



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

RAISSA PAVAN MACHADO

MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E COMPROMISSOS
INTERNACIONAIS: PLANOS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO NO BRASIL

Orientadora: Prof. Dra. Sigrid de Mendonça Andersen

CURITIBA
2016

RAISSA PAVAN MACHADO



MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E COMPROMISSOS
INTERNACIONAIS: PLANOS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO NO
BRASIL

RAISSA PAVAN MCHADO

RAISSA PAVAN MACHADO

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Paraná, apresentado como requisito parcial para a obtenção de Bacharel em Engenharia Ambiental

Orientador: Prof. Dra. Sigrid de Mendonça Andersen

CURITIBA
2016

“A presente crise ambiental mundial não é um desastre. Ainda não. Como em outras crises, ela tem o potencial de fazer surgir poderes, antes não canalizados e nem sequer imaginados, de cooperação, engenhosidade e compromisso. ”

Carl Sagan

AGRADECIMENTOS

Cada pessoa que passou minha vida a influenciou de certa maneira, é difícil mensurar com exatidão a importância de cada uma, contudo algumas se sobressaem e a estas que dedico alguns minutos de meu trabalho.

Primeiramente coloco minha mais sincera gratidão a minha família e sobretudo a minha mãe, cuja presença e apoio me permitiram atravessar os mais diversos desafios ao longo de minha vida pessoal e acadêmica.

Preciso citar também minha xará, Raissa Fernanda, cuja presença nestes últimos meses me fez rever meus conceitos do que são reais desafios.

Minhas amigas da faculdade, Anna, Carla, Geovana, Mayara e Paola, cuja presença contribuiu para que cada dia na faculdade (e fora dela também) tenha sido uma experiência única e agradável.

A minha amiga de colégio Carol, uma das únicas a estar ao meu lado por tantos anos e que me ajudou a descobrir o tema deste trabalho mesmo sem perceber.

Finalmente, meu mais sincero agradecimento a todos os mestres que me conduziram até aqui e em especial a professora Sigrid, cuja paciência e orientação me permitiram concluir este trabalho mesmo em meio as dificuldades.

Muito obrigada a todos.

RESUMO

O mundo do século XXI está muito diferente daquele que nossos antepassados conheciam há cem anos, ou mesmo cinquenta anos atrás. O desenvolvimento da tecnologia trouxe muitas melhorias para nosso estilo de vida, contudo o uso dela ocasionou mudanças inesperadas na biosfera do planeta Terra, impactando a vida de parte dos seres vivos do planeta e ameaçando a nossa própria existência. As mudanças no clima já são uma realidade e as grandes conferências internacionais das Organizações das Nações Unidas (ONU) buscam estabelecer acordos entre as nações, mas cabe a cada país entender suas vulnerabilidades e desenvolver as melhores políticas de redução e mitigação de impactos de modo que a população e o meio ambiente possam ter uma chance nessa luta. O presente trabalho desenvolve-se com o intuito de analisar esse quadro crítico partindo dos compromissos internacionais firmados pelo Brasil no âmbito das Conferências mundiais do Clima, os principais efeitos nas mudanças climáticas no país e as principais políticas públicas governamentais que buscam prevenir ou mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Concluindo-se que as políticas adotadas pelo Brasil poderiam ser melhor construídas, considerando as dimensões do país e dificuldades estruturais. Apesar disso alguns dos planos propostos alcançaram bons resultados, como a significativa redução do desmatamento da Amazônia.

Palavras chave: Mudanças Climáticas – Conferências das ONU – Planos de redução e mitigação de Impactos.

ABSTRACT

The world on the twenty first century is very different from what it was a century ago, or maybe just half a century ago. The development of technology brought many improvements to our daily lives, however, it's use is responsible for a number of unexpected changes on the environment, changing the life of many living creatures as well as threatening our own existency. Climate changes is a reality, the major United Nations (UN) conferences intend to bring an agreement between nations but it's up to each country to develop the best reduction and mitigation impact policies so that their population and the environment can stand a chance in this struggle. The present paper has been developed in order to analyze this critical framework, starting with the international agreements signed by Brazil within the scope of the United Nations Framework Convention on Climate Change (unfccc), followed by the main effects of climate change in the country and the key public policies to prevent or mitigate the effects of climate change. Concluding that the policies adopted by Brazil could have been better constructed, considering the dimensions of the country and structural difficulties. Despite this, some of the proposed plans achieved good results, such as the significant reduction of deforestation in the Amazon.

Key words: Climate Change – UN Conferences – Reduction and Impact mitigation policies.

LISTA DE SIGLAS

AbE	- Medidas de adaptação baseadas em ecossistema
ABSOLAR	- Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANA	- Agência Nacional de Águas
CDB	- Convenção de Diversidade Biológica
CGEE	- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CMEsp	- Comissão Mista Especial sobre Mudanças Climáticas
CMMC	- Comissão Mista Permanente sobre Mudanças Climáticas
CO ₂	- Dióxido de carbono
COP	- Conferência das Partes
CTPIn	- Criação de Comissão Técnica do Plano Indústria
DDT	- Diclorodifeniltricloroetano
DEGRAF	- Sistema de Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira
DETER	- Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real
DETEX	- Sistema de Detecção da Exploração Seletiva de Madeira
GEE	- Gases de efeito estufa
GPTI	- Grupo Permanente de Trabalho Interministerial
Gt CO ₂	- Gigatons (1Gt=10 ¹² Kg) de gás carbônico equivalente
GTP	- Global Temperature Change Potencial
GWP	- Global Warming Potential
IEA	- Agência Internacional de Energia (International Energy Agency)
IEMA	- Instituto de Energia e Meio Ambiente
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	- Intergovernmental Panel on Climate Change
MCTI	- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MDL	- Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
Mt CO ₂	- Gigatons (1Gt=10 ⁶ Kg) de gás carbônico equivalente
Mtep	- Milhões de toneladas equivalentes de petróleo
OC	- Observatório do Clima
ONG	- Organizações não Governamentais
PAN	- Programa de Ação Nacional de combate à Desertificação e Mitigação dos

Efeitos da Seca

Pbmc	- Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PDE	- Plano Decenal de Energia
PIB	- Produto Interno Bruto
Plano ABC	- Plano de Agricultura de Baixo Carbono
PNE	- Plano Nacional de Energia
PNMC	- Política Nacional Sobre Mudança do Clima
PPCDAm	- Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia
PPCerrado	- Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado
PRODES	- Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite
ProGD	- Programa de Geração Distribuída de Energia Elétrica
SEEG	- Sistema de Emissões de Gases de Efeito Estufa
SPD	- Sistema de Plantio Direto
SRES	- Special Report on Emission Scenarios
tep	- Toneladas equivalentes de petróleo
Terra Class	- Projeto de Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia
TWh	- Terawatt hora
UC	- Unidade de Conservação
UHE	- Usina hidrelétrica
UTE	- Usina térmica
VBP	- Valor Bruto de Produção
VRES	- Valores Anuais de Referência Específicos
WRI	- World Resources Institute
ZEE	- Zoneamento Econômico Ecológico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O CLIMA GLOBAL DO SÉCULO XXI.....	15
Figura 2 - HIDRELÉTRICAS EM CONSTRUÇÃO OU PLANEJADAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA.....	22
Figura 3 – EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE’S NO BRASIL 1990-2013 (MtCO ₂)	26
Figura 4 – EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS FONTES PRIMÁRIAS NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	27
Figura 5 – EMISSÕES DE CO ₂ DOS SETORES DE ENERGIA POR ATIVIDADE (1970-2013) ...	29
Figura 6 – BIOMAS BRASILEIROS.....	31
Figura 7 – CHUVA ACUMULADA.....	32
Figura 8 - EXTENSÃO DO GELO NO ÁRTICO.....	35
Figura 9 - VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR NA COSTA BRASILEIRA (em mm x 10 ⁴).....	36
Figura 10 - INDICADORES DE RESULTADOS DOS PROGRAMAS DO PLANO ABC	42
Figura 11 - METAS DE REDUÇÃO DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL ATÉ 2020	47
Figura 12 - TAXA DE DESMATAMENTO DA AMAZÔNIA POR ESTADO.....	48
Figura 13 - TAXA ATUALIZADA DE DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL.....	50
Figura 14 - META DE REDUÇÃO DO DESMATAMENTO NO CERRADO E SEU DESMATAMENTO ENTRE 1998–2010.....	51
Figura 15 - PARTICIPAÇÃO REGIONAL NA CAPACIDADE INSTALADA DO SIN.....	55
Figura 16 - EVOLUÇÃO DA CARGA DE ENERGIA ELÉTRICA NO SIN.....	55
Figura 17 - ACRÉSCIMO ANUAL DE CAPACIDADE INSTALADA POR FONTE.....	56
Figura 18 - BRASIL: EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE NA PRODUÇÃO, TRANSFORMAÇÃO E NO USO DE ENERGIA.....	59
Figura 19 - EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO SETORIAL NAS EMISSÕES DE GEE PELA PRODUÇÃO E USO DE ENERGIA.....	60
Figura 20 - LOCALIZAÇÃO DAS OUTRAS FONTES RENOVÁVEIS NO HORIZONTE DE 2015 A 2019.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - PRINCIPAIS CONFERÊNCIAS DA ONU SOBRE O CLIMA.....	21
--	----

SUMÁRIO

1. Introdução	10
2. Objetivo.....	11
2.1 Objetivos Específicos.....	11
3. Metodologia	12
4. Fundamentação Teórica	13
4.1 O Clima Global do Século XXI	13
4.2 As Conferências Mundiais do Clima	16
4.3 A Avaliação das Metas Brasileiras.....	22
5. Emissões de Gases de Efeito Estufa e Mudanças Climáticas no Brasil	24
5.1 Impactos nos biomas	30
5.2 Impactos globais e o Brasil	33
5.3 Impactos urbanos e sociais	36
6. Mitigação e Adaptação as Mudanças Climáticas.....	38
6.1 Breve Histórico dos Planos de Mitigação e Adaptação no Brasil.....	39
6.2 Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC)	40
6.3 Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA)	42
6.4 Plano de Ação Para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado)	46
6.5 Plano Decenal de Energia 2024 (PDE 2024)	53
6.6 Plano Setorial de Mitigação e Adaptação À Mudança do Clima Para A Consolidação de Uma Economia de Baixa Emissão de Carbono Na Indústria de Transformação (Plano Indústria)	61
7. Considerações Finais	63
8. Referências	67

1. Introdução

O Brasil é um país de grandes riquezas naturais, cujo potencial tem sido fator decisório no planejamento do desenvolvimento nacional e de setores essenciais, baseados nos serviços ecossistêmicos, como a produção agrícola e pecuária, a exploração industrial e mineradora e a produção energética. A administração e uso predatório desses recursos naturais, no entanto, tornou o país suscetível às flutuações climáticas, as quais podem causar sérios danos à economia nacional, à qualidade de vida da população e à própria sobrevivência dessas atividades. Assim, as medidas nacionais voltadas para o panorama das mudanças climáticas tornam-se importantes para o planejamento estratégico, considerando inclusive mudanças estruturais nos mais diversos setores da economia. O presente trabalho desenvolve-se com o intuito de analisar esse quadro crítico partindo dos compromissos internacionais firmados pelo Brasil no âmbito das Conferências mundiais do Clima; os principais efeitos nas mudanças climáticas no país; e as principais políticas públicas governamentais que buscam prevenir ou mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

As inovações tecnológicas no campo energético e industrial e a não geração de gases de efeito estufa (GEE's) são fatores fundamentais na luta contra o aquecimento global, as quais devem vir acompanhadas da redução das emissões para surtir o efeito desejado. Alguns estudos relacionados ao tema são mencionados neste trabalho, em adição às propostas construídas pelo governo brasileiro. A pesquisa apresentada a seguir foi elaborada com base em uma análise documental e revisão sistemática e atualizada do tema, objetivando compreender os rumos dos investimentos energéticos no Brasil e sua concordância com a política de mudanças climáticas, fator que poderá afetar fortemente a economia nacional nos próximos anos se nenhuma mudança significativa for adotada. Para além dos discursos e acordos assinados, é necessário saber quais as perspectivas futuras e se os esforços estão sendo direcionados visando à melhoria do sistema ou apenas manutenção do atual. O Brasil já foi referência quanto ao planejamento e eficiência energética devido ao aproveitamento de seu grande potencial de recursos naturais, porém o fenômeno das mudanças climáticas e o surgimento de novos paradigmas impõem novos desafios, como o de entender se a abordagem para os novos problemas não está se baseando em soluções obsoletas ou acompanhando os desafios do futuro.

O presente estudo insere-se no âmbito da engenharia ambiental pela sua característica interdisciplinar ao integrar as dimensões tecnológica, social, ecológica e econômica, e na medida em que, com o passar dos anos, surgem novos conceitos e paradigmas que buscam

levar a uma existência humana com mais consciência e resiliência. E é nesse contexto que a profissão de Engenheiro Ambiental se coloca em evidência, como um profissional que, através das habilidades adquiridas ao longo de sua formação, pode atuar como ferramenta de transição neste processo de conciliação de desenvolvimento e melhoria de qualidade de vida com a proteção ambiental, tendo como base esses novos paradigmas.

Além de preservar a qualidade da água, do ar e do solo, realizar estudos de impacto ambiental, elaborar e executar planos, programas e projetos de gerenciamento de recursos hídricos, saneamento básico, tratamento de resíduos e recuperação de áreas contaminadas e degradadas, o engenheiro ambiental vem se ocupando dos estudos de várias fontes de energia renováveis e da avaliação do potencial energético de regiões, desenvolvendo e aplicando tecnologias para proteger o ambiente dos danos causados pelas atividades humanas.

2. Objetivo

O objeto deste trabalho é identificar os compromissos firmados pelo Brasil no âmbito das mudanças climáticas, assim como planos e programas em vigor que atuem nessas questões e forneçam respostas às fragilidades ambientais do Brasil.

2.1 Objetivos Específicos

- Apontar os compromissos firmados pelo Brasil nas Conferências do Clima, em especial a 21ª Conferência de Paris (COP 21);
- Identificar os principais efeitos das mudanças climáticas no Brasil e seus agentes poluidores a partir de documentos oficiais;
- Descrever alguns planos de mitigação de mudanças climáticas em setores da economia e o planejamento energético de longo prazo;
- Avaliar as decisões e ações propostas pelo governo brasileiro no tema das mudanças climáticas, considerando os compromissos assumidos e sua aplicabilidade.

3. Metodologia

Esse trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória elaborada com levantamento bibliográfico, tendo como base a leitura de livros e artigos científicos, análise de documentos oficiais nacionais e internacionais e Relatórios de Conferências internacionais ~~e~~ os produzidos sobre o clima.

Os impactos ambientais recorrentes das mudanças climáticas no Brasil foram tomados, prioritariamente, com base em documentos oficiais divulgados pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (pbmc), devido à credibilidade e seriedade de seus pesquisadores que também representam o país em fóruns internacionais. Consideramos, ainda, dados do *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, estudos de Organizações não Governamentais (ONG's), empresas relacionadas ao tema e estudos divulgados em periódicos científicos. Esses dados ofereceram o embasamento científico do trabalho, para que as medidas analisadas e sugeridas, relacionadas às mudanças climáticas, pudessem ser devidamente referenciadas.

Muitos setores produtivos contribuem com as emissões de gases de efeito estufa (GEE's) e a degradação do meio ambiente, logo cada país apresenta uma série de singularidades e agentes econômicos dominantes que tendem a guiar os planos de metas baseados nos diferentes potenciais poluidores. No Brasil, esses dados são disponibilizados através de estimativas feitas em uma iniciativa do Observatório do Clima no chamado Sistema de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), o qual disponibiliza as informações publicamente e serviu de base de consulta para identificar esses agentes. A partir destas fontes foi possível entender como o Brasil está sendo afetado pelas mudanças climáticas e quais setores correm mais riscos.

Considerando como o Brasil já está sendo afetado pela variação climática e também a partir de previsões futuras, o objetivo seguinte foi enumerar as medidas que vêm sendo tomadas para amenizar os impactos, a partir de documentos divulgados oficialmente. São estes, o Plano Nacional de Adaptação as Mudanças Climáticas (PNA), o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, o Plano de Ação Para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), o Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado (PPCerrado), o Plano Decenal de Energia 2024 (PDE 2024) e o Plano Setorial de Mitigação e Adaptação À Mudança do Clima Para A Consolidação de Uma Economia de Baixa Emissão de Carbono Na Indústria de Transformação (Plano Indústria), e planos previstos na Lei 12.187/2009 da Política Nacional Sobre Mudança do Clima (PNMC).

4. Fundamentação Teórica

4.1 O Clima Global do Século XXI

A energia abundante e de fácil acesso deu origem às grandes transformações ocorridas durante a revolução industrial. A sociedade como conhecemos hoje, desmoronaria sem energia e a cada dia a demanda aumenta devido ao crescimento populacional e econômico (DINCER, 1999) adicionando pressão aos sistemas naturais que tem nos sustentado por tanto tempo. Combustíveis fósseis são fontes clássicas de energia. O petróleo ainda hoje é uma prioridade energética com uma cadeia produtiva estruturada e lucrativa, entretanto, a queima destes libera dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, contribuindo para o efeito estufa e o aumento do aquecimento global (ALVES, 2014).

Ao longo da história o ser humano sempre impactou o meio em que se inseriu através de sua habilidade de abstração e modelagem dos materiais, contudo ao longo de milhares de anos de aventuras e andanças pelo globo, nunca a escala e velocidade de tais mudanças ocorreu tais como observamos hoje. Se utilizarmos o calendário cósmico veremos que toda nossa história está comprimida no último dia de dezembro, e as revoluções industriais ocorrem apenas no último minuto desse dia. Fato é que a Terra já passou por períodos com temperatura média superior a atual, porém a sobrevivência da vida através da seleção natural apenas tem sucesso quando os indivíduos adaptados podem se reproduzir e espalhar os genes resistentes.

Atualmente a intensidade das mudanças afetam diretamente os seres vivos e o mundo físico. Processos relacionados à emissão de GEE's se intensificam e geram *feedback loops*¹ impensáveis num passado próximo, quando o gás carbônico não se acumula na atmosfera intensificando o efeito estufa ele é absorvido pelo oceano onde modifica o pH de suas águas e altera o maior e mais misterioso dos biomas. No cotidiano muitos evitam considerar o assunto ou o caracterizam como um problema que não os afetará de imediato, sem considerar que o aumento no valor de certos alimentos pode ser permanente ou que a falta d'água ocasional pode se tornar um problema nacional grave e não apenas meras notícias vindas da região Nordeste.

O mundo vem passando por diversas transformações derivadas da ação antrópica. No cotidiano dos centros urbanos as pessoas se acostumaram com a conveniência, rapidez e agilidade, com a comida no mercado, a água saindo direto da torneira, mas essas

¹ Termo usado para se referir a um ciclo, onde parte das consequências de uma primeira ação geram uma segunda que volta a contribuir com a primeira situação.

comodidades vieram com um custo. Grande parcela da dieta mundial é composta de soja, milho e arroz, cultivos produzidos através de monoculturas que transformaram a paisagem do ambiente rural e atualmente utilizam um número reduzido de trabalhadores devido à mecanização. O sistema agrícola e agropecuário, em conjunto levaram à redução das florestas a nível mundial, pressionando ecossistemas e cidades com o novo e grande fluxo de trabalhadores rurais que se deslocaram para estas em busca de oportunidades de trabalho e moradia.

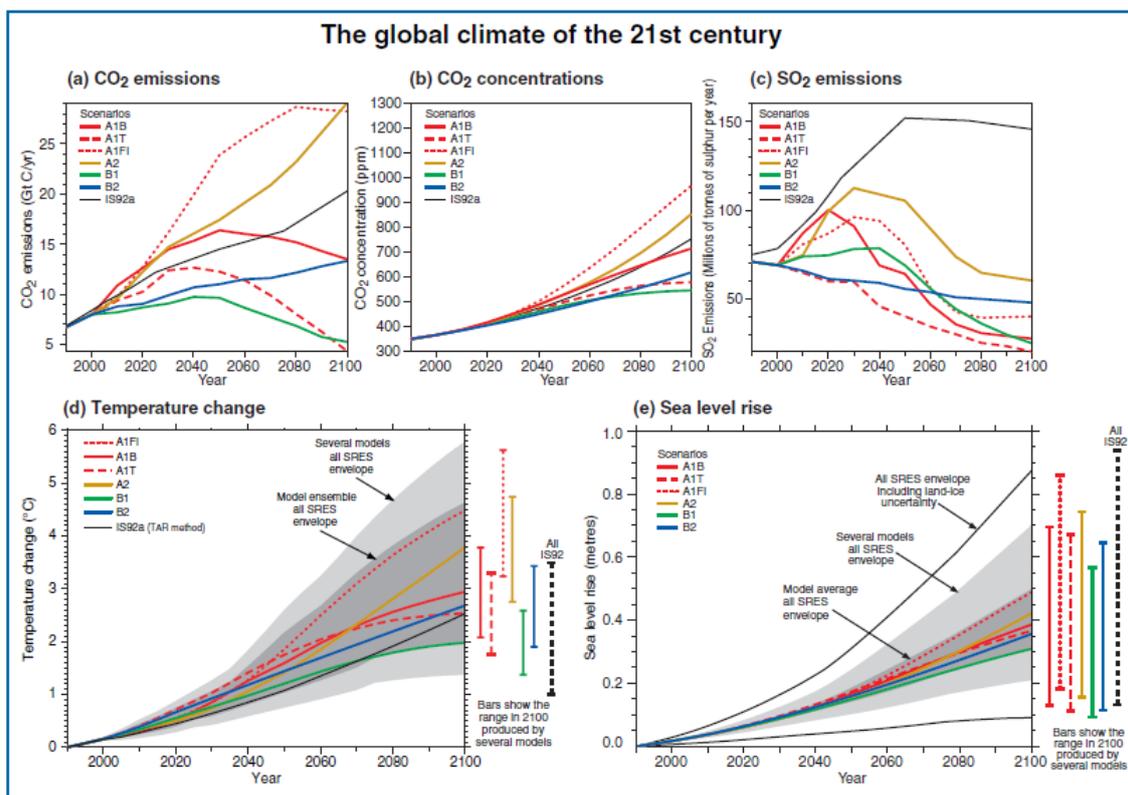
As cidades hoje concentram muitos dos efeitos nocivos causados pelas mudanças estruturais do sistema de produção e o ar poluído que facilita a ocorrência de doenças respiratórias tem causado inúmeros óbitos prematuros. Bairros inteiros se habituaram a ocorrência de enchentes porque o sistema de drenagem não consegue sustentar volumes tão grandes de chuvas, enquanto em países setentrionais nevascas fora de época param cidades inteiras com o volume de gelo acumulado.

