fim de comparar o crescimento das emissões de GEE com o limite de emissões estabelecido no decreto nº 7390/10 e no Plano ABC. O cálculo foi realizado para cada um dos cinco setores analisados nesta pesquisa, o de energia, uso da terra e floresta, agropecuária, processos industriais e tratamento de resíduos. Apresenta-se abaixo o método aplicado para tal cálculo.

$$\text{Variação Percentual} = \left( \frac{\text{Valor final} - \text{Valor inicial}}{\text{Valor inicial}} \right) \times 100 \quad (1)$$

A partir dos dados de emissões de GEE, também foi aplicada a técnica de cenários com o objetivo de estimar as emissões anuais futuras de tonCO<sub>2</sub>e, de 2016 à 2020. Para a estimativa futura das emissões de tonCO<sub>2</sub>e, foi necessário calcular primeiramente a taxa de crescimento das emissões de 2010 à 2015. Esta taxa foi calculada pelo método da Taxa Composta de Crescimento Anual – CAGR, dado por:

$$\text{CAGR} = \left[ \left( \frac{\text{Valor final}}{\text{Valor inicial}} \right)^{1/\text{n}^\circ \text{ de anos}} \right] - 1 \quad (2)$$

Por conseguinte, foi aplicada a técnica de cenários para o cálculo da projeção futura das emissões de tonCO<sub>2</sub>e, de 2016 à 2020, para os cinco setores analisados nesta pesquisa. O cálculo realizado pode ser descrito pela fórmula (3), onde *i* é a CAGR das emissões de tonCO<sub>2</sub>e de 2010 à 2015. Dois mil e dez foi escolhido como valor inicial por ser o ano em que a Política Nacional de Mudanças Climáticas foi regulamentada pelo Decreto nº 7.390/2010.

$$\text{Projeção Anual} = (\text{Valor inicial} \times i) + \text{Valor inicial} \quad (3)$$

Ainda na etapa de coleta de dados, também foi realizada a identificação das políticas e estratégias brasileiras referentes ao tema de mudanças climáticas e seus respectivos instrumentos. Para melhor visualização e entendimento do surgimento destas políticas e estratégias em escala temporal, elas foram apresentadas em formato de matriz (QUADRO4.1), datando de 1968 à 2022. Assim como, foi realizado o levantamento de dados do custo financeiro para o cumprimento das metas da iNDC brasileira para os cinco setores da economia. Os custos foram estimados a partir do fluxo de investimento financeiro publicado pela Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima – UNFCCC (2007) e Mickinsen & Company (2009).

A análise das informações coletadas buscou identificar a viabilidade econômica do cumprimento das metas da iNDC por setor. Além de comparar os dados de emissão de GEE para os setores analisados com limites de emissões de CO<sub>2</sub>e estabelecidos pelo Decreto nº 7390/10 e no Plano ABC. Avaliaram-se, complementarmente, os instrumentos de implementação das medidas necessárias para mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Na discussão dos resultados foi realizada a apuração dos dados financeiros empenhados pela União que contribuem diretamente para o combate às mudanças climáticas e, também, dos dados de investimento financeiro internacional para apoio a adaptação e mitigação brasileiras às mudanças climáticas. O valor de custo



estimado por Micksen & Company (2009), necessário a ser aplicado em 2030 pelo setor de uso da terra e floresta foi publicado em 2009. Por isso, para que fosse possível comparar o valor empenhado em 2015 pela União e o valor apresentado por Micksen & Company (2009), foi necessária a aplicação da fórmula (4). Através desta, o valor de 2009 foi atualizado para 2015. A taxa *i* aplicada na fórmula foi o índice de inflação IPCA.

$$\text{Valor Futuro} = \text{valor presente} \times (1 + i)^n \quad (4)$$

Em seguida, o valor empenhado pela União em 2015 foi comparado com o estimado para ser empenhado em 2030, pelo setor de uso da terra e florestas. A comparação foi realizada a fim de calcular o crescimento anual necessário para que o valor de 2030 seja atingido, caso a União arcasse sozinha com o custo. Para o cálculo, foi aplicada a fórmula (2). Por fim, a conclusão se baseia na avaliação e interpretação da discussão e resultados obtidos a partir desta pesquisa.

### **3 A COP 21: UM MARCO NA POLÍTICA INTERNACIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

A COP 21 ocorreu na França entre os dias 30 de novembro e 11 de dezembro de 2015. A ela compareceram mais de quarenta mil pessoas. Durante a COP 21, as suas partes componentes chegaram a um acordo global, que guiará o combate internacional às mudanças climáticas (UNFCCC, 2015) (ROBBINS, 2016). O acordo enfatiza a importância da consistência nas promessas de redução de emissões de GEE feitas pelas partes até 2020, para que o estabelecido limite de 2°C para o avanço do aquecimento global acima dos níveis pré-industriais seja alcançado. Idealmente esse avanço deve ser limitado a 1,5 °C (UNFCCC, 2015).

As ações a serem tomadas por cada país assinante do acordo serão nacionalmente determinadas, fato que abre muitas discussões que questionam se as contribuições voluntárias serão suficientes para atingir o objetivo estabelecido. Como por exemplo, a discussão levantada por Honty (2015), onde o autor critica o fato de que as metas de redução de GEE estabelecidas no acordo assinado na COP 21 serem de cumprimento voluntário e por isso, não existir uma meta limite para o pico de emissões. Ele entende que o fato dificulta a avaliação das contribuições nacionalmente determinadas em larga escala temporal. Para Honty, o acordo assinado em Paris não tem como objetivo a redução das emissões, mas sim o alcance do equilíbrio da quantidade de emissões antropogênicas de GEE e sua absorção pelos sumidouros antropogênicos, que seriam os instrumentos de captura e sequestro de carbono por exemplo.

Por outro lado, de acordo com Robbins (2016), a ONU estabelece as seguintes medidas de rastreamento para as ações de respostas dos países ao acordo:

- Cada país assinante, terá que apresentar sua 'Contribuição Nacionalmente Determinada', documento que apresentará as medidas nacionais que deverão ser tomadas para a mitigação do aquecimento global que entrarão em vigor a partir de 2020.
- Em 2018 os países participantes irão se encontrar para discutir seus progressos e fazer os devidos ajustes em suas contribuições nacionais.

- A partir de 2023, os países irão de cinco em cinco anos reavaliar suas contribuições e se ajustarem as mudanças globais ocorridas nesse período.
- Todos os países deverão utilizar o mesmo sistema de medição transparente, verificação de emissões e relatórios. A mensuração das emissões de gases do efeito estufa deve seguir o *'good practice methodologies accepted by the Intergovernmental Panel on Climate Change'*.
- O Acordo estabeleceu a meta de arrecadação financeira de países desenvolvidos de 100 bilhões de dólares por ano até 2020, para que seja oferecido suporte técnico e financeiro a países em desenvolvimento, com objetivo de auxiliá-los no processo de adaptação às mudanças climáticas.

O acordo resultante da COP21, mesmo juridicamente vinculado, de fato não penaliza as partes que não cumprirem com o prometido ou acordado, por ser um compromisso voluntário. Não obstante, pode ser mais eficiente respeitarmos o limite de resiliência dos serviços ecossistêmicos do que pagar para exercermos suas funções de maneira mecânica. Por conseguinte, é mais eficiente para economia global se os países seguirem o acordo e contribuírem para mitigar as mudanças climáticas do que não cooperarem para atingir as metas do acordo.

## **4 TRAJETÓRIA BRASILEIRA EM ALCANÇAR AS METAS DA COP21**

O governo brasileiro aprovou no dia 11 de agosto de 2016 o acordo da COP 21. A adesão brasileira ao acordo ocorreu no dia 18 de agosto de 2016 no Senado Federal, por meio do encaminhamento à promulgação após a aprovação do Projeto de Decreto Legislativo (PDL). Contudo, o acordo da COP 21 entrará em vigor a partir do momento em que for ratificado por pelo menos 55 das partes (Agência Senado, 2016).

Como acordado durante a COP 21, o Brasil apresentou o documento de sua pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada – iNDC onde se comprometeu a reduzir as emissões de gases do efeito estufa em 37% até 2025 (em relação aos níveis de 2005), podendo chegar a 43% até 2030. Foi assumido ainda o compromisso de baixar em 80% o desmatamento legal e eliminar o ilegal até 2030. Outra meta para 2030 é restaurar 12 milhões de hectares de florestas (Agência Senado, 2016).

### **4.1 PRETENDIDA CONTRIBUIÇÃO NACIONALMENTE DETERMINADA – INDC**

Todos os países assinantes do acordo da COP 21 devem apresentar sua respectiva pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada, que apresenta quais serão as medidas nacionais de combate ao aquecimento global e as quais entrarão em vigor a partir de 2020. Segundo Brasil (2015), o Brasil apresentou sua pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada –iNDC, onde todas as suas medidas, políticas e ações para a implementação do documento oficial serão conduzidas em âmbito da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009), da Lei de Proteção das Florestas Nativas (Lei 12.651/2012, o chamado Código Florestal), da Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei nº 9.985/2000) e da legislação, instrumentos e processos de planejamento a elas relacionados.

O iNDC brasileiro inclui em seu amplo escopo, mitigação, adaptação e meios de implementação. A contribuição brasileira estabelecida no documento para mitigação é de abrangência nacional e para o conjunto da economia. Para a métrica das emissões de GEE será utilizado o Potencial de Aquecimento Global em 100 anos

– GWP-100, a partir de valores do IPCC AR5 e serão considerados os gases de efeito estufa direto (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, perfluorcarbonos, hidrofluorcarbonos e SF<sub>6</sub>) (BRASIL, 2015).

A iNDC brasileira frisa a importância da adaptação às mudanças climáticas como uma medida que colabora para a resiliência dos serviços ecossistêmicos e do sistema de produção da população. Contudo, o país ainda está em processo de elaboração e desenvolvimento de políticas públicas de adaptação às mudanças climáticas. O Documento ressalta que o Plano Nacional de Adaptação – PNA está em sua fase final de elaboração. O PNA apoia as ações brasileiras para adaptação às mudanças climáticas, por meio da integração e ampliação da coerência entre as medidas de controle de riscos e administração de vulnerabilidade provenientes das mudanças climáticas e as políticas e estratégias públicas em níveis nacionais, estadual e municipal (BRASIL, 2015).

#### 4.2 INSTRUMENTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DA INDC

Na iNDC brasileira as Iniciativas Sul-Sul são relatadas como instrumentos de implementação das medidas de contribuição nacional ao combate às mudanças climáticas. As Iniciativas Sul-Sul são um instrumento de cooperação entre os países em desenvolvimento com o objetivo de incrementar as iniciativas de cooperação para o desenvolvimento sustentável. Essas iniciativas envolvem inúmeras potenciais ações, com destaque para sistemas de monitoramento florestal; capacitação e transferência de tecnologia em biocombustíveis; agricultura resiliente e de baixo carbono; atividades de reflorestamento e de restauração florestal; manejo de áreas protegidas; aumento de resiliência por meio de programas de proteção e inclusão social; apoio à capacitação para a comunicação (BRASIL, 2015).