O ambiente aquático não está em melhor situação, muitas espécies estão ameaçadas devido à sobrepesca e o transporte marítimo e exploração de petróleo são responsáveis por dezenas de acidentes poluindo grandes extensões de água. O oceano, responsável por muitos dos padrões climáticos não é um reservatório infinito, e seu papel como principal sumidouro do CO₂ lançado na atmosfera já mostra parte das consequências. A influência humana no planeta Terra ainda será sentida por muitos anos, mas podemos atuar para minimizar os danos causados. Dentre os caminhos possíveis temos as sugestões feitas pelo IPCC nos vários cenários que foram sintetizados e previsões baseadas em modelos de emissões que resultaram no gráfico da figura 1.

As previsões propostas pelo IPCC se baseiam na possibilidade de correntes distintas de crescimento econômico mundial. As projeções (figura 1) são divididas em A e B e incluem particularidades quanto a variações demográficas e econômicas. A família de projeções A1 descreve um futuro de rápido crescimento econômico e populacional até meados deste século, seguidos da introdução de novas e mais eficientes tecnologias. O grupo A1 se desdobra em três grupos, cada um com um direcionamento energético e tecnológico; o cenário A1FI, representando o uso intensivo de combustíveis fósseis, apresenta as previsões mais assustadoras, onde a temperatura média pode subir em até 4°C e a concentração de CO₂ ultrapassar 900 ppm em 2100; em contraste temos o A1T, onde o aumento esperado é de 2°C, neste caso o panorama considerado é a completa extinção dos combustíveis fósseis como

fonte de energia mesmo em um mundo de crescimento populacional e econômico; já o A1B mostra um cenário intermediário entre os demais da família A1.

Figura 1 – O CLIMA GLOBAL DO SÉCULO XXI



Fonte: The climate Change 2001: The Scientific Basis – IPCC, Special Report on Emission Scenarios.

As melhores previsões alcançadas pelo cenário B1 contam com um aumento de 1,4°C até o ano de 2100 e o aumento do nível do mar fica em torno de 0,22 m, as condições demográficas e econômicas ali são semelhantes às descritas por A1, mas considera uma rápida mudança na estrutura do sistema econômico. Nesse cenário, vemos uma estabilização das emissões por volta de 2050, com elas se reduzindo abaixo dos padrões de 1990 até 2100.

O cenário A2 mostra o mundo onde o crescimento econômico se dá a nível regional e as decisões são fragmentadas conforme a necessidade local, o crescimento populacional varia entre os países; temos aqui a possibilidade mais heterogênea e também a pior depois da A1FI, com aquecimento previsto acima de 3°C. O cenário B2 é orientado na direção da proteção ambiental e igualdade social, com foco em soluções locais e desenvolvimento sustentável; o

crescimento populacional é mantido, contudo a diversificação tecnológica proposta é mais forte apesar de ser mais lenta; o resultado neste caso se aproxima do caso A1T.

O cenário mais otimista com aumento de 1,5°C na temperatura média ainda trará consequências. O relatório *Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal*, liberado pelo Banco Mundial, aponta que o aumento da temperatura deve tornar as ondas de calor nos Estados Unidos e Rússia mais comum, além de colocar ecossistemas inteiros em risco, como a floresta amazônica. As emissões do passado recente colocaram o planeta em um curso de aquecimento e impactos inevitáveis pelas próximas duas décadas, o que afetará, sobretudo, populações mais pobres e vulneráveis.

4.2 As Conferências Mundiais do Clima

"Desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades."

Relatório Brundtland

O conceito de desenvolvimento sustentável consagrado pelo Relatório Brundtland, publicado em 1987, abre portas para inúmeros debates quanto as reais necessidades de consumo atuais e o que as gerações futuras efetivamente irão precisar, porém a difusão deste conceito carrega consigo anos de lutas pelo reconhecimento das causas ambientais e a ideia de que o desenvolvimento sustentável deve ser tratado como um processo de mudança na forma de utilizar os recursos e direcionar os investimentos. Medidas hoje consideradas essenciais foram propostas neste relatório, como a redução do consumo de energia e adoção de fontes renováveis, assim como a introdução de processos industriais ecologicamente limpos, dentre outras propostas. A publicação deste relatório, também conhecido como “Nosso Futuro Comum”, se deu entre duas grandes conferências internacionais promovidas pelas Nações Unidas que trataram da questão do clima no planeta: a Conferência de Estocolmo 72, que abriu as portas para as discussões internacionais, e a ECO 92, quando 170 países firmaram importantes tratados na área ambiental apontando a necessidade de elaboração de uma Agenda para o século XXI. Conforme as últimas informações disponibilizadas no site² da unfccc, entidade ligada as Nações Unidas, podemos apresentar o seguinte resumo quanto as conferencias do clima:

² “Background on the UNFCCC”. Disponível em: <http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php> Acesso em 13 out. de 2016.

(a) A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano ou Conferência de Estocolmo: Os fenômenos e consequências relacionadas às mudanças climáticas começaram a ser compreendidos apenas nas últimas décadas do século passado, com o acúmulo de evidências em áreas distintas do conhecimento, relacionadas a danos ambientais causados por intervenção humana. Casos famosos, como o uso exagerado do inseticida diclorodifeniltricloroetano (DDT), denunciado por Rachel Carson em seu famoso livro *Silent Spring*, e a descoberta do buraco na camada de ozônio em 1985, são exemplos que levaram a sociedade a considerar mais seriamente algumas questões ambientais. Esta primeira grande conferência para o meio ambiente foi realizada em 1972 em Estocolmo, e levou ao lançamento do Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente (PNUMA ou em inglês UNEP). A partir daí, outros encontros foram realizados dando origem a diretivas e acordos relacionados às mais diversas questões ambientais. Atualmente o PNUMA organiza e participa ativamente das Conferências das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP) para avançar na implantação do Acordo de Paris descrito mais adiante.

(b) A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento ou Rio 92 (ou ainda Eco 92), como ficou conhecida a Conferência sediada na cidade do Rio de Janeiro no ano de 1992, foi realizada com o objetivo de avaliar como os países modificaram sua atuação ambiental desde 1972. Dentre os documentos assinados ao final das discussões dois se destacam no âmbito deste trabalho, a Convenção Sobre Mudanças no Clima e a Agenda 21.

A Convenção do Clima teve como motivação o fato de que as atividades humanas e o lançamento de gases de efeito estufa (GEE)³ podem causar modificações climáticas tais, que os ecossistemas e a vida humana podem ser ameaçados, assim objetivando estabilizar o lançamento desses gases na atmosfera e favorecer o desenvolvimento econômico sustentável. A Agenda 21, por outro lado, representa um plano extremamente abrangente com relação às áreas de atuação do ser humano que podem afetar seu ambiente. Dentre as grandes temáticas tratadas pode-se destacar o incentivo a transferência de técnicas e tecnologias que possam favorecer o planejamento e desenvolvimento sustentável por meio de intervenções institucionais e apoio internacional. Na Agenda 21 encontram-se, também, capítulos

³ Os gases de efeito estufa que se destacam são, sobretudo, o CO₂, CH₄, N₂O (Gás carbônico, Metano e Óxido Nitroso).

destinados à proteção de ecossistemas em perigo e a atmosfera, visando às condições únicas vigentes em muitos biomas e sua importância ecológica e social.

O Brasil se destaca, entre os objetivos alcançados quanto aos acordos da Agenda 21, pelo alto percentual de renováveis na matriz energética e o aumento do uso de biomassa em adição aos derivados de petróleo. Ações voltadas à inclusão social e desenvolvimento rural sustentável, utilizando a Agenda 21 como um instrumento de gestão e planejamento, igualmente tiveram experiências exitosas nos últimos anos. Vale lembrar que, em 2000, o Ministério do Meio Ambiente do Brasil e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) publicam, numa série de cinco volumes, os “Subsídios à elaboração da Agenda 21 Brasileira” que estabelecem as diretrizes básicas para esse pacto pela mudança do padrão de desenvolvimento brasileiro (MMA/PNUD, 2000).

Através da assinatura destes acordos e discussões desenvolvidas na Conferência nasceram as bases para o nascimento do Protocolo de Quioto - alguns anos depois - onde limites de lançamento dos GEE foram finalmente definidos.

(c) O Protocolo de Quioto (1997) foi o primeiro tratado assinado entre a comunidade internacional que estabelece metas quantitativas para redução na emissão de gases de efeito estufa com base nos níveis de 1990. O Protocolo tinha por objetivo atingir primeiramente os países desenvolvidos e que historicamente foram responsáveis pelo lançamento de uma maior quantidade de gases na atmosfera, sendo que a redução prevista era de 5,2% na primeira fase de 2008-2012 e, posteriormente, um mínimo de 18% nas emissões entre 2013-2020. O acordo entrou em vigor em 2005, três anos após a ratificação deste pelo Brasil.

O Protocolo previu também mecanismos para estimular a redução na emissão de GEE's considerando que alguns países poderiam ter dificuldades para atingir suas metas de forma isolada. O chamado “mercado de carbono” permite que países cujos lançamentos estejam abaixo das metas vendam na forma de créditos de carbono para países cujos lançamentos estejam acima da meta, criando uma forma de transferência de recursos que se dá, principalmente, a partir dos países desenvolvidos que precisam de alternativas no corte de emissões. Os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) utilizam a mesma estrutura, mas a transferência realizada é de projetos que possam reduzir as emissões em países subdesenvolvidos e que ao mesmo tempo incentivem o desenvolvimento sustentável de áreas fragilizadas. O terceiro mecanismo é a implantação conjunta, permitindo a instalação de projetos de redução de emissões ou “sequestro de carbono” em diferentes países como forma

de atingir as metas, desde que ambos os envolvidos estejam aptos conforme definido por critérios previstos no Protocolo.

As metas definidas em 1997 representam hoje uma redução considerável nas emissões por parte dos países signatários, mas com países como Estados Unidos e China, principais poluidores se recusando a ratificar tal acordo as metas propostas tornaram-se sensíveis. Os questionamentos sobre sua ineficácia partem da proposta de redução sem trabalhar na mudança de perspectiva econômica e de que tal imposição pode afetar a capacidade de desenvolvimento do país. Apesar das críticas, os mecanismos desenvolvidos e a possibilidade aberta de que a comunidade internacional pode trabalhar conjuntamente em prol do planeta são conquistas do Protocolo de Quioto, que abriu portas para novas negociações nas convenções posteriores.

(d) Convenções sobre o Clima (1995-2014): As bases lançadas pelas conferências realizadas até meados da década de 1990 fomentaram a realização da primeira Conferência das Partes (COP) em 1995, realizada na Alemanha, quando as metas de redução começaram a ser discutidas, trabalho finalizado em 1997, na COP de Quioto. Até o ano de 2006 as discussões anuais das COP's se mantiveram em torno da regulamentação e detalhamento das medidas previstas no Protocolo de Quioto, salvo proposições como a feita pela União Europeia em Montreal (2005) de reduções drásticas nas emissões até 2050.

Em Nairóbi, 2006, o Brasil propôs a criação de um mecanismo que efetivamente reduzisse as emissões provenientes de desmatamentos nos países em desenvolvimento, originando o chamado Redd - Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal ou, em inglês, *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*. Trata-se de um conjunto de incentivos econômicos, com o fim de reduzir as emissões de gases de efeito estufa resultantes do desmatamento e da degradação florestal, mudanças que prejudicam a floresta e limitam seus serviços ambientais. O conceito parte da ideia de incluir na contabilidade das emissões de gases de efeito estufa aquelas que são evitadas pela redução do desmatamento e a degradação florestal. Entende que a "floresta em pé" também influencia a estabilização do regime de chuvas e, por consequência, o clima.

Na COP-13, em Bali, Indonésia (2007) os governos dos países membros adotaram um conceito mais amplo de REDD que, além do desmatamento, inclui a conservação florestal, manejo florestal sustentável e aumento dos estoques de carbono em áreas de floresta.

Somente na COP 14, em 2008 que se iniciaram as discussões para a criação do acordo que substituiria o Protocolo de Quioto. Sua aprovação, na COP 15 realizada em Copenhague

(2009) não ocorreu, porém estabeleceram o limiar de 2°C como aumento máximo aceitável da temperatura média do planeta, o que atualmente já se mostra complicado. Apenas em 2013, na COP de Varsóvia é que os países chegam a um acordo, estabelecendo que cada um deveria apresentar suas próprias metas de redução na conferência de Paris, em 2015, sendo que tal documento substituiria então o Protocolo de Quioto.

Muitas das conferências aparentemente não obtiveram grandes resultados, sendo possível distinguir a importância de cada uma apenas após análise do conjunto. Muitas questões não consideradas a época do Protocolo de Quioto foram aos poucos adicionadas às pautas de discussões, como a importância das florestas, mecanismos de transferência de tecnologia e metas adaptadas às necessidades de cada país, tornando a adesão voluntária de casos específicos mais provável e proveitosa.

(e) Conferência da ONU sobre o Clima em Paris (2015) – COP 21: A mais recente conferência da qual o Brasil é signatário - ocorrida em dezembro de 2015 - foi construída com o difícil objetivo de manter o aquecimento global abaixo dos 2°C em relação aos níveis pré-industriais.

A partir das previsões do IPCC vemos que a meta proposta na COP 21 é bastante ambiciosa, o documento final não estipula nenhuma meta de redução das emissões como o Protocolo de Quioto fez em 1998, funcionando mais como um instrumento de orientação, em que cada país apresentou suas próprias metas a partir de uma série de recomendações gerais. Esse modelo permitiu uma adesão recorde ao acordo, com mais de 190 países signatários incluindo Estados Unidos e China, os dois maiores poluidores. O acordo proposto se firma na ideia de que diferentes grupos de países podem contribuir de modo distinto. Os países desenvolvidos prometeram aumentar os incentivos em países subdesenvolvidos, fomentando projetos sustentáveis e de redução de emissões, por outro lado, os países emergentes, cujas contribuições no cenário global de emissões aumentaram consideravelmente desde o início das negociações sobre o tema na década de 90, ofereceram metas ousadas de redução. Como um instrumento de orientação, a COP 21 destaca os esforços de adaptação às mudanças climáticas e a necessidade da adoção de uma economia de baixo carbono para todas as partes envolvidas como meios de se manter dentro da meta estabelecida. As medidas estabelecidas passam, também, pela necessidade de os países desenvolvidos tomarem a dianteira quanto às ações de mitigação e apoio aos países em desenvolvimento, trabalhando de maneira transparente e contando com prestações de conta a cada cinco anos para que as ações tomadas possam ser avaliadas e a cooperação internacional garanta os resultados deste acordo.

A tabela abaixo fornece um resumo e evolução das principais conferências das Nações Unidas sobre o clima, das quais o Brasil é signatário, com seus principais resultados.

Tabela 1 - PRINCIPAIS CONFERÊNCIAS DA ONU SOBRE O CLIMA	
Conferência de Estocolmo (1972)	Primeira grande conferência sobre o meio ambiente, lançando nova perspectiva quanto aos impactos antropogênicos.
Convenção de Viena (1985)	Contribuiu para o surgimento e assinatura do Protocolo de Montreal (1987) para substâncias que destroem a Camada de Ozônio.
CNUMAD Rio de Janeiro (1992)	Avaliação dos resultados da Conferência de Estocolmo 72 e assinatura de acordos de diretrizes, tais como a Agenda 21.
COP 1 Berlim (1995)	Primeira Conferência das Partes, iniciando as negociações de metas e prazos para reduções nas emissões.
COP 3 Quioto (1997)	Assinatura do Protocolo de Quioto.
COP 12 Nairóbi (2006)	Revisão dos itens do Protocolo de Quioto, como já havia acontecendo. Criação do fundo REED.
COP 14 Poznan (2008)	Início das discussões do acordo que substituiria o Protocolo de Quioto.
COP 15 Copenhague (2009)	Impasse entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos quanto a metas. Estabelece limite de 2°C para aquecimento global.
COP 19 Varsóvia (2013)	Antecipar debates da COP 21 para facilitar a assinatura de um acordo.
COP 21 Paris (2015)	Apresentação de metas específicas de cada país e assinatura de acordo com 190 signatários.

Adaptação da página “*Background on the UNFCCC*”. Disponível em:

<http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php> Acesso em 13 out. de 2016.

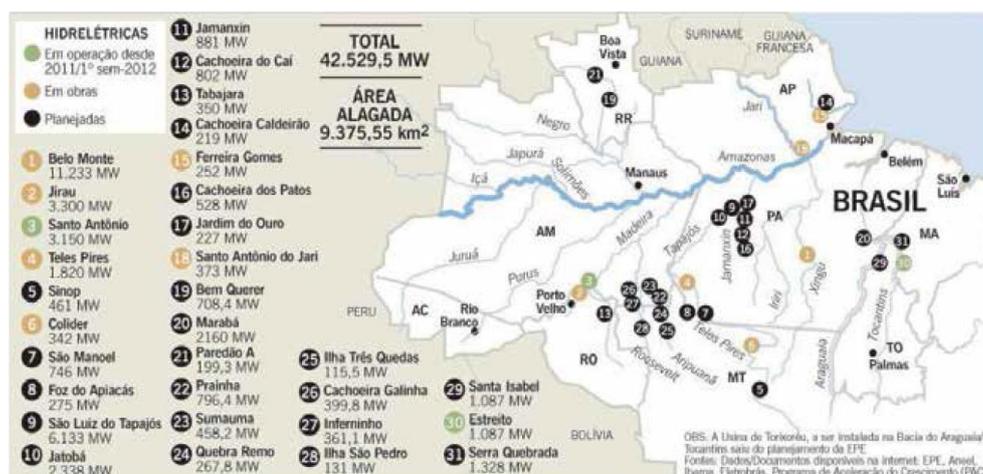
As metas apresentadas pelo governo brasileiro na COP 21 em Paris foram consideradas audaciosas, propondo redução de 37% nas emissões de gases de efeito estufa até 2025, com base nos níveis de 2005, e em 43% até 2030. Para atingir esse patamar o governo aposta na ampliação do uso de agro combustíveis, fim do desmatamento ilegal e reflorestamento de 12 milhões de hectares de floresta até 2030, além de atingir o patamar de 45% de renováveis na matriz energética⁴.

⁴ Fonte: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/noticias/487-metas-brasileiras-para-a-cop-21-esquecemos-de-debater-o-modelo-de-desenvolvimento-entrevista-especial-com-maureen-santos>>

4.3 A Avaliação das Metas Brasileiras

As metas brasileiras são comumente alardeadas pelo governo por serem ambiciosas em comparação com outros países, porém há muitas considerações por trás dos números propostos nas convenções. O reflorestamento, citado como um grande sumidouro de gás carbônico, não se refere apenas a matas nativas, antes englobando todo o sistema de plantio florestal voltado para a indústria e siderurgia. O mesmo princípio é aplicado ao fim do desmatamento ilegal, onde é possível realizar o corte legal de um percentual da mata no terreno e ainda aumentar esse percentual através da compra de títulos de reserva legal⁵. O caso energético apresenta confiabilidade duvidosa quando visto que toda sua meta está baseada na construção de novas grandes hidrelétricas, sobretudo na região amazônica. O mapa abaixo ilustra essa realidade localizando as 31 hidrelétricas em operação, em construção ou planejadas na Amazônia brasileira.

Figura 2 - HIDRELÉTRICAS EM CONSTRUÇÃO OU PLANEJADAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA



Fonte: EPE, Aneel, Ibama, Eletrobrás, Programa de Aceleração do Crescimento. In Megaprojetos da Amazônia (Little, 2013).

A Conferência de Paris foi bem-sucedida em muitos aspectos, porém, na visão de Carlos Rittl⁶ em entrevista à Agência Brasil, o Brasil e demais grandes emissores (incluindo Estados Unidos, União Europeia, China, Índia, entre outros) não está fazendo o suficiente,

⁵ Área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural no Brasil, com a função de assegurar sua função ecológica, a proteção de mananciais e com possibilidade de uso sustentável (Lei federal 12.651/2012).

⁶ Secretário Executivo do Observatório do Clima.

pois as metas propostas indicam uma trajetória crescente das emissões, apesar das taxas serem menores do que as previstas para o cenário atual.

Assim, podemos indagar sobre como o governo está lidando com as informações sobre o tema das mudanças climáticas e se os problemas ocasionados por fenômenos extremos estão sendo considerados quando da construção de planos estratégicos. No âmbito nacional temos uma série de caminhos possíveis para trabalhar a mitigação dos impactos, mas a complexidade da questão ambiental não pode ser resolvida com medidas pontuais. Os recursos naturais de um país são a base para o seu desenvolvimento e o caso brasileiro se mostra ainda mais sensível devido à grande participação do setor primário na economia. Assim, o descuido com o meio ambiente pode levar a perdas significativas, tanto no aspecto econômico quanto no social, mostrando como as estruturas naturais e culturais de um país são interligadas e merecem ser tratadas em conjunto visando um bom resultado final.