Foi ressaltado também no documento que o Brasil está aberto a receber apoio financeiro de países desenvolvidos e de cooperações internacionais para a implementação nacional de sua iNDC. Não obstante, as ações brasileiras para a sua implementação não estão sujeitas ao apoio externo (BRASIL, 2015). Segundo a Lei nº 12.187/09 que institui a Política Nacional Sobre Mudança do Clima – PNMC, os compromissos e acordos assinados e ratificados pelo Brasil nos documentos sobre

mudança do clima, como os da Convenção – Quadro das Nações Unidas do Clima e no Protocolo de Quioto, por exemplo, são diretrizes da PNMC.

No Art. 6º da Lei nº 12.187/09, são estabelecidos os instrumentos da PNMC, os quais são:

- I - o Plano Nacional sobre Mudança do Clima;
- II - o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima;
- III - os Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento nos biomas;
- IV - a Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de acordo com os critérios estabelecidos por essa Convenção e por suas Conferências das Partes;
- V - as resoluções da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima;
- VI - as medidas fiscais e tributárias destinadas a estimular a redução das emissões e remoção de gases de efeito estufa, incluindo alíquotas diferenciadas, isenções, compensações e incentivos, a serem estabelecidos em lei específica;
- VII - as linhas de crédito e financiamento específicas de agentes financeiros públicos e privados;
- VIII - o desenvolvimento de linhas de pesquisa por agências de fomento;
- IX - as dotações específicas para ações em mudança do clima no orçamento da União;
- X - os mecanismos financeiros e econômicos referentes à mitigação da mudança do clima e à adaptação aos efeitos da mudança do clima que existam no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e do Protocolo de Quioto;
- XI - os mecanismos financeiros e econômicos, no âmbito nacional, referentes à mitigação e à adaptação à mudança do clima;
- XII - as medidas existentes, ou a serem criadas, que estimulem o desenvolvimento de processos e tecnologias, que contribuam para a redução de emissões e remoções de gases de efeito estufa, bem como para a adaptação, dentre as quais o estabelecimento de critérios de preferência nas licitações e concorrências públicas, compreendidas aí as parcerias público-privadas e a autorização, permissão, outorga e concessão para exploração de serviços públicos e recursos naturais, para as propostas que propiciem maior economia de energia, água e outros recursos naturais e redução da emissão de gases de efeito estufa e de resíduos;
- XIII - os registros, inventários, estimativas, avaliações e quaisquer outros estudos de emissões de gases de efeito estufa e de suas fontes, elaborados com base em informações e dados fornecidos por entidades públicas e privadas;
- XIV - as medidas de divulgação, educação e conscientização;
- XV - o monitoramento climático nacional;
- XVI - os indicadores de sustentabilidade;
- XVII - o estabelecimento de padrões ambientais e de metas, quantificáveis e verificáveis, para a redução de emissões antrópicas por fontes e para as remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa;

#### XVIII - a avaliação de impactos ambientais sobre o microclima e o macroclima.

Vale ressaltar que além da importância da participação e apoio dos governos em âmbito nacional, federal, distrital e municipal, meio acadêmico e sociedade, a participação do setor privado é de suma importância para a implementação da PNMC. Os incentivos econômicos aplicados pelo setor privado são primordiais para implementação dos instrumentos e metas da PNMC, por isso regras claras para investimentos em ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas devem ser estabelecidas (LIMA, 2012).

### 4.3 HISTÓRICO BRASILEIRO DE EMISSÕES DE GEE E COMPROMISSOS DE REDUÇÕES DE GEE POR SETOR

O documento “Estimativas Anuais de Emissões de Gases do Efeito Estufa” elaborado pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação-MCTI (2014), estabelecido no Art. 11 do Decreto nº 7.390/2010, é uma ferramenta do INDC para redução de emissões de GEE. O relatório estabelece que a partir de 2012, devem ser publicadas estimativas anuais de emissões de GEE até 2020. Para a análise que será apresentada neste estudo foram considerados os seguintes gases de efeito estufa direto: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O; para os seguintes setores da economia brasileira: energia, processos industriais, agropecuária, uso da terra e florestas e tratamento de resíduos.

A TABELA 4.1 apresenta os valores correspondentes ao Potencial de Aquecimento Global - GWP para cada gás. “O GWP é uma medida utilizada em inventários nacionais como fator de ponderação 2,1 para se chegar à unidade comum, o equivalente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>eq)” (MCTI, 2014, p.14).

A TABELA 4.2, por sua vez, apresenta os dados de emissões dos gases de efeito estufa direto pelos cinco setores a serem analisados para os anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2011 e 2012. As principais fontes emissoras de GEE dos setores citados são advindas da queima de combustíveis, emissões fugitivas da indústria do petróleo, gás e carvão mineral, para o setor de energia. As do setor de processos industriais são provenientes dos processos produtivos nas indústrias de produtos minerais, metalurgia e química, assim como do consumo de HFCs e SF<sub>6</sub> (MCTI, 2014).

Já as do setor da agropecuária são resultantes da fermentação entérica do gado, manejo de dejetos animais, solos agrícolas, cultivo de arroz e queimas de resíduos agrícolas. Já as do setor do uso da terra e florestas as emissões são advindas das variações da quantidade de carbono, tanto da biomassa vegetal como do solo. As do setor de tratamento de resíduos resultam da disposição de resíduos sólidos e pelo tratamento de esgotos domésticos, comerciais e industriais, além da incineração de resíduos e consumo humano de proteínas (MTCI, 2014).

Pode-se inferir a partir dos dados apresentados na TABELA 4.2 que o Brasil desde o ano de 2005 até 2012 apresentou no total 41,1% de redução de emissões de GEE. Em comparação à variação de 1995-2005 houve um decréscimo de 19,7% de emissões de GEE. Nesse mesmo período, como demonstrado no QUADRO 4.1, foi criada a Política Nacional sobre Mudança do Clima, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, a Agenda 21, Plano ABC, o Programa Brasileiro de Biocombustíveis e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica. As Políticas, os programas e os instrumentos de mitigação e adaptação provavelmente contribuíram para a redução das emissões de GEE apresentada.

TABELA 4.1 – GEE DIRETO, SEUS RESPECTIVOS SÍMBOLOS E VALORES CORRESPONDENTES PARA O GWP

<b>Gás</b>	<b>Símbolo</b>	<b>GWP</b>
<b>Dióxido de Carbono</b>	CO <sub>2</sub>	1
<b>Metano</b>	CH <sub>4</sub>	21
<b>Oxido Nitroso</b>	N <sub>2</sub> O	310
<b>Hidrofluorcarbonos</b>	HFC-23	11,700
	HFC-125	2,800
	HFC-134a	1,300
	HFC-143a	3,800
	HFC-152a	140
<b>Perfluorcarbonos</b>	CF <sub>4</sub>	6,500
	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9,200
<b>Hexafluoreto de Enxofre</b>	SF <sub>6</sub>	23,900

Fonte: MCTI, 2014, p.14.



TABELA 4.2 – EMISSÕES EM TERMOS DE SETORES E GASES PARA OS ANOS DE 1990, 1995, 2005, 2011 e 2012

Setores	Gases	1990	1995	2000	2005	2011	2012	Variação	
		Tg CO <sub>2</sub> eq						1995-2005	2005-2012
Energia	CO <sub>2</sub>	176,2	217,3	287,5	313,1	393,2	431,5	44,1%	37,8%
	CH <sub>4</sub>	9	7,7	8,3	11,5	9,8	9,9	50,4%	-13,9%
	N <sub>2</sub> O	2,5	2,7	2,8	3,7	4,5	4,7	38,2%	28,2%
Processos Industriais	CO <sub>2</sub>	45,3	52,8	63,2	65,5	78,7	77,4	24,0%	18,2%
	CH <sub>4</sub>	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	43,3%	21,8%
	N <sub>2</sub> O	3,3	5,4	6,2	7,1	0,3	0,2	30,9%	-96,5%
	Outros	3,9	4,7	2,1	5,2	6,9	7,5	10,2%	43,9%
Agropecuária	CH <sub>4</sub>	200,3	219,4	226,2	268,1	281,4	278,7	22,2%	3,9%
	N <sub>2</sub> O	103,5	116,4	121,7	147,6	168,5	167,8	26,8%	13,7%
Uso da Terra e Florestas	CO <sub>2</sub>	766,5	1840,8	1272,4	1113,6	286,5	158,2	-39,5%	-85,8%
	CH <sub>4</sub>	44,9	90,4	64,2	59,4	21,8	15,9	-34,2%	-73,3%
	N <sub>2</sub> O	4,6	9,2	6,5	6	2,2	1,6	-34,2%	-73,3%
Tratamento de Resíduos	CO <sub>2</sub>	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	39,4%	28,0%
	CH <sub>4</sub>	26,2	30,2	34,6	37,5	43,4	45	24,1%	20,1%
	N <sub>2</sub> O	2,8	3,4	3,9	4,3	4,6	4,6	26,6%	7,8%
<b>TOTAL</b>		<b>1.389,10</b>	<b>2.600,50</b>	<b>2.099,80</b>	<b>2.043,00</b>	<b>1.302,20</b>	<b>1.203,40</b>	<b>-21,4%</b>	<b>-41,1%</b>

Fonte: MCTI, 2014, p.18.

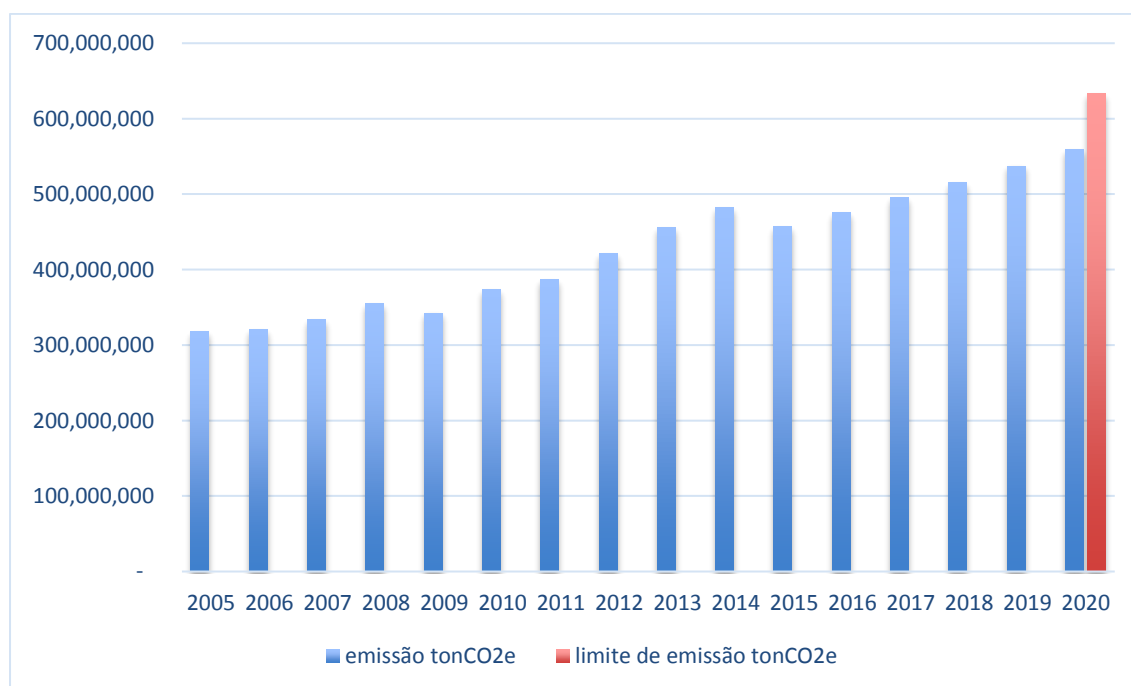
#### 4.3.1 Setor de Energia

A iNDC brasileiro apresenta para o setor de Energia o compromisso de transição para sistemas baseados em fontes renováveis, atingindo participação de aproximadamente 45% dessas fontes na matriz energética em 2030. Além disso, propõe aumentar aproximadamente em 18% a participação de bioenergia em sua matriz até 2030 e aumentar a oferta de etanol para mistura do diesel a fim de ampliar o consumo de biocombustíveis. Ainda em relação a este setor, a iNDC objetiva ampliar o consumo doméstico de fontes não fóssil, de modo que o fornecimento de energia elétrica dessas fontes seja menor do que 23% até 2030 e que atinja 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030 (BRASIL, 2015).