Estudando a questão das mudanças climáticas se percebe aspectos recorrentes no estudo do cenário brasileiro, como as mudanças no regime de chuvas, a redução da produtividade de diversas culturas e a perda generalizada de biodiversidade, apenas para citar alguns. Um fator que tende a unificar esses transtornos é a grande perda econômica associada, seja com o material genético extinto antes mesmo de ser descoberto, cujo potencial poderia alavancar descobertas científicas ou o potencial de redução de safras considerando um sistema onde 69% da água potável são destinadas para irrigação, fator chave para a manutenção das culturas agrícolas.

A grande necessidade de irrigação do sistema de monoculturas em larga escala cria novos obstáculos em um país onde grandes períodos de seca tendem a aumentar. Se confirmado, tal fenômeno afetaria diretamente o sistema de distribuição de água e poderia também sobrecarregar a rede de energia elétrica, cuja maior parte da produção é de origem hidrelétrica.

Nos últimos anos o Brasil tem se voltado para as termoelétricas como solução energética, uma opção que não se encaixa nas políticas sobre mudanças climáticas e apresenta um alto custo de produção, porém atende de maneira relativamente rápida o crescimento na demanda, considerando um país onde o planejamento energético foi deixado de lado por vários governos. Assim, nos encontramos com metas audaciosas voltadas para a mitigação das consequências de um futuro incerto, porém os planos construídos parecem se desconectar da realidade e focar em soluções paliativas ou clássicas. Assim como a história da energia do Brasil se confunde com a das hidrelétricas, os novos planos mantêm esse

envolvimento. Apesar de ter sido um dos modelos mais eficientes no mundo, se vê desafiado com as mudanças no ciclo hidrológico, tais como a alteração nos padrões de ocorrência da precipitação e mudanças na umidade de solo e no escoamento, a eficiência deste pode ser afetada, levando a uma vulnerabilidade energética que muitos países estão evitando, através da massiva diversificação das fontes geradoras (SOUZA, 2014).

As decisões relativas ao setor energético são estratégicas e influenciam diversos setores da economia e da sociedade, por isso os documentos voltados para a preservação do meio ambiente em geral abrangem diferentes temáticas. Souza (2014) acredita que, tomando como base os princípios da sustentabilidade, o setor de alimentos no Brasil, como já foi citado, sofrerá golpes duros com a concretização das previsões para mudanças climáticas. Sendo um grande consumidor de água para irrigação compete com uso desta no setor energético, porém o setor agropecuário pode também contribuir com as metas de redução de GEE's, a partir da introdução de tecnologias alternativas, atendendo a múltiplos propósitos, tais como o de se adaptar as mudanças climáticas e o de produzir alimentos de forma sustentável, técnicas como o desenvolvimento de novos “cultivares” e a instalação de um sistema de arborização tem se mostrado eficientes na adaptação as mudanças climáticas neste setor.

Para Moralez (2014), apesar da definição proposta pela Comissão de Brundtland em 1987 ser motivo de discussões ela representa um bom começo, uma orientação a seguir. Ainda que sem certezas absolutas sobre como será o futuro, as pesquisas quanto às consequências das mudanças climáticas e os avanços tecnológicos nos oferecem bases adequadas para questionar quaisquer planos em que sejam mantidas as estruturas econômicas causadoras dos atuais problemas ambientais. Assim como o pensamento coletivo está fadado a sofrer alterações contínuas, os países e governos possuem um papel chave na construção de novos valores e estruturas, de modo que um futuro sustentável possa ser de fato alcançado.

5. Emissões de Gases de Efeito Estufa e Mudanças Climáticas no Brasil

As mudanças climáticas podem ser avaliadas por diversas perspectivas distintas. Uma forma de categoriza-las é entender que um mesmo problema pode impactar o planeta em níveis diferentes. São emitidos, em atividades humanas, diferentes gases em distintas atividades diárias; em um primeiro nível se gera impactos locais, como a poluição do ar nas cidades, que pode ser ocasionado pelo uso intensivo de combustíveis fósseis no transporte. Em nível regional, o mesmo sistema de transporte libera enxofre, nitrogênio e material

particulado ocasionando sérios problemas de chuva ácida, mesmo em cidades distantes do centro de lançamento dos gases. Problemas como desmatamento e emissões de CO₂ levam o problema para um nível ainda mais alarmante, trazendo repercussões globais como o efeito estufa e todas suas possíveis consequências (GOLDEMBERG 2003).

Segundo o Decreto federal nº7390/2010, que regulamenta a política nacional de mudanças climáticas no Brasil, o governo tem o dever de realizar estimativas das emissões de gases de efeito estufa anualmente devido à necessidade de acompanhamento das metas propostas. Com base nesta iniciativa, o Sistema de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), uma iniciativa do Observatório do Clima (OC), lança relatórios periódicos com estimativas de lançamentos dos diversos setores da economia brasileira, que somaram um total de 1,5 bilhão de toneladas de emissão de CO₂ em 2013.

Os dados liberados pelo SEEG têm por base o Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa, publicado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI) e se baseiam nos cálculos de carbono equivalente, o qual pode ser abordado através do GWP (*Global Warming Potential*) ou GTP (*Global Temperature Change Potencial*). O primeiro se baseia no poder dos gases para alterar o balanço energético e o último no potencial de aumento de temperatura.

As instituições Imazon - mudança de uso da terra; Imaflora - agropecuária; Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) - energia e processos indústrias e ICLEI – resíduos, selecionadas pelo OC, coordenam o processo de geração de estimativas com suporte da organização Avina e da Fundação Getúlio Vargas. A elaboração das estimativas, considerando as emissões e remoções antrópicas de GEE (lançamentos, restauração de florestas, Mecanismos de Desenvolvimento Limpo), passa pelas fases normais da construção de uma rotina de programação matemática. Tendo como base as metodologias do IPCC e do próprio inventário, cada setor tem seus dados do inventário reconstruídos para testar a aplicação dos fatores de emissão. Realiza-se o levantamento de dados junto às fontes poluidoras, sempre que possível buscando as mesmas fontes do inventário desde que estejam gratuitamente disponíveis (assim a replicação dos resultados se torna viável para qualquer pesquisador) permitindo a atualização dos fatores de emissão; estes são colocados sob análise para correção de falhas e lacunas e, subsequentemente, os resultados são postos sob avaliação em diferentes seminários técnicos. Após todo esse processo os dados são liberados em diferentes relatórios abertos ao público. Resumindo os procedimentos adotados.

O documento síntese para análise das emissões de GEE, organizado por Azevedo (2015) disponibilizado pelo SEEG, permite comparar os lançamentos para diversos setores e sua evolução ao longo das últimas décadas. As emissões mundiais aumentaram em 35% no período de 1990 a 2013, enquanto no Brasil, de modo geral os lançamentos de GEE's se reduziram em 15% no mesmo período, como pode ser visto na figura 3 onde também temos os lançamentos divididos por atividade. As flutuações observadas no gráfico são peculiaridades da dinâmica nacional, não acompanhando as variações econômicas do produto interno bruto (PIB), mas sim as mudanças no uso da terra.

Figura 3 – EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE'S NO BRASIL 1990-2013 (MtCO₂)



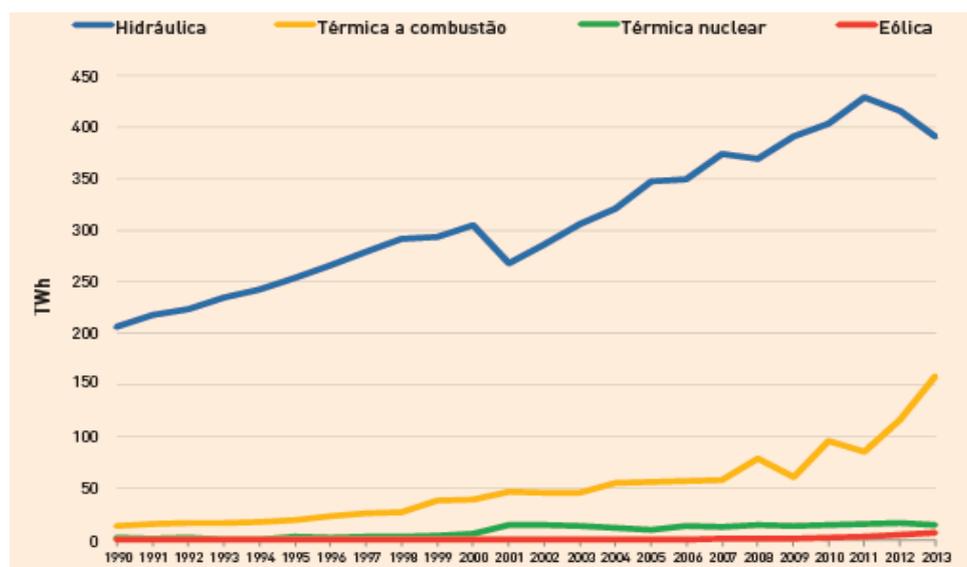
Fonte: Análise das emissões de GEE no Brasil (1970-2013) e suas implicações para políticas públicas, Documento Síntese. SEEG, 2015.

O gráfico contempla ainda, cinco áreas distintas quanto aos dados de emissões, processos industriais, resíduos, energia, mudança no uso da terra e agropecuária, conforme a natureza da atividade geradora. Os processos industriais envolvem as atividades econômicas relacionadas à transformação química ou física dos materiais, cujas emissões mantiveram uma tendência de crescimento ao longo dos 23 anos analisados, com leves reduções em anos de crise econômica. O setor de resíduos representa a menor parcela das emissões brasileiras, contando com as atividades de tratamento de efluentes e disposição de resíduos. O setor

agropecuário se refere às atividades agrícolas e pecuárias, contando com emissões relacionadas a estas atividades, como as provenientes da utilização de fertilizantes e manejo de dejetos animais, sendo comumente condenado pelas emissões relacionadas à pecuária bovina, que de fato assume 75% das emissões do setor devido à liberação de metano. O setor de energia engloba as emissões pertinentes a matriz energética nacional, desde a produção de energia elétrica até o setor de transportes, sendo este último responsável por quase metade das emissões. Os percentuais mais significativos do gráfico até 2008 ilustram a área de mudanças no uso da terra, onde observamos os dados relativos a alterações na cobertura vegetal e uso da terra.

As tendências observadas indicam mudanças significativas nas emissões brasileiras. Com exceção do uso da terra, todos os setores analisados tiveram aumento nas emissões sendo que o setor energético mais que dobrou suas emissões nos últimos anos, com destaque para o aumento do uso intensivo do petróleo e derivados, gerado pelo crescimento da frota de carros particulares, a queda do consumo de álcool, predominância do transporte rodoviário de cargas, que sozinho responde por quase metade das emissões relacionadas ao transporte. Entre outros agravantes evidencia-se o aumento no consumo de gás natural pelas termoeletricas, como vemos no gráfico a seguir.

Figura 4 – EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS FONTES PRIMÁRIAS NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA



Fonte: Análise das emissões de GEE no Brasil (1970-2013) e suas implicações para políticas públicas, Documento Síntese. SEEG, 2015.

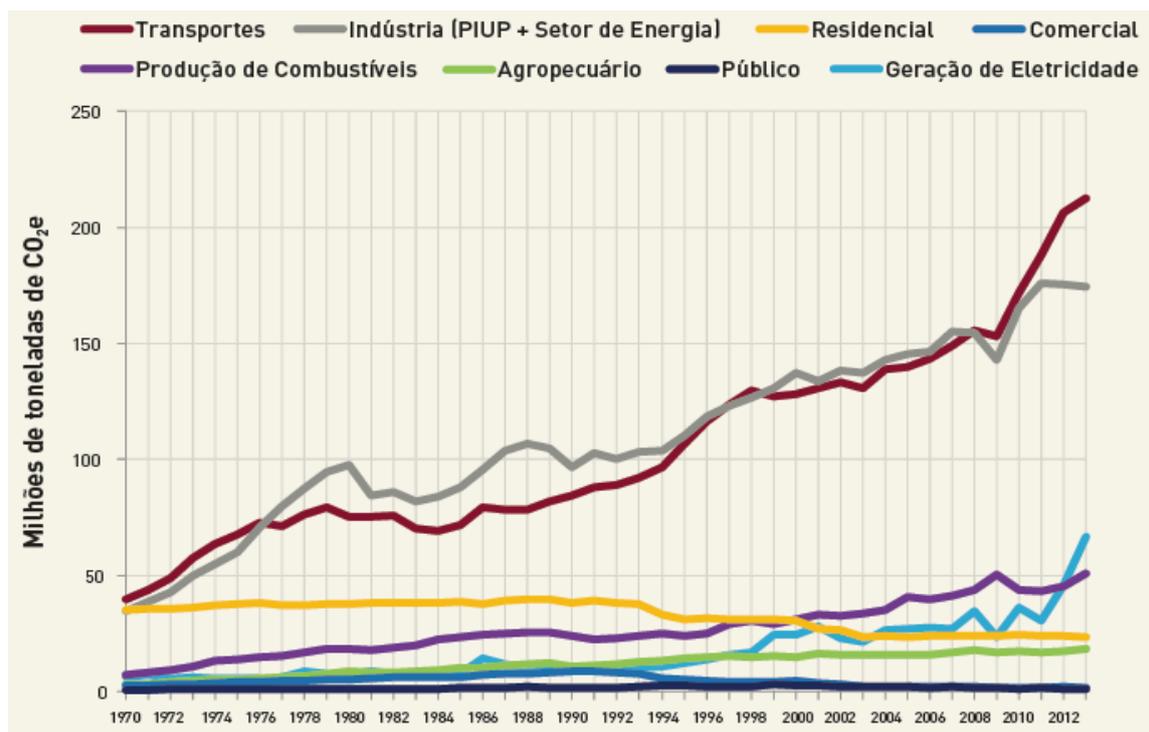
O setor energético caminha para se tornar o maior responsável por emissões de gases de efeito estufa, pois aumentaram em 20 milhões de toneladas de emissões de CO₂ no ano de 2013. Como se pode observar na figura 4, há uma relação inversa entre a geração de eletricidade por usinas hidrelétricas (UHE) e usinas térmicas (UTE), pois enquanto a primeira vem reduzindo a última apresentou crescimento constante, a despeito das ressalvas ambientais quanto ao uso de tal tecnologia. O setor de energia já é o que apresenta maior taxa de crescimento nas emissões de GEE. Em 1970 a oferta interna bruta de energia era de 67 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep)⁷, e em 2013 esse valor havia saltado para 296 Mtep, com predominância de fontes fósseis na matriz energética, hoje responsável por 58% da oferta de energia produzida contra 51%, em 1990. Segundo dados do documento de análise “Evolução das Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil (1990-2013) Setor de Energia e Processos Industriais”, a demanda de energia vem subindo a cada ano, com acréscimo de 3,6% somente no período 2012-2013, aumento este suprido com a instalação de UTE. No último leilão de energia realizado em final de 2014 e início de 2015, 43% do contratado foi baseado em fontes fósseis de energia, contribuindo para o aumento da participação desta que em 2002 era de 8,8% e saltou para 20,6% em 2013, indicando que o país está encaminhado para uma matriz energética cada dia mais poluente, com o percentual de emissões dependendo do combustível utilizado e do tipo de usina instalada. As termelétricas são fontes pontuais e contínuas de lançamento de diversos GEE, incluindo óxidos nitrosos (NO_x), material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO_x) e hidrocarbonetos (HC_s), os quais além do efeito estufa tendem a ser os um dos principais responsáveis pela poluição local. Em cidades como Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro os níveis de ozônio troposférico e material particulado já se encontram em situação crônica, prejudicando a qualidade de vida e saúde da população.

As emissões relacionadas ao uso da terra têm sido diretamente relacionadas à evolução do desmatamento na Amazônia, fenômeno que ganhou força a partir da década de 70, com o incentivo governamental à ocupação da região. Os impactos ocasionados pelo desmatamento vão ainda mais longe, ocasionando perda de produtividade e mudança no regime hidrológico. O desflorestamento se intensificou no início da década de 90, tendo a criação de gado bovino como o principal motor desse processo, responsável então por 70%

⁷ Unidade de energia, uma tep corresponde à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão (ANEEL- Atlas de Energia Elétrica).

das atividades de desmatamento. O corte seletivo de árvores e os incêndios também contribuíram; o primeiro por danificar muito a vegetação com vista a retirar apenas as árvores mais valiosas e os incêndios, que iniciados para limpar sub-bosques, facilmente se alastram pela floresta que não é adaptada a queimadas, sofrendo danos irreparáveis (FEARNISIDE, 2005). As emissões de GEE's por setor pode ser vista abaixo.

Figura 5 – EMISSÕES DE CO₂ DOS SETORES DE ENERGIA POR ATIVIDADE (1970-2013)



Fonte: Análise das emissões de GEE no Brasil (1970-2013) e suas implicações para políticas públicas, Documento Síntese. SEEG, 2015.

No ano de 2003 já se estimava que em torno de 16% da área da Amazônia Legal havia sido desmatada, com perdas anuais medidas em Bélgica, por ser aproximadamente está a área perdida de floresta anualmente. Com os dados recentes, podemos observar que as emissões relacionadas ao uso da terra vêm caindo desde 2003, indicando redução no desmatamento, que pode ser resultado de políticas públicas mais eficientes por parte do governo e dos órgãos fiscalizadores.

A questão do desmatamento e sua relação com a agropecuária é tratada no relatório de emissões do setor de agropecuária do SEEG, indicando que o setor é responsável por 60% das emissões se consideradas as emissões indiretas, ou seja, emissões do desmatamento

resultante da expansão agrícola, liberados pela queima de combustíveis fósseis utilizados no setor e tratamento de efluentes. Em termos absolutos o setor no Brasil foi responsável pelo lançamento de 418 MtCO₂, um aumento de 160% desde 1970. Segundo o *World Resources Institute* (WRI), esses valores colocam o Brasil como segundo maior emissor de gases de efeito estufa no setor agropecuário, atrás apenas da China, com 9,9% das emissões mundiais. O Mato Grosso é o estado com os maiores valores de lançamentos, ultrapassando os estados do Sudeste principalmente pelo imenso rebanho pecuário de corte. Setor de extrema importância econômica, com o segundo maior Valor Bruto de Produção (VBP) do país, somente perdendo para a soja. A cadeia de produção bovina movimentava R\$167,5 bilhões por ano e gera cerca de 7 milhões de empregos.

Os valores dentro do setor agropecuário são sempre astronômicos, o aumento na produção tem sido acompanhado de perto pelo crescimento das emissões, tornando necessário repensar a eficiência das pastagens e uso de tecnologias de sequestro de carbono, as quais demandam um grande incentivo governamental de modo que o setor possa crescer sem comprometer as metas de emissão e consequentemente o meio ambiente.

5.1 Impactos nos biomas

O Brasil é um país de dimensões continentais, o maior da América latina em extensão e o quarto maior do mundo. Contempla dentro de suas fronteiras seis biomas naturais distintos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e os Pampas (figura 6), cada qual com suas particularidades, tamanha riqueza que poderia ser melhor integrada na dinâmica nacional, tanto economicamente quanto socialmente, entretanto essa relação tem se desenvolvido no formato de uma guerra travada entre homem e natureza, com duras baixas em ambos os lados.

A Mata Atlântica perdeu a maior parte da sua área de cobertura vegetal desde a década de 50, quando o desmatamento acentuou-se devido à expansão industrial e agrícola. Segundo dados da ONG SOS Mata Atlântica, remanescentes de floresta nativa acima de três hectares constituem apenas 12,5% da área original, representando o bioma com a menor cobertura vegetal nativa do país, que ainda assim comporta um alto índice de biodiversidade vegetal e animal, contendo inúmeras espécies endêmicas, muitas ainda a serem descobertas, em função da elevada heterogeneidade de ambientes que o bioma engloba, por se estender de norte a sul do Brasil cortando diferentes relevos e altitudes. A Mata Atlântica ocupa a região mais populosa do país, e sofreu todos os danos possíveis de tamanha pressão humana. O

mesmo vem ocorrendo no cerrado brasileiro sob a necessidade de expansão do agronegócio, levando mais espécies animais ao risco de extinção.

Figura 6 – BIOMAS BRASILEIROS



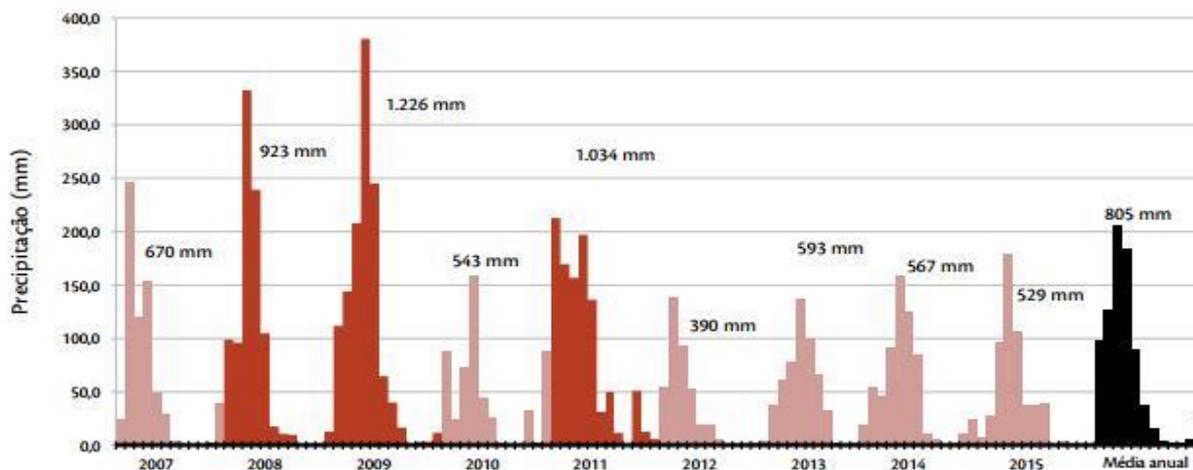
Fonte: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>

A caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro, possui índices de desmatamento equivalentes ao da Amazônia, porém sendo cinco vezes menor. O desmatamento já atinge 46% da área do bioma, conforme dados do Ministério do Meio Ambiente, o que representa um risco extra em uma região com clima semiárido, característico de grande parte do Nordeste, pois intensifica os riscos de desertificação em um local propício a ocorrência de grandes secas, como registrado por observações meteorológicas que remontam ao século XIX.

O mês de julho no Nordeste é caracterizado por ser chuvoso, contudo no ano de 2016 os valores registrados pela Agência Nacional de Águas (ANA) foram muito inferiores aos 200 mm esperados, e que ocorrem em sequência a um período crítico. Os anos de 2012-2015 foram os piores já registrados em relação aos totais de chuva desde 1911, como pode ser visto na figura 6, considerando dados do estado do Ceará que apresenta de 60% a 100% de chance de ser atingido por uma seca quando estas ocorrem no Nordeste brasileiro, conforme consta

na publicação do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Desertificação, Degradação da terra e Seca no Brasil (2016).

Figura 7 – CHUVA ACUMULADA



Fonte: Desertificação, degradação da terra e seca no Brasil. CGEE, 2016.

A Amazônia apresenta uma história singular em relação aos demais biomas. Ela se encontrava praticamente intacta até meados da década de 1970, quando se iniciou a construção da rodovia transamazônica e o governo militar passou a incentivar a ocupação da floresta como forma de garantir a soberania nacional na região. Com este objetivo, projetos de infraestrutura, agropecuários e de colonização massiva foram implantados, o que aumentou a pressão sob as florestas levando ao aumento do desmatamento na região. Atualmente a floresta é monitorada por dois sistemas, o projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite (PRODES), que realiza o monitoramento por satélite desde 1988 e produz os dados anuais de desmatamento da Amazônia Legal; e o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER) onde o monitoramento da cobertura da floresta é realizado em tempo real pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desde 2004. Segundo análise de Nobre (2008), considerando os cenários de lançamento de CO₂ do IPCC, a região amazônica pode apresentar um aquecimento médio de até 4°C até o final do século; também pode ocorrer a redução da área de ocorrência natural da floresta com expansão de área de Savana.

A degradação destes biomas representa um risco considerável de perda de material genético através da extinção de espécies endêmicas, risco que se acelera com a destruição de habitats, uma vez que muitas espécies não terão tempo de se adaptar devido ao rápido avanço na transformação dos ecossistemas, o que pode ocorrer também devido a alterações climáticas. Goldemberg já apontava, em 2006, que o Brasil é o maior emissor de GEE's com origem no desmatamento, tornando a destruição dos biomas e suas respectivas matas nativas um fator de peso na construção de uma política de desenvolvimento limpo e sustentável.

As florestas atuam como máquinas de absorção de calor além de serem grandes reservatórios de calor e detentores da maior parte da biodiversidade do planeta, a destruição destes ambientes além de contribuir para o aquecimento global ocasiona efeitos locais e regionais, além dos efeitos que o próprio aquecimento global tem sobre os ecossistemas. A tendência apresentada pelo estudo Mudanças Climáticas Globais e Seus Efeitos sobre a Biodiversidade, lançado pelo MMA com coordenação de Marengo (2006), mostra que a temperatura deve subir no país todo, na Amazônia pode alcançar até 8°C de elevação e até 5°C no semiárido, o que elevaria a evaporação na região e diminuiria a disponibilidade hídrica. A atualização desta publicação, do ano de 2007, aponta também que a atual taxa de extinção de espécies está muito acima das observadas em períodos normais, o que também é colocado em Rockström (2009). As mudanças climáticas tendem a afetar a distribuição de espécies, algumas podem se deslocar ou ter uma faixa de tolerância maior quanto a temperatura e precipitação, enquanto outras ficarão ou já se encontram suscetíveis as mudanças nos seus habitats, tais como tais como recifes de coral, manguezais, ecossistemas em montanhas de grande altitude, remanescentes de pastos nativos e ecossistemas sobrepostos a solos permanentemente gelados. A redução de biodiversidade torna ecossistemas terrestres e aquáticos mais vulneráveis a própria mudança climática (Rockström 2009), construindo mais um *feedback loop* de intensificação dos efeitos das mudanças no clima.

5.2 Impactos globais e o Brasil

A rápida transformação que tem ocorrido nos ecossistemas por influência do ser humano vem causando mudanças drásticas na paisagem, responsáveis por alterações nos ciclos naturais. Como mencionado anteriormente, as mudanças ocasionadas podem ser locais, regionais e até mesmo globais. As mudanças climáticas globais tendem a ocasionar alterações que podem afetar distintamente cada parte do planeta, o lançamento de gases de efeito estufa que levam ao aumento da temperatura no planeta tem sido relacionado à redução da camada

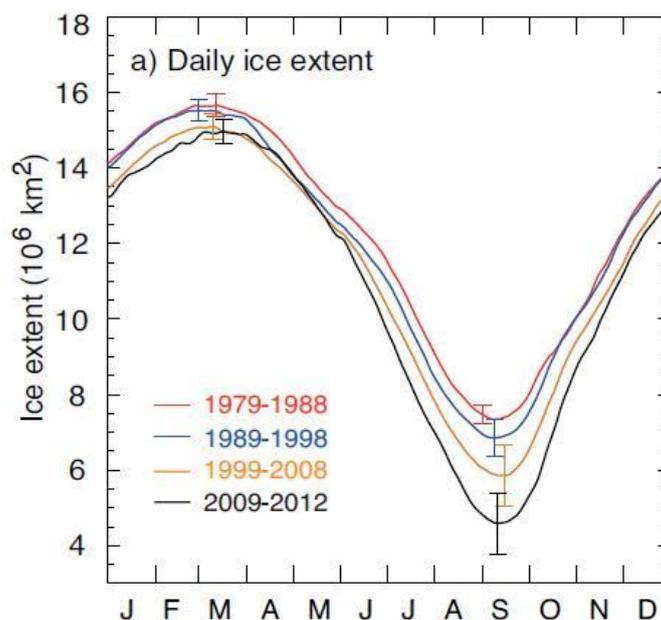
de gelo sobre o Ártico e o derretimento do *permafrost*⁸, efeito que em junho deste ano levou a liberação de bactérias há muito enterradas sob o solo congelado, devido ao ressurgimento de uma carcaça de rena na tundra siberiana, na região de Yamal na Rússia.

Segundo dados liberados pelo IPCC, o mínimo de cobertura de gelo registrada sob o Ártico desde o início das medições (1979) ocorreu em fevereiro de 2012, atingindo $3,44 \times 10^6$ km². Porém, dados deste ano mostram que teremos um novo mínimo a ser adicionado às publicações e esta redução tem se acentuado nos últimos anos (figura 8) em consequência do *feedback* positivo de radiação, com a redução da extensão da camada de gelo e consequente aumento na área de mar aberto exposto ao verão meridional, mais radiação é absorvida, pois o albedo da água é maior do que do gelo, fazendo com que a cada degelo, o mar na região se aqueça e se torne, ano após ano, mais difícil o retorno aos níveis pré-industriais. Vale ressaltar que a espessura do gelo formado no inverno ártico também tem diminuído.

Os mesmos gases responsáveis pela intensificação do efeito estufa causam ainda malefícios aos oceanos, envolvendo a vida marinha e impactando ecossistemas inteiros. O branqueamento dos corais segundo LEÃO (2008) é causado pela morte das algas fotossintetizantes que vivem em simbiose com estes e são responsáveis por sua coloração. Esse fenômeno tem sido documentado em recifes de todo o mundo, incluindo do Brasil e pode ser relacionado com a mudança na temperatura da água nos oceanos, devido ao pequeno intervalo de temperatura suportado por estes organismos, assim como a acidentes com produtos químicos e vazamentos de óleo, levando ao declínio de muitas colônias. Os corais formam a base de um sistema muito mais complexo e de alta produtividade primária. A perturbação destes ecossistemas pode levar a perda ou redução de habitats e alterações na cadeia trófica, que por sua vez, também pode ser impactada de outras maneiras, a começar pela crescente acidificação dos oceanos, ocasionado pelo aumento na absorção de CO₂ por estes, resultando na redução de seu pH, o que interfere diretamente em organismos marinhos com estruturas calcificadas, como bivalves, conforme demonstrado nos experimentos de BARROS (2011) que utiliza a ostra japonesa, onde várias fases da vida do animal foram estudadas considerando diferentes faixas de pH da água (CASIMIRO, 2011).

⁸ Solo que se mantém congelado durante todo o ano, ocupando grandes planícies do hemisfério norte.

Figura 8 - EXTENSÃO DO GELO NO ÁRTICO

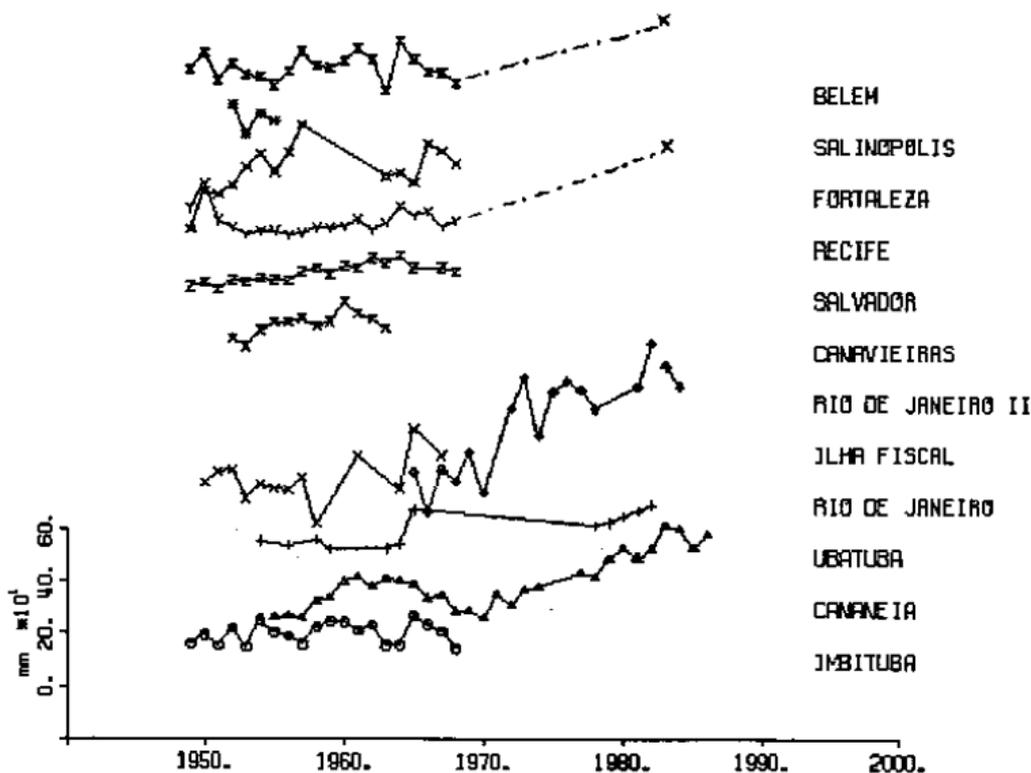


Fonte: Vaughan, D.G., J.C. Comiso, Et al. Observations: Cryosphere.

Alguns efeitos globais ocasionados pelas mudanças climáticas tendem a afetar o país de maneira generalizada, como o *feedback* de radiação no polo norte que transmite mais energia para a atmosfera acelerando o aquecimento do planeta e o aumento do nível do mar resultante do degelo da Groenlândia, que pode afetar toda a costa brasileira, aumento que foi registrado pelo estudo de MESQUITA (1997) utilizando medições de marégrafos espalhados por toda a costa desde a década de 1950 (figura 9). Erosão e inundações são apenas alguns dos resultados do aumento do nível do mar, o qual também pode causar um fenômeno conhecido como intrusão salina, quando a água do salgada se introduz em aquíferos de água doce, podendo salinizar águas que estão sendo utilizadas na captação para abastecimento doméstico, produção industrial ou irrigação agrícola, comprometendo o abastecimento em cidades litorâneas, além de alterar a produtividade de recursos costeiros como a coleta e cultivo de moluscos e crustáceos. Estatísticas de produção de café das últimas décadas indicam a menor incidência de ondas de frios na região sul do Brasil, porém os fenômenos extremos vêm se intensificando, havendo um aumento na quantidade de chuvas intensas em São Paulo que podem ser relacionadas tanto ao efeito urbano, considerando que mais de dois terços da população brasileira vive atualmente em áreas urbanas e estas aglomerações resultam em modificações expressivas na paisagem local, quanto às anomalias de temperatura

no mar, que podem ou não vir associadas aos fenômenos El Niño e La Niña (ALVALÁ, 2015).

Figura 9 - VARIACÃO DO NÍVEL DO MAR NA COSTA BRASILEIRA (em mm x 10⁴)



Fonte: MESQUITA, 1997.

5.3 Impactos urbanos e sociais

Os efeitos das mudanças climáticas não são exclusivos aos ambientes naturais. As grandes metrópoles e conurbações urbanas do planeta estão sujeitas a uma série de impactos, sendo a qualidade de vida da população a primeira a sentir as consequências do desenvolvimento desenfreado e desregrado. As cidades concentram grandes indústrias e parte maciça da frota de veículos automotores, dois dos grandes responsáveis pela poluição do ar. Estes quando lançados na atmosfera geram modificações no ambiente urbano causando fenômenos tais como a chuva ácida, que leva a redução do pH do solo e de corpos d'água, interferindo assim na vida de plantas e animais. Esta poluição também pode ser “aprisionada” próxima à superfície quando da ocorrência de inversão térmica. A redução da qualidade do ar resultante destes fenômenos e da liberação de gases como os CO's e NO_x podem afetar a

saúde humana de maneira direta, através do agravamento de condições crônicas de saúde ou indiretamente como resultado de transformações no ambiente. A gravidade do problema depende do poluente a ser considerado, o tamanho, superfície e composição química distintas tornando alguns compostos mais perigosos. Muitos deles podem ser transportados por grandes distâncias através das correntes de ar, levando o problema para regiões e países que não estão envolvidos nos supostos benefícios destes lançamentos (ALVALÁ, 2014).

Segundo Yang (2013), a amplitude térmica diária, um indicador meteorológico associado à mudança climática também pode ser utilizado na análise de mortalidade por doenças cardíacas e respiratórias, sendo que o aumento de 1°C na amplitude térmica (outras variáveis como a poluição do ar e época do ano foram controladas) durante quatro dias consecutivos foi associado com 0,47% de aumento de chance por mortes não acidentais causados por derrames e infartos. A vida nas cidades igualmente pode ser afetada pela ocorrência de inundações e deslizamentos, resultantes de eventos climáticos extremos, situações que representam um risco maior para comunidades em situação de fragilidade socioeconômica. Essas alterações no ambiente circundante podem alterar drasticamente algumas populações, tanto com relação à possibilidade de instalação de moradias quanto ao uso agrícola. Segundo NOBRE (2008), elevações na temperatura média tiram as culturas de suas faixas ótimas de crescimento o que reduz a produtividade das plantas, ao contrário do efeito do aumento da concentração de CO₂ que eleva a produtividade de plantas tipo C4 e C3 até os 1000 ppm, fatores que podem modificar as culturas plantadas em cada região e colocar em risco certos hábitos alimentares, considerando que podem ocorrer mudanças na disponibilidade de certos gêneros alimentícios, sobretudo nas áreas urbanas onde a demanda é mais alta.

A despeito de vários modelos terem sido construídos com o objetivo de prever os efeitos das mudanças climáticas nas metrópoles brasileiras ainda existe muita incerteza. Estudos apontam para o aumento de chuvas na região sudeste, porém não é possível confirmar detalhes deste aumento. A existência de uma população vulnerável demanda a criação de faixas de risco sendo necessário tomar conta daqueles que podem não ter recursos para se adaptar a essas mudanças. A transmissão de doenças via mosquitos é uma preocupação em relação ao aumento da temperatura média, que facilitaria a dispersão dos vetores e afetaria de maneira mais séria aqueles com acesso limitado à rede pública de saúde e tratamentos adequados (RIBEIRO, 2008).

6. Mitigação e Adaptação as Mudanças Climáticas

A sociedade atual convive desde a última década com uma crescente conscientização quanto à influência do ser humano no meio ambiente e as implicações que tal relação pode ter no futuro do planeta. Em meio às incertezas e discussões com relação ao tema, foram criadas iniciativas para reduzir os efeitos das mudanças climáticas, ações que envolvem iniciativas governamentais e as chamadas técnicas de geoengenharia que envolvem a manipulação sintética do clima por meio de tecnologias antropogênicas, cujos efeitos colaterais são muitas vezes imprevisíveis. Uma técnica controversa desenvolvida nos últimos anos é o sequestro do carbono que seria emitido por indústrias e termelétricas, que seria posteriormente redirecionado para reservatórios subterrâneos, como aquíferos salinos profundos, onde seria mantido por longos períodos, do inglês chamado de “*Carbon Capture and Storage (CSS)*”. As ressalvas à técnica se dão quanto às incertezas no mapeamento geológico dos possíveis reservatórios assim como quais seriam as taxas sustentáveis de injeção de carbono nesses ambientes (SZULCZEWSKI 2012).

A manipulação das taxas de albedo⁹ do planeta ou “*solar radiation management (SRM)*” é outra forma de geoengenharia levada ao debate, atualmente. As bases desse método vêm da observação de que o planeta sofre um resfriamento após a ocorrência de erupções vulcânicas, contudo esse mesmo fenômeno é responsável por respostas distintas em diferentes regiões do globo. Duas técnicas são propostas: (a) o lançamento de aerossóis estratosféricos e (b) a criação de camadas baixas de nuvens, ambas as técnicas para aumentar as taxas de reflexão da radiação solar. Considerando o método de injeção de aerossóis na estratosfera, sua eficiência ficaria condicionada à existência de manutenção constante, tanta com relação à correção de falhas técnicas quanto à existência de cooperação internacional. A interrupção abrupta de tal tática ocasionaria um aumento acelerado da temperatura global num curtíssimo espaço de tempo, levando a mudanças nos padrões de precipitação e secas, sobretudo se o nível de emissões de gases estufa se mantiverem estáveis, pois o tempo de detenção dos aerossóis é muito mais curto do que dos GEE's, levando a um rápido aumento no nível de radiação que atinge o planeta (McCuske 2014).

As questões políticas e econômicas por outro lado, trazem suas próprias dinâmicas para os processos decisórios envolvendo a mitigação das mudanças climáticas. Em nível global, políticas voltadas ao incentivo do uso de tecnologias limpas e a taxação de fontes de

⁹ Albedo, ou coeficiente de reflexão, representa a proporção de luz incidente ou radiação que é refletida por uma superfície.

emissão de CO₂ têm se sobressaído, trazendo a importância de pesquisas que viabilizem o uso massivo de fontes de energia limpa e a criação de um mercado adequado às novas necessidades da sociedade. Contudo, a movimentação necessária para evitar muito dos impactos previstos exige que cada país, tendo conhecimento dos seus pontos críticos e potencialidades, possa trabalhar em conjunto com a comunidade internacional e buscar o melhor caminho.

6.1 Breve Histórico dos Planos de Mitigação e Adaptação no Brasil

Os projetos voltados especificamente ao cenário atual das mudanças climáticas começaram a ser desenvolvidos no Brasil no ano de 2007, quando da liberação do Quarto Relatório de Avaliação do IPCC. Foi criada então uma comissão para tratar do tema, denominada Comissão Mista Especial sobre Mudanças Climáticas (CMEsp - Mudanças Climáticas), que resultou em um livro com dezenas de recomendações, a apresentação de um projeto de lei e na formação da Comissão Mista Permanente sobre Mudanças Climáticas (CMMC). Esta última comissão tinha como objetivo acompanhar os planos e projetos propostos, visto ser um tema que necessita de supervisão a longo prazo. A Comissão é responsável por uma série de atividades, incluindo a realização de audiências públicas em todas as regiões do Brasil para discussão dos temas estratégicos, como redução do desmatamento, economia de baixo carbono e incentivos fiscais (Legislação Brasileira Sobre Mudança Climática, 2013).

Ainda no ano de 2007 foi instituído, pelo Decreto nº 6.263, o Plano Nacional sobre Mudança no Clima, que trouxe consigo as bases da luta contra os efeitos da mudança no clima e as possíveis ferramentas e estratégias a serem empregadas. Apenas em 2009 é aprovada a Lei que instituiu a Política sobre Mudanças Climáticas, onde estão previstas metas de redução de emissões de GEE's e a instauração de planos setoriais de mitigação e adaptação sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA). No ano de 2008, ano anterior à aprovação da lei que institui a política de mudanças climática, é lançado o Plano Nacional de Mudanças do Clima, onde são propostas as primeiras diretrizes para a construção dos planos de mitigação no Brasil. Este primeiro plano aponta as lacunas no planejamento nacional quanto às questões ambientais e tem como objetivo geral coordenar as ações a serem desenvolvidas para mitigar as emissões de gases de efeito estufa e seus respectivos impactos.