Para o setor de transportes, o Brasil pretende melhorias na infraestrutura de transportes além de promover medidas de eficiência (BRASIL, 2015). O limite de emissões do setor em 2020, estabelecido no Decreto nº 7390/2010, é de 634 milhões de tonCO<sub>2</sub>e.

A TABELA 4.3 apresenta os dados nacionais de emissão de GEE por setor entre 2005 e 2015. De acordo com a SEEG<sup>2</sup>, para a apuração dos dados, foram levadas em consideração emissões provenientes das emissões fugitivas<sup>3</sup> e pela queima de combustíveis. A partir dos dados apresentados, percebe-se que o setor de energia a partir de 2005 vem aumentando a quantidade de emissões GEE, principalmente de CO<sub>2</sub>e e N<sub>2</sub>O(t). Entretanto, nos últimos 5 anos, o setor teve um crescimento percentual de 20,16%, sendo que, ainda poderá apresentar um crescimento adicional de 18% até 2020 que ainda emitirá menos que 634 milhões de tonCO<sub>2</sub>e, em 2020.

FIGURA 4.1 – CENÁRIO DE EMISSÕES DE TONCO<sub>2</sub>E PARA O SETOR DE ENERGIA (tonCO<sub>2</sub>e GWP-AR5)



FONTE: O autor (2016).

Outra evidência de que o setor provavelmente atingirá a meta de emissões em 2020 é o cenário apresentado na FIGURA 4.1. Este cenário foi calculado a partir do CAGR de 4% referente ao período de 2010 à 2015. Como demonstrado na FIGURA

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://plataforma.seeg.eco.br/sectors/energia>>

<sup>3</sup> Uma emissão fugitiva é caracterizada por liberação difusa e, portanto, não-pontual de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), na atmosfera (MATTOS, 2000).

4.1, caso seja mantida a taxa de 4% nos próximos 5 anos, o setor de energia terá sua emissão de tonCO<sub>2</sub>e abaixo do limite estabelecido pelo Decreto nº 7390/2010.

#### 4.3.2 Setor de Uso da Terra e Florestas

O INDC brasileiro apresenta para o setor de Uso da Terra e Florestas o compromisso de consolidar o cumprimento do Código Florestal em âmbito nacional e fortificar políticas e medidas que tenham como objetivo o fim do desmatamento ilegal e a compensação de GEE resultantes da supressão legal da vegetação. Objetiva, também, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas e expandir a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas. Todos os compromissos citados deverão ser cumpridos até 2030. (BRASIL, 2015). O limite de emissões do setor, em 2020, estabelecido no Decreto nº 7390/2010 é de 516 milhões de tonCO<sub>2</sub>e.

Segundo o SEEG<sup>4</sup>, a TABELA 4.4 apresenta os dados nacionais de emissão de GEE para o setor, de 2005 a 2015. Para a apuração dos dados, foram levadas em consideração emissões provenientes das alterações de uso do solo, calagem e remoção.

A partir dos dados apresentados na TABELA 4.4 observa-se que de 2005 à 2015 uma houve redução total de emissões de GEE de 61.84%. No entanto, de 2010 a 2015 a redução das emissões totais foram de apenas 1,03%. Dentre os GEE apresentados na tabela, o CO<sub>2</sub> é o gás de maior participação percentual no valor total de emissões. Para que o limite de emissões estabelecido no Decreto nº 7390/2010 seja alcançado, a variação percentual de 2015 à 2020 deverá ser de -42%. Vale ressaltar, que além da alta porcentagem de redução necessária, observa-se que as emissões de tonCO<sub>2</sub>e cresceram em 2015, que é o ano da assinatura do acordo da COP 21 e apresentação dos compromissos listados.

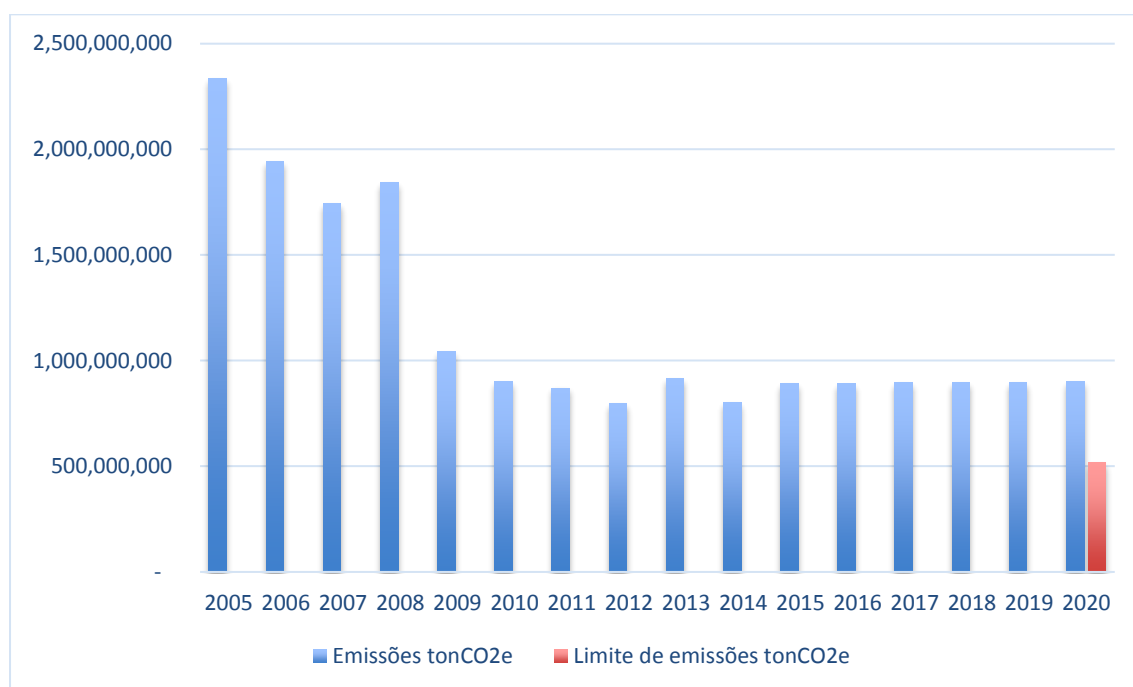
Outra evidência de que o setor terá que apresentar uma redução substancial de suas emissões de tonCO<sub>2</sub>e é o cenário apresentado na FIGURA 4.2. Este cenário foi calculado a partir do CAGR das emissões de tonCO<sub>2</sub>e, de 2010 à 2015, a qual resultou em -0,21%. Como demonstrado na FIGURA 4.2, caso seja mantida a taxa de

---

<sup>4</sup> Disponível em: < <http://plataforma.seeg.eco.br/sectors/mudanca-de-uso-da-terra-e-floresta>>

-0,21% nos próximos 5 anos, o setor de uso da terra e florestas terá sua emissão de tonCO<sub>2</sub>e acima do limite estabelecido pelo Decreto nº 7390/2010. Para que o setor tenha sua emissão de tonCO<sub>2</sub>e abaixo do limite estabelecido para 2020, terá que apresentar a CAGR de -10,34%, a partir de 2015.

FIGURA 4.2 – CENÁRIO DE EMISSÕES DE TONCO<sub>2</sub>E PARA O SETOR DE USO DA TERRA E DE FLORESTAS (tonCO<sub>2</sub>e GWP-AR5)



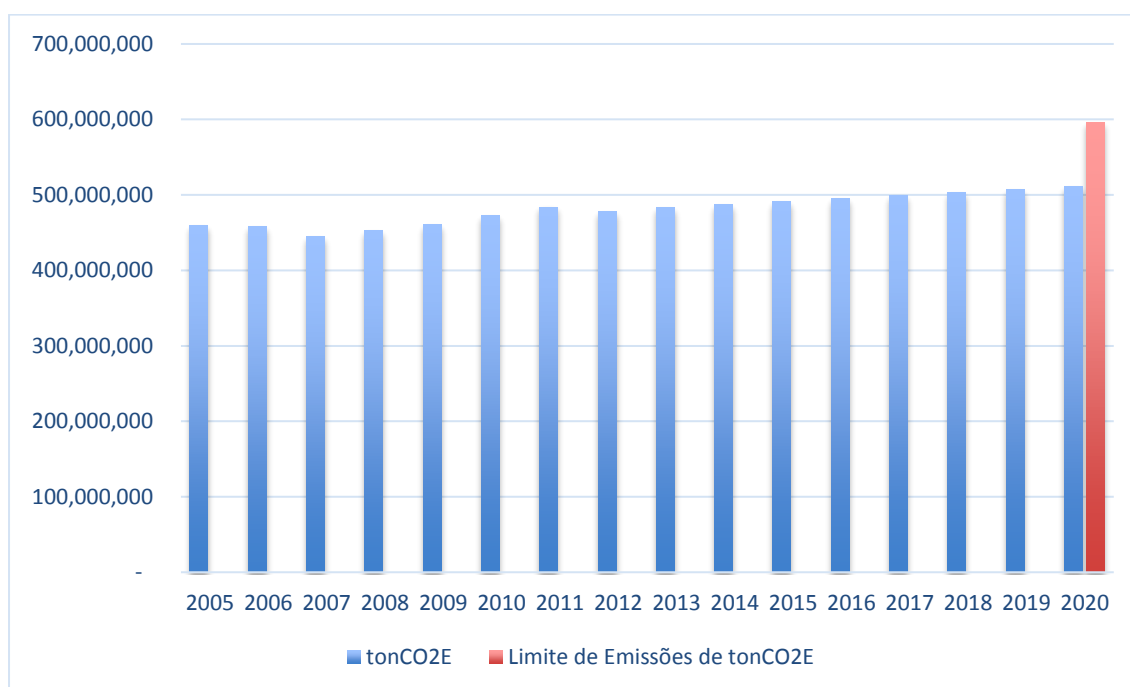
FONTE: O autor (2016).

#### 4.3.3 Setor da Agropecuária

O iNDC brasileiro apresenta o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono – Plano ABC como seu principal instrumento para aumentar a sustentabilidade do setor agropecuário. O Plano ABC visa restaurar 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e ampliar em 5 milhões de hectares com Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Florestas, ambos até 2030 (BRASIL, 2015). O limite de emissões do setor para 2020 estabelecido no Plano ABC é de 596 milhões de tonCO<sub>2</sub>e.

A TABELA 4.5 apresenta os dados nacionais de emissão de GEE para o setor agropecuário entre 2005 e 2015. Segundo a SEEG<sup>5</sup>, para a apuração dos dados, foram levadas em consideração emissões provenientes do cultivo de arroz, fermentação entérica, manejo de dejetos animais, queima de resíduos agrícolas e de solos agrícolas. Percebe-se que o aumento nas emissões de GEE pelo setor entre 2005 e 2015 foi de apenas 6,9%. A quantidade de emissões de CO<sub>2</sub>e em 2015 está 104.543.304 de toneladas, abaixo do limite de emissões estabelecido no Plano ABC. Portanto, pode-se afirmar que as emissões de CO<sub>2</sub>e podem crescer em até 21,27% até 2020 (considerando a quantidade de emissões de 2015). Não obstante, o Plano ABC apresenta um limite de emissões apenas para o CO<sub>2</sub>e. Apesar de, dentre os gases listados na tabela, o N<sub>2</sub>O(t) ser o que apresenta maior crescimento de emissões de 2011 a 2015.

FIGURA 4.3 – CENÁRIO DE EMISSÕES DE TONCO<sub>2</sub>E PARA O SETOR DA AGROPECUÁRIA (tonCO<sub>2</sub>e GWP-AR5)



FONTE: O autor (2016).

Outra evidência de que o setor provavelmente atingirá a meta de emissões em 2020 é o cenário apresentado na FIGURA 4.3. Este cenário foi calculado a partir do

<sup>5</sup> Disponível em: < <http://plataforma.seeg.eco.br/sectors/agropecuaria>>

CAGR de 0,8%, referente aos valores de 2010 à 2015. Como demonstrado na FIGURA 4.1, caso a taxa de 0,8% seja mantida nos próximos 5 anos, o setor da agropecuária terá sua emissão de tonCO<sub>2e</sub> abaixo do limite estabelecido no Plano ABC.

#### 4.3.4 Setor de Processos Industriais

O iNDC brasileiro apresenta para o setor de Processos Industriais o compromisso de desenvolver padrões de tecnologia limpa e de amplificar medidas de infraestrutura de baixo carbono e de eficiência energética (BRASIL, 2015).

A TABELA 4.6 apresenta os dados nacionais de emissão de GEE para o setor, de 2005 a 2015. De acordo com a SEEG<sup>6</sup>, para a apuração dos dados, foram levadas em consideração emissões provenientes de emissões de HFCs, indústria química, produtos minerais, produção de metais, uso não-energético de combustíveis solventes e uso de SF<sub>6</sub>. A partir da análise dos dados apresentados, percebe-se que dentre os três gases, o CO<sub>2e</sub> é o gás de maior emissão pelo setor. Devido ao limite de emissões para este setor e o setor de tratamento de resíduos ser um somatório das emissões dos dois setores, o assunto será discutido na subseção 4.3.5.

#### 4.3.5 Setor de Tratamento de Resíduos

No iNDC brasileiro não há nenhuma meta específica estabelecida para o setor de tratamento de resíduos. Porém, na projeção do Decreto n 7390/2010 foi estabelecido o limite de emissões de GEE para 2020 de até 234 milhões de tonCO<sub>2e</sub>. A TABELA 4.7 apresenta os dados nacionais de emissões dos GEE para o setor de tratamento de resíduos para os anos de 2005 a 2015. Segundo a SEEG<sup>7</sup>, para apuração dos dados, foram levadas em consideração emissões provenientes do tratamento de efluente domésticos e de efluentes líquidos industriais, disposição de resíduos sólidos e de incineração de resíduos.

---

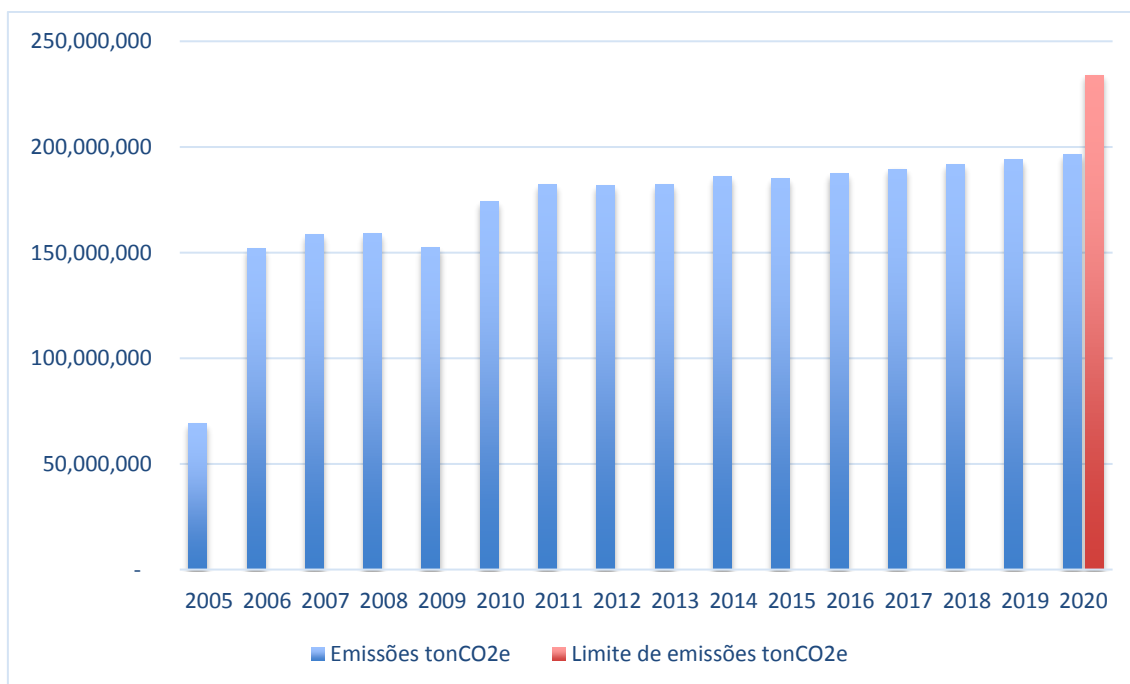
<sup>6</sup> Disponível em: <<http://plataforma.seeg.eco.br/sectors/processos-industriais>>

<sup>7</sup> Disponível em: <<http://plataforma.seeg.eco.br/sectors/residuos>>

A partir dos dados apresentados na TABELA 4.7, percebe-se que houve um aumento de 22,5% nas emissões de GEE pelo setor entre 2005 e 2015. Somando-se o total de emissões de tonCO<sub>2</sub>e dos setores de Processos Industriais e Tratamento de Resíduos em 2015, o resultado encontrado seria de 185 milhões toneladas. Logo, pode-se afirmar que se o Brasil conseguir manter a quantidade de emissões apresentada em 2015 em 2020, o país apresentará a quantidade de emissões para os dois setores abaixo do limite estabelecido. Portanto, os dois setores poderão apresentar conjuntamente uma variação percentual de 26,48% nas emissões entre 2015-2020.

Outra evidência de que o setor provavelmente atingirá a sua meta de emissões em 2020 é o cenário apresentado na FIGURA 4.4. Este cenário foi calculado a partir da taxa de 1,23%, encontrada através do cálculo do CAGR das emissões de tonCO<sub>2</sub>e de 2010 à 2015. Como demonstrado na FIGURA 4.4, caso a taxa de 1,23% seja mantida nos próximos 5 anos, o setor da agricultura terá sua emissão de tonCO<sub>2</sub>e abaixo do limite estabelecido na projeção do Decreto nº 7390/2010.

FIGURA 4.4 – CENÁRIO DE EMISSÕES DE TONCO<sub>2</sub>E PARA O SETOR DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E PROCESSO INDUSTRIAL (tonCO<sub>2</sub>e GWP-AR5)



FONTE: O autor (2016).

QUADRO 4.1 – MEDIDAS DE RESPOSTA DO GOVERNO BRASILEIRO A CONFERÊNCIA DAS PARTES

	1968-1978	1979-1989	1990-2000	2001-2011	2012-2022
<b>Política e Planejamento Nacional Relevantes ao Tema</b>			Política Energética	Política Nacional Sobre Mudança do Clima	
				Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS	
<b>Instrumentos de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas</b>			Fundo Amazônia	Plano Nacional sobre Mudança do Clima	Agenda 2030
			Mecanismo de Desenvolvimento Limpo-MDL	Agenda 21	Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil
				Mercado Brasileiro de Redução de Emissões - MBRE	Plano Nacional de Adaptação
				Fundo Nacional sobre Mudança do Clima Plano ABC	
<b>Programas de combate às mudanças climáticas</b>	Programa Nacional do Álcool	Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE)	Programa de Desenvolvimento Energético	Programa Brasileiro de Biocombustíveis	
		Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel)	Educação Ambiental	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)	
			Programa de Avaliação do Desflorestamento na Amazônia Legal - PRODES		

Fonte: Portal MCTI (2016); Brasil (2015).



TABELA 4.3 - DADOS DE EMISSÕES DE GEE PARA O SETOR DE TRATAMENTO DE ENERGIA

<b>Gases</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Varição 2005-2015 (%)</b>
CH4(t)	663,721	629,391	617,400	622,272	670,272	608,391	557,413	572,978	617,788	646,817	666,128	0.36
N2O (t)	24,472	25,322	26,907	28,680	27,833	30,342	30,765	32,296	33,697	34,991	34,757	42.03
CO2e (t) GWP-AR5	317,422,997	321,006,585	334,372,319	354,604,595	342,368,070	373,745,699	387,096,071	421,340,756	455,825,334	482,372,907	457,346,443	44.08
<b>Total</b>	318,111,190	321,661,298	335,016,626	355,255,547	343,066,175	374,384,432	387,684,249	421,946,030	456,476,819	483,054,715	458,047,328	43.99

Fonte: dados do SEEG (2015)

TABELA 4.4 - DADOS DE EMISSÕES DE GEE PARA O SETOR DE USO DA TERRA E FLORESTAS

<b>Gases</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Varição 2005-2015 (%)</b>
CH4(t)	2,875,612	2,512,874	2,310,713	2,407,382	1,364,534	1,232,277	1,246,441	1,110,786	1,213,556	1,141,775	1,233,583	-57.10
N2O (t)	104,048	90,923	83,608	87,106	49,373	44,587	45,100	40,191	43,910	41,312	44,634	-57.10
CO2e (t) GWP-AR5	2,334,731,665	1,942,997,510	1,744,457,501	1,841,309,856	1,045,250,756	900,008,427	870,129,465	797,023,396	913,669,437	800,355,503	890,746,529	-61.85
<b>Total</b>	2,337,711,325	1,945,601,307	1,746,851,822	1,843,804,344	1,046,664,663	901,285,291	871,421,006	798,174,373	914,926,903	801,538,590	892,024,746	-61.84

FONTE: dados do SEEG (2015).

TABELA 4.5 - DADOS DE EMISSÕES DE GEE PARA O SETOR DA AGROPECUÁRIA

<b>Gases</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Varição 2005-2015 (%)</b>
CH4(t)	12,357,698	12,293,212	11,707,265	11,955,323	12,165,721	12,415,561	12,627,003	12,453,051	12,492,934	12,556,978	12,710,852	2.86
N2O (t)	427,515	431,460	443,268	446,355	452,036	470,079	491,981	488,049	502,920	514,233	511,518	19.65
CO2e (t) GWP-AR5	459,307,528	458,547,382	445,269,794	453,033,593	460,430,019	472,207,172	483,931,502	478,019,065	483,076,241	487,867,602	491,456,696	7.00
<b>Total</b>	472,092,741	471,272,054	457,420,327	465,435,271	473,047,776	485,092,812	497,050,486	490,960,165	496,072,095	500,938,813	504,679,066	6.90

FONTE: dados do SEEG (2015).