Os pontos discutidos no Plano de Mudanças Climáticas apresentam as linhas gerais seguidas pelos demais planos de mitigação, começando pela necessidade de aumento da

eficiência nos diferentes setores da economia, fator essencial, sobretudo, para o planejamento industrial e energético. Este último ainda tem o desafio de estruturar a futura matriz energética para que contemple as fontes renováveis. O fomento às atividades sustentáveis e redução das taxas de desmatamento são pontos-chaves do Plano de Mudanças Climáticas, que coloca o ano de 2015 como data limite para a perda líquida de cobertura florestal e visa atingir o desmatamento zero em todos os biomas. A identificação das vulnerabilidades do Brasil em relação às mudanças climáticas é o último objetivo específico colocado neste plano.

A Política Nacional de Mudanças Climáticas dá continuidade aos objetivos propostos pelo Plano de Mudanças Climáticas, estabelecendo a obrigatoriedade da criação de planos de mitigação para os setores estratégicos, os quais detalham o planejamento em cada área para melhor atender aos compromissos brasileiros. Apesar do Brasil não ter a obrigatoriedade de cumprimento do Protocolo de Quioto por não ser um país desenvolvido, o documento assinado pelo Brasil em Copenhague, na COP 15 (2009), traz metas voluntárias de redução de cortar as emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% em comparação com o cenário da época até 2020, a qual é utilizada como guia para a construção de todos os planos discutidos a seguir (MMA).

6.2 Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC)

O Plano de Adaptação a Mudança Climática prevê a captação de recursos para a revisão do Plano ABC até 2020, considerando-se a importância do agronegócio na economia brasileira (responsável por 23% do PIB em 2015) e sua dependência das condições climáticas.

O Plano original, finalizado em 2012, traz como uma das principais medidas o desenvolvimento de espécies já adaptadas às possíveis condições a serem enfrentadas com a mudança no clima, como o desenvolvimento por parte de institutos de pesquisa de sementes resistentes à seca. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) vem dedicando-se ao tema e reconhece que a incidência de pragas é um dos maiores riscos associados ao sistema de monocultura tradicional, tornando o desenvolvimento de espécies resistentes a estas é essencial ao sucesso desta medida, visto ser a mais consolidada das técnicas previstas no Plano ABC. Muitas das ações de mitigação têm como base o mapeamento e georreferenciamento de áreas de plantio/pastagem ou degradadas, como forma de monitorar as emissões de GEE e avaliar a efetividade de programas de recuperação

florestal, cujo resultado esperado se baseia na recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2020. O Sistema de Plantio Direto (SPD) também é adicionado aos programas de ação do Plano ABC, porém, sendo considerada uma tecnologia complexa, o trabalho de monitoramento foi retardado, sendo necessário o desenvolvimento de mais pesquisas relacionadas ao SPD. Vale ressaltar que o SPD é baseado em alguns poucos fundamentos (CRUZ, 2016) como (a) a eliminação/redução das operações de preparo do solo; (b) o uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas; (c) a formação e manutenção da cobertura morta; (d) a rotação de culturas e (e) o uso de semeadoras específicas, os quais acarretam benefícios ao solo, reduzindo a chance de erosão por manter uma cobertura constante no solo e também ao sistema agrícola, aumentando a estabilidade da produção e reduzindo a probabilidade de contaminação ambiental das zonas plantio por necessitar de menor quantidade de insumos e pesticidas, possibilitando ao produtor ter maior segurança no seu trabalho devido à melhora na qualidade do solo.

As ações previstas acima foram divididas em dois períodos de operacionalização: a primeira entre 2011-2015 e a segunda de 2016-2020. As metas colocadas preveem que todas as ações estejam com os programas parcialmente implantados no final do primeiro período, o qual se finalizou em 2015. Como a revisão deste plano ainda depende da arrecadação de fundos, a avaliação da abrangência e aplicação deste plano se dificulta. O programa mais extensamente desenvolvido no plano é o de adaptação às mudanças climáticas, sendo que partes dos resultados podem ser acompanhados por publicações do Ministério da Agricultura e da EMBRAPA. É possível acessar o chamado Zoneamento Agrícola de Risco Climático, um instrumento da política agrícola, publicado por Portarias, o qual identifica as melhores zonas de plantio de cada cultura, assim como época adequada de plantio. Estas informações associadas aos estudos de mudanças climáticas regionais permitem que adequações sejam feitas na distribuição de culturas, porém como colocado nos riscos das alterações do clima, muitas espécies podem perder espaço por possuírem uma faixa de produção ótima, em relação ao clima, relativamente baixa. Dessa forma o zoneamento permite a construção de um calendário de plantio com as culturas indicadas para cada cidade e assim possibilita a redução de perdas associadas aos fenômenos climáticos.

Segue quadro resumido com as medidas propostas e indicadores de resultados conforme previsto no Plano ABC.

Figura 10 - INDICADORES DE RESULTADOS DOS PROGRAMAS DO PLANO ABC

Programas	Indicador de Resultados
1. Recuperação de Pastagens Degradadas	• Área (ha) de pastagem recuperada
2. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs)	• Área (ha) implantada com iLPF e SAFs
3. Sistema Plantio Direto (SPD)	• Área (ha) manejada sob SPD
4. Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)	• Área (ha) cultivada com FBN • Número de doses de inoculantes comercializadas
5. Florestas Plantadas	• Área (ha) implantada com florestas
6. Tratamento de Dejetos Animais	• Volume de biogás processado • Volume de metano utilizado na geração de energia • Energia elétrica gerada a partir do uso de biogás • Toneladas geradas de composto orgânico
7. Adaptação às Mudanças Climáticas	• Ações de adaptação de plantas e de sistemas produtivos • Área (ha) com ações de adaptação nas regiões mapeadas

Fonte: Plano ABC, MMA - 2012.

Ao serem realizadas as descrições dos programas também são inclusos alguns desafios prováveis a implantação destes, como conquistar a adesão dos proprietários rurais, realizar a qualificação de técnicos e produtores para implantação adequada dos projetos e fornecer assistência técnica em todo o território se mostram pontos recorrentes em todas as listagens. Podemos afirmar que qualquer plano de ação de grande porte pode ter complicações, no caso brasileiro temos desafios imponentes logo frente às primeiras fases do trabalho, os quais construirão as bases para que quaisquer alvos colocados possam ser atingidos.

6.3 Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA)

Um dos mais recentes planos voltados para as questões ambientais no Brasil, o PNA foi publicado em maio deste ano e busca compilar estratégias de gestão de risco climático para os setores hídrico, energético e de segurança alimentar, considerados essenciais para o planejamento nacional e os mais vulneráveis as mudanças climáticas. O plano trabalha com base em alguns objetivos específicos:

- Disseminação do conhecimento sobre as mudanças climáticas;
- Cooperação entre os órgãos públicos;
- Propor medidas para adaptação e redução de riscos climáticos.

O plano é construído com base nos conceitos de mitigação, referindo-se a mudanças e substituições tecnológicas que reduzam o uso de recursos naturais e as emissões de GEE's, e adaptação, uma série de respostas aos impactos atuais que consigam minimizar os possíveis danos. O documento aponta que o Brasil e a América do Sul já contam com registros de mudanças climáticas, um aumento de até 2,5°C na região costeira do Brasil entre 1901-2012, crescimento na quantidade de dias com chuvas acima 30 mm no Sudeste, alterações na salinidade e elevação da temperatura do mar no Atlântico Sul além do crescimento na ocorrência, intensidade e influência dos eventos do El Niño e La Niña (ENOS) no clima continental. Tais fatos levaram a construção de temáticas que tratem das vulnerabilidades climáticas em alinhamento com o desenvolvimento socioeconômico, sendo assim definidos objetivos e iniciativas que viessem a minimizar os efeitos das mudanças climáticas.

Dentre as diretrizes e programas propostos nas temáticas abordadas, podemos destacar a necessidade de alinhamento institucional entre os poderes, de forma a inserir a necessidade de adaptação nas políticas e planos construídos, os setores estratégicos do país muitas vezes se entrelaçam, fazendo com que falhas em um ponto gerem dificuldades em todo o restante da cadeia. E também a disseminação das informações sobre as mudanças climáticas em cada setor, o que se torna crítico quando consideramos a interdependência entre os setores, sendo uma diretriz fundamental e carregada ao longo do plano por todos os temas.

A discussão das estratégias do plano sempre vem acompanhada de um estudo diagnóstico com os possíveis impactos das mudanças climáticas, muitos dos quais já foram observados em diferentes escalas e se mostram ameaças ao planejamento econômico nacional. Na temática agricultura as propostas citadas já foram ambas desenvolvidas, sendo elas a criação do Centro de Inteligência Climática da Agricultura - voltado para Aplicação do Risco Climático na Política Agrícola Brasileira, cujo objetivo é prover um ambiente seguro para negociação e tomada de decisões, visando à aplicação de risco climático no planejamento agrícola e garantindo recursos para a área e o Sistema de Monitoramento e Simulação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola, desenvolvido e implantado. As demais políticas para o setor ficam à mercê da revisão do Plano ABC, discutido acima.

Temas biodiversidade e recursos hídricos englobam, juntamente com a agricultura, as bases de quaisquer atividades econômicas posteriores, pois atuam como serviços suporte para as demais. Com relação à biodiversidade são previstas modelagens de impactos atualizadas assim como o monitoramento das unidades de conservação, sendo a principal estratégia do setor as chamadas medidas de adaptação baseadas em ecossistema (AbE), cujo conceito mais

aceito é o proposto pela Convenção de Diversidade Biológica (CDB) e encontrado na cartilha de AbE formulada pelo Grupo Boticário em 2015. Explica que AbE representa o "uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos para auxiliar as pessoas a se adaptarem aos impactos adversos das mudanças climáticas". Quanto aos recursos hídricos é colocada a necessidade de orientar as medidas propostas pela Agência Nacional de Águas (ANA) no sentido de reduzir as perdas do sistema e racionalizar o uso da água, assim como elevar os investimentos no sistema de coleta e tratamento de esgoto, o que pode gerar perda de qualidade de muitos mananciais e impossibilitar o consumo.

A zona costeira recebeu atenção especial devido ao alto grau de sensibilidade do sistema e do grande número de pessoas afetadas, sendo uma área com muita defasagem de informação. Os primeiros programas a serem implantados são com referência a projetos de batimetria e altimetria unificados que permitam um mapeamento preciso e em concordância com os padrões topográficos. Conjuntamente será realizado um diagnóstico mais detalhado de áreas já impactadas por erosões e inundações, estabelecendo áreas prioritárias de atuação. O último passo colocado diz respeito à conservação e manejo dos sumidouros de CO₂, proposta cuja realização depende do sucesso no fortalecimento das políticas para gestão costeira. Temáticas como comunidades vulneráveis e saúde se voltam à realização de diagnósticos e monitoramento, na saúde, questões como qualidade da água e do ar impactam muito o Sistema Único de Saúde (SUS), porém as soluções devem ser integradas, assim como o cuidado com povos em risco, representados por indígenas, quilombolas, extrativistas, pescadores artesanais, assentados, ribeirinhos, pessoas em situação de rua e agricultores familiares, que se concentram, sobretudo na região da Amazônia e Caatinga, biomas sob grande pressão e pode comprometer os meios de vida dessas populações. Algumas destas comunidades exigem um trabalho individualizado, assim os programas se voltam para ordenamento territorial, inclusão social e ferramentas de Abe, visando o fortalecimento desses povos frente às mudanças climáticas.

A indústria é colocada como um tema central pelo PNA, englobando as indústrias de extrativismo mineral, transformação e utilidade pública, os quais somados foram responsáveis por 24,4% do PIB do Brasil no último ano e se mostram imprescindíveis para o desenvolvimento econômico sustentável. Dois planos estratégicos já foram desenvolvidos para o setor trazendo a temática das mudanças climáticas, o Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Indústria de Transformação – Plano Indústria, e o Plano Setorial de Mitigação e

Adaptação à Mudança do Clima na Mineração – Plano Mineração de Baixo Carbono, o primeiro com caráter mais técnico contendo a participação de representantes o setor público e privado, e o segundo sumariamente governamental. A indústria é um setor altamente dependente dos recursos naturais, a agroindústria e aquelas de base florestal são casos extremamente diretos desta dependência, dentre as ações propostas para o setor se viu necessário primeiramente à construção de um mapeamento com áreas de risco, com possibilidade de amplo acesso aos dados e um sistema de alerta. As ações específicas ficaram por conta de aumento dos investimentos em reuso e dessalinização da água, visando aumentar a eficiência hídrica dos processos industriais, assim como uso de fontes alternativas de água e energia.

A indústria coexiste junto aos demais setores da sociedade, a saúde dos trabalhadores impacta na produtividade e defasagens na infraestrutura dificultam o pleno funcionamento das instalações industriais, assim como a saúde, o setor de infraestrutura, representado pelo transporte, mobilidade urbana e energia, também foi alvo de programas específicos de adaptação e mitigação, sobretudo por que falhas nessas áreas resultam em transtornos para diversos setores da sociedade. A infraestrutura nacional fica submetida a um grande número de impactos que podem afetar sua integridade e cuja situação tende a piorar com as mudanças climáticas, problemas de drenagem e inundações ou estruturas deterioradas causam problemas na circulação de bens e pessoas, assim como eventos extremos podem causar muitos estragos e nestes casos muitas vezes somente é possível trabalhar com a prevenção e mitigação, sem garantir que todos os problemas serão evitados. O investimento estratégico é a principal forma de se trabalhar com a minimização dos impactos nas infraestruturas, sendo prevista a necessidade de criação de rotas alternativas de transporte e a integração dos modais, o setor de energia por outro lado é diretamente afetado pelas mudanças climáticas demandando ações que reduzam os riscos a médio e longo prazo, assim foram considerados diversos aspectos do sistema elétrico como sendo essenciais para o planejamento, iniciando pelos efeitos da utilização de novas tecnologias e partindo para análise de tendências de consumo, melhorias na rede de distribuição e autoprodução de energia elétrica por pequenos e grandes consumidores.

O aumento da temperatura média da atmosfera é o principal fator climático de impacto para o setor energético brasileiro. Foi considerado que a conexão do sistema através da rede de distribuição que percorre todo o país é um fator de redução do impacto porque as regiões tendem a apresentar pluviosidades distintas ao longo do ano, permitindo que baixas

vazões em um período sejam cobertas por hidrelétricas distantes. O plano admite que a diversificação da matriz é essencial para garantir a segurança energética, apontando o potencial da energia eólica nas regiões Sul e Nordeste, potencial apontado mesmo com estudos de impacto devido às mudanças climáticas. Tem-se, ainda, a energia solar, com grande possibilidade de crescimento no Brasil, que é o maior país tropical do mundo e com elevados índices de incidência solar, sobretudo nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

6.4 Plano de Ação Para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado)

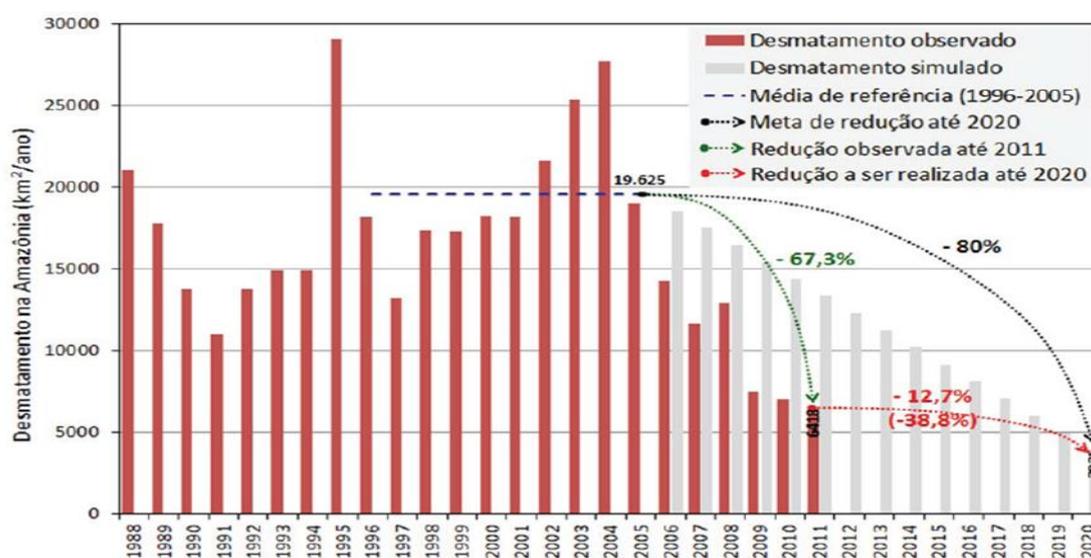
(a) Plano de Ação Para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm): Com vistas ao quadro de desmatamento na Amazônia o governo federal criou o Grupo Permanente de Trabalho Interministerial (GPTI), para coordenar as ações de controle do desmatamento na região. Desde o lançamento do programa as taxas de desmatamento vêm caindo, conforme dados do projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite (PRODES).

O PPCDAm atua em três eixos temáticos: (I) Ordenamento Fundiário e Territorial; (II) Monitoramento e Controle Ambiental; e (III) Fomento às Atividades Produtivas Sustentáveis. Nas duas primeiras fases do plano as ações de maior impacto resultaram dos Projetos de Desmatamento em Tempo Real (DETER), voltado ao monitoramento constante, em ação conjunta com a equipe de fiscalização. Nos últimos anos esse sistema deixou de ser tão eficiente devido à mudança no padrão de desmatamento, que ocorre em polígonos reduzidos e dispersos, inferiores a 25 ha, o que muitas vezes não é capitado pelo DETER e gera elevação nos custos da fiscalização.

A nova fase do PPCDAm visa desenvolver ações que atendam a essa nova escala do desmatamento, o que deve ser feito através do fortalecimento das atividades sustentáveis produtivas na floresta e otimização da gestão territorial na região. As duas primeiras fases do plano foram marcantes pela notável redução dos índices de desmatamento e criação de 25 milhões de hectares de Unidades de Conservação (UCs) Federais, outros 25 milhões de hectares de UCs estaduais foram criadas, além de 10 milhões de hectares de terras indígenas. As estimativas apontam para um desmatamento até 52% menor entre 2005-2009, caso as políticas não estivessem em vigor.

Apesar dos bons resultados nas primeiras fases do plano de redução do desmatamento, a meta proposta pela Política Nacional de Mudanças Climáticas, cuja redução prevista é de 80% no desmatamento da Amazônia até 2020, considerando a média de desmatamento de 19.625 Km² entre 1995-2005, ainda não foi alcançada. Podemos ver na figura 11 que segundo os dados de 2011, 67% da meta já foi alcançada, tornando a fase final do desafio ainda mais difícil, pois o governo precisará de novas e mais eficientes estratégias para atingir o objetivo.

Figura 11 - METAS DE REDUÇÃO DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL ATÉ 2020



Fonte: PPCDAm, MMA – 2013.

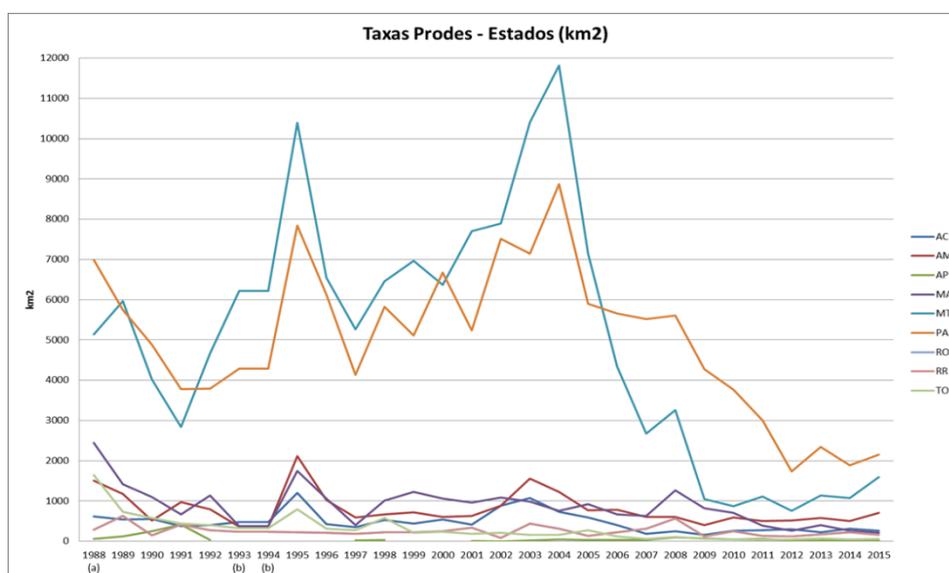
O desmatamento na região está ligado, sobretudo, ao avanço da fronteira agropecuária, aproximadamente 60% da terra desmatada está ocupada por pastagens para pecuária, sendo que o número de cabeças de gado na Amazônia Legal cresceu 74 milhões entre 2001 e 2009, o Pará sendo o estado com maior crescimento no rebanho. Segundo informações da EMBRAPA, a pecuária brasileira tem um baixo aproveitamento, com uma média de 0,5 a 1,0 animal por hectare. Uma explicação seria a pobreza nutricional dos solos utilizados, o aumento da eficiência no setor exigiria a recuperação do potencial produtivo destes solos, reduzindo a pressão sobre a abertura de novas áreas.

A alteração da lógica econômica que predomina sobre a Amazônia de que a terra sem floresta é mais valiosa é essencial para o sucesso do PPCDAm, ideia que associou a indústria madeireira e agropecuária, as estradas e clareiras abertas para extração de madeira nobre

servem de base para a expansão do setor agropecuário. O setor madeireiro emprega 5% da força de trabalho da região, representando cerca de 400 mil empregos e 2.200 empresas, a maior parte da extração ocorre no estado do Pará, responsável por 47% da tora nativa extraída da Amazônia legal em 2009. O setor madeireiro teve uma expressiva receita estimada em quase R\$ 5 bilhões nesse período. O gráfico apresentado na figura 12 mostra o desenvolvimento do desmatamento por estado, explicitando o protagonismo dos estados do Mato Grosso do Sul e Pará na questão, evidenciando a influência das atividades econômicas de impacto que se desenvolvem na região.