TABELA 4.6 - DADOS DE EMISSÕES DE GEE PARA O SETOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

<b>Gases</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Varição 2005-2015 (%)</b>
CH4(t)	58,016	59,610	61,697	59,756	41,813	49,202	49,685	48,193	45,732	44,531	42,729	-26.35
N2O (t)	24,270	26,176	4,412	3,745	2,005	2,227	2,372	2,219	2,125	2,172	2,141	-91.18
CO2e (t) GWP-AR5	80,493,653	80,808,710	84,267,196	83,688,811	76,137,851	95,547,729	101,537,203	101,768,854	100,275,722	101,726,311	100,524,035	24.88
<b>Total</b>	80,575,939	80,894,496	84,333,305	83,752,312	76,181,669	95,599,158	101,589,260	101,819,266	100,323,579	101,773,014	100,568,905	24.81

FONTE: dados do SEEG (2015).

TABELA 4.7 - DADOS DE EMISSÕES DE GEE PARA O SETOR DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS

<b>Gases</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Varição 2005-2015 (%)</b>
CH4(t)	2,392,292	2,474,343	2,573,832	2,609,293	2,648,867	2,727,178	2,793,940	2,768,223	2,836,473	2,921,174	2,929,618	22.46
N2O (t)	6,734	6,852	6,970	7,108	7,237	7,375	7,689	7,793	8,139	8,275	8,400	24.74
CO2e (t) GWP-AR5	68,933,301	71,265,598	74,097,782	75,137,538	76,289,767	78,529,283	80,481,985	79,785,164	81,800,407	84,213,695	84,482,957	22.56
<b>Total</b>	<b>71,332,327</b>	<b>73,746,793</b>	<b>76,678,584</b>	<b>77,753,939</b>	<b>78,945,871</b>	<b>81,263,836</b>	<b>83,283,614</b>	<b>82,561,180</b>	<b>84,645,019</b>	<b>87,143,144</b>	<b>87,420,975</b>	<b>22.55</b>

Fonte: dados do SEEG (2015).

## 5 VIABILIDADE DA TRAJETÓRIA BRASILEIRA PARA ALCANÇAR AS METAS DA COP 21

### 5.1 CUSTO FINANCEIRO DAS METAS DA COP 21

Segundo o *The New Climate Economy* (2016), atualmente enfrentamos três grandes desafios para o desenvolvimento sustentável. São eles, reacender o crescimento, cumprir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS e reduzir os riscos consequentes das mudanças climáticas, em conformidade com o acordado na COP21. O relatório considera que o investimento em infraestruturas sustentáveis é fundamental para enfrentar estes desafios. Para isso, será necessário um fluxo de investimento significativo nos próximos 15 anos, aproximadamente U\$ 90 trilhões de dólares. A razão deste alto fluxo de investimento é o envelhecimento da infraestrutura das economias avançadas e devido ao alto crescimento e mudança estrutural nos mercados emergentes e em desenvolvimento, como o Brasil.

Nos relatórios da UNFCCC são apresentadas estimativas de gastos para a implementação de ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas para países em desenvolvimento. O Relatório de 2007 aponta que, para se atingir o nível de redução de 25% nas emissões de GEE no período de 2000 a 2030, seriam necessários aproximadamente US\$ 130 bilhões anualmente a serem aplicados nos países em desenvolvimento (IPEA, 2011). Devido aos compromissos e metas de redução de emissões ambiciosos, especialmente o setor de uso da terra e florestas, é importante que seja questionada a viabilidade econômica do cumprimento da iNDC.

A UNFCCC publicou em 2007, um documento chamado *Investment and financial flows to address climate change*, no qual analisa os investimentos existentes e planejados e fluxos financeiros com o objetivo de desenvolver uma resposta internacional eficaz para o combate às mudanças climáticas. A partir dos dados para o cenário de referência e mitigação do referido documento e conjunto com os dados do Orçamento da União para o Exercício Financeiro de 2016, será feita análise da viabilidade econômica em atingir as metas de redução citadas na iNDC brasileira.

O documento explica que para a análise do fluxo financeiro e de investimento futuro para mitigação das mudanças climáticas é necessário ser apresentado dois possíveis cenários, o **cenário de referência** e o **cenário de mitigação**. Ambos refletem a resposta internacional às mudanças climáticas (UNFCCC, 2007).

Para o **cenário de referência**, foram levados em conta os dados de emissões de CO<sub>2</sub> provenientes do cenário de referência da *IEA World Energy Outlook - IEA* (WEO, 2006), relacionados à produção de energia. O parâmetro da projeção de emissões de GEE não-CO<sub>2</sub> para o estudo é proveniente da Agência Americana de Proteção Ambiental – USA EPA para 2030. Além de dados de emissões de CO<sub>2</sub> advindas do uso da terra, da mudança do uso da terra e florestas e de emissões de CO<sub>2</sub>, assim como as emissões provenientes de processos industriais postados pelo *Business Council on Sustainable Development, 2002*.

Para a projeção do **cenário de mitigação** foram considerados os dados de emissões de CO<sub>2</sub> relacionados à produção de energia provenientes do IEA WEO, 2006, a partir do cenário do *The Alternative Policy Scenario – BAPS*. O parâmetro da projeção de redução de emissões pelo provável preço de menos de US\$ 30 por tonelada de CO<sub>2</sub>e de GEE não- CO<sub>2</sub> provem da US EPA. Os dados de potenciais vias de aumento de emissão de CO<sub>2</sub> advindos da agricultura e atividades florestais, emissões de CO<sub>2</sub> advindas dos processos industriais usados no estudo foram divulgadas pela WBCSD, 2002 (UNFCCC, 2007).

### 5.1.1 Custo para o Setor de Energia

De acordo com o *The New Climate Economy* (2016), o Brasil se comprometeu a duplicar seus investimentos públicos em pesquisas sobre energia limpa nos próximos cinco anos. Esta decisão foi tomada devido ao reconhecimento por parte do Brasil de que o aumento de investimentos em pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias limpas com menor custo de implantação, aumenta a acessibilidade de tecnologias sustentáveis no país.

O setor de energia brasileiro comporta dados de emissões do processo de fornecimento de energia como também os dados de emissões de GEE gerado pelos sistemas de transporte. Contudo, os custos de mitigação de emissões de GEE provenientes do transporte não foram incluídos nas projeções. Os custos apresentados para os dois cenários levam em consideração custos de investimento para melhoria da infraestrutura do fornecimento energético (UNFCCC, 2007).

Os custos para o fornecimento energético a partir do petróleo incluem a produção do petróleo, oleoduto, outras formas de transporte e refinaria. O custo de investimento para o fornecimento de gás inclui a produção do gás, tubulação, gás

natural liquefeito e outros meios de transporte. E o custo de investimento para o fornecimento de carvão inclui sua produção e transporte (UNFCCC, 2007).

- **Cenário de Referência**

TABELA 5.1 apresenta os dados de investimento necessários para o setor de energia na perspectiva do cenário de referência para 2030. Segundo os dados da TABELA 5.1, em termos relativos, o Brasil participa com aproximadamente 2,1% dos gastos totais mundiais. O maior investimento brasileiro necessário para mitigação das mudanças climáticas está na indústria do petróleo. Ela compreende 32% do custo total para o Brasil. Por outro lado, para a América Latina como um todo, assim como para o grupo de países em desenvolvimento, o maior custo de investimento está na transmissão e distribuição da energia. Fica evidente que se a indústria petroleira brasileira continuar a se desenvolver da forma que está, demandará altos custos de mitigação de suas externalidades negativas. As quais, contribuem para as mudanças climáticas globais.

TABELA 5.1 - INVESTIMENTO NECESSÁRIO PARA O FORNECIMENTO ENERGÉTICO SOB O CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA 2030 (BILHÕES DE US\$)

	Transmissão e Distribuição	Geração de Energia	Fornecimento de Carvão	Fornecimento de Petróleo	Fornecimento de Gás	Total
Mundo	231,0	208,3	19,9	154,2	148,1	761,6
OECD	71,4	93,9	6	44,2	67,1	282,5
Economias em Transição	10,9	11,9	1,3	24,6	22,7	71,3
Países em Desenvolvimento	148,7	102,6	12,7	85,5	58,3	407,8
América Latina	17,3	13	0,4	14,5	10,2	55,5
Brasil	4,6	4,4	0,0	5,3	1,8	16,2

FONTE: UNFCCC, 2007, p. 46.

- **Cenário de Mitigação**

O cenário de mitigação leva em conta os avanços na eficiência para produção de energia. Em consequência, nesse cenário os custos de investimento com infraestrutura para fornecimento de energia e a demanda de energia para sua

produção são menores que no cenário de referência. Para o cenário de mitigação, a implementação de medidas para o crescimento da eficiência energética demanda investimentos dos consumidores de energia, construção e transporte. A tabela 5.2 apresenta o fluxo financeiro e investimento necessário para o combate às mudanças climáticas a partir do cenário de mitigação para 2030.

TABELA 5.2 - INVESTIMENTO NECESSÁRIO PARA O FORNECIMENTO ENERGÉTICO SOB O CENÁRIO DE MITIGAÇÃO PARA 2030 (BILHÕES DE US\$)

País/Região	Transmissão e Distribuição	Mudança Percentual	Geração de Energia	Mudança Percentual	Suprimento de Carvão, Gás e Petróleo	Mudança Porcentual	Total	Mudança Percentual
OECD	23,1	-68	140,5	49,6	100,4	-14	263,9	-7
Economias em Transição	5,6	-48	17,7	49,6	38,8	-20	62,2	-13
Países em Desenvolvimento	101,1	-32	144,2	40,6	124	-21	369,3	-9
Brasil	1,9	-59	3,4	22,5	4,5	-37	9,8	-39
<b>Total Global</b>	<b>129,8</b>	<b>-44</b>	<b>302,4</b>	<b>45,1</b>	<b>263,2</b>	<b>-18</b>	<b>695,3</b>	<b>-9</b>

FONTE: UNFCCC, p. 47, 2007.

A partir da projeção financeira apresentada na TABELA 5.2, percebe-se que houve uma variação de -9% no custo total no cenário de mitigação em comparação com o custo total na perspectiva do cenário de referência. Já para o Brasil, a redução na variação dos custos comparados foi representativa, de -39%. Em outras palavras, uma economia de US\$ 6,4 bilhões. O cenário de mitigação economizaria esse valor por diminuir os custos futuros da mitigação das externalidades negativas. O investimento necessário para se atingir esse cenário, seria menor do que o custo das externalidades caso ele não aconteça, por isso apresenta maior custo benefício.

### 5.1.2 Custo para o Setor de Uso da Terra e Florestas

O documento não apresenta uma projeção do investimento e fluxo do custo financeiro para mitigação das emissões de GEE para o setor (UNFCCC, 2007). Segundo Mickinsen & Company (2009), o custo de redução de 70% das emissão de GEE até 2030 em relação ao ano de 2005 para o setor, seria de aproximadamente US\$ 1,2 trilhões em 2030. Um custo médio anual variando entre US\$ 36 bilhões e US\$ 85 bilhões. Não foram inclusas no cálculo as iniciativas de custo negativo, que seriam iniciativas as quais a economia produzida é maior que o investimento necessário.

### 5.1.3 Custo para o Setor da Agropecuária

- **Cenário de Referência**

A TABELA 5.3 apresenta os dados de fluxo de investimento necessário para o setor da agropecuária na perspectiva do cenário de referência por região para 2005, 2010, 2015, 2020, 2025 e 2030.

TABELA 5.3 - FLUXO DE INVESTIMENTO PARA O SETOR DA AGRICULTURA SOB O CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA 2005, 2010, 2015, 2020, 2025 E 2030 (BILHÕES DE US\$)

<b>País/ Região</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
Brasil	5,311	8,932	9,973	11,277	12,623	14,125
China	14,205	16,863	19,834	22,763	25,666	28,302
Estados Unidos	12,842	15,313	16,907	17,323	18,041	19,035
América Latina/ Caribe	15,473	17,328	19,899	22,680	25,654	28,970
Oriente Médio	3,619	3,908	5,402	6,658	7,870	9,209
EU-15	7,548	11,672	13,044	14,215	15,137	15,733
<b>Total Global*</b>	<b>109,281</b>	<b>137,031</b>	<b>157,833</b>	<b>179,513</b>	<b>201,874</b>	<b>225,006</b>

FONTE: UNFCCC apud OECD ENV - Linkage Model, p. 73, 2007.



\*No montante de fluxo financeiro global estão incluídos os países e regiões a seguir: África, Austrália/Nova Zelândia, Canadá, Índia, Japão, México, Rússia, Coreia, Turquia e países do sudeste da Ásia além dos países presentes na tabela.

Segundo os dados da TABELA 5.3, no caso do cenário de referência, para mitigação às mudanças climáticas, o Brasil precisará investir aproximadamente 11, 12, e 14 bilhões de dólares nos anos de 2020, 2025 e 2030 a fim de mitigar às mudanças climáticas. Pode-se considerar que seria um custo de crescimento moderado.

- **Cenário de Mitigação**

Este cenário assume que as medidas de custo efetivo para a redução das emissões dos GEE, com exceção do CO<sub>2</sub>, já foram implementadas. A TABELA 5.4 apresenta os custos necessários para o setor de agropecuária na perspectiva do cenário de mitigação por região para 2030.

TABELA 5.4 - REDUÇÕES POTENCIAIS DE MT CO<sub>2</sub>E PARA O SETOR DA AGROPECUÁRIA COM PREÇO DO CARBONO A US\$ 0 E US\$ 30 POR TONCO<sub>2</sub>E, SOB O CENÁRIO DE MITIGAÇÃO PARA 2030 (BILHÕES US\$)

Distribuição Regional	Reduções Potenciais de (Mt CO <sub>2</sub> e) em Terras Cultivadas		Custo total	Reduções Potenciais de (Mt CO <sub>2</sub> e) do Plantio de Arroz		Custo Total	Reduções Potenciais de (Mt CO <sub>2</sub> e) para Pecuária		Custo Total
	2030	2030		2030	2030		2030	2030	
País/Região	US\$ 0	US\$30		US\$ 0	US\$30		US\$ 0	US\$30	
Brasil	1,4	3,7	125	-	-	-	9,6	16,2	549
Não-OECD Anexo 1	35,5	39,6	1,342	-	-	-	4,1	4,1	139
OECD	69,4	89,8	3,044	1,9	10,8	366	36,1	77,7	2,641
EU-15	11,8	12,4	420	-	-	0	12,9	24,5	831
<b>Total Global*</b>	<b>139,6</b>	<b>179,7</b>	<b>6,092</b>	<b>116,2</b>	<b>243,3</b>	<b>8.248</b>	<b>92,4</b>	<b>175,2</b>	<b>5,939</b>

FONTE: UNFCCC, p. 75, 2007 apud US EPA, 2006.

\*No montante de fluxo financeiro global estão incluídos os países e regiões a seguir: África, México, Rússia, países do Anexo 1 e países do sudeste da Ásia além dos países presentes na tabela.

No documento, a UNFCCC (2007) explica que as medidas a serem tomadas para redução das emissões não requerem novos equipamentos, por serem medidas

operacionais. Na projeção, assumiu-se que o custo anual implementação destas medidas operacionais equivale ao custo marginal de US\$ 30 por tonelada de CO<sub>2</sub>e. Embora não sejam necessários novos equipamentos, o custo seria maior neste cenários devido ao capital de investimento necessário para implementar as medidas de mitigação, e então para gerenciá-las. O cálculo também incluiu uma taxa de imposto de 40% e uma de desconto de 10%.

Para o Brasil, o custo adicional de implementação das medidas necessárias para redução das emissões de GEE seria de US\$ 549 bilhões. Não obstante, os benéficos do cenário incluem o abatimento de GEE, o valor entisico do CH<sub>4</sub> como gás natural e seu potencial para geração de energia, além da melhora na eficiência do uso do gás como nutriente.

#### 5.1.4 Custo para o Setor de Processos Industriais

- **Cenário de Referência**

A TABELA 5.5 apresenta os dados de investimento e fluxo financeiro necessários para o setor de Processos Industriais na perspectiva do cenário de referência por região para os anos 2002, 2005, 2010, 2015, 2020, 2025 e 2030. Neste caso, o autor afirma que a maioria dos investimentos esperados virão de fontes domésticas.

A América Latina, segundo a projeção do custo para 2030 apresentada na TABELA 5.5 apresenta o terceiro menor custo de redução dentre as 8 regiões apontadas. Por outro lado, o investimento necessário para o combate às mudanças climáticas é crescente para a América Latina desde 2005, provavelmente devido ao crescimento econômico do setor na região. Não foi divulgado no documento, dados específicos para o Brasil.

- **Cenário de Mitigação**

A tabela 5.6 apresenta os dados de investimento e fluxo financeiro adicionais necessários para o setor de processos industriais para 2030, a fim de se alcançar adicionais melhoras na eficiência, energética, de captura e armazenamento de CO<sub>2</sub>e eliminação de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O para 2030. A projeção foi realizada a partir do cenário de

mitigação. Os custos e dados estão na unidade de milhões de dólares (UNFCCC, 2007).

O custo adicional para o cenário de mitigação para o Brasil seria de US\$ 614 bilhões. Para este setor, em oposição ao setor de energia, o custo do cenário de mitigação é maior do que o de referência. Segundo a UNFCCC (2007) o aumento do custo de mitigação das mudanças climáticas aumenta nesse cenário por conta do capital necessário para a melhoria da eficiência energética no setor, Assim como, para o armazenamento e captura do CO<sub>2</sub> e eliminação da emissão dos demais GEE advindas dos processos industriais.

TABELA 5.5 - FLUXO DE INVESTIMENTO PARA O SETOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS SOB O CENÁRIO DE REFERENCIA PARA 2005, 2010, 2020, 2025 E 2030 (BILHÕES US\$)

<b>Região</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
<b>África</b>	20	28	36	45	56	71
<b>Países Asiáticos em Desenvolvimento</b>	443	668	874	1.066	1.238	1.406
<b>América Latina</b>	34	44	53	61	69	79
<b>Oriente Médio</b>	14	36	42	55	74	100
<b>OECD Europa</b>	243	291	369	417	462	431
<b>OECD América do Norte</b>	372	426	481	543	586	628
<b>OECD Pacífico</b>	251	258	342	363	387	411
<b>Economias em Transição</b>	21	28	35	41	47	54
<b>Total Global</b>	<b>1,397</b>	<b>1,779</b>	<b>2,232</b>	<b>2,592</b>	<b>2,911</b>	<b>3,179</b>

FONTE: UNFCCC apud OECD ENV - Linkage Model, p. 57, 2007.

TABELA 5.6 FLUXO DE INVESTIMENTO ADICIONAL NECESSÁRIO PARA O SETOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS SOB O CENÁRIO DE MITIGAÇÃO PARA 2030 (BILHÕES US\$)

<b>Pais/ Região</b>	<b>Investimentos Relacionados à Energia</b>	<b>Redução de CH4</b>	<b>Redução de N2O</b>	<b>Redução de alto GWP de GEE</b>	<b>CCS</b>	<b>Total</b>
<b>OECD</b>	11,500	487	5	2	2,052	35,665
<b>Economias em Transição</b>	1,061	369	0	0	804	2,234
<b>Países em Desenvolvimento</b>	6,939	1,171	3	2	11,269	19,384
Brasil	393	21	0	0	199	614
<b>Total Global</b>	<b>19,500</b>	<b>2,082</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>14,125</b>	<b>35,665</b>

FONTE: UNFCCC, p. 57, 2007.

### 5.1.5 Custo para o Setor de Tratamento de Resíduos

A UNFCCC (2007), não projetou o fluxo de investimento para o setor de tratamento de resíduos pois não há dados disponíveis. Porém, foi publicado no documento o custo do investimento adicional sob o cenário de mitigação a partir dos dados de custo de capital da curva de custo marginal de abatimento da US EPA. O valor do custo adicional global então seria de aproximadamente US\$ 1 bilhão em 2030 e para o Brasil seria de US\$ 37 milhões.

### 5.2 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Para análise dos dados de custo de mitigação das mudanças climáticas a fim de que as emissões de GEE no Brasil sejam reduzidas, serão comparados os dados financeiros dos custos no cenário de mitigação apenas. Pois os dados disponíveis do cenário de referência para o setor de processos industriais não especifica o custo de investimento necessário para o Brasil especificamente.

O somatório dos dados de custo de investimento apresentados é de aproximadamente US\$ 57,6 bilhões em 2030 (não foi computado o custo total do cenário de mitigação para o tratamento de resíduos e processos industriais, apenas o custo adicional para o cenário em comparação com o cenário de referência).

Para análise da viabilidade econômica a fim de estimar se o Brasil está investindo o suficiente para atingir as metas citadas na iNDC brasileira, foram apurados os valores empenhados em programas que colaboram para a redução das emissões de GEE para o setor de uso de solo e florestas em 2015 de acordo com os dados publicados pelo Ministério do Planejamento at al (2017) referentes ao detalhamento do orçamento da União. Não serão apresentados dados empenhados pelo governo em programas que contribuam para a mitigação das mudanças climáticas para os demais setores, devido à dificuldade de apuração dos referentes dados.

O QUADRO 5.1 mostra o resultado da apuração dos dados para o Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Integração Nacional e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e seus respectivos programas em 2015. Os dados de receita empenhada do Ministério do Meio Ambiente foram computados pois o mesmo possui quatro programas de impacto direto para o alcance das metas estabelecidas na iNDC brasileira para o setor de uso de solo e florestas, detalhadas no capítulo anterior. O programa de Desenvolvimento Regional e Territorial promove sistemas produtivos rurais sustentáveis, o programa de Mudança do Clima tem dentre suas atividades e projetos, políticas e estratégias de prevenção e controle do desmatamento no âmbito da União, estados e Municípios, monitoramento ambiental e prevenção e controle de Incêndios Florestais, O programa de Florestas, Prevenção e Controle do Desmatamento e dos Incêndios e o programa de Proteção e Promoção do Direito dos povos indígenas por estabelecer a gestão ambiental de terras indígenas.