O rendimento destes setores demonstra que a floresta tem potencial para o desenvolvimento de atividades econômicas com base sustentável. O Manejo Florestal Sustentável é um exemplo disso, através da consolidação de comunidades locais com a economia baseada em produtos florestais. As ferramentas de ordenamento territorial e regularização fundiária devem ser expandidas nessa fase do PPCDAm, de modo a facilitar a gestão territorial da região amazônica e possibilitar a instituição dos zoneamentos econômicos ecológicos (ZEE) para cada estado.

Figura 12 - TAXA DE DESMATAMENTO DA AMAZÔNIA POR ESTADO



Fonte: Nota Técnica - INPE apresenta taxa de desmatamento consolidada do PRODES 2015. Disponível em <http://www.obt.inpe.br/prodes/Prodes_Taxa2015_consolidada.pdf>.

O fomento a atividades sustentáveis visa trabalhar as potencialidades da floresta, dentre os programas propostos, destacando aqui quatro tipologias: I) Manejo florestal e agro

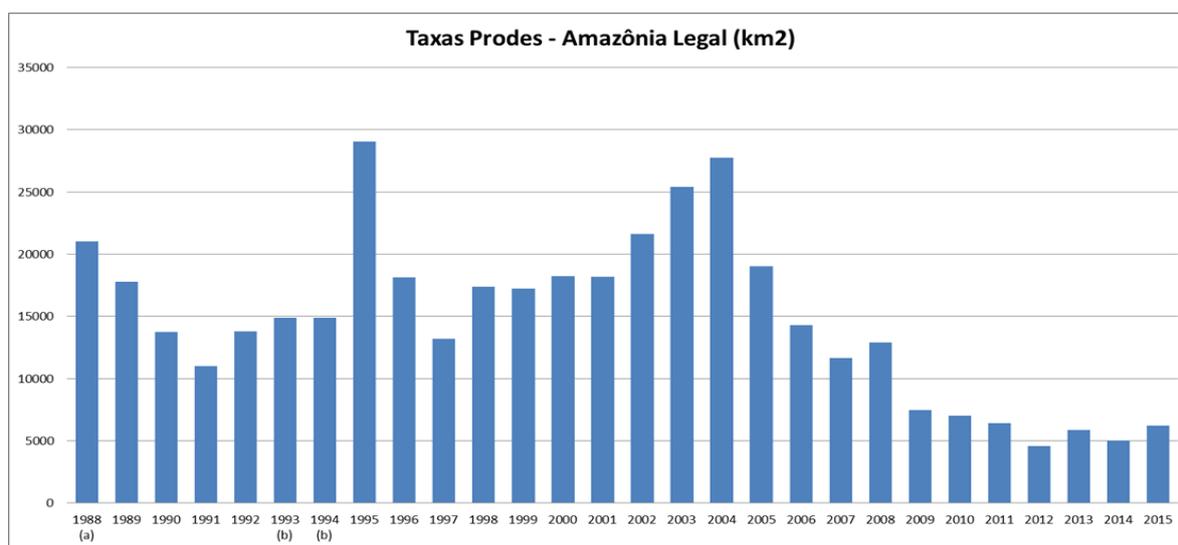
extrativismo. Como já citado anteriormente, o desafio é difundir técnicas de manejo e produção que reduzam o desmatamento de modo que a ocupação de terras não seja mais sinônimo de conversão de vegetação; II) Agricultura familiar e reforma agrária: a parcela da população que buscase atender nessa frente de trabalho são justamente pessoas que vivem em condições de fragilidade socioeconômica e acabam contribuindo com o desmatamento. São muitas as demandas sociais desses grupos que precisam de atenção diferenciada; III) A pecuária representa a principal fonte de desmatamento na Amazônia, exigindo ações imediatas votadas para um processo de modernização e inovação tecnológica no setor. IV) Agricultura de médio e grande porte: a alta mecanização da agricultura e surgimento de novas técnicas de associação agroflorestal e agrosilvopastoril devem contribuir com a redução da pressão sobre áreas de floresta virgem.

Os programas de monitoramento foram os que mais evoluíram ao longo dos anos de implantação do Plano de Redução do Desmatamento. O Sistema de Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira/ Sistema de Detecção da Exploração Seletiva de Madeira (DEGRAF/DETEX), o PRODES, o Projeto de Detecção do Desmatamento em Tempo Quase Real (DETER) e o Projeto de Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia (TerraClass) são um conjunto de programas fundamentais para o bom andamento dos projetos colocados. O TerraClass se distingue dos demais pela função das áreas já desmatadas da Amazônia Legal utilizando imagens de satélite. Um desafio é a movimentação de agentes para realização das ações de apreensão e fiscalização ostensiva, o que pode ser melhorado com o envolvimento dos órgãos estaduais e municipais, os quais precisam ser mais bem estruturados e promover a capacitação de seus membros. A contínua melhoria tecnológica dos sistemas utilizados é outro ponto central e diz respeito ao monitoramento que depende da qualidade das imagens. Nesse sentido, o IBAMA e o INPE têm realizado acordos internacionais que possam suprir essa demanda através da utilização de satélites com melhor resolução de imagem.

A figura a seguir traz dados atualizados do desmatamento na Amazônia, mostrando que apesar dos esforços desenvolvidos no contexto do PPCDAm, as taxas de desmatamento voltaram a subir em 2013 e novamente em 2015. Em 2014 a área desmatada foi de 5.012 Km² e em 2015 o valor registrado foi de 5.831 Km², um aumento de 16%. Os dados do PRODES utilizados nas estimativas contam com imagens de satélites Landsat (30 metros de resolução espacial e frequência de revisita de 16 dias), ou similares. As áreas de desmatamento contabilizadas são maiores de 6,25 hectares que sofreram corte raso da

vegetação nativa (INPE). Até o momento, a taxa redução no desmatamento em relação a 2004 foi de 77%, contudo os últimos dados revelam uma estagnação das taxas, o que pode sinalizar um esgotamento das atuais políticas de redução do desmatamento na Amazônia.

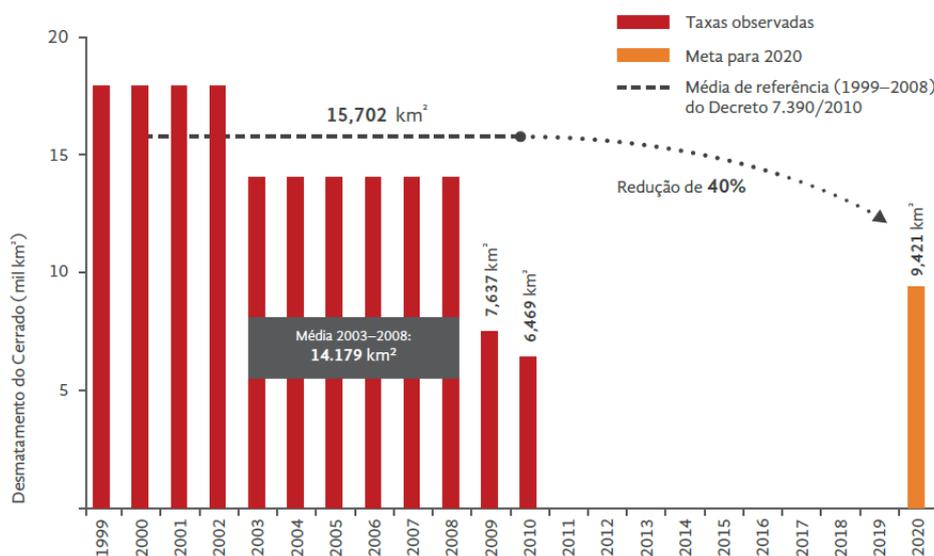
Figura 13 - TAXA ATUALIZADA DE DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL



Fonte: Nota Técnica - INPE apresenta taxa de desmatamento consolidada do PRODES 2015. Disponível em <http://www.obt.inpe.br/prodes/Prodes_Taxa2015_consolidada.pdf>.

(b) Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado): O cerrado já havia perdido metade de sua cobertura vegetal até 2008. Originalmente estimada em 204 milhões de hectares, a taxa média de desmatamento entre 2002 e 2008 foi de mais de 14 mil Km². Com base nesses dados a PNMC estabeleceu a meta de redução do desmatamento na região para 2020 em 40%, comparado com a média 1999 a 2008, o que representa o valor máximo de 9.421 Km² nos índices de desmatamento para 2020. Podemos ver a evolução dos índices de desmatamento do cerrado na figura a seguir.

Figura 14 - META DE REDUÇÃO DO DESMATAMENTO NO CERRADO E SEU DESMATAMENTO ENTRE 1998–2010



Fonte: PPCerrado. MMA, 2014.

O desmatamento no Cerrado se deve as terras propícias à agricultura, à pecuária e a extração de carvão vegetal destinado, sobretudo, a indústria siderúrgica, com destaque para os polos de Minas Gerais e, atualmente Mato Grosso do Sul. A partir desses dados e da necessidade de redução nas emissões resultantes da mudança no uso da terra com o qual o Brasil se comprometeu na COP 15, em Copenhague, o Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado foi desenvolvido.

A tarefa foi dada ao Grupo Permanente de Trabalho Interministerial (GPTI), que seguiu as orientações previstas pelo Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado – Programa Cerrado Sustentável (PCS), instituído pelo Decreto nº 5.577/2005. O objetivo do PCS é favorecer a conservação, a restauração, recuperação e o manejo sustentável de ecossistemas naturais, assim como valorizar as suas populações tradicionais. O PPCerrado entra como um Plano para contemplar as medidas macro, definindo metas e objetivos. A primeira fase deste plano foi executada entre 2011 e 2013, esta segunda fase visou atender os anos de 2014 e 2015.

O PPCerrado traz uma base muito semelhante ao PPCDAm, com foco no bioma amazônico. Os três eixos principais de trabalho são os mesmos: I) Fomento às Atividades Produtivas Sustentáveis; II) Monitoramento e Controle; e III) Áreas Protegidas e

Ordenamento Territorial. O primeiro eixo tem projetos que visam à manutenção dos remanescentes florestais nativos e desenvolvimento adequado das atividades econômicas desenvolvidas na região, de modo a reduzir o impacto da agricultura e pecuária. O segundo eixo traz novamente os projetos PRODES, DETER e TerraClass, com suas versões de monitoramento para o Cerrado, ao mesmo tempo em que busca implantar ações de manejo para as queimadas na região e desmatamento em Unidades de Conservação. No terceiro eixo ações que já tiveram sucesso na Amazônia ressurgem, com o aumento das áreas protegidas por UC's e TI, também é prevista a criação de planos de gestão territorial e consolidação de políticas de uso sustentável do solo.

O PPCerrado dá prioridade aos municípios com altos índices de desmatamento, conforme critérios determinados pela Portaria MMA nº 97, de 22 de março de 2012. O desmatamento observado deve ser maior que 25 Km² e o município deve conter remanescente de floresta nativa superior a 20% da sua área ou conter áreas protegidas. Esses critérios direcionam os esforços para as regiões que estão sofrendo maior pressão, mas ainda contem potencial florestal a ser salvo.

O Brasil tem dois programas substanciais de apoio ao PPCerrado que merecem ser destacados aqui. O primeiro é o Programa de Redução do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado Brasileiro, cujo financiamento veio do *Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra)*, do Reino Unido e é administrado pelo Banco Mundial, cujo objetivo é aprimorar as políticas públicas e práticas de produtores rurais no Cerrado brasileiro. O trabalho aqui é voltado para duas frentes: a Regularização Ambiental Rural, cujo objetivo é regularizar áreas rurais e promover a recuperação de Áreas de Preservação Permanente¹⁰ e Reserva Legal. A segunda frente é a Prevenção e combate a incêndios florestais, que visa reduzir a incidência de incêndios florestais através da melhoria na capacidade de prevenção e combate a incêndios florestais, além de promover opções ao uso de fogo em certas culturas agrícolas.

Em um acordo de cooperação entre Brasil e Alemanha surgiu o Projeto Prevenção, Controle e Monitoramento de Queimadas Irregulares e Incêndios Florestais no Cerrado, conhecido como Projeto Cerrado-Jalapão, cujo objetivo é aperfeiçoar o Manejo Integrado e

¹⁰ APPs são aquelas áreas protegidas nos termos dos arts. 2º e 3º do Código Florestal. O conceito legal de APP relaciona tais áreas, independente da cobertura vegetal, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Adaptativo do Fogo no Cerrado, de modo a garantir que o Cerrado continue sendo um dos grandes sumidouros de CO₂ atmosférico.

6.5 Plano Decenal de Energia 2024 (PDE 2024)

Como já apontado, o setor de energia foi o que apresentou maior crescimento nas emissões de gases de efeito estufa, respondendo por uma parcela semelhante à das mudanças no uso da terra, que historicamente é responsável pelas altas emissões brasileiras devido ao desmatamento. Um dos principais instrumentos de planejamento eletroenergético, o qual pode adereçar mudanças nas previsões de emissões deste setor, são os Planos Decenais.

No PDE 2015 - 2024 (último publicado) são apresentadas orientações para as ações voltadas à segurança energética, inclusive aumento da oferta e projeções quanto à diversificação da matriz, sendo essencial para a redução das emissões de GEE's, uma vez que no setor energético, segundo o Decreto 7.390/10, que regulamenta o PNMC, o próprio PDE é tido como plano setorial de mitigação.

Os dados apresentados no PDE 2024 englobam os leilões de energia realizados até abril de 2015, sendo que somente no ano de 2014, uma potência total de 7.600 MW foi comercializada, destes, 3.900 MW são referentes ao Sistema Interligado Nacional (SIN), já incluindo cerca de 900 MW de geração de origem fotovoltaica. Apesar disso, a expansão da geração em termelétricas foi indicado para 2024, com a adição de 4.800 MW, além dos cerca de 5.000 MW negociados entre 2014 e 2015.

A projeção é de que a população brasileira aumente em 14 milhões de habitantes até 2024, levando a necessidade de expansão da rede. Apesar de o plano manter a significativa participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira está prevista a instalação de 10.500 MW de potência gerada por usinas termelétricas, com preferência para o uso de gás natural. Mesmo assim, o próprio PDE 2024 afirma que foi construído tendo em vista o atendimento a PNMC, que através do Decreto 7.390/10 estabelece redução de emissões de GEE's, entre 36,1% e 38,9% até o ano de 2020. A previsão de expansão é colocada também para o mercado de etanol, assim como a recuperação da oferta de cana.

Na produção e consumo de derivados do petróleo há a necessidade de importação dos principais derivados (leves e médios), com exceção do GLP, produto no qual o Brasil torna-se autossuficiente por volta de 2020. A gasolina é possivelmente o derivado de petróleo mais presente na vida da população, mas o mercado interno não é capaz de arcar com o refino de todo o combustível necessário para atender a demanda da frota crescente de veículos,

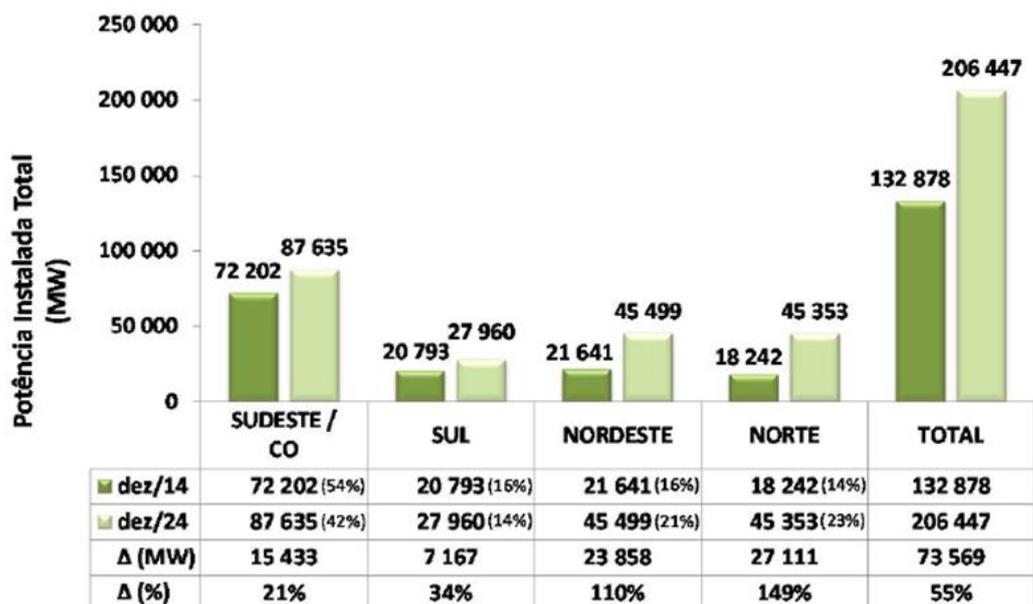
resultando na importação de seis mil m³/dia, valor que deve atingir os 14 mil m³/dia em 2024, contudo é esperado que a demanda seja facilmente suprida pelo mercado internacional. A produção de óleo combustível por outro lado se mostra suficiente para o atendimento da demanda interna e importação. Até 2024 a produção de petróleo está com previsão de aumento de 398 mil m³/dia para 812 mil m³/dia, sendo metade deste valor destinado à exportação.

A questão econômica é um debate recorrente no PDE, uma vez que o panorama econômico nacional e internacional é decisivo, em muitos aspectos, do planejamento energético. Assim, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) se baseia em um cenário mundial de crescimento econômico moderado pelos próximos dez anos, enquanto o Brasil passa por um período de ajustes econômicos, sendo previsto um crescimento de 1,8% no PIB brasileiro no horizonte 2015-2019, o que melhora entre 2020-2024 com uma projeção de 4,5% de crescimento no PIB. O fraco desempenho da economia brasileira vem desde 2012, quando houve um déficit primário¹¹ de 0,6% do PIB, desde então a inflação tem subido e indústria sofrido sucessivas quedas na produção. O plano aponta que fatores estruturais são limitantes a competitividade da indústria nacional, e que um crescimento significativo depende de soluções a estas questões conjunturais.

O Crescimento esperado para o consumo de energia elétrica é de 4,2% ao ano, levando ao consumo de 790 TWh em 2024, já considerando a autoprodução, cuja expansão deve ficar em torno de 6,2% ao ano. Conforme podemos observar na figura 10, o maior crescimento na geração de energia elétrica está previsto para a região Norte, que passará dos 14% em 2015 para 23% em 2024, somando 27.111 MW, enquanto as regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste contribuirão com um percentual menor para o sistema nacional, sendo as regiões que respondem pelo maior consumo de eletricidade, como pode ser visto na figura 15.

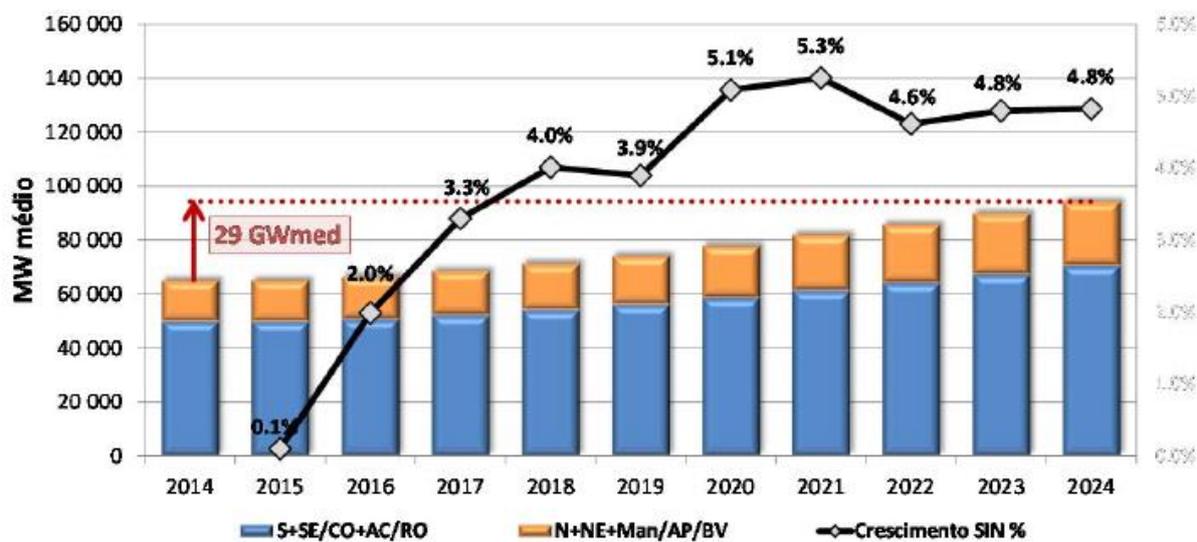
¹¹ Valor gasto pelo Governo e que excede o valor de sua arrecadação, sem levar em consideração a despesa realizada com o pagamento dos juros da dívida pública.

Figura 15 - PARTICIPAÇÃO REGIONAL NA CAPACIDADE INSTALADA DO SIN



Fonte: PDE 2024, MME 2015.