O Ministério da Integração Nacional teve sua receita computada para o seguinte programa também por exercer ações de impacto direto para alcance das metas para o setor. O programa de Ciência, Tecnologia e Inovação especificamente da Superintendência do desenvolvimento da Amazônia fomenta a projetos de transformação da biodiversidade amazônica. Como também, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento devido ao programa de Pesquisa e Inovações

para a Agropecuária que apoia o desenvolvimento sustentável das regiões de cacau (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO et al, 2017).

QUADRO 5.1 DADOS DA DESPESA NACIONAL POR MINISTÉRIO PARA PROGRAMAS QUE CONTRIBUEM PARA MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA O SETOR DE USO DA TERRA E FLORESTAS EMPENHADOS EM 2015

<b>Ministério</b>	<b>Programa</b>	<b>Empenhado 2015</b>
<b>Ministério do Meio Ambiente</b>	Desenvolvimento Regional e Territorial	R\$ 190.000,00
	Mudança do clima	R\$ 8.381.111,00
	Florestas, Prevenção e Controle do Desmatamento e dos Incêndios	R\$ 168.272.936,00
	Proteção e Promoção do Direito dos povos indígenas	R\$ 198.087,00
<b>Ministério da Integração Nacional</b>	Ciência, Tecnologia e Inovação	R\$ 1.000.000,00
<b>Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento</b>	Pesquisa e Inovações para a Agropecuária	R\$ 52.616.086,00
<b>Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações</b>	Florestas, Prevenção e Controle do Desmatamento e dos incêndios	R\$ 4.823.119,00
	Mudança do Clima	R\$ 19.272.591,00
<b>Total</b>	$\Sigma$ Programas	R\$ 254.753.930,00

Fonte: Ministério do Planejamento et al (2017).

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações foi incluso na apuração da receita devido aos programas Florestas, Prevenção e Controle do Desmatamento e dos incêndios e Mudança do Clima o qual faz Monitoramento da Cobertura da Terra e do Risco de Queimadas e Incêndios Florestais – INPE e apoia estudos e projetos de pesquisa e desenvolvimento relacionados a mudança do clima (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO et al, 2017).

O valor total empenhado em 2015 é consideravelmente menor do o investimento estimado de custo médio anual variando entre US\$ 36 bilhões e US\$ 85 bilhões Segundo Mickinsen & Company (2009), como comentado anteriormente. Caso o valor do custo tivesse que ser coberto inteiramente através da despesa da União o valor a ser empenhado em 2030 teria que aumentar consideravelmente. Com o fim de estimar valor exato do crescimento do investimento necessário foi calculado o *Compound Annual Growth Rate – CAGR*. O resultado do cálculo esta apresentado na TABELA 5.7. Para que o cálculo do CAGR fosse possível, o valor estimado de investimento anual citado foi convertido a taxa do Dólar a 1,9<sup>8</sup> em Reais, resultando R\$ 95 bilhões (US\$ 50 bilhões).

TABELA 5.7 - CAGR ENTRE O VALOR EMPENHADO EM 2015 E O A SER EMPENHADO EM 2030

<b>Empenhado 2015</b>	<b>Empenhado 2030</b>	<b>CAGR</b>
R\$ 254.753.930,00	R\$ 128.921.000.000,00	51,45%

FONTES: MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO(2017); BANCO CENTRAL DO BRASIL (2016).

Pode-se concluir a partir do resultado do cálculo do CAGR que o investimento brasileiro para atingir as metas estabelecida na iNDC para o setor de uso de solos e florestas deve crescer 51,45% por ano. Conforme os investimentos de fundos internacionais sejam aplicados para mitigação das emissões de GEE para o setor, a porcentagem de crescimento anual do investimento brasileiro irá reduzir proporcionalmente.

Comparando os custos necessários para mitigação das mudanças climáticas sob o cenário de mitigação de todos os cinco setores analisados, o setor do uso do

<sup>8</sup> Cotação do dólar segundo o Banco Central, no ano da publicação dos dados (2009). Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpesq.asp?id=txcotacao&id=txcotacao>>

solo e florestas requer o maior investimento em 2030. A partir desta constatação, percebe-se a importância do investimento do setor privado e da ajuda de fundos internacionais para o cumprimento das metas estabelecidas na INDC brasileira, mesmo para os outros setores além do setor de uso do solo e florestas.

### 5.3 ANÁLISE DA EFICÁCIA DAS ESTRATÉGIAS

Segundo o SEEG et al (2016), o Brasil ainda não incorporou de forma estruturada os objetivos de redução de emissões de GEE em uma trajetória de desenvolvimento.

A PNMC é o principal instrumento de implementação das metas apresentadas na INDC brasileira. Dentre os mecanismos que subsidiam a sua implementação estão o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, Fundo Amazônia, REED e o *Green Climate Fund* da UNFCCC. Segundo a PNMC apud BNDES (2009; 2010), o Brasil recebeu no total US\$ 401.227.444 de contribuição financeira internacional até maio de 2012. Além de, adicionais US\$ 1.339.892.177 que foram aplicados em projetos nacionais, dos quais 14 eram da área de combate às mudanças climáticas. Entre 2010 e 2014 o país recebeu US\$ 53.920.000 para o propósito de combate às mudanças climáticas.

O Fundo Amazônia é uma iniciativa do REDD+, ele capta recursos financeiros através de pagamento por resultado, são pagos US\$ 5 por tonelada de carbono que deixou de ser emitida e consequência da redução do desmatamento. O Fundo Amazônia captou entre 2006 e 2016 R\$ 2,5 bilhões, de três doadores, Governo da Noruega, República Federativa da Alemanha e Petrobras. O governo da Noruega foi o maior doador, ingressou com 97% do total de recursos captados entre 2006 e 2016 (SEEG et al, 2016).

Como comentado no item 5.1.2, de 2005 a 2030 o total a ser gasto para atingir as metas para o setor de uso da terra e floresta deve ser de R\$ 1,3 trilhões. Segundo o cálculo de CAGR apresentado, se o governo fosse responsável por arcar com todo o custo, o investimento teria que ter um crescimento anual estimado de 51,45%. Um valor de crescimento anual que é provavelmente inalcançável levando-se em consideração a situação econômica atual do país. Logo, a captação internacional para o Fundo Amazônia, gerida pelo Banco Nacional do Desenvolvimento- BNDS deve ser mais eficaz possível. Segundo o SEEG et al (2016), atualmente as captações atingem



cerca de 10% do potencial de captação pelas reduções do desmatamento ocorridas entre 2006 e 2014.

A SEEG at al (2016), aponta como sugestão para o aumento da eficácia dos instrumentos brasileiros de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Serão citadas as consideradas pela autora desta monografia primordiais para alavancar a eficiência das estratégias brasileiras em cumprir as metas da COP 21.

- A INDC brasileira seja esclarecida e/ou revisada, com intuito de ser ajustado o compromisso de redução de emissões de GEE apresentado no limite de emissões líquidas absolutas em 2025 e 2030, a partir da consulta do terceiro inventário de emissões de GEE;
- Realização e ampla divulgação de uma avaliação anual da implementação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima (2008), explicitando a evolução rumo a todas as metas e todos os compromissos expressos no plano.
- Publicação anual de relatório com indicadores de monitoramento da implementação dos planos setoriais de mitigação de emissões de GEE.
- Revisão das políticas de incentivos econômicos para indústria, substituindo os incentivos por setor específico e promovendo incentivos abrangentes com foco na contribuição para mitigação e adaptação às mudanças climáticas.
- Tornar transparente e acessível o sistema de planejamento da política energética, permitindo e facilitando o acesso da sociedade civil a bases de dados e programas utilizados na modelagem setorial. Ampliar a função objetivo do planejamento do setor elétrico, hoje focada apenas no menor custo, para incorporar as emissões de GEE e outros fatores socioambientais.
- Retomar os trabalhos de harmonização de políticas públicas estaduais, oferecendo apoio aos governos subnacionais na elaboração de políticas de incentivo à redução de emissões e adaptação à mudança do clima nos setores mais vulneráveis.

Informação imperfeita, externalidades e bens públicos são falhas de mercado que costumam estar presentes em assuntos relacionados ao meio ambiente. De acordo com Magalhães (2012) como consequência da informação imperfeita a população não é conhecedora dos efeitos negativos a saúde que podem ser causados por contaminação de um recurso hídrico. No caso da temática em questão nesta pesquisa, foi percebido como informação imperfeita, a falta de dados sobre custos de

investimento necessário para atingir as metas da iNDC, assim como a transparência e acessibilidade de planejamento e política energéticas, além da avaliação anual da implementação da PNMC seus respectivos indicadores da implementação.

Como explicado anteriormente, as emissões antrópicas de GEE de contribuído diretamente para a mudança do clima. Atividades antrópicas emissoras de GEE podem ser consideradas externalidades negativas ao meio ambiente, pois tem como consequência custos, impactos negativos a população. Por exemplo, a grande quantidade de pessoas que utilizam meios de transporte os quais queimam combustível fóssil nas grandes metrópoles, acarretam no aumento de doenças respiratórias da população da região. E o custo da gasolina não reflete o valor social da saúde da população que será atingida pela poluição atmosférica.

Os bens públicos são de natureza não – rival e não excludente, por isso, em geral não se tem cobrança para utilização deste tipo de bem. Consequentemente, “uma vez que os consumidores não pagam pelo bem, eles o procuram e usam até que o benefício marginal que eles recebem pelo bem seja zero, embora o custo marginal para a sociedade seja positivo e muitas vezes substancial” (MAGALHÃES, 2012, apud PANAYOTOU, 1994, p. 59).

Os bens ambientais costumam ter as mesmas características dos bens público e por isso tendem a resultar em falha de mercado. Para impedir que os bens ambientais sejam utilizados de forma exacerbada, sem que o limite de resiliências de seus serviços sejam respeitando assim, acarretando em impactos negativos ao ecossistema, o governo deve intervir através de políticas públicas com o fim de regulamentar o seu uso. Além deste papel do governo, é de suma importância a cooperação e participação da sociedade como um todo para viabilizar o desenvolvimento sustentável, desse modo contribuindo diretamente para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

## CONCLUSÃO

O desenvolvimento da presente pesquisa possibilitou que fosse feita a análise da eficácia dos instrumentos de implementação da iNDC e da viabilidade econômica para o cumprimento de suas metas estabelecidas. Esta pesquisa contribuiu para o desenvolvimento sustentável brasileiro e a eficácia da participação brasileira na cooperação internacional para o combate as mudanças climáticas.

Desde a primeira COP até a mais recente, a COP 22, as partes foram alertadas sobre os efeitos da degradação do meio ambiente no bem estar do ser humano. A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre o clima reconhece que o modo de vida atual da população tem afetado o clima, devido as emissões de GEE geradas pelas atividades antrópicas como queima de combustível fóssil por exemplo.

A partir da criação da Política Nacional sobre Mudanças do Clima, cresceu a quantidade de instrumentos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Por outro lado, com base nos dados apresentados no capítulo 4 e 5, também pode-se afirmar que o investimento necessário para aplicar os instrumentos de adaptação e mitigação às mudanças climáticas de, modo que o Brasil atinja as metas propostas em sua iNDC, provavelmente exigirá um significativo esforço de captação. A não ser que instrumentos de incentivo econômico sejam estruturados para atrair investimento do setor privado brasileiro, que o potencial de captação de investimentos externos seja maximizado, a verba pública destinada seja aplicada com eficiência e haja maior interação entre os diferentes ministérios e as distintas políticas públicas ambientais.

Para setor de uso do solo e florestas, por exemplo, há necessidade de um crescimento anual de 51,45% da despesa empenhada em comparação com o ano de 2015, caso o investimento total fosse governamental. A UNFCCC pretende arrecadar 100 bilhões de dólares anualmente até 2020 para financiar a mitigação e a adaptação dos países em desenvolvimento às mudanças climáticas. Porém, não se sabe quanto desse capital será investido no Brasil.

A partir dos dados de emissões de GEE dos cinco setores em comparação com o máximo estabelecido para 2020 em relação a 2005, é possível apresentar uma análise da trajetória das emissões. Para os setores de energia, agropecuária, processos industriais e tratamento de resíduos o país provavelmente atingirá a meta de limite de emissões de GEE para 2020. Já para o setor de uso do solo e florestas,

pode-se concluir que o Brasil só alcançará a meta de limite de emissões de GEE para 2020 se houver uma significativa redução das emissões de 2015 a 2020.

É importante ressaltar que o Brasil não apresentou metas individuais para cada setor apenas de emissões de GEE e para a análise completa da probabilidade de o Brasil alcançar as metas individuais estabelecidas para cada setor, apenas a análise das emissões não é suficiente. Dada a importância do assunto, torna-se necessária a análise de todas as metas individuais de cada setor e seus devidos custos de investimento para seus cumprimentos.

Vale ressaltar que mesmo ambiciosas, quanto mais rápido as medidas de mitigação e adaptação forem propostas menor será o custo para implementá-las. Por isso, se o custo atualmente é considerado elevado, se as metas não forem alcançadas, o custo de mitigação e adaptação crescerá ao longo do tempo devido ao aumento da temperatura global. Além de que neste momento o Brasil tem a oportunidade de promover o crescimento econômico inclusivo e sustentável, de modo a reduzir os riscos das mudanças climáticas. Agora é um momento de grande oportunidade em comparação ao passado, pois há disponível vários meios de financiamento e acesso a transferência de tecnologias verdes.

Em suma, a partir da análise da trajetória brasileira em alcançar os compromissos estabelecidos na COP21 pode-se concluir que demandará maiores investimentos dos que estão sendo feitos atualmente. E apesar de os compromissos serem de cumprimento voluntário, o Brasil deve ser coerente ao revisar suas metas apresentadas na iNDC e ao apresentar suas próximas metas a partir de 2030.

## REFERÊNCIAS

AGENCIA, Senado, **Brasil Vai Cobrar na COP 19 Compromissos para Redução do Efeito Estufa**. Disponível em:

<<http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2013/11/05/brasil-vai-cobrar-nacop-19-compromissos-para-reducao-do-efeito-estufa>>. Acesso em: 29 out, 2016.

BRASIL, Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os artigos, 6, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, DF, 9 dezembro, 2010. Disponível em

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007)>. Acesso em 20 Nov, 2016.

BRASIL, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e a nº 9.393 de 19 de dezembro de 1996, e a nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166.67 de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Atos do Poder Legislativo, DF de 25 de maio de 2012. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm)>. Acesso em 15 Nov, 2016.

BRASIL, República Federativa do Brasil. **Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada**. UNFCCC, v. 9, 2015.

CONSTITUIÇÃO FEDERAL, Capítulo VI do Meio Ambiente, 1988.

COP21; UNEP. "**COP 21 Paris France Sustainable Innovation Forum 2015 Working With UNEP**". Disponível em: <[Cop21paris.org](http://Cop21paris.org)>. Acesso em: 24/08/2016.

GALLEGOS, Doyle; NARIMATSU, Junko. **ICT at COP21 : Enormous Potential to Mitigate Emissions**. Connections Transport & ICT. Dezembro, p. 3–4, 2015.

GAMBA, C; Ribeiro, E. **A Encruzilhada Brasileira Na Ordem Ambiental Internacional das Mudanças Climáticas**. V. 27, n. 78, p. 177-194, 2013.

GEBARA, Maria Fernanda; THUAULT, Alice. **GHG Mitigation in Brazil's Land Use Sector : An Introduction to the Current National Policy Landscape**. P. 1-24, 2013. Disponível em: < <http://www.wri.org/sites/default/files/ghg-mitigation-brazil-land-use-sector.pdf>>.

GEX/CIM. **Atualização do Plano Nacional sobre Mudança do Clima**. 2013.

HANSEN, J; SATO, M,; RUEDY, R. **Perception of Climate Change**. Proc Natl Acad Sci U S A. V. 109, n. 37, p. E2415-23, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22869707>>.

HENSON, Roberto. **The Rough Guide to Climate Change: The Symptoms; The Science; The Solutions**. Editora Rough Guides. P.3-406, 2011.

HONTY, G. **Evaluacion del Acuerdo de Paris**. Observatorio del Desarrollo. N. 21, p. 1-5, 2015.

INICIATIVA VERDE. **Sumario do Relatório IPCC para Tomadores de Decisão - WGII AR5**. 2015.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT –IISD. **Summary of the Fourteenth Conference of Parties to the UN Framework Convention on Climate Change and Fourth Meeting of Parties to the Kyoto Protocol: 1-12**. December 2008, Earth Negotiations Bulletin. V. 12, n. 395, p. 1-20, 2008.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. P. 1-51, 2014.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **A Política nacional sobre mudança do clima: aspectos regulatórios e de governança**. 2011.

JACOBI, Pedro Roberto; SINISGALLI, Paulo Antonio de Almeida. **Governança Ambiental e Economia Verde**. Ciência & Saúde Coletiva. São Paulo, v. 17, p.352, 2012.

LIMA, Raquel Araújo. **A política Nacional Sobre Mudança do Clima como Instrumento de Efetivação do Princípio do Desenvolvimento Sustentável**. v.00, n.11, p. 1-32, 2012. Disponível em:<  
<http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=df12ecd077efc8c2>>.

MAGALHÃES, Marcia. **Avaliação Ambiental Estratégica e Políticas Públicas: Novos Rótulos Em Garrafas Velhas?**. Mestrado em Gestão Econômica e Meio Ambiente - UnB.P. 1-121, 2012.

MATTOS, Mauro. **Controle de Emissões Fugitivas em Válvulas e Bombas**. P 133, 2000, Disponível em:  
<[http://www.teclim.ufba.br/site/material\\_online/monografias/mono\\_mauro\\_v\\_de\\_mattos.pdf](http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_mauro_v_de_mattos.pdf)>.

MATSURA, R; SANCHEZ, M, J. **Acordo de Paris não Vai Salvar o Mundo de uma Catástrofe Climática**. p. 3-7, 2016. Disponível em: <  
<http://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/acordo?de?paris?nao?vai?salvar?mundo?de?catastrofe?climatica?19608981>>.

MCKINSEN&COMPANY. **Caminhos para uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil**. p. 44, 2009.

MCTI. **Convenção sobre Mudança do Clima - Protocolo de Kyoto**. P. 1-27.

Disponível em:

<[http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77650/161\\_Programa\\_Nacional\\_de\\_Mudancas\\_Climaticas.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77650/161_Programa_Nacional_de_Mudancas_Climaticas.html)>. Acesso em: 14/10/2016.

MCTI. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil**.

Segunda edição. p. 1-168, 2014.

MCTI. **"PORTAL DO MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO"**.

Disponível em: <[Mct.gov.br](http://mct.gov.br)>.2016, Web. Acesso em: 23/08/2016.

MILLER, G, TYLER, Jr, and SPOOLMAN, Scott. **"Environmental problems, Their Causes & Sustainability"**. Sustaining the Earth 11th edition. Florence, KY: Brooks Cole. P. 5-20, 2002.

MMA. **Mitigação da Mudança do Clima**. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/informma/item/229-mitiga%C3%A7%C3%A3o-damudan%C3%A7a-do-clima>. Acesso em: 3/10/2016.

MMA. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. v. II, p. 394, 2016.

Disponível em:

<[http://hotsite.mma.gov.br/consultapublicapna/wpcontent/uploads/sites/15/2015/08/PNA\\_-Volume-2-07,10,15\\_Consulta-Pública\\_textofinal.pdf](http://hotsite.mma.gov.br/consultapublicapna/wpcontent/uploads/sites/15/2015/08/PNA_-Volume-2-07,10,15_Consulta-Pública_textofinal.pdf)>.

MMA. **"Política Nacional Sobre Mudança Do Clima"**. Disponível: <[Mma.gov.br](http://mma.gov.br)>.

Acesso em: 11/09/2016.

MOTA, J, A; GAZONI, J, L,; REGANHAN, J, M. **Trajetória da Governança Ambiental**.

p. 11–20, 2008.

MOURA, Adriana; IPEA. **Governança Ambiental no Brasil**. 2016. Disponível em: <

[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=28192](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=28192)>.

OECD. **Economic Aspects of Adaptation to Climate Change**. OECD

Environmental Working Papers. N.6, p.1-49, 2009. Disponível em:

<[http://www.oecdilibrary.org/environment/economic-aspects-of-adaptation-to-climatechange\\_225282538105](http://www.oecdilibrary.org/environment/economic-aspects-of-adaptation-to-climatechange_225282538105)>.

OECD. **Establishing and Understanding Post-2020 Climate Change Mitigation**

**Commitments**. Climate Change Expert Group Paper. N. 2013(3), p. 1-43, 2013.

OPPENHEIMER, Michael; PETSONK, Annie. **Article 2 of the UNFCCC: Historical**

**Origins, Recent Interpretations**. Climatic Change. V. 73, n. 3, p. 195–226, 2005.

PBMC, Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Mitigação das mudanças climáticas** – V. 3. 2014.

ROBBINS, Anthony. **How to understand the results of the climate change summit : Conference of Parties21 (COP21) Paris 2015**. Journal of Public Health Policy. v. 21, p. 1–4, 2016.

SEEG, Observatório do Clima. **Análise das Emissões de GEE Brasil (1970-2014) e suas Implicações para Políticas Públicas e a Contribuição Brasileira para o Acordo de Paris**. Documento Síntese. P. 1-84, 2016.

THE NEW CLIMATE ECONOMY. **The Sustainable Infrastructure Imperative: Financing for Better Growth and Development**. Key Messages and Executive Summary. P. 1-12, 2016. Disponível em:  
<<http://newclimateeconomy.report/2016/misc/downloads/>>.

UNFCCC. **COP21 Agreement**. V. 21930, dezembro, p. 31, 2015.

UNFCCC, **Investment and Financial Flows to Address Climate Change**. United Nations Framework Convention on Climate Change. P. 1-273, 2007.

UNFCCC. **Proposed Program Budget for the biennium 2016-2017**. V. 6221, março de 2015.

UNFCCC. **“United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): 1992”**. Disponível em: <http://www.unfccc.int>. Acesso em: 25/11/2016.

VERGARA, Walter; RIOS, Ana, R; ISBELL, Paul; SUDING, Paul; SAMANIEGO, Jose. **The Climate and Development Challenge for Latin America and the Caribbean**. P. 1-104, 2013.

VLASSOPOULOS, Chloe, **Competing Definition of Climate Change and the PostKyoto Negotiations**. International Journal of Change Strategies and Management. V. 4, n. 1, p. 104-118, 2012.