Figura 16 - EVOLUÇÃO DA CARGA DE ENERGIA ELÉTRICA NO SIN



12

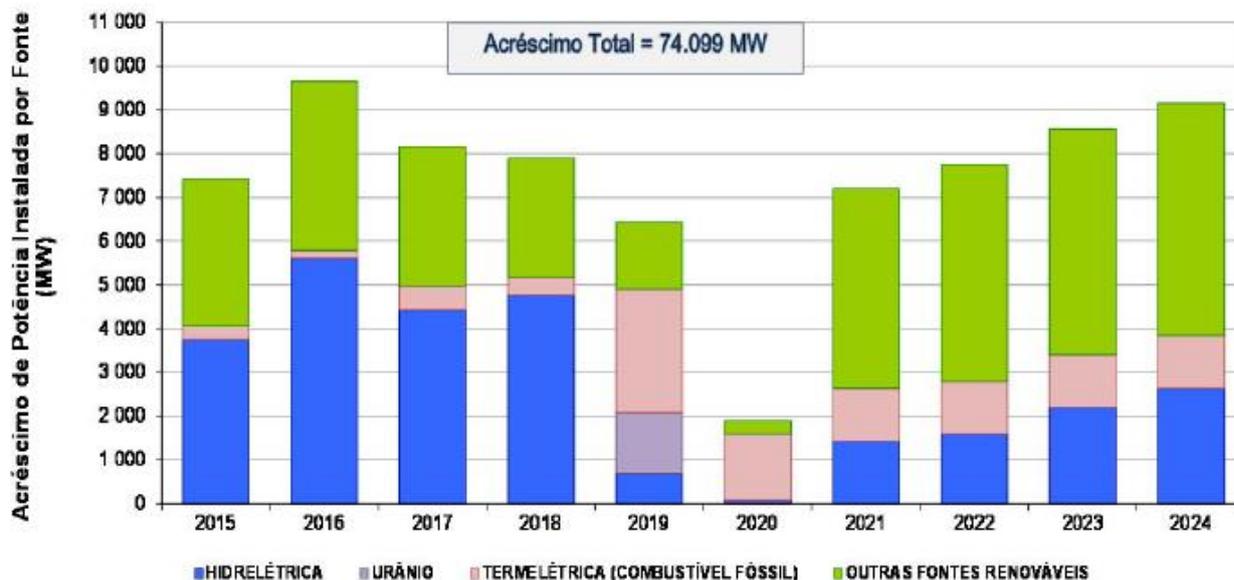
Fonte: PDE 2024, MME 2015.

¹² Subsistemas Sudeste/Centro-Oeste, Acre/Rondônia e Sul representados em azul, Nordeste, Norte, Manaus/Amapá e Boa Vista em laranja.

A previsão de expansão na produção na região amazônica é resultante de uma série de projetos de hidrelétricas a ser instalado nas bacias dos rios Tapajós, Xingu, Juruena e Teles Pires, cuja potência total somada será de 28.400 MW. O pleno funcionamento deste sistema dependerá da interligação do SIN aos sistemas de Manaus, Boa Vista e do Amapá. A expansão da potência instalada está prevista em 73.569 MW, um aumento de 55% na oferta de eletricidade, sendo que 56% desse total já foram contratados em leilões, devido à necessidade de o prazo de contratação ser compatível ao prazo de instalação.

O PDE 2024 trabalha com a expansão da matriz energética com vista também a reduzir as emissões de GEE e diversificação da matriz, o que leva a previsão de aumento na contratação de outras fontes renováveis (eólica, pequenas centrais hidrelétricas, biomassa e solar) a partir de 2020, como pode ser visto na figura 17, com uma expansão média de cerca de 10% ao ano.

Figura 17 - ACRÉSCIMO ANUAL DE CAPACIDADE INSTALADA POR FONTE



Fonte: PDE 2024, MME 2015.

O total instalado de outras renováveis deve alcançar 34.965 MW em 2024, sendo que maior expansão deve ocorrer no Nordeste, com destaque para a geração eólica que vem apresentando preços competitivos. As usinas térmicas à biomassa devem se localizar principalmente próximo aos grandes centros consumidores do Sul, Sudeste e Centro Oeste,

onde também a disponibilidade de combustível devido ao potencial agrícola de alguns estados. A geração solar ainda é pouco representativa, contudo no ano de 2016 dois novos projetos chamam a atenção, um pela intenção de ser o maior da América Latina e outro pela técnica ainda em fase de testes. O município de Tabocas do Brejo Velho, na Bahia, está se preparando para ser o lar da Usina Fotovoltaica de Ituverava, um projeto estimado em mais de R\$ 150 milhões, com capacidade prevista de 254 MW, este visa atender as projeções de crescimento da demanda interna de energia. A empresa responsável pela obra, a Enel Green Power tem investido fortemente em energias renováveis, com cerca de 1.650 MW de projetos solares contratados. O novo projeto vai evitar a emissão de mais de 185.000 tCO² por ano e tem previsão de início de operação para meados de 2017, sendo a maior usina de energia solar em construção na América Latina. O segundo projeto está em fase de testes para avaliação do uso de painéis fotovoltaicos flutuantes na represa de Balbina (AM), a qual segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), é largamente condenada pelo baixo potencial hidrelétrico e ampla destruição causada ao ecossistema amazônico, e ainda passa por uma seca no lago, tendo seu potencial de geração ainda mais reduzido, deixando a linha de transmissão e a subestação subutilizadas. Apesar de projetada para gerar até 250 MW a média é de 112,2 MW de eletricidade (FEARNSIDE 2015). A proposta é melhorar o custo benefício de uma obra tida como crime ambiental utilizando a área do lago. Em janeiro foram instalados os primeiros painéis de 1 MWp, até outubro de 2017 a previsão é de que os 10 MWp previstos no projeto estejam em funcionamento. O crescimento desta e o interesse no setor levou a criação da Resolução n° 482/2012 da Aneel, que sofreu alteração recente pela resolução 687/2015.

O plano oferece certo destaque à geração distribuída considerando o ganho de importância que esta deve ter nos próximos anos, e a Resolução 482 visa instruir questões que facilitem o desenvolvimento da geração distribuída. Dentre as modificações que beneficiam o consumidor e possível produtor, o máximo de potência de instalada para mini geração foi elevado de 1 MW para 5 MW (3 MW fontes hídricas). A validade dos créditos de geração foi estendida para 60 meses e o prazo para a distribuidora conectar os geradores à rede foi reduzido de 82 para 34 dias. A Resolução 687 ainda trata da geração em condomínios e compartilhada, temas esquecidos nas discussões de 2012, possibilitando que condomínios, cooperativas e consórcios e–produzam a própria energia e tenham os ganhos divididos entre os envolvidos. A atualização busca tornar a geração distribuída atrativa para os consumidores, criando opções de compensação e uso dos créditos (ANEEL 2016).

O Programa de Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), lançado pelo Ministério de Minas e Energia no final de 2015, representa os primeiros passos do país em relação a apoio governamental à iniciativa, que tem trazido bons frutos para outros países. O objetivo do programa é estimular a produção de até 30 MW de energia pelas unidades consumidoras, sejam edificações privadas, como residências e indústrias, ou públicas, como escolas, universidades e hospitais, aliviando a pressão no sistema através da redução da demanda, possíveis perdas na rede e necessidade de instalação de nova infraestrutura de distribuição. Estima-se que a geração distribuída venha a gerar um total de 100 TWh em 2024, sendo 1,6 TWh pelos painéis fotovoltaicos instalados e residências e comércios, mais 99 TWh provenientes de indústrias energo intensivas, um aumento de 7% ao ano.

A energia eólica deve responder por 18.909 MW em 2024, distribuídos principalmente pelas regiões Nordeste e Sul do país. As pequenas centrais hidrelétricas, cuja potência deve ser de 1 MW até 3 MW e com reservatório inferior a 3 Km² tem grande potencial de expansão na região Sul, devendo criar cerca de 58.800 empregos direto.

A indústria e o transporte representam grandes consumidores de energia, o ganho de eficiência nestas áreas foi considerado essencial para que o crescimento dos setores não venha acompanhado de elevação exagerado no consumo e conseqüentemente nas emissões. O setor de transportes, em específico, depende de melhorias tecnológicas nos diferentes modais que apresentam um alto rendimento energético. A mesma lógica foi aplicada aos produtos e equipamentos utilizados nas residências. Tais modificações foram inseridas nos cálculos de aumento do consumo energético.

O PDE 2024, assim como duas versões anteriores publicadas, traz uma análise socioambiental do planejamento proposto considerando: (a) consumo final de energia nos diversos setores da economia, (b) a queima de combustíveis fósseis nas atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural, (c) o uso de combustíveis fósseis nos processos de transformação (aqui são incluídas as termelétricas).

A meta de redução utilizada como base para o PDE se origina no compromisso assinado pelo Brasil em 2009, na COP 15, em Copenhague. Compromisso que se traduziu na Política Nacional de Mudanças Climáticas. Assim, as emissões de GEE máximas consideradas para 2020, neste plano, são de 680 milhões de toneladas de CO_{2eq} (dióxido de carbono equivalente). O cenário de referência mostra que hoje as emissões do setor são de 868 milhões de toneladas de CO_{2eq}, sendo necessário o abatimento de 188 a 234 milhões de

toneladas de CO_{2eq}. A figura 18 traz uma tabela extraída do PDE 2024 onde é apresentada a evolução das emissões de GEE's no setor.

Figura 18 - BRASIL: EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE NA PRODUÇÃO, TRANSFORMAÇÃO E NO USO DE ENERGIA.

Setores ⁽¹⁾	2014	2020	2024	2014	2020	2024
	MtCO _{2eq}			Participação relativa (%)		
Setor Elétrico ⁽²⁾	85,2	46,3	62,4	17,4	9,2	10,7
Sistema Interligado Nacional	68,9	29,9	42,6			
Autoprodução	16,3	16,4	19,8			
Setor Energético	33,5	36,3	45,0	6,9	7,2	7,7
Residencial	18,5	20,9	22,2	3,8	4,2	3,8
Comercial	1,7	2,1	2,5	0,3	0,4	0,4
Público	0,8	0,8	0,8	0,2	0,1	0,1
Agropecuário	18,0	19,9	21,0	3,7	4,0	3,6
Transportes	211,2	234,4	267,9	43,1	46,6	45,8
Industrial	100,1	112,8	127,2	20,5	22,4	21,8
Consumo energético	92,0	100,1	113,2			
Consumo não energético	8,2	12,8	14,0			
Emissões fugitivas ⁽³⁾	20,5	29,4	35,5	4,2	5,8	6,1
TOTAL	490	503	585	100	100	100

Notas: (1) De acordo com o Balanço Energético Nacional.

(2) Não inclui sistemas isolados.

(3) Inclui emissões fugitivas no transporte e processamento de gás natural e perdas nas atividades de E&P e emissões fugitivas da mineração de carvão.

(4) As emissões de 2014 foram calculadas com base na matriz do Balanço Energético Nacional 2015 ano base 2014.

(5) GWP conforme AR5 do IPCC – CH₄=28; N₂O=265.

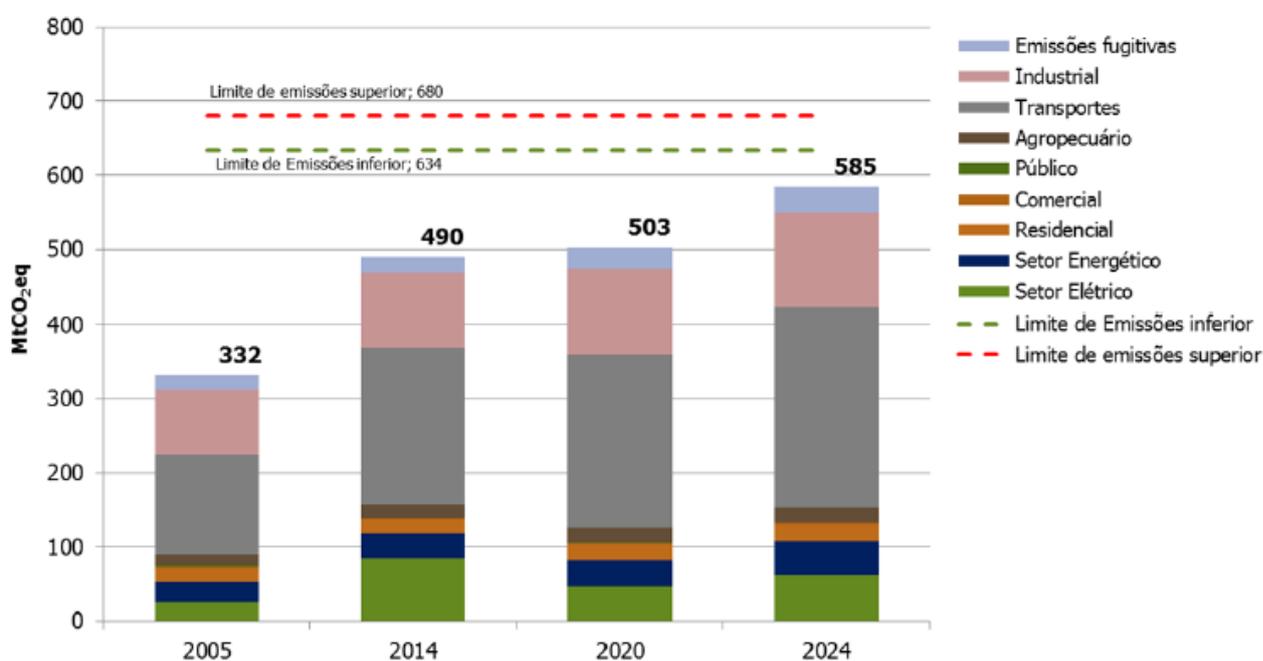
Fonte: PDE 2024, MME 2015.

O PDE 2023 estimou as emissões para 2020 em 601 MtCO_{2eq}, o que segundo o novo relatório se reduz a 503 MtCO_{2eq}, uma queda de 16%, as maiores reduções se deram nos setores de transporte, energético e industrial. As reduções nas emissões pelo SIN até 2020 se dão pela redução no uso de termelétricas, que têm sido acionadas como resposta a fenômenos hidrológicos desfavoráveis, estas voltam a aumentar em 2024 com a retomada do crescimento econômico nacional, mesmo com elevada participação de renováveis na matriz, que deve representar 89% da geração elétrica em 2024. O gráfico (Figura 19) a seguir mostra o crescimento das emissões no horizonte do estudo, atingindo 585 MtCO_{2eq} em 2024.

Os setores de transporte e indústria respondem pela maioria das emissões, com 43% e 21% respectivamente, até 2024 eles devem responder por 68% das emissões de GEE. A

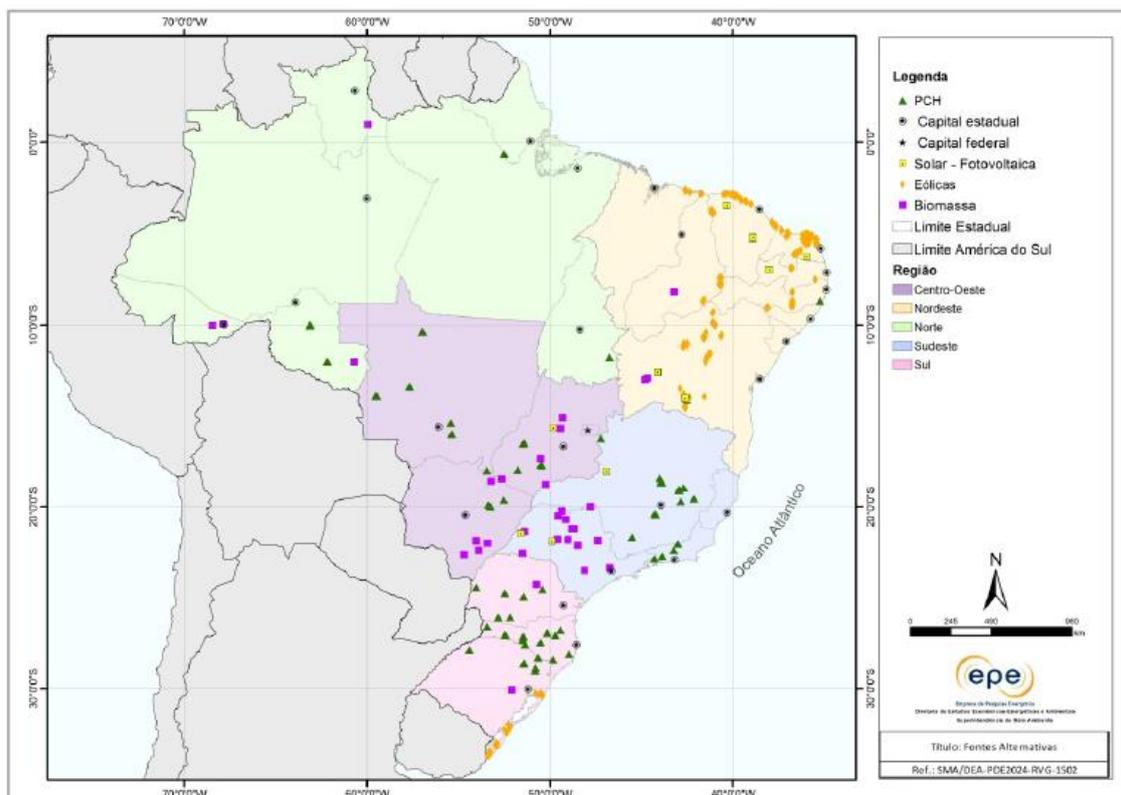
matriz energética brasileira conta com a participação de mais de 40% de fontes renováveis, valor muito acima da média mundial, de 13,5% no ano de 2012. Assim, a principal estratégia para mitigação das mudanças climáticas a estratégia é manter esses índices favoráveis, elevando ainda mais a participação das fontes renováveis e mantendo as emissões do setor baixas. A figura 20 mostra como se dará a expansão das novas fontes renováveis de energia.

Figura 19 - EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO SETORIAL NAS EMISSÕES DE GEE PELA PRODUÇÃO E USO DE ENERGIA



Fonte: PDE 2024, MME 2015.

Figura 20 - LOCALIZAÇÃO DAS OUTRAS FONTES RENOVÁVEIS NO HORIZONTE DE 2015 A 2019



Fonte: PDE 2024, MME 2015.

6.6 Plano Setorial de Mitigação e Adaptação À Mudança do Clima Para A Consolidação de Uma Economia de Baixa Emissão de Carbono Na Indústria de Transformação (Plano Indústria)

O chamado Plano Indústria está em sua primeira fase e foi desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Segundo a Lei nº 12.187/2009, da Política Nacional de Mudanças Climáticas, este plano deve contemplar as indústrias de transformação, bens de consumo duráveis, química fina, base, papel e celulose e construção civil. Segundo os relatórios de emissão de GEE, a indústria nacional é o quarto maior poluente, o que segundo as projeções deve aumentar, caso nenhuma medida seja tomada.

O Plano Indústria se baseia em três pilares, (I) Implantação de um sistema de medição, relato e verificação (MRV) das emissões de gases de efeito estufa da atividade industrial; (II) Plano de Ação com conjunto de medidas e instrumentos de incentivo à redução de emissões; e (III) a Criação de Comissão Técnica do Plano Indústria - CTPIn, composta por

representantes do governo, indústria, sociedade civil e meio acadêmico, responsável pelo detalhamento das ações do Plano, monitoramento e revisão periódica.

A meta colocada pelo plano é focada na otimização dos processos industriais, visando à redução de 5% nas emissões do setor, considerando as projeções do cenário *Business as Usual* para o ano de 2020. As estratégias do plano se iniciam por possibilitar a todos os segmentos da indústria a realização de inventários de carbono sob o regime de MRV, partindo para a disseminação de práticas sustentáveis no uso de matérias-primas e energia. Aliado às duas primeiras estratégias está o desenvolvimento de políticas setoriais que englobem os principais emissores do setor industrial e garantam sua competitividade internacional.

A redução das emissões no setor industrial não é uma obrigatoriedade para o cumprimento da meta propostas na Política Nacional de Mudança Climática, contudo o Brasil assumiu um novo compromisso na COP 21 em Paris, o qual deve ser considerado na revisão dos planos setoriais futuramente, o que deve ser feito a cada dois anos conforme a legislação.

O crescimento econômico é muito vezes associado ao desempenho da indústria, no caso brasileiro, outros fatores costumam ter mais impacto no crescimento interno do que a indústria, mas o país não pode se dispor a perda de produtividade indústria ou competitividade internacional. Assim, o desenvolvimento de uma indústria de baixo carbono precisa se ajustar as condições econômicas e acordos internacionais na área do comércio, por isso o direcionamento do plano é para a otimização de processos e inserção gradual dos segmentos nos programas de monitoramento, evitando a redução de competitividade dos produtos nacionais.

Sozinhos, os setores de alumínio, cal, cimento, ferro-gusa e aço, papel e celulose, química, vidro são responsáveis 90% das emissões diretas de GEE da indústria de transformação, assim as primeiras ações serão voltadas a estes segmentos, o que além de reduzir as emissões deve aumentar eficiência das empresas e elevar o custo-benefício dos produtos. As ações implementadas são voltadas para a) gestão de carbono; b) reciclagem e c) co-processamento; d) eficiência energética e cogeração; e) ações voluntárias de mitigação; e f) tecnologias sustentáveis. A aplicação dos programas se baseia na oferta de incentivos e na criação de legislação pertinente, de modo que as indústrias possam também ter vantagens com a adoção das novas práticas, ao mesmo tempo em que contribuem para a mitigação das mudanças climáticas.

7. Considerações Finais

A humanidade hoje está frente a inúmeros desafios inéditos. Cada Era parece ter seus próprios temas dominantes de políticas globais. O século XIX foi caracterizado pelas políticas de industrialização e formação dos impérios. A primeira metade do século XX foi marcada por guerras mundiais e depressão econômica. A segunda metade, assombreada pela Guerra Fria e a ameaça nuclear. O século XXI parece estar dominado pela emergência da sustentabilidade, ante o advento das mudanças climáticas.

A despeito das inúmeras guerras, as calamidades e doenças que a humanidade enfrentou ao longo de sua história, os problemas nunca se apresentaram tão complexos quanto os das mudanças climáticas globais. Desenvolvem-se formas quase instantâneas de comunicação, viagens pelo globo em questão de horas, armas com potencial de erradicar a vida no planeta, nenhum desses feitos, contudo, se assemelha a capacidade de sustentar 7 milhões de pessoas sobre um mesmo ponto azul no espaço. As condições que possibilitaram isso são muitas e as consequências tão variadas quanto as suas causas.

O mundo despertou para as consequências do crescimento desordenado e predatório há pouco tempo, afinal Estocolmo 72 sequer completou bodas de ouro. Tomando o caso brasileiro, vemos que esse despertar se deu em épocas distintas e seguiu *pari e passu* com as grandes conferências promovidas pelas Nações Unidas. Apesar da condição de país “emergente” o Brasil tem tomado a dianteira nas conferências internacionais do clima, assinando os acordos propostos desde a Rio 92, quando sediou o evento, comprometeu-se com a criação da Convenção da ONU Sobre Mudanças Climáticas, aderiu voluntariamente ao Protocolo de Quioto, assumiu metas de redução na COP 15 em Copenhague, mesmo sem o acordo geral tão esperado ter saído.

Ocupando um posto de país em desenvolvimento no cenário econômico mundial e possuindo uma riqueza natural extensa e singular, o Brasil tem sido capaz de movimentar a criação de veículos de financiamento para projetos ambientais, facilitando a criação de parcerias e o desenvolvimento de programas para o setor. Apesar do discurso afiado, a realidade brasileira não se compara às metas prometidas, com tamanha riqueza natural o país poderia ser um dos líderes em conservação e utilização sustentável dos recursos naturais, trazendo qualidade de vida para muitas das populações em situação de vulnerabilidade.

A Política Nacional de Mudanças Climáticas toca em fatores chaves da questão climática, pesquisa, setorização das ações, fundos de financiamento, ações de redução de emissão de GEE's e mitigação, oferecendo estímulo ao desenvolvimento de medidas voltadas

ao tema. A lei promulgada em 2009 é seguida da criação de planos setoriais voltados às questões das mudanças climáticas, entretanto o caminho entre as palavras e as ações parece ser mais intrincado do que o previsto, fazendo com que o Brasil atue através de ações pontuais e emergenciais, o que dificulta a implantação dos planos realmente efetivos a longo prazo.

Alguns dos planos desenvolvidos são completos e bem construídos, como o PPCDAm voltado para a Amazônia e que se encontra na terceira fase, cujo resultado foi uma redução substancial do desmatamento porém encontra-se frente a novos desafios devido as mudanças nas técnicas de desmatamento ilegal, o PDE constitui um bom exemplo também, construído para o planejamento energético, ele traz consigo estimativas de emissões para o setor e quais as previsões para a redução, mesmo que apresente estratégias duvidosas como o incentivo as termelétricas, o que tende a se voltar para as vontades do mercado, o plano traça seus objetivos de modo claro, possibilitando o questionamento das medidas propostas, ambos representam planos de mitigação com metas e programas bem situados.

Outros planos já não apresentam a mesma robustez, como o Plano ABC construído para o setor agropecuário, uma área central para a economia brasileira, no entanto o plano não conta com nenhuma atualização desde seu lançamento em 2012. Dá-se destaque para algumas medidas propostas enquanto outros programas colocados não contam com nenhum tipo de marco legal que incentive seu desenvolvimento, como é o caso do uso de dejetos de animais para geração de biogás. Há muito que se caminhar nesse sentido. As metas de redução de emissões no Brasil se baseiam muito no fim do desmatamento ilegal, ainda que o PPCDAm tenha mostrado bons resultados para a Amazônia, essa situação não é unânime entre os biomas, o PPCerrado foi construído com a mesma estrutura do plano da Amazônia, mas ainda não apresentou resultados e o cerrado continua sob ameaça dos setores agropecuário e de carvão, a caatinga sequer possui um plano específico mesmo tendo quase metade de sua área comprometida. A grandiosidade da Amazônia é internacionalmente reconhecida e isso pode ter influenciado as ações na região, mas a saúde ambiental do país depende de medidas eficazes em todos os biomas.

O plano indústria, publicado em 2013, é o mais simples de todos os apresentados sob o ponto de vista técnico. Entretanto, as questões ali são tratadas com base na informação de que a indústria não é um setor necessário para que o Brasil atinja as metas de redução de GEE's, assim as metas são voluntárias e devem ser implantadas conforme a disponibilidade dos setores produtivos. Tal abordagem não considera que o crescimento econômico do país

depende também da evolução do setor industrial, e que a vida das pessoas e a dinâmica das cidades são impactadas pelas práticas deste.

O desenvolvimento de políticas públicas no Brasil tende a partir do planejamento na escala macro e muitos planos e programas são inviabilizados na medida em que setores, estados e municípios prestam pouca atenção e não os relevam nas suas esferas de atuação. São os desafios impostos às suas implantações, seja por falta de investimentos, prioridades, capacidade técnica ou institucional. As grandezas naturais do Brasil são muitas, e o espalhamento geográfico destas também. A existência de um planejamento para diferentes setores que se proponham a enfrentar as mudanças climáticas é um fato de valor considerável, mas o esforço colocado na produção destas requer uma abordagem distributiva de responsabilidades entre as diferentes esferas do governo, o congresso nacional, a população e os setores envolvidos na produção econômica.

As questões políticas que influenciam o andamento de tais planos não podem ser descartadas como a atuação do atual ministro da Agricultura, Blairo Maggi, que disse à imprensa, durante a última conferência do clima, realizada em Marrakesh (2016), que “o setor agropecuário não pode se comprometer com a restauração florestal por conta do custo, que ele julga muito alto”, uma crítica interna e direta ao ministro do Meio Ambiente e aos compromissos internacionais. O jogo de poder e interesses do lucro na produção, no Brasil e no mundo, ainda pesa muito na tomada de decisão governamental e no cumprimento das metas dos acordos internacionais. A decisão pública de Donald Trump, futuro presidente da maior potência do planeta, os Estados Unidos da América, em não assinar a Convenção de Paris reforça essa premissa, priorizando o interesse da indústria norte-americana e os empregos por ela gerados. Os setores econômicos estratégicos sob o qual os países se sustentam são forte impedimento para as mudanças de paradigma tão necessárias. O mercado verde e as novas tecnologias sustentáveis parecem não convencer os tomadores de decisão das possibilidades de uma recriação e/ou adaptação de modos de produção sustentáveis.

O mais recente acordo assinado pelo Brasil, na COP 21 em Paris, representa muitos avanços e desafios. As novas e mais audaciosas metas começam a valer em 2020 e visam ser atendidas até 2030, acordo que segundo André Ferretti¹³, em coluna publicada na revista *Época*, “deve mudar o mundo com sua implantação”. Essa mudança vem em boa hora, diz o pesquisador Carlos Nobre, renomado por seu trabalho no INPE sobre mudanças climáticas. Mostra-se surpreso com a velocidade que algumas mudanças estão ocorrendo, segundo ele,

¹³ André Ferretti é gerente de estratégias de conservação da Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza.

impactos esperados para 2030 já estão ocorrendo, como os extremos climáticos e tempestades oceânicas mais intensas. A frequência de eventos anômalos na Amazônia é outra preocupação do pesquisador, que afirma poder ser resultado das atuais mudanças climáticas.

Stephen Hawking¹⁴ expos em uma recente coluna no jornal britânico *The Guardian* sua preocupação com o futuro da humanidade, dizendo que os “incríveis desafios ambientais que enfrentamos atualmente, juntos, são um lembrete de que vivemos no momento mais perigoso do desenvolvimento da humanidade”. Suas palavras soam catastróficas e emergenciais, representando nossa condição atual enquanto espécie dominante neste planeta, apesar disso ele se mostra otimista, complementando sua fala, “por enquanto temos apenas um planeta, e precisamos trabalhar juntos para protegê-lo. Para fazer isso precisamos destruir, e não construir barreiras entre e dentro das nações”.

Carl Sagan resume muito bem a condição atual e como podemos enfrentar os desafios atuais quando afirma em seu livro *Bilhões e Bilhões*, “A presente crise ambiental mundial não é um desastre. Ainda não. Como em outras crises, ela tem o potencial de fazer surgir poderes, antes não canalizados e nem sequer imaginados, de cooperação, engenhosidade e compromisso. ”

¹⁴ Stephen Hawking é professor e pesquisador na área de física teórica na Universidade de Cambridge, no Reino Unido.

8. Referências

1. **A Mata Atlântica.** Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>> Acesso em 1 set. de 2016.
2. **Acordo de Paris fez história e direciona caminho a ser trilhado.** Disponível em: <<http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/epoca-clima/noticia/2015/12/acordo-de-paris-fez-historia-e-direciona-caminho-ser-trilhado.html>> Acesso em: 4 dez. de 2016.
3. **Adaptação Baseada em Ecossistemas.** Fundação Grupo Boticário, ed. 2, Curitiba, 2015.
4. ALVALÁ R. C. S.; PINTO H. S.; WINGORT A.; **Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação.** Vol 2 - Primeiro Relatório de Avaliação Nacional, Cap 3. PBMC, 2014.
5. ALVES, J. E. D. **Energia renovável com baixa emissão de carbono.** Cadernos Adenauer XV n3, 2014.
6. **André Ferretti: "Acordo de Paris fez história e direciona caminho a ser trilhado".** Disponível em <<http://www.correiadoestado.com.br/opiniaio/andre-ferretti-acordo-de-paris-fez-historia-e-direciona-caminho-a/266137/>> Acesso em 29 nov. de 2016.
7. **Anthrax sickens 13 in western Siberia,** and a thawed-out reindeer corpse may be to blame. Disponível em: <<https://www.washingtonpost.com/news/morning-mix/wp/2016/07/28/anthrax-sickens-13-in-western-siberia-and-a-thawed-out-reindeer-corpse-may-be-to-blame/>> Autor: Ben Guarino. Acesso em 1 set. de 2016.
8. Atlas de Energia Elétrica do Brasil – Fatores de conversão. ANEEL. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_fatoresdeconversao_indice.pdf> Acesso em: 24 nov. de 2016.
9. AZEVEDO, T. R.; Et Al. Documento síntese - **Análise das emissões de GEE no Brasil (1970-2013)** e suas implicações para políticas públicas, Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), SEEG, 2015.
10. **Background on the UNFCCC: The international response to climate change.** Disponível em <http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php> Acesso em 13 out. de 2016.

11. BARROS P. A. F.; **Análise do Efeito da Acidificação dos Oceanos no Desenvolvimento Larvar de Crassostrea gigas**. Dissertação (Engenharia do Ambiente – Perfil Engenharia Ecológica). Universidade Nova de Lisboa, 2011.
12. **Brasil reconhece que combate ao desmatamento da Amazônia está estagnado**. Disponível em <<http://amazonia.org.br/2016/11/brasil-reconhece-que-combate-ao-desmatamento-da-amazonia-esta-estagnado/>> Acesso em 29 nov. de 2016.
13. Brasil. Lei 12.187/2009, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Edição extra, 30 dez. de 2009.
14. BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 mai. 2012.
15. BRASIL. Portaria nº 538, de 15 de dezembro De 2015, MME. Cria o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n 240, 16 dez. 2015. Seção 1 p. 96.
16. BRASIL. Resolução Normativa nº482 de 17 de abril de 2012, ANEEL. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n.76, 19 abr. 2016. Seção 1 p. 53 v. 149.
17. BRASIL. Resolução Normativa nº687 de 24 de novembro de 2015. Alterar a Resolução Normativa nº482 de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n.230, 2 dez. 2015. Seção 1 p. 45 v. 152.
18. **Caatinga**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>> Acesso em 13 set. de 2016.
19. CARSON R.; Silent Spring. 155 páginas. 1962. Disponível em: <http://library.uniteddiversity.coop/More_Books_and_Reports/Silent_Spring-Rachel_Carson-1962.pdf> Acesso em: 3 dez. de 2016.
20. Casagrande E. F. Jr.; **Energia solar no Brasil: se não for agora, quando será?** Cadernos Adenauer XV, nº3. 2014.
21. CASIMIRO T. M. das N. **Efeitos da Acidificação da Água do Mar na Reprodução de *Mytilus Edulis***. Dissertação (Mestrado em Biologia Marinha) - Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade do Algarve, 2011.

22. Conferências do Clima. Disponível em: <<https://widgets.socioambiental.org/widgets/timeline/535#12>> Acesso 18 out. de 2016.
23. CRUZ, J. C., Et al. **Plantio Direto** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html> Acesso em: 11 Out. de 2016.
24. **Decoupling of global emissions and economic growth confirmed.** Disponível em: <<http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2016/march/decoupling-of-global-emissions-and-economic-growth-confirmed.html>> Acesso em: 15 mai. 2016.
25. **Desertificação, degradação de terras e secas no Brasil.** Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016.
26. DINCER, I.; Renewable energy and sustainable development: a crucial review. 1999.
27. **“Extremos climáticos chegaram mais rápido que o esperado”, diz Carlos Nobre.** Disponível em <<https://noticias.terra.com.br/extremos-climaticos-chegaram-mais-rapido-que-o-esperado-diz-carlos-nobre.html>> Acesso em: 29 nov. de 2016.
28. **Energia solar financia melhorias em condomínios do Minha Casa Minha Vida.** Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/09/energia-solar-financia-melhorias-em-condominios-do-minha-casa-minha-vida>> Acesso em: 16 nov. de 2016.
29. FEARNSIDE P. M., **Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências.** Megadiversidade Vol 1, n1, julho 2005.
30. Fearnside P. M.; **Hidrelétricas na Amazônia.** Vol. 1. Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia (INPA), 2015.
31. FERREIRA, A. L.; Et Al. **Evolução das emissões de gases de efeito estufa no Brasil** (1990 - 2013) setor de energia e processos industriais, Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), SEEG, 2015.
32. GOLDEMBERG J., LUCON O.; **Energia e Meio Ambiente no Brasil.** Estudos avançados, n° 21. 2007.
33. GOLDEMBERG J., LUCON O.; **Energias renováveis: Um Futuro Sustentável.** Revista USP, n°72. São Paulo, 2006.
34. GOLDEMBERG J.; VILLANUEVA L. D.; **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento.** 2°ed.; Edusp, 2003.

35. HOUGHTHON J. T.; DING Y.; Et al. **Climate Change 2001: The Scientific Basis**. Cambridge University Press, 2001.
36. LEÃO, Z. M. A. N., KIKUCHI, R. K. P., OLIVEIRA, M. D. M. **Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano**. Biota Neotrop, Vol. 8, n3. 2008.
37. Legislação Brasileira Sobre Mudanças Climáticas, Brasília, 2013.
38. Little, Paul E. Megaprojetos na Amazônia: Uma análise geopolítica e socioambiental com propostas de melhor governo para a Amazonia. 2013. 92 páginas. Disponível em <http://www.dar.org.pe/archivos/publicacion/131_Megaproyectos_portugues_final.pdf> Acesso 1 dez. de 2016.
39. Marengo J. A., Et Al; Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade - Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI. MMA, Brasília, 2006.
40. Maury C., Et Al; Inter-Relações entre Biodiversidade e Mudanças Climáticas. MMA. Brasília, 2007.
41. MCCUSKER K. E., ARMOUR K. C., BITZ C. M., BATTISTI D. S.; **Rapid and extensive warming following cessation of solar radiation management**. Environmental Research Letters 9, 2014.
42. MESQUITA A. R. **Marés, Circulação e Nível do Mar na Costa Sudeste do Brasil**. Documento Preparado para A FUNDESPA, USP, 1997.
43. **Metas brasileiras para a COP 21**: Entrevista com Maureen Santos. Disponível em: <<http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/noticias/487-metas-brasileiras-para-a-cop-21-esquecemos-de-debater-o-modelo-de-desenvolvimento-entrevista-especial-com-maureen-santos>> Acesso em 16 mai. 2016.
44. **Metodologia SEEG**. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/metodologia/>> Acesso em 17 out. de 2016.
45. MMA/PNUD, 2000. **Agenda 21 Brasileira** - Bases para Discussão. (coord.) Washington Novaes, Otto Ribas e Pedro da Costa Novaes. Brasília.
46. MORALEZ, R., FAVARETO, A.; **Energia, desenvolvimento e sustentabilidade – definições conceituais usos e abusos**. In: (orgs.). Energia, desenvolvimento e sustentabilidade. Porto Alegre: Ed. Zouk, 2014.

47. NETO A. F. C.; **Crítica à Postura dos EUA Sobre o Protocolo de Kyoto**. VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Fortaleza, 2007.
48. NOBRE A. C. Et al. **Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do século 21**. Parcerias Estratégicas, n°27, 2008.
49. Nota Técnica - **INPE apresenta taxa de desmatamento consolidada do PRODES 2015**. Disponível em <http://www.obt.inpe.br/prodes/Prodes_Taxa2015_consolidada.pdf> Acesso em: 4 dez. de 2016.
50. PARANÁ. Decreto n° 8.842, de 4 de setembro de 2013. Dispõe sobre a criação do Projeto Smart Energy Paraná e dá outras providências. **Diário Oficial Executivo**, Curitiba, PR, n° 9.036.
51. PIATTO, M.; Et Al. **Evolução das emissões de gases de efeito estufa no Brasil (1970-2013) setor de agropecuária**, Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), SEEG, 2015.
52. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no cerrado (PPCerrado)**, 2° Fase, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2014.
53. **Plano de Ação Para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm)**, 3ª Fase (2012-2015), Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2014.
54. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024 (PDE 2014)**. Ministério de Minas e Energia/ Empresa de Pesquisa Energética, MME/EPE. Brasília, 2015.
55. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**, Estratégias Setoriais e Temáticas, Ministério do Meio Ambiente. Vol II. 2016.
56. **Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Indústria de Transformação** (Plano Indústria). Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços – MDCI. Brasília, 2013.
57. **Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – Plano ABC**, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2012.
58. **PRODES estima 5.831 km² de desmatamento na Amazônia em 2015**. Disponível em <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4058> Acesso em 29 nov. de 2016.

59. Produção de Silício de Grau Solar no Brasil, Nota Técnica, Estudo Prospectivo em Energia Fotovoltaica. CGEE, 2009.
60. **Produto Interno Bruto da agropecuária** deve ser de R\$ 1,1 trilhão Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2014/12/produto-interno-bruto-da-agropecuaria-deve-ser-de-rs-1-trilhao>> Acesso em: 11 Out. De 2016.
61. **Projetos de Apoio ao PPCerrado.** Disponível em <<http://www.mma.gov.br/florestas/controle-e-prevenção-do-desmatamento/plano-de-ação-para-cerrado---ppcerrado/projetos-de-apoio-ao-ppcerrado>> Acesso em 29 nov. de 2016.
62. **Proposta do Brasil para COP21 poderia ser melhor, diz Observatório do Clima.** Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2015-11/proposta-do-brasil-para-cop21-pode-ser-melhor-diz-observatorio-do>> Acesso em: 4 dez. de 2016.
63. **Renewables Re-energized: Green Energy Investments Worldwide Surge 17% to \$270 Billion in 2014.** Disponível em: <<http://fs-unep-centre.org/publications/global-trends-renewable-energy-investment-2015>> Acesso em: 16 nov. de 2016.
64. RIBEIRO W. C. **Impacto das mudanças climáticas em cidades no Brasil.** Parcerias Estratégicas, n°27, Brasília, DF, 2008.
65. ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN W.; Et al. A safe operating space for humanity. **Nature**, Vol 461/24. Set. 2009.
66. ROKEMBACH, H. L.; **Aspectos sociais relacionados à difusão de sistemas fotovoltaicos conectados à rede em residências na cidade de Curitiba.** Dissertação (Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal do Paraná, 2016.
67. Sagan, C.; **Bilhões e Bilhões;** 1° ed. Companhia de Bolso. 2008.
68. SHAYANI R. A.; OLIVEIRA M. A. G.; CAMARGO I. M. de T.; **Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais.** V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. Brasília, DF. 2006.
69. SILVA R. L.; **Viabilidade do Uso da Energia Solar no Brasil.** Pós-graduação (Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável), Centro Universitário de Brasília, 2012.

70. SOUZA A. M. De; ZAPPAROLI I. D.; Et al. Estrutura Produtiva do Brasil, Rússia, Índia e China (BRIC) e seus impactos nas emissões de dióxido de carbono (CO₂). Desenvolvimento e Meio Ambiente, Vol. 34, 2015.
71. SOUZA F. A. F.; SCARANO F. R.; Et Al.; **Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação**. Vol 2 - Primeiro Relatório de Avaliação Nacional, Cap 4. PBMC, 2014.
72. SZULCZEWSKIA M. L., MACMINNB C. W., HERZOGC H. J., JUANES R.; **Lifetime of carbon capture and storage as a climate-change mitigation technology**. Pnas, Vol 109, n°14. 2012.
73. Technology Roadmap, **Solar Photovoltaic Energy**. IEA, 2014.
74. **Techonology Roadmap: Solar Photovoltaic Energy**, IEA, 2014.
75. **This is the most dangerous time for our planet**. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/commentisfree/2016/dec/01/stephen-hawking-dangerous-time-planet-inequality>> Acesso em: 4 dez. de 2016.
76. UN Documentation: Environment. Disponível em: <<http://research.un.org/en/docs/environment/conferences>> Acesso em: 9 mai. 2016.
77. United Nations Conference on Environment & Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992, AGENDA 21.
78. VAUGHAN, D.G., J.C. COMISO, Et al. **Observations: Cryosphere**. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T.F., D. Qin; G.-K. Plattner; Et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.
79. World Bank Group. **Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal**. International Bank for Reconstruction and Development, Washington DC, 2014.
80. YANG J. Et al. **Global climate change: Impact of diurnal temperature range on mortality in Guangzhou, China**. Environmental Pollution, 175, 2013.
81. ZIMERMANN, M. P.; PINTO I. O.; Et al. **Matriz Energética Nacional 2030**, 2007.
82. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>> Acesso em: 14 out. de 2016